

# ***Sobre a Arte de Projetar e Construir Estruturas***



*"do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras"*

## **Paulo Helene**

*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*

*Presidente de honor Asociación Latino Americana de Control de Calidad,  
Patología y Recuperación de la Construcción ALCONPAT Int.*

**Anfiteatro CESA.UEL**

**29 de novembro de 2013**

**Londrina Paraná**

1

## **Justa Homenagem**

- ✓ Prof. Jorge Bounassar Filho
- ✓ Prof. Hélio Silveira Ribas
- ✓ Prof. José Roberto Hoffmann
- ✓ Prof. Valdir Bernardi Zerbinati

2

*Se não fosse Imperador, seria Professor !  
Não conheço missão maior nem mais nobre  
que a de dirigir as inteligências jovens e  
preparar os homens do futuro...*

D. Pedro II, Imperador do Brasil

3

**O que vocês estiveram  
fazendo no exercício da  
docência em um curso  
de Engenharia Civil por  
tantos anos?**

4



**Preparando bons  
engenheiros!**

5

**O Brasil precisa  
de engenheiros!**



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

**Engenharia Civil**

6

# E está pagando bem! ...cada dia melhor!

7

**TABELA 1**  
*Ranking multivariado de carreiras universitárias e mercado de trabalho*

	Salário		Jornada		Ocupação		Cobertura previdenciária	
	Mensal (R\$)	Rank	Horas semanais	Rank	Taxa (%)	Rank	Taxa (%)	Rank
1 Medicina	8.459,45	1	41,94	41	97,07	1	93,38	5
2 Odontologia	5.367,31	7	38,24	14	96,22	2	83,23	43
3 Serviços de transportes	6.052,56	3	38,90	17	93,56	14	93,25	6
<b>4 Engenharia civil</b>	<b>5.768,19</b>	<b>5</b>	<b>42,12</b>	<b>44</b>	<b>95,72</b>	<b>3</b>	<b>90,68</b>	<b>28</b>
5 Setor militar e de defesa	7.695,84	2	41,91	39	90,63	44	97,13	1
6 Engenharia mecânica e metalúrgica	5.500,30	6						
7 Engenharia (outros)	5.242,91	8						
8 Engenharia química	5.815,28	4						
9 Matemática	2.811,40	41						
10 Estatística	4.780,29	11						

Fonte: IPEA - 2010

**Brasil nas engenharias, civil + alto salários**

**Maiores Salários do Brasil**

3/11



Diretor de Engenharia de Obras - Salário: R\$ 23.003,77

Fonte: Economia & Negócios - 2011

8

## Ocupações de nível superior com maiores ganhos salariais entre 2009 e 2012

Cód. CBO	Ocupação	Admitidos - Salário médio 2012 (R\$)	Var. % 2009-2012
2041	Peritos criminais	7.793,91	523,7%
2526	Profissionais da administração dos serviços de segurança	6.874,97	174,4%
2542	Audidores fiscais da previdência social	2.582,65	86,2%
2253	Médicos em medicina diagnóstica e terapêutica	8.443,94	47,3%
2514	Filósofos	3.002,54	46,5%
2032	Pesquisadores de engenharia e tecnologia	12.301,35	46,2%
2413	Tabellêes e registradores	1.736,69	43,6%
2034	Pesquisadores das ciências da agricultura	5.303,49	42,9%
2131	Físicos	5.832,47	41,2%
2153	Profissionais da pilotagem aeronáutica	4.951,13	36,8%

Fonte: Caged/MTE. Salários em reais de dez/2012

**ipea** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

9

### Top 10

Veja abaixo a lista das 10 profissões que tiveram os maiores aumentos salariais em 2012:

Profissão	Aumento Salarial(%)	Salário médio em 2012
Administrador de Banco de Dados Júnior	90,3%	R\$ 4,7 mil
Projetista Civil Pleno	75,8%	R\$ 7,5 mil
Técnico de Edificações	72,9%	R\$ 7,5 mil
Analista Fiscal Tributário Pleno	32,4%	R\$ 5,5 mil
Analista Contábil Júnior	24,9%	R\$ 4,5 mil
Analista de Crédito Júnior - Bancos de Investimento	24,9%	R\$ 6,5 mil
Analista de Comércio Exterior Pleno	24,9%	R\$ 4,7 mil
Engenheiro Ambiental Sênior	22,4%	R\$ 5,1 mil
Analista de Produtos Pleno - Varejo	14,9%	R\$ 7,2 mil
Analista de Crédito Sênior - Seguradora	12,9%	R\$ 6,5 mil

\*Page Personnel

Fonte: InfoMoney - 2012

10

**ser Engenheiro  
é bom... mas  
cuidado com os  
riscos!**

11

LEVANTAMENTO DE CAMPO DAS ARMADURAS PILARES				
PILAR	DIMENSÃO PILAR NO SUBSOLO (cm)	FERRO LONGITUDINAL EXECUTADO (QUANT./mm)	FERRO LONGITUDINAL PROJETADO (QUANT./mm)	diferença
01	(20 x 100)	10 Ø 12.5	14 Ø 10.0	<b>+12 %</b>
02	(30 x 50)	22 Ø 12.5	16 Ø 16.0	<b>- 16 %</b>
03	(20 x 100)	48 Ø 16.0	50 Ø 16.0	<b>- 4 %</b>
04	(20 x 100)	24 Ø 16.0	36 Ø 16.0	<b>- 33 %</b>
05	(30 x 50)	24 Ø 12.5	18 Ø 16.0	<b>- 19 %</b>
06	(20 x 100)	10 Ø 12.5	14 Ø 10.0	<b>+12 %</b>
07	(20 x 70)	10 Ø 10.0	10 Ø 10.0	<b>-----</b>
08	(20 x 70)	08 Ø 12.5	08 Ø 10.0	<b>+ 56 %</b>
09	(25 x 80)	28 Ø 16.0	20 Ø 20.0	<b>- 10 %</b>

12

Registrado em 06 de abril de 2011.  
Livro: 010/ENG.

				<b>diferença</b>
<b>10</b>	(20 x 100)	34 Ø 12.5	34 Ø 16.0	<b>- 39 %</b>
<b>11</b>	(25 x 125)	18 Ø 12.5	28 Ø 10.0	<b>+5 %</b>
<b>12</b>	(25 x 178)	38 Ø 10.0	38 Ø 10.0	-----
<b>13</b>	(25 x 178)	16 Ø 16.0	38 Ø 10.0	<b>+8 %</b>
<b>14</b>	(25 x 125)	18 Ø 12.5	28 Ø 10.0	<b>+0,5 %</b>
<b>15</b>	(20 x 218)	34 Ø 10.0	34 Ø 10.0	-----
<b>16</b>	(20 x 218)	Ø 10.0	34 Ø 10.0	-----
<b>17</b>	(20 x 70)	10 Ø 10.0	10 Ø 10.0	-----
<b>18</b>	(30 x 70)	18 Ø 12.5	28 Ø 10.0	<b>+0,5 %</b>
<b>19</b>	(30 x 70)	08 Ø 16.0	20 Ø 10.0	<b>+2 %</b>
<b>20</b>	(20 x 70)	08 Ø 12.5	08 Ø 10.0	<b>+56 %</b>
<b>21</b>	(20 x 70)	12 Ø 12.5	30 Ø 10.0	<b>- 37 %</b>
<b>22</b>	("25" x 100)	42 Ø 16.0	30 Ø 20.0	<b>- 10 %</b>
<b>23</b>	("25" x "208")	34 Ø 12.5	76 Ø 10.0	<b>- 30 %</b>
<b>24</b>	("25" x 100)	42 Ø 16.0	34 Ø 20.0	<b>- 21 %</b>
<b>25</b>	(20 x 70)	08 Ø 12.5	16 Ø 10.0	<b>- 22 %</b>

Obs: Foi constatado que todos os estribos possuíam bitolas de 4.2mm com espaçamento entre eles de 15cm exceto o pilar P15 que possui estribos de 6.3mm e espaçamento igual aos demais.

13



14

# Edifício Real Class



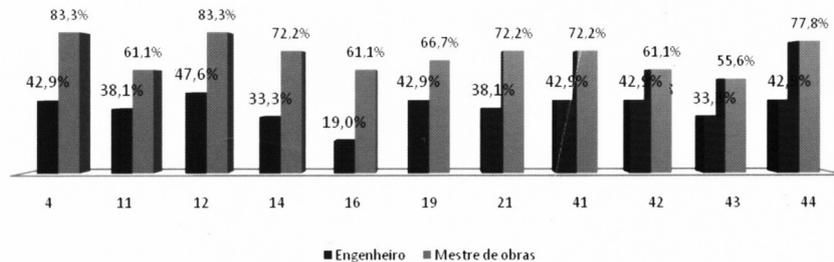
**Belém do Pará**

**34 pavimentos**

**105m 20.01.2011 35MPa**

15

Figura 3 – Desvios de função



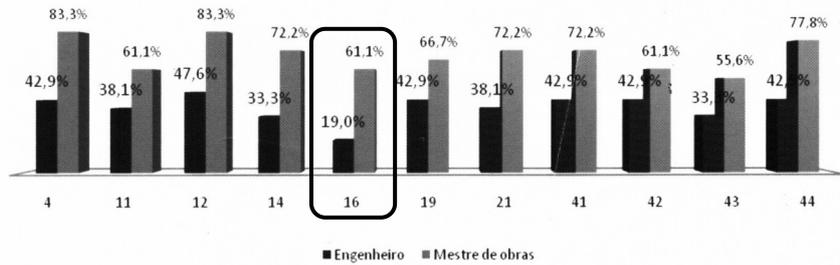
### DESVIOS DE FUNÇÃO DE UM MESTRE DE OBRAS

- 4. Decidir onde serão depositados os materiais utilizados no decorrer da obra, de acordo com a sua experiência.
- 11. Fazer a locação da obra a partir de pontos de referência definidos pelo topógrafo (ou outro profissional).
- 12. Conferir os gabaritos de marcação de obra (distância entre eixos e níveis de referência) antes de dar sequência aos serviços.
- 14. Relatar todas as excentricidades, ocorridas na execução da fundação ao engenheiro residente ou calculista.
- 16. Autorizar trocas de bitolas de aço na falta dos materiais pré-determinados.
- 19. Autorizar a substituição de materiais por conta própria (madeiras/compensados) na falta daqueles previstos.
- 21. Definir os espaçamentos das escoras.
- 41. Solicitar compras de materiais.
- 42. Solicitar (compra/aluguel) máquinas e equipamentos de pequeno e médio porte.
- 43. Conhecer a frequência diária de todos os funcionários inclusive de empreiteiros.
- 44. Acompanhar a movimentação (material/equipamentos/resíduos) tudo o que entra e sai do canteiro diariamente.

**Mapeamento de competências e atribuições de um mestre de obras. Revista Concreto & Construções, Ano XXXIX, n.62. IBRACON, Abr.Mai.Jun. 2011. p. 13-18**

16

Figura 3 - Desvios de função



**DESVIOS DE FUNÇÃO DE UM MESTRE DE OBRAS**

- 4. Decidir onde serão depositados os materiais utilizados no decorrer da obra, de acordo com a sua experiência.
- 11. Fazer a locação da obra a partir de pontos de referência definidos pelo topógrafo (ou outro profissional).
- 12. Conferir os gabaritos de marcação de obra (distância entre eixos e níveis de referência) antes de dar seqüência aos serviços.
- 14. Relatar todas as excentricidades, ocorridas na execução da fundação ao engenheiro residente ou calculista.
- 16. Autorizar trocas de bitolas de aço na falta dos materiais pre-determinados.
- 19. Autorizar a substituição de materiais por conta própria (madeiras/compensados) na falta daqueles previstos.
- 21. Definir os espaçamentos das escoras.
- 41. Solicitar compras de materiais.
- 42. Solicitar (compra/aluguel) máquinas e equipamentos de pequeno e médio porte.
- 43. Conhecer a frequência diária de todos os funcionários inclusive de empreiteiros.
- 44. Acompanhar a movimentação (material/equipamentos/resíduos) tudo o que entra e sai do canteiro diariamente.

**Mapeamento de competências e atribuições de um mestre de obras. Revista Concreto & Construções, Ano XXXIX, n.62. IBRACON, Abr.Mai.Jun. 2011. p. 13-18**

## Exercício Profissional

Não basta a existência de normas, regras e leis, como por exemplo a NBR 9077:1999 que regula saídas de emergência em edificações, se estas não forem praticadas pela Engenharia !



<http://entreterraocceu.blogspot.com.br/2013/01/boate-kiss-e-o-carma-coletivo.html>



<http://www.tribunadabahia.com.br/2013/03/22/policia-aponta-35-culpados-pelas-241-mortes-da-boate-kiss-em-santa-maria>

# CASO ARENA PALMEIRAS

esportes

15/04/2013 14:06

## Operário morre em acidente na Arena Palestra

Uma pessoa morre e outras três ficam feridas após desabamento de vigas de sustentação de arquibancada

DIÁRIO SP ONLINE

Na manhã desta segunda-feira (15), uma pessoa morreu e outras três ficaram feridas após desabamento de vigas de sustentação das arquibancadas da Arena Palestra, futuro estádio do Palmeiras que deve ficar pronto no segundo semestre deste ano.

Em comunicado, a construtora WTorre "se colocou à disposição dos familiares das vítimas todo a assistência necessária". "As causas do acidente estão sob investigação, e ainda não é possível apontar os motivos da ocorrência".

De acordo com o Corpo de Bombeiros, cinco operários estavam no setor em que houve o desabamento, mas apenas quatro conseguiram escapar. Três ficaram feridos levemente.

O corpo do operário morto continua no local aguardando a perícia. As obras da Arena foram suspensas hoje.



O desabamento no estádio do Palmeiras ocorreu na manhã de hoje



<http://veja.abril.com.br/multimedia/galeria-fotos/slideshow/desabamento-na-arena-palmeiras>

19



20

# **Arena Corinthians (Itaquerao)**

**São Paulo/SP**

**Acidente: 27/11/2013,  
quarta-feira as 12h30.**

**Construção: 2011 → atual**  
*Previsão de entrega antes do  
acidente: dez/2013*

21

## **Arena Corinthians (Itaquerao)**

**Localização: Itaquera, São Paulo**

**Arquiteto: Coutinho e Cordeiro / DDG**

**Construtora: Odebrecht Infraestrutura**

**Tempo de obra: de maio de 2011 até dezembro de 2013**

**Total investido: R\$ 850 milhões**



<http://www.metrinho.com.br/arena-corinthians>

22

**G1** SÃO PAULO

Na TV | Esporte | Trânsito | Aeroportos | Agenda de shows | VC no G1

27/11/2013 13h05 - Atualizado em 27/11/2013 18h04

## Acidente nas obras do estádio do Corinthians deixa mortos

Estrutura caiu sobre caminhão e arquibancadas na tarde desta quarta (27). Estádio vai sediar jogo de abertura e mais cinco partidas da Copa de 2014.

Do G1 São Paulo

Tweetar (1.681) | Recomendar (13 mil) | 2994 comentários

Trabalhador fotografa a cere do acidente no Itaquero, em São Paulo

Nelson Antunes/AP

<http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2013/11/acidente-nas-obras-do-estadio-do-corinthians-mobiliza-ombeiros.html>

23

### Antes do acidente...

<http://globoesporte.globo.com/>

24

**A construtora explica em nota que pouco antes das 13h, o guindaste que içava o último módulo da estrutura da cobertura metálica do estádio tombou provocando a queda da peça sobre parte da área de circulação do prédio leste – atingindo parcialmente a fachada. Segundo a empresa, a estrutura da arquibancada não foi comprometida. Um caminhão que estava nesta área externa foi atingido e o motorista que estava na cabine**

#### ACIDENTE NO ITAQUERÃO

### Fifa prevê atraso de 45 a 60 dias nas obras da Arena Corinthians

Estádio deve ser entregue até março de 2014  
27 de novembro de 2013 | 21h 13

Notícia   A+ A-

 Enviar  Recomendar 42  Compartilhar  +1  Tweet 109

Paulo Favero - O Estado de S.Paulo

SÃO PAULO - A Fifa já tem consciência de que vai haver um atraso no cronograma de obras do Itaquerão, depois que a última treliça de aço da cobertura caiu em cima de parte da fachada, num acidente que provocou a morte de dois operários nesta quarta-feira. Segundo estimativa preliminar, o adiamento de entrega do estádio do Corinthians será de 45 e 60 dias, o que não deve ser grande problema, pois já estava previsto para 2014 os trabalhos de colocação das arquibancadas móveis atrás dos gols e de construção da área de hospitalidade no entorno do local.

Oficialmente, a Fifa e o Comitê Organizador Local (COL) da Copa explicam que vão aguardar a perícia ser realizada nos próximos dias para bater o martelo sobre a situação do Itaquerão, mas nos bastidores já sabem que o atraso fará com que o estádio seja entregue somente em fevereiro ou março. Por ter sido uma fatalidade, a aceitação da prorrogação de finalização da arena é mais tranquila e não deve haver a reclamação recorrente nos atrasos de obras no Brasil.

A queda do guindaste e da peça de 420 toneladas em cima de parte do teto e da fachada do estádio fez com que oito das 44 colunas do painel de LED da área ficassem danificadas. Além disso, a treliça que estava mais perto da peça que caiu também parece ter ficado entortada. Por isso, precisará ser removida, colocada no chão, desmontada e revisada para ver se existe alguma avaria. Só assim poderá ser recolocada na cobertura do Itaquerão. Ao que tudo indica, o restante do estádio está intacto, como as arquibancadas e o gramado. E tanto a construtora Odebrecht quanto a Defesa Civil já atestaram que a estrutura da arena não foi afetada.

<http://www.estadao.com.br/noticias/esportes,fifa-preve-atraso-de-45-a-60-dias-nas-obras-da-arena-corinthians,1101439,0.htm>

25

## **Rodoanel Mário Covas (trecho sul)**

**Embu/SP**

**Acidente: 13/11/2009,  
sexta-feira as 21h10.**

**Investimento de R\$ 5  
bilhões**

**R\$ 3,2 bilhões referentes às obras brutas e R\$ 1,8 bilhão destinados às compensações ambientais, desapropriações, reassentamentos e interferências**

26



/ são paulo / desabamento no rodoanel

13/11/09 - 21h47 - Atualizado em 14/11/09 - 02h22

## Vigas de construção de viaduto do Rodoanel caem sobre rodovia

Pista da Régis no sentido São Paulo foi interditada; há feridos. Acidente ocorreu por volta das 21h10, segundo a polícia rodoviária.

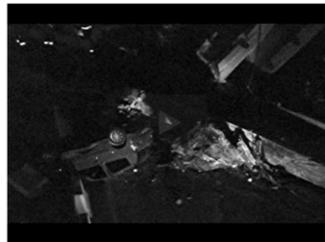
Do G1, em São Paulo

Tamanho da letra

A- A+

### editorias

- Primeira Página
- Blogs e Colunas
- Brasil
- Carros
- Ciência e Saúde
- Cinema
- Concursos e Emprego
- Economia e Negócios
- Esporte
- Mundo
- Música
- Planeta Bizarro
- Política
- Pop & Arte
- Rio de Janeiro
- São Paulo
- Tecnologia e Games
- VC no G1
- Vestibular e Educação



Três vigas de sustentação de um viaduto em construção do Trecho Sul do Rodoanel Mário Covas desabaram, por volta das 21h10 desta sexta-feira (13), e atingiram um caminhão e dois carros que passavam pela Rodovia Régis Bittencourt. De acordo com a Polícia Rodoviária Federal, o acidente ocorreu no km 279 da Régis, na região de Embu, na Grande São Paulo.

A Polícia Rodoviária Federal informou, por volta das 23h30, que havia pelo menos três feridos, nenhum deles em estado grave. A pista sentido São Paulo da Régis foi totalmente interditada. A alternativa para o motorista é fazer desvio por Itapeperica da Serra. No sentido Curitiba, o tráfego flui pelo acostamento.

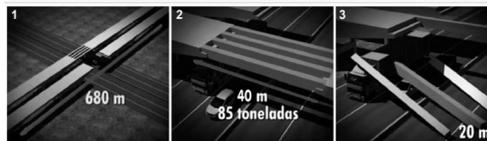
<http://g1.globo.com/Noticias/SaoPaulo/o,,MUL1378871-5605,00->

27



Desabamento do viaduto do Rodoanel sobre a Régis Bittencourt (Foto: Patrício/Agência Estado)

### SAIBA COMO OCORREU O ACIDENTE NO RODOANEL



O viaduto no trecho sul do Rodoanel tem 680 metros

Quatro vigas foram colocadas na última terça-feira. Elas têm 40 metros de comprimento e pesam 85 toneladas, cada uma

Por volta das 21h de sexta-feira (13), três vigas despencaram de uma altura de 20 metros

IMAGENS: ARTE/TV GLOBO

28

28/12/2009 - 18h21

## Laudo aponta vigas mal travadas como causa de acidente no Rodoanel

da Folha Online

PUBLICIDADE

Recomendar 1 0

O DER (Departamento de Estradas de Rodagem) divulgou nesta segunda-feira o laudo do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo) sobre o acidente em um viaduto do trecho sul do Rodoanel, ocorrido no dia 13 de novembro último.

**Veja a cobertura completa sobre o acidente**  
**Após 1 mês, governo desconhece causas de acidente no Rodoanel**

Segundo o IPT, as vigas da obra foram travadas de maneira inadequada e provocaram um deslizamento. O DER afirma que "o surgimento de uma força horizontal não contida pelo travamento adotado" teve como consequência "o deslizamento e tombamento das vigas, causando sua ruptura".



Rivaldo Gomes-16.nov.09/Folha Imagem

O laudo aponta três fatores para o deslizamento: falta de horizontalidade das superfícies das bases de apoio, insuficiência de atrito na interface das vigas com as bases de apoio e falta de travamento adequado das vigas.

Viaduto do trecho sul do Rodoanel em Embu (SP), onde ocorreu acidente que feriu três pessoas; IPT conclui laudo e aponta causas

Para a retomada da obra, o IPT recomenda adequações nos controles de nivelamento e assentamento das vigas sobre as bases de apoio. O processo deve garantir o atrito necessário para evitar deslizamentos, mas também foram recomendados sistemas de travamento provisórios das vigas.

<http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u672081.shtml>

29

## Tragédia em SP

**metrópole** SÃO PAULO  
Quarta-feira, 24 de agosto de 2013  
Edição: R\$ 1,00  
Ano 11 Nº 111

**DESABAMENTO E MORTE**  
Irregular, prédio vem abaixo deixando 7 mortos e 24 feridos

**Nós por EUA ataq**  
Ações são objetivo de regime. As

**Brasil país revel**  
51% dos 100 países. Mas 45 mil per

**Estud próxi**  
Cláudia R. tiro qu

**Prêmio 'O DO**  
do inf

Sobre as candidatas

Prêmio em La Paz

30

**Metrópole** SÃO PAULO  
Quarta-feira, 24 de agosto de 2013  
Edição: R\$ 1,00  
Ano 11 Nº 111

**TRAGÉDIA EM SÃO MATEUS**  
Até menos 35 pessoas trabalhavam no local quando a construção de unidade da Terra Terra, que estaria embargada, segundo a Prefeitura, desmoronou; salvador do dono do imóvel e o maguete trocam acusações sobre a responsabilidade no caso

**Obra irregular de loja popular desaba, mata 8 e deixa 26 feridos na zona leste**

**ENFERMOS**

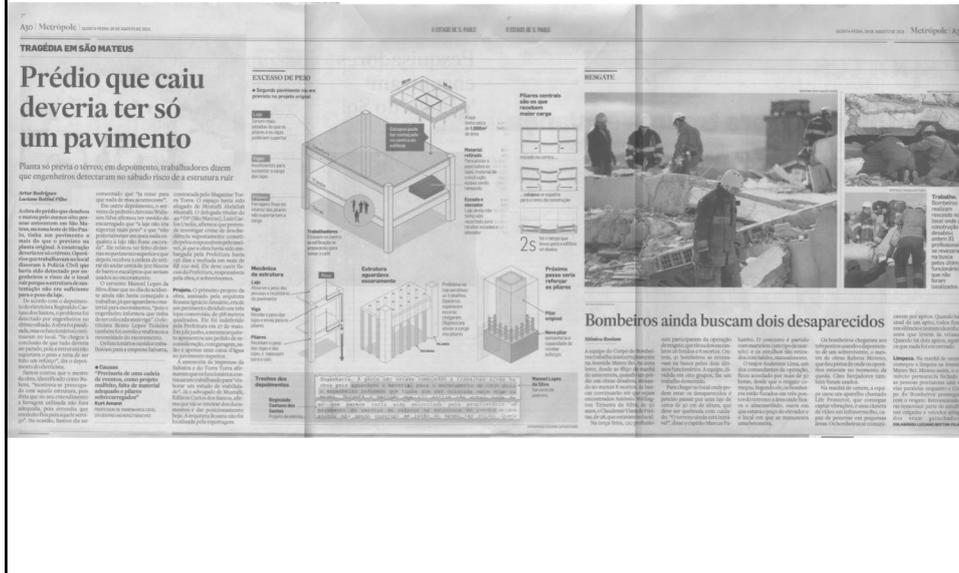
**Resgate passou por túneis e utilizou cães**

**NO RÁDIO ESTOU AQUI**

**ELLES ME CHAMAVAM NO CELULAR**

**QUANDO VOU TUDO HAVIA CAÍDO**

# Tragédia em SP



31

Folha de São Paulo

## Tribunal Regional do Trabalho (TRT/SP)

Nicolau dos Santos Neto → conhecido por “Juiz Lalau”

**A construção da nova sede do TRT/SP, só começa em meados do ano de 1997 e de imediato os fiscais e auditores descobrem irregularidades, e delas logo dão conhecimento ao Tribunal de Contas da União (TCU).**

**O tamanho da fraude, porém, só viria a público em 1999, quando foi criada a CPI do Judiciário.**

**Nesse ano o TCU leva ao Congresso o resultado da auditoria, segundo a qual foram repassados 223,9 milhões de reais para a construção do edifício do TRT/SP e desse total foram desviados 169,5 milhões de reais, e a obra ainda está inacabada.**

32

**OE**  
O EMPREITEIRO

Ano 11 - Junho 2013 - Nº 521 - R\$ 20,00  
www.revistaempreiteiro.com.br

**RANKING DA ENGENHARIA BRASILEIRA**

**500 GRANDES DA CONSTRUÇÃO**

**BRASIL INTERIOR**  
A força das fronteiras regionais

Estados investem em obras mais do que o dobro de recursos da União

**Hidrelétricas, estradas, metrô**  
Obras para o País não parar

## O duro aprendizado e o juramento dos engenheiros

Paulo Helene\*

**R**esposta à 1ª questão. – Sem dúvida a engenharia brasileira está aprendendo a duas penas, pois a demanda tem sido intensa e a penetração de empresas estrangeiras fornecedoras de equipamentos, materiais e sistemas, e até mesmo construção de projetos mais sofisticados tem ocorrido com frequência. É comum o estabelecimento de parcerias entre projetistas brasileiros e estrangeiros, entre construtores, enfim. Está havendo uma transferência de tecnologia, mas o gap de conhecimento tem gerado uma certa incerteza quanto ao futuro de algumas empresas nacionais por causa da agressividade e competência das empresas estrangeiras.

Resposta à 2ª questão. – Considerando que a engenharia civil compreende as etapas de projeto, materiais, construção e uso, sem dúvida a engenharia brasileira se destaca nas etapas de materiais e de construção de grandes obras. A indústria de cimentos e de siderurgia brasileiras (feita-se grupo Votorantim e grupo Gerdau), têm padrão internacional e são capazes de competir em igualdade de competência, produtividade, atualidade e qualidade com os melhores grupos internacionais. As construtoras brasileiras de estradas, tanques, pontes, túneis e metrô também são respeitadas e consagradas no País e no exterior como de primeira linha, orgulhando qualquer engenheiro por mais rigoroso que seja. Nessas áreas o Brasil é páreo para qualquer outro país industrializado. Infelizmente, não se pode dizer o mesmo quando o tema é edificações residenciais e comerciais. Nesse campo o atraso é evidente, da arquitetura à construção e operação passando significativamente pelo projeto estrutural e de instalações. Para a construção de estádios, grande parte de nossa engenharia de projeto, de materiais, de execução e até de arquitetura teve de buscar tecnologia externa. Se amanhã um investidor decidir construir um edifício de 300 m de altura (como a Torre Costanera de Santiago do Chile), a engenharia brasileira vai possivelmente agir da mesma forma, buscando desde elevadores e o projeto de arquitetura, até materiais e execução. Os dois setores importantes em construção no País, o M&E e o Museu do Amanhã, no Rio de Janeiro, são projetos de escritórios estrangeiros. A engenharia de construção brasileira tem dificuldade para vencer os "desafios" especificados nesses projetos, a exemplo do que ocorreu com a Casa da Música, o Museu Bechtel Calangue e outras obras consideradas emblemáticas. É por isso que estão penetrando facilmente no País os escritórios de projeto de arquitetura e estrutural, os softwares estruturais e de gerenciamento e os fornecedores de materiais e sistemas de obras sofisticadas. Infelizmente, ainda há grande atraso no domínio de estruturas mistas, de estruturas compostas, de estruturas de pré-moldado. O resultado tem sido, lamentavelmente, uma série de acidentes, colapsos, interdições inesperadas e reformas precoces.

Respostas às duas questões expostas na 3ª pergunta. – A norma-



lização de um país é o retrato de seu grau de desenvolvimento. Novamente é necessário separar as especialidades. Na área, por exemplo, de cimentos, agregados e concreto, o Brasil tem um lugar de destaque e tem sido reconhecido como líder e um dos referências para a normalização mundial. Foi um dos primeiros a bem introduzir adições, critérios de desempenho, coprocessamento, substituição de combustíveis, enfrentar o problema de reação álcali-agregado com medidas profiláticas inteligentes e sustentáveis, aceitar maiores teores de MgO, limitar cloratos, e hoje é considerado o país de melhor índice de sustentabilidade na fabricação de cimentos, o material de construção mais consumido pela humanidade. Infelizmente não se pode dizer o mesmo dos materiais tipo aditivos, adesivos, elastômeros, impermeabilizantes, hidrofulgurantes, revestimentos, nos quais a carência de normas e o atraso é sentido duramente pelo setor. Há poucos anos, a ABNT chegou a ter mais de 15 mil normas no seu acervo. Hoje talvez não chegue a 10 mil, porque muitas delas caducaram, os produtos não existem e novas não foram geradas. Por outro lado hoje há maior interação do meio técnico nacional com o estrangeiro e da ABNT com os organismos similares de caráter internacional tipo ISO, e eu gosto de pensar que em poucos anos seremos capazes de reverter essa tendência e ajustar melhor e mais rapidamente nosso acervo aderido e aproximando-o à normalização internacional.

Resposta à 4ª questão. – Esse é um tema complexo e controverso. Particularmente nos envolvidos ao exercício profissional com responsabilidade e com penalidade aos corruptos, incompetentes e irresponsáveis. A ninguém é dado o direito de desconhecer as leis e da mesma maneira a nenhum engenheiro é dado o direito de desconhecer as normas técnicas e a arte de bem projetar e bem construir. A profissão do engenheiro é igual a de um médico. É uma profissão de "confiança pública" e confiança não se impõe; ao contrário, deve ser conquistada dia a dia ao longo dos tempos com atos, obras e posturas. Assim como para os advogados as leis são os grandes referenciais balizadores do exercício profissional, para nós, engenheiros, o referencial são as normas de projeto, de execução e controle, de produto e mais recentemente de desempenho. Não há como aceitar passivamente que colegas contornem essas regras. No juramento de engenheiro praticado por todos ao formar-se, juramos algo assim: "Prometo sob juramento observar os estatutos da ética profissional, concorrer para o desenvolvimento da técnica, da ciência e da arte e bem servir aos interesses da sociedade e da nação". Em definitivo vê-se claramente que nosso compromisso profissional é com a sociedade e não com a engenharia mal praticada.

\*Paulo Helene, professor e diretor da PhD Engenharia

# A profissão do Engenheiro Civil é uma profissão de

# “confiança pública”

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

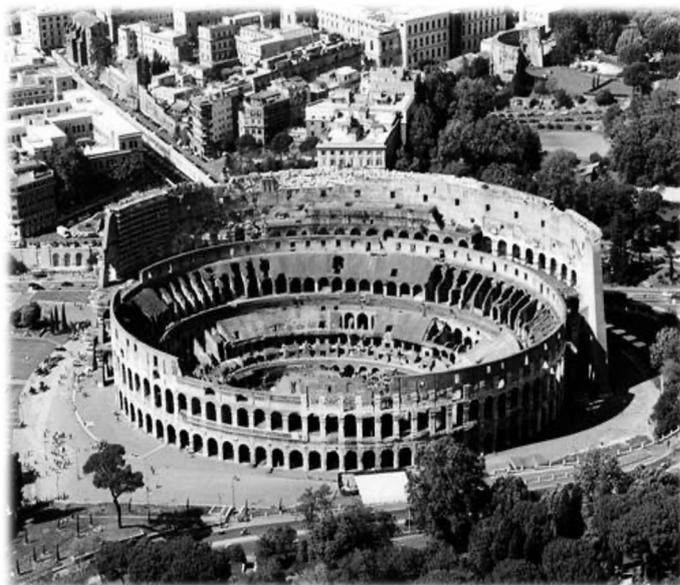
## **Juramento do Engenheiro**

***“ Prometo sob juramento observar os postulados da ética profissional, concorrer para o desenvolvimento da técnica, da ciência e da arte e bem servir aos interesses da sociedade e da nação ”.***

*“este é o juramento dos engenheiros utilizado na colação de grau da POLI.USP”*

35

A origem da palavra ENGENHARIA foi devida ao Engenheiro Civil. Vem da Roma antiga da expressão “*Ingenium Civitas*”, ou seja, engenharia das cidades ou engenharia da civilização.



36

**Quando a profissão de  
arquiteto foi  
reconhecida pela  
primeira vez na história  
da humanidade?**

*PhD Engenharia*

37

**Político, alquimista, primeiro  
Arquiteto → Imhotep**



**64m**

**2790 A C**

**Pirâmide escalonada de Djeser**

38



39

## **Materiais Estruturais**

1. Madeira / bambu;
2. Barro / argila (+ fibra);
3. Cerâmica;
4. Rocha

*PhD Engenharia*

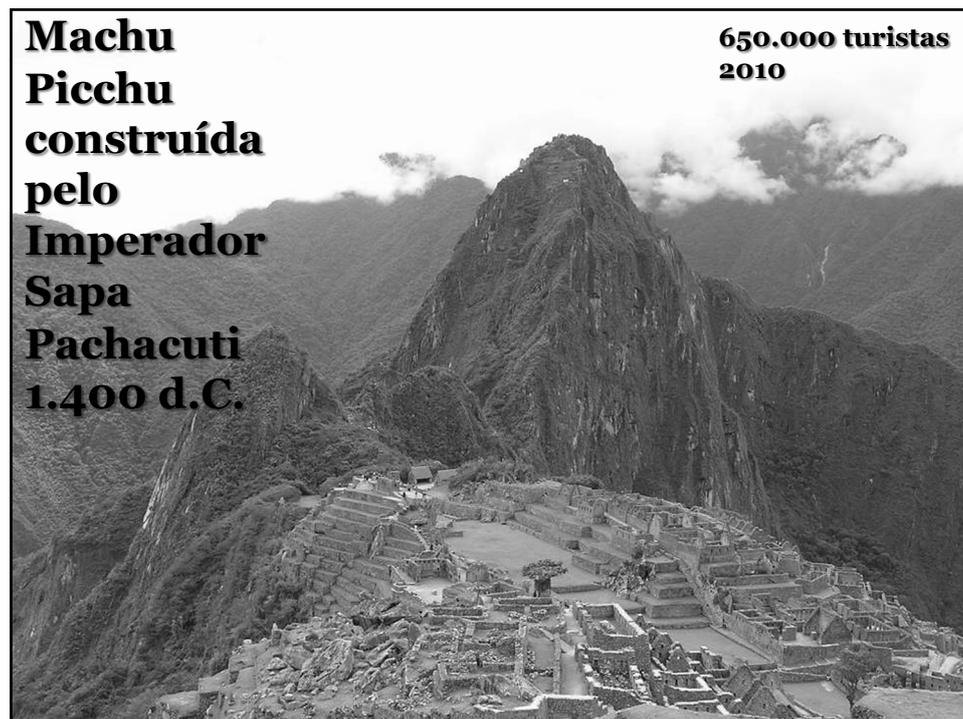
40

# **A Grande Revolução**

**A Arquitetura podia  
construir obras duráveis,  
majestosas e de grandes  
proporções.**

*PhD Engenharia*

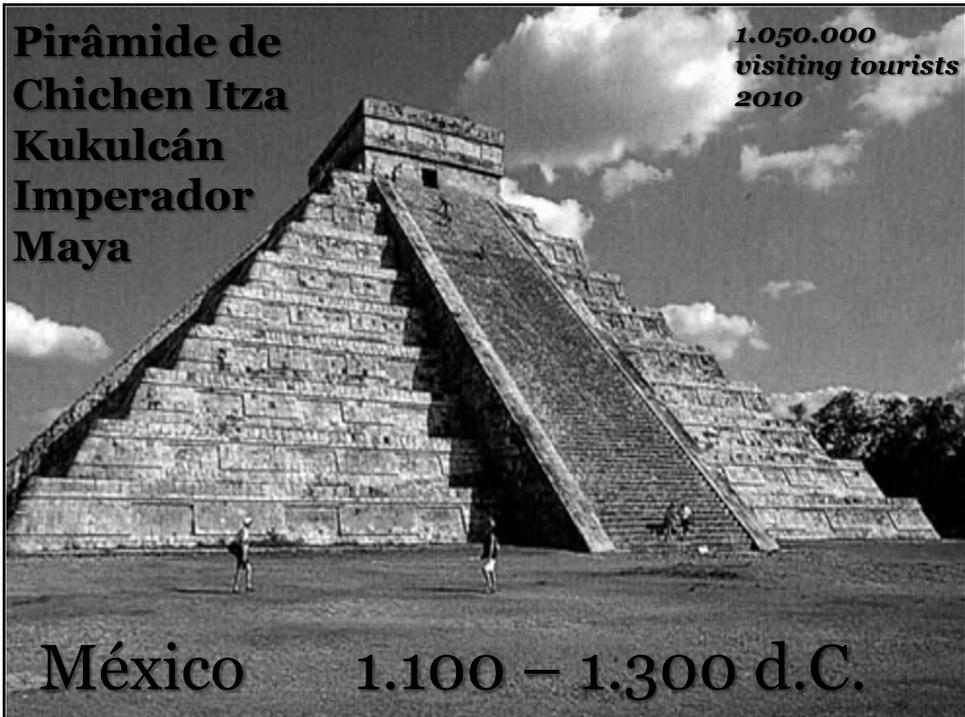
41



42



43



44

## O conceito de construir com durabilidade existe desde a antiguidade

*razão áurea  $C/L = 1,618$   
número phi (Phidias)*

Arquitetos Ictinos de Mileto  
e Calícrates (*escultor Phidias*)



**Pártenon, 440 aC**  
“século de Péricles”

45

## Cartagena das Índias



46



47



48



49

*Um professor afeta a  
eternidade... é impossível  
dizer até onde vai sua  
influência...*

Henry Adams

50

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

*PhD Engenharia*

51

**Panteão  
de  
Roma**



52



53

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



54



55



56



57



58

## Séculos históricos

IV → Estilo Bizantino → Catedral Santa Sophia, Istambul

IX → Estilo Românico → Abadia Cluny, França

XII-XIV → Estilo Gótico → Catedral Notre Dame, Colônia

XV → Estilo Renascentista

XVII → Estilo Barroco → Catedral São Pedro, Bernini

XVII → Estilo Neoclássico → Arco do Triunfo , Paris

*PhD Engenharia*

59

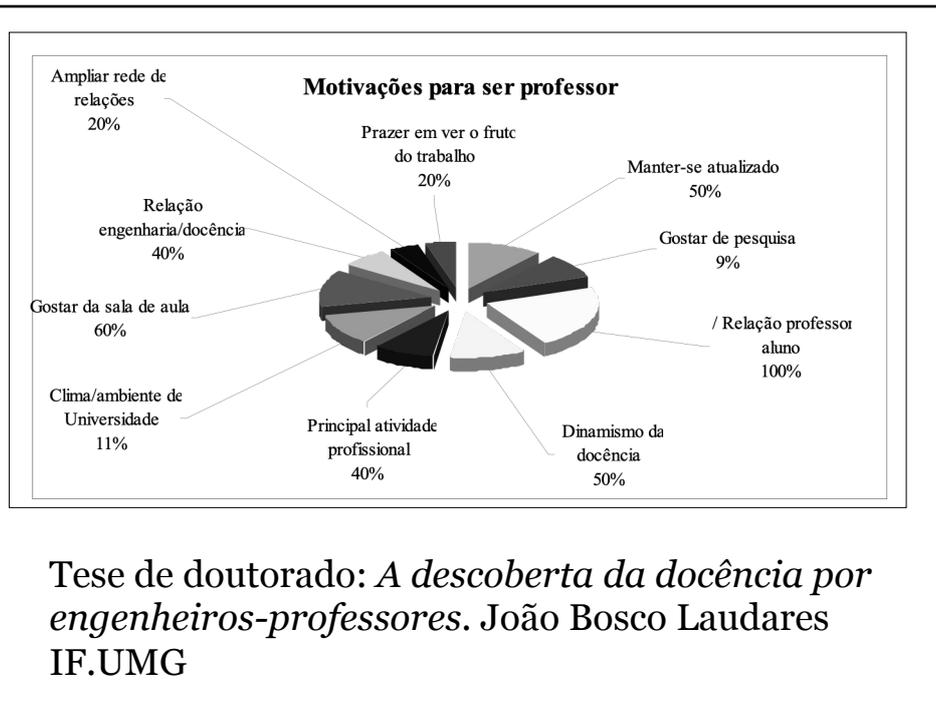
## Catedral de Notre Dame



1163-1330

Abóbada da nave central → 35 m de altura

60



61

## Séculos históricos

**IV → Estilo Bizantino → Catedral Santa Sophia, Istambul**

**IX → Estilo Românico → Abadia Cluny, France**

**XII-XIV → Estilo Gótico → Catedral Notre Dame, Colônia**

**XV → Estilo Renascentista**

**XVII → Estilo Barroco → Catedral San Pedro, Bernini**

**XVII → Estilo Neoclássico → Arco do Triunfo , Paris**

**XIX → Estruturas metálicas**

*PhD Engenharia*

62

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

*Ainda hoje em uso suportando tráfego leve e de pedestres*



63



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

*ponte suspensa com cabos de aço galvanizados*

64

# **Fundação em rocha e alvenaria de blocos de rocha**



65

## **II Grande Revolução**

A Arquitetura de Estruturas  
podia projetar obras antes  
inimagináveis, com muito mais  
velocidade e segurança para  
vencer grandes vãos, e podia  
construir alturas como nunca  
antes vistas.

66



67



68

# Onde estão os edifícios comerciais e habitacionais?

## O que aconteceu?

*PhD Engenharia*

69



**Palácio de Westminster → Houses of Parliament  
1.868 dC Big Ben**

70

➤ **1.888 → Leroy Buffington  
USA, esqueleto reticular**

➤ **1.853 → Otis, elevador  
seguro, 1889 → 1º elevador  
elétrico em NY**

*PhD Engenharia*

71



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

72

**Século “XX”  
1892**

**Aparece um  
novo material**

***Concreto Armado***

73

**Primeiras Normas sobre  
Estruturas de Concreto**

<b>1903</b>	<b>Suíça</b>
<b>1903</b>	<b>Alemanha</b>
<b>1906</b>	<b>França</b>
<b>1907</b>	<b>Inglaterra</b>

74



75



**Systeme  
Hennebique**  
*Paris, Rue Danton1*

7 andares

França 1.901

30m

$f_{ck} = ?$

112 anos !

*edificio em concreto mais  
antigo do mundo*

76



**Palácio Salvo**  
Montevideu

27 andares

Uruguai 1925

103m

$f_{ck} = ?$

**85 anos !**

**world record**

77



**Edifício**  
**Martinelli**

**1929**

**106m**

**81 anos**

**world record**

**São Paulo, Brasil**

78



## Torre Alicante

Londrina Paraná

130m altura

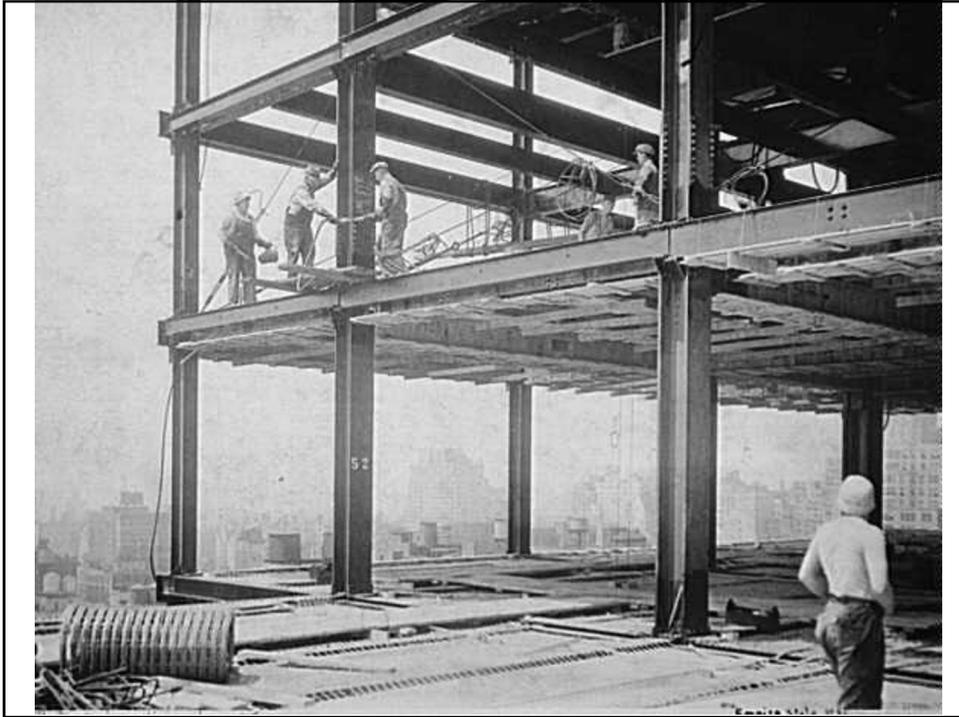
entre os 50 mais  
altos do Brasil

79



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

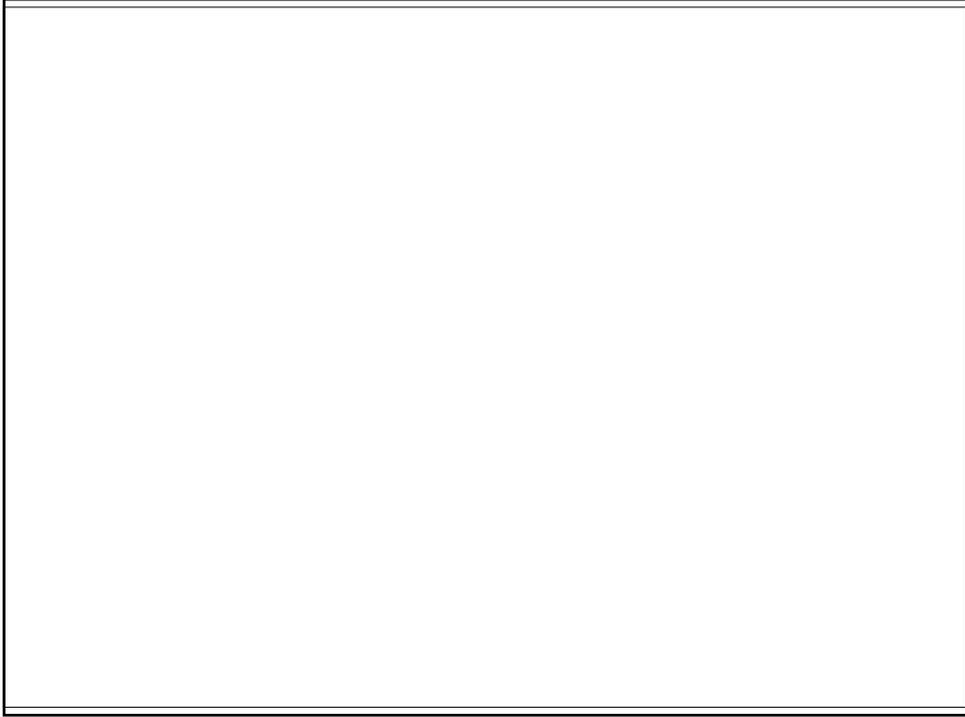
80



81



82



83



84

Século XX

1.928

“novo material estrutural”

# *Concreto Protendido*

Eugene Freyssinet

*PhD Engenharia*

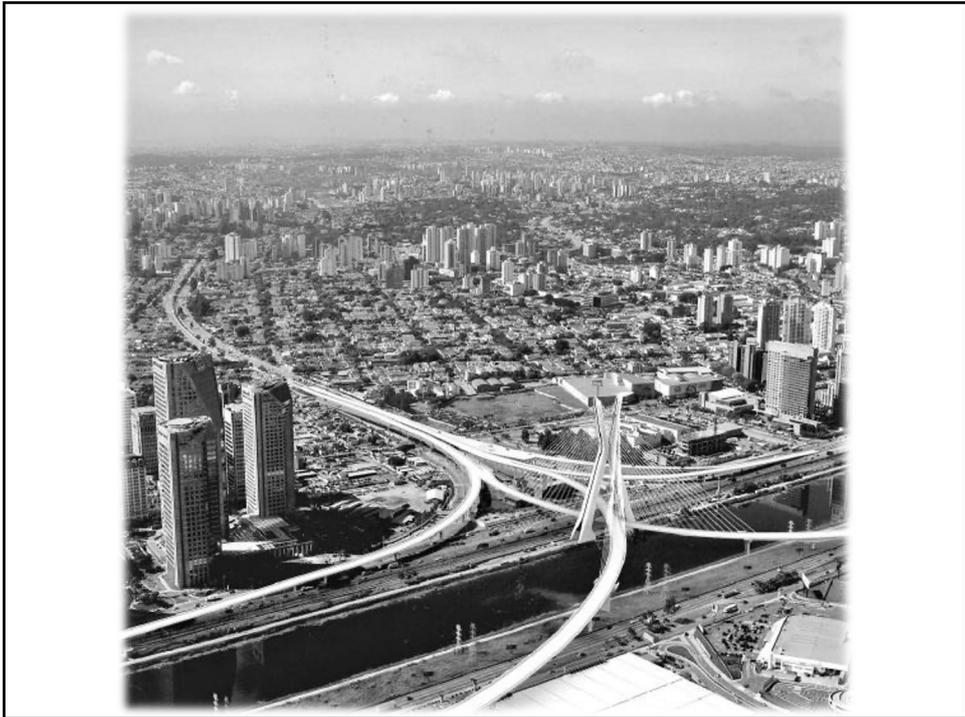
85



86



87



88

**PONTE SOBRE o RIO GUAMÁ**  
**“O COLOSSO DO PARÁ”**



89



**Ponte Rio Guamá**  
**Belém Pará 320m de luz 2003**

90



**Aduelas  
prefabricadas  $f_{ck}$   
= 45 MPa**

**média de 54 MPa  
em corpos de  
prova cilíndricos  
(62MPa)**

**Vida Útil  
100 anos!**

91



***José Carlos de Figueiredo Ferraz***

**Lina Bo Bardi**

MASP Museu de Arte São Paulo **1968**

92



Eng. Calculista: Moacir  
Hissayassu Inoue - PR

Concreteira:  
Concrebrás -  
PR

Construtora:  
MRV

Controle  
Tecnológico:  
IDD.PR

*PhD Engenharia*

93

Concreto de  $f_{ck}=90\text{MPa}$   
*Record Brasileiro*

Torre do Centro Empresarial Antártica, construído na cidade de Ponta Grossa (PR).

A estrutura, desenvolvida por Moacir Inoue, foi projetada de modo a atender à demanda por grande circulação na garagem do edifício.

Concreto fornecido pela Concrebrás, teve em sua dosagem a relação água/cimento de 0,25, cimento CP-V ARI, aditivos e slump de 20 cm.

O controle tecnológico esteve sob a responsabilidade do IDD, que garantiu a uniformidade e conformidade do material.

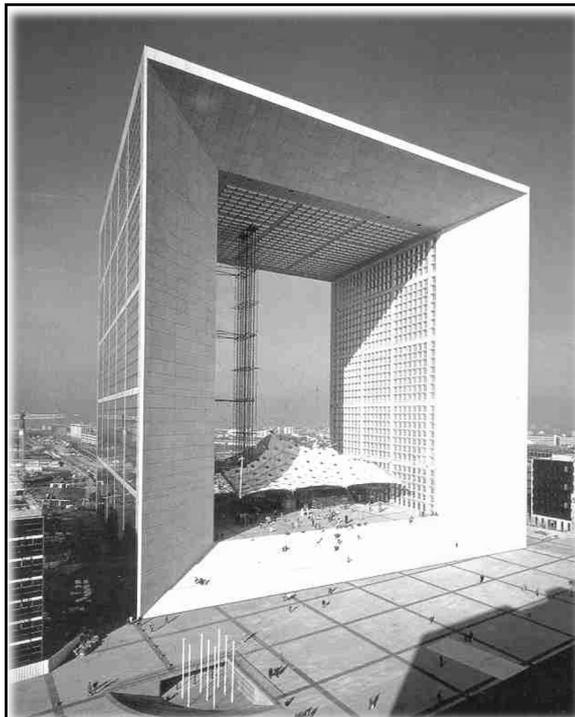
*PhD Engenharia*

94

## III Grande Revolução

A Arquitetura de estruturas podia ousar muito mais pois se descobriu como combinar dois materiais fantásticos. O concreto teria a durabilidade da rocha, era compatível com o aço e ainda o protegia “eternamente”

95



### Grand Arch La Defense

Paris

França 1990

$f_{ck} = 60 \text{ MPa}$

“high-tech style”

96



**Petronas Towers**  
***Cesar Pelli***

Kuala Lumpur

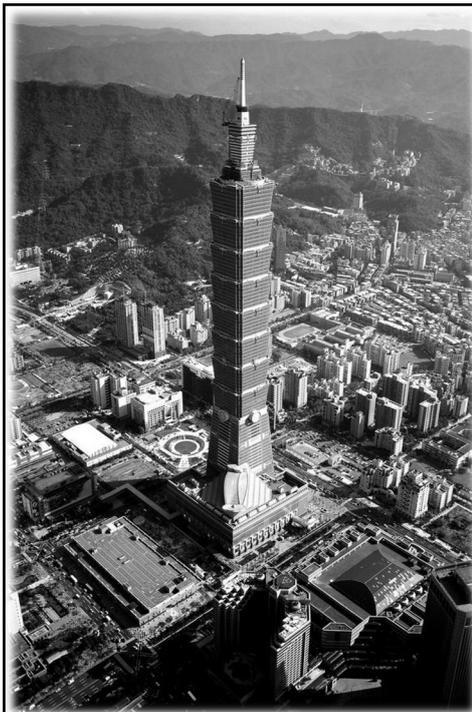
Malasia 1.997

452m

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

***before/after***

97



**TAIPEI 101**

*Shangai World Financial Centre*

Taiwan, China

2005

509m

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

*steel / concrete*

98

# Como pode ser o futuro?

*PhD Engenharia*

99

## 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

*PhD Engenharia*

100

# *Venustas Bonita !*

*PhD Engenharia*

101

*Oscar Niemeyer  
Bruno Contarini*



*Museu de Arte, Niterói / RJ*

102

**Auditório de Tenerife**  
**Espanha**  
**2003**  
**Santiago Calatrava**



103



104



105

***Firmitas***  
*estável e durável*

**PhD Engenharia**

106



**Centro  
Empresarial  
Nações  
Unidas**

Torre Norte

São Paulo  
1997

Altura 179 m

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

**PhD Engenharia**

107



**250 anos  
de garantia.**

Quando precisa de segurança, tecnologia e competência em projetos de Engenharia, Construção e Meio Ambiente, procure a mais de 100 anos de experiência em Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Engenharia de Estruturas, Engenharia de Obras, Engenharia de Instalações, Engenharia de Energia, Engenharia de Transportes, Engenharia de Saneamento e Engenharia de Segurança.

Com mais de 100 anos de experiência em Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Engenharia de Estruturas, Engenharia de Obras, Engenharia de Instalações, Engenharia de Energia, Engenharia de Transportes, Engenharia de Saneamento e Engenharia de Segurança, a PhD Engenharia oferece soluções inovadoras e sustentáveis para os mais diversos desafios da construção civil.

Com mais de 100 anos de experiência em Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Engenharia de Estruturas, Engenharia de Obras, Engenharia de Instalações, Engenharia de Energia, Engenharia de Transportes, Engenharia de Saneamento e Engenharia de Segurança, a PhD Engenharia oferece soluções inovadoras e sustentáveis para os mais diversos desafios da construção civil.

Quando precisa de segurança, tecnologia e competência em projetos de Engenharia, Construção e Meio Ambiente, procure a mais de 100 anos de experiência em Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Engenharia de Estruturas, Engenharia de Obras, Engenharia de Instalações, Engenharia de Energia, Engenharia de Transportes, Engenharia de Saneamento e Engenharia de Segurança.

Quando precisa de segurança, tecnologia e competência em projetos de Engenharia, Construção e Meio Ambiente, procure a mais de 100 anos de experiência em Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Engenharia de Estruturas, Engenharia de Obras, Engenharia de Instalações, Engenharia de Energia, Engenharia de Transportes, Engenharia de Saneamento e Engenharia de Segurança.

**CONCRETO  
ENGEMIX**

108

## Arte e Ciência da Construção

**Marcus Vitruvius Pollio** (*Engenheiro / Arquiteto Romano*)

**40 anos aC → “De Architectura”**

10 volumes → 800 anos como best - seller

<b>Utilitas</b>	<b>(funcional)</b>
<b>Firmitas</b>	<b>(estável e durável)</b>
<b>Venustas</b>	<b>(bonita)</b>

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

*PhD Engenharia*

109

## Arte e Ciência da Construção

**Marcus Vitruvius Pollio** (*Engenheiro / Arquiteto Romano*)

**40 anos aC → “De Architectura”**

10 volumes → 800 anos como best - seller

<b>Utilitas</b>	<b>(funcional)</b>
<b>Firmitas</b>	<b>(estável e durável)</b>
<b>Venustas</b>	<b>(bonita)</b>

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

*PhD Engenharia*

110

**Sustentável**

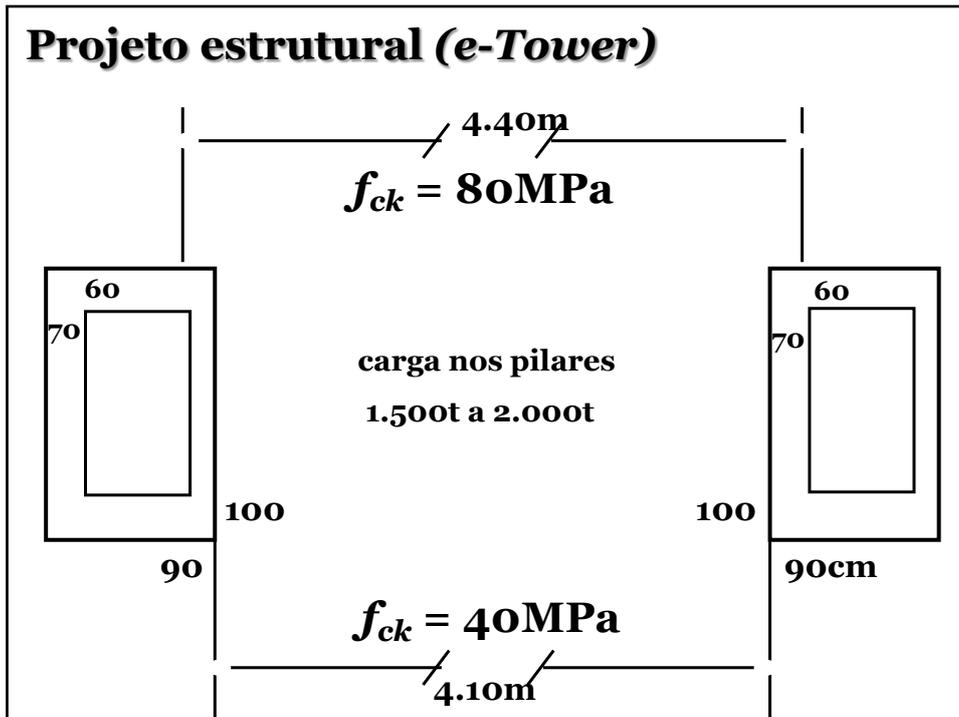


111

- Edifício e-Tower SP
- 42 pisos
- Heliponto
- Piscina semi-olímpica
- Academia de ginástica
- 2 restaurantes
- Concreto colorido
- $f_{ck}$  pilares = 80MPa



112



113



114



115

## **Economia de recursos naturais**

**Original:**

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

**seção transversal  $\rightarrow 90\text{cm} \times 100\text{cm}$   
 $0,90\text{m}^2$**

**HPC / HSC:**

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

**seção transversal  $\rightarrow 60\text{cm} \times 70\text{cm}$   
 $0,42\text{m}^2$**

116

## **Economia de recursos naturais**

- **70% menos areia**
- **70% menos brita**
- **53% menos concreto**
- **53% menos água**
- **20% menos cimento**

*PhD Engenharia*

117

# **Considerações Finais**

*baseadas no CTBUH → Council on Tall Buildings  
and Urban Habitat*

*PhD Engenharia*

118

# Edifícios Altos

**Segundo o Council on Tall Buildings and Urban Habitat - CTBUH, um edifício é considerado arranha-céu quando sua altura supera os 300m (>75 andares)**

*PhD Engenharia*

119



Em 1.997 as torres gêmeas Petronas, em Kuala Lumpur, construídas em concreto, superaram em altura a torre metálica Sears em Chicago

120

Passados poucos anos e até 2020, haverá 96 novos edifícios com altura superior a 300m

*PhD Engenharia*

121

Desse total de 96  
“arranha-céus”:

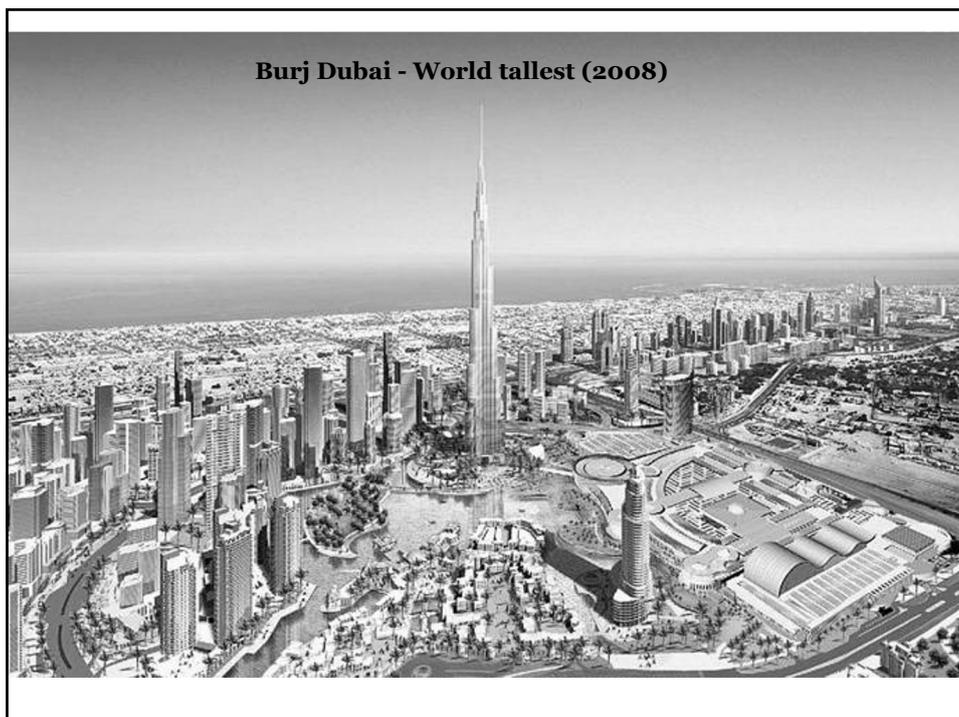
- 40 são em concreto
- 49 são compostos
- apenas 7 são de aço

122

O mais alto edifício do mundo, o Burj Khalifa, em Dubai, com 820m, foi construído com concreto

*PhD Engenharia*

123



124

Em 100anos, o concreto  
superou todos os limites  
e fronteiras do  
conhecimento em  
Arquitetura e  
Engenharia de projeto e  
de construção !

125

e... continua em  
franca evolução, sem  
previsão de limites ou  
de substituição!

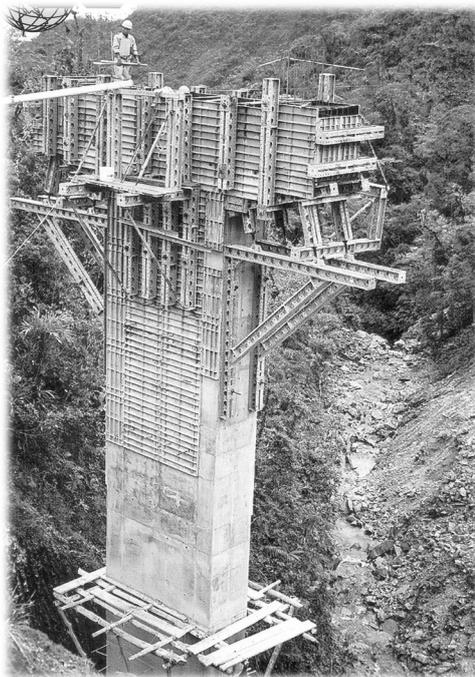
*PhD Engenharia*

126

***Os Arquitetos e os Engenheiros Civis constroem os marcos de pujança, de grandeza, de desenvolvimento e de poder das civilizações.***

***Traduzem sua história, seus sonhos e seus ideais em majestosas e duráveis obras que elevam a auto-estima de seu povo.***

127



***A Educação Continuada, a responsabilidade e o comprometimento no exercício profissional, a pesquisa e o bem projetar, controlar e construir, com ética e qualidade, é a chave para manter essa importância e vocação da arquitetura e engenharia civil brasileiras.***

128

**Não basta ser  
professor, estudante  
ou engenheiro da  
UEL...**



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

129

*Tem que ser*  
**Civil**



130



131



132