

**A Arte de Projetar e Construir
Estruturas**
dos egípcios aos tempos atuais

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 Design
Presidente honorífico Asociación Latino Americana de Control de Calidad,
Patología y Recuperación de la Construcción ALCONPAT Int.
Conselheiro da CNTU e SEESP

Auditório Dell Castilho 15 de agosto de 2017 Rio de Janeiro/RJ

1

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

2

Edifício Liberdade

Rio de Janeiro/RJ.

Acidente: 25/01/2012,
quarta-feira às 20:30h.

Construção: 1938 a 1940

Idade: 72 anos

18 andares + loja + sobreloja

3



4

↙ Projeto original: escalonado



Ed. Liberdade ao fundo do Teatro Municipal – Rio de Janeiro/RJ

Ano de 1940

5

2) Alteração do projeto original: sobrecarga nos pilares frontais



6

ULTIMAS NOTÍCIAS [08:51 - Dólar aperta com queda e vale R\\$ 1,83 na venda](#)

MAIS EM RIO [Guardas municipais vão virar zeladores do Rio](#) [CGU vai investigar ex-assessor do Ministério da Saúde](#) [Após bate-boca, deputadas agora decidem se calar](#) [Trem e Metrô apresentam problemas](#)

Operários revelaram à polícia que serraram colunas do Edifício Liberdade

Recomendar 272 recomendações. Cadastre-se para ver o que seus amigos recomendam.

Prédio foi um dos três que desabaram no dia 25 de janeiro na Cinelândia, provocando a morte de 17 pessoas e deixando cinco desaparecidas

GUSTAVO SOUZA
ROGÉRIO DIFELON
DIEGO BAZZO

Publicado: 2014-12-23h:42
Atualizado: 2014-12-09h:04
Like 272
Tweet 38
3
19
22



Avenida Treze de Maio, no local onde desabaram prédios no dia 25 de janeiro (DOMINGOS PEREIRO / AGENCIA O GLOBO)

RIO - Depoimentos dados à polícia por operários que trabalharam na reforma do nono andar do Edifício Liberdade, na Cinelândia, mostram que foram derrubados pelo menos um pilar e paredes de concreto armado. O Liberdade foi um dos três prédios que desabaram no dia 25 de janeiro, provocando a morte de 17 pessoas e deixando cinco desaparecidas.

Segundo o depoimento do operário Wanderley Muniz da Silva — a que O GLOBO teve acesso —, "todas as paredes foram derrubadas, à exceção das da sala dos arquivos da T.O. e de parte da parede que divide as salas do lado esquerdo do banheiro". Wanderley diz que o andar "virou

PUBLICIDADE

para diferentes perfis, um tipo de assinatura.

ULTIMAS NOTÍCIAS DE RIO

[Trem e Metrô apresentam problemas nesta manhã](#)

[Guardas municipais vão virar zeladores do Rio](#)

[CGU vai investigar ex-assessor do Ministério da Saúde](#)

[Após bate-boca, deputadas agora decidem se calar](#)

[Polícia apura vazamento de relatório sobre Rocinha](#)

Siga @OGlobo_Rio

O Globo on Facebook
Like | 293,415

7

Edifício residencial/comercial

Guarulhos/SP.

Acidente: 02/12/2013, segunda-feira às 19:20h.

Construção: 2012 a atual

Idade: 1 ano

5 andares + 2 subsolos

8

Uma semana antes do acidente...



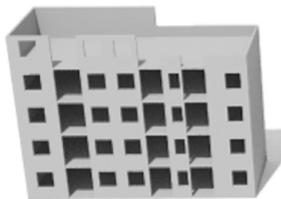
<http://g1.globo.com/bom-dia-brasil/noticia/2013/12/se-deus-quiser-ele-vai-ser-resgatado-com-vida-diz-tio-de-soterrado-em-sp.html>

9

COMO FOI O DESABAMENTO

Vizinha que observava o prédio conta como teria ocorrido o acidente

1 Por volta das **19h15**, os vizinhos ouviram um forte estalo e, na sequência, viram o edifício de cinco andares desabar na avenida Presidente Humberto de Alencar Castelo Branco



2 Segundo uma moradora da região, os **dois primeiros andares** do edifício ruíram. Um andaime caiu na rede elétrica e afetou o fornecimento de energia



3 Após o início do desabamento, os andares superiores caíram **ligeiramente para a frente** e uma grande nuvem de poeira tomou conta das ruas da Vila Leonor



<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2013/12/1379964-bombeiros-continuam-buscas-apos-desabamento-de-predio-em-guarulhos.shtml>

10

ESCOMBROS

19h20 foi o horário do desabamento

Onde foi
 — Av. Pres. Humberto Castelo Branco
 GUARULHOS
 SHOPPING INTERNACIONAL DE GUARULHOS
 LOCAL DO DESABAMENTO
 Av. Rotary
 Av. Guarulhos
 Rod. Pres. Dutra

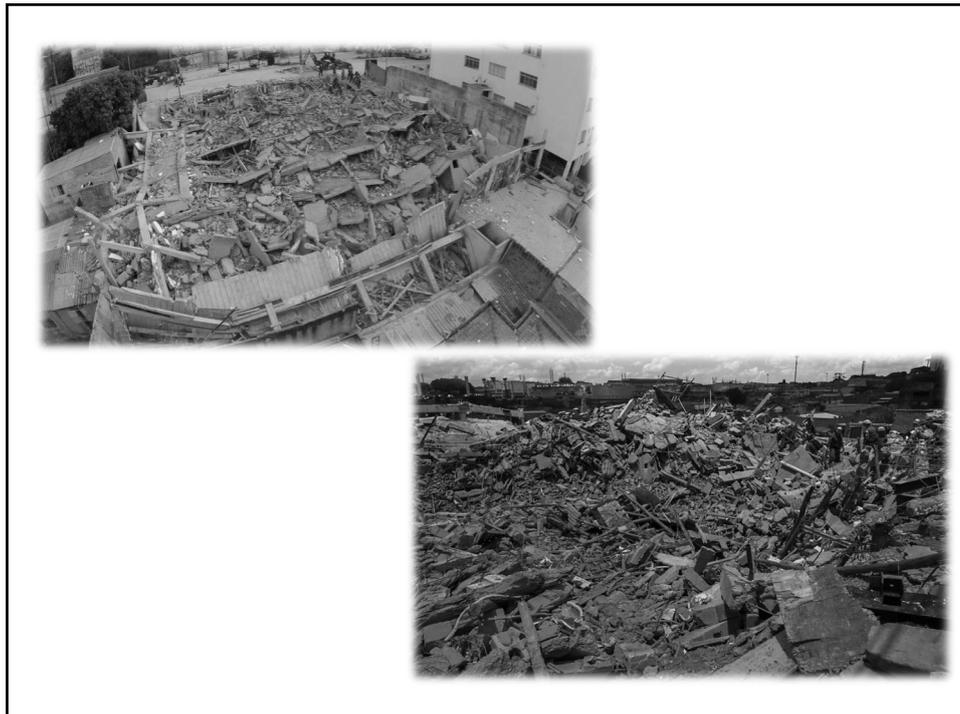
Casas atingidas
 Oito imóveis no entorno foram esvaziados pela Defesa Civil

Buscas
 Cães farejadores procuravam vítimas nos escombros

INFORMAÇÃO ESTATAD

<http://www.estadao.com.br/noticias/cidades,bombeiros-buscam-desaparecido-em-predio-que-desabou-em-guarulhos,1103421,0.htm>

11



12



13



14

Evidências

- Irmão do vigia Edvaldo Jesus Santos, que também trabalha na obra há 7 meses, diz que via rachaduras na estrutura do prédio. "A gente consertava num dia no outro dia ela estava de volta". Ele também relatou a falta de equipamentos de segurança na obra;
- O presidente do Sindicato dos Trabalhadores da Indústria da Construção de Guarulhos e Arujá, Edmílson Girão da Silva, afirmou que, aparentemente, a obra estava em situação regular, mas ressaltou que a qualidade do material que vinha sendo utilizada na construção precisa ser analisada.

15

**outro caso
desastroso!**

16

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	+12 %
02	(30 x 50)	22 Ø 12.5	16 Ø 16.0	- 16 %
03	(20 x 100)	48 Ø 16.0	50 Ø 16.0	- 4 %
04	(20 x 100)	24 Ø 16.0	36 Ø 16.0	- 33 %
05	(30 x 50)	24 Ø 12.5	18 Ø 16.0	- 19 %
06	(20 x 100)	10 Ø 12.5	14 Ø 10.0	+12 %
07	(20 x 70)	10 Ø 10.0	10 Ø 10.0	-----
08	(20 x 70)	08 Ø 12.5	08 Ø 10.0	+ 56 %
09	(25 x 80)	28 Ø 16.0	20 Ø 20.0	- 10 %

17

Registrado em 06 de abril de 2011. Livro: 010/ENG.				
				diferença
10	(20 x 100)	34 Ø 12.5	34 Ø 16.0	- 39 %
11	(25 x 125)	18 Ø 12.5	28 Ø 10.0	+5 %
12	(25 x 178)	38 Ø 10.0	38 Ø 10.0	-----
13	(25 x 178)	16 Ø 16.0	38 Ø 10.0	+8 %
14	(25 x 125)	18 Ø 12.5	28 Ø 10.0	+0,5 %
15	(20 x 218)	34 Ø 10.0	34 Ø 10.0	-----
16	(20 x 218)	Ø 10.0	34 Ø 10.0	-----
17	(20 x 70)	10 Ø 10.0	10 Ø 10.0	-----
18	(30 x 70)	18 Ø 12.5	28 Ø 10.0	+0,5 %
19	(30 x 70)	08 Ø 16.0	20 Ø 10.0	+2 %
20	(20 x 70)	08 Ø 12.5	08 Ø 10.0	+56 %
21	(20 x 70)	12 Ø 12.5	30 Ø 10.0	- 37 %
22	("25" x 100)	42 Ø 16.0	30 Ø 20.0	- 10 %
23	("25" x "208")	34 Ø 12.5	76 Ø 10.0	- 30 %
24	("25" x 100)	42 Ø 16.0	34 Ø 20.0	- 21 %
25	(20 x 70)	08 Ø 12.5	16 Ø 10.0	- 22 %

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.

18



19

Edifício Real Class



Belém do Pará

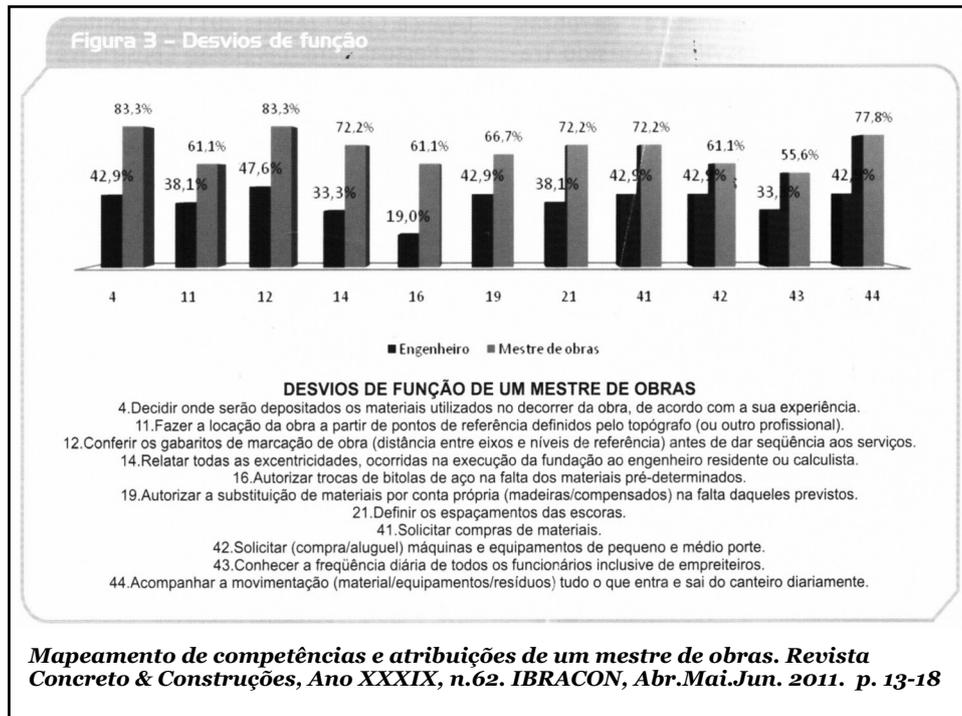
34 pavimentos

105m 20.01.2011 35MPa

20

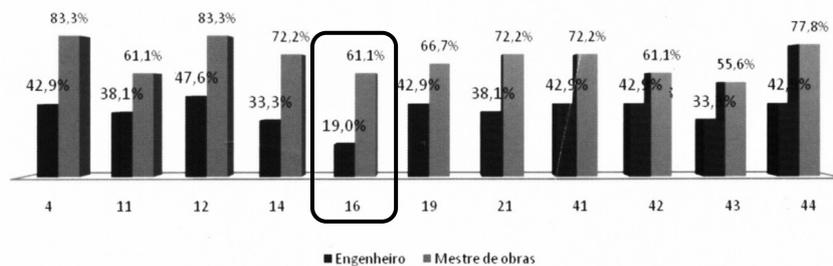


21



22

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

23

Desabamento de térreo de condomínio Vitória/ES

Acidente: 19/07/2016,
madrugada de terça-feira.

Em uso

24

MENU G1 ESPÍRITO SANTO tvgozeiro

19/07/2016 09h49 - Atualizado em 19/07/2016 19h32

Área de lazer em condomínio de luxo desaba e porteiro é achado morto

Drone mostra o estrago no Grand Parc, na Enseada do Suá, em Vitória. Suspeita é de vazamento de gás, segundo Corpo de Bombeiros.

Viviane Machado e Victoria Varejão
Do G1 ES

FACEBOOK TWITTER G+ PINTEREST



<http://g1.globo.com/espírito-santo/noticias/2016/07/torres-de-condominio-de-luxo-no-es-esvaziadas-apos-desabamento.html>

As torres do condomínio de luxo Grand Parc Residencial Resort, na Enseada do Suá, em Vitória, foram esvaziadas após toda a **área de lazer desabar**, na manhã desta **terça-feira (19)**. Quatro pessoas ficaram feridas e **um porteiro ficou desaparecido até as 17h**. Ele foi encontrado **morto**. O desabamento aconteceu por volta de 3h.

25



Antes



Depois

<http://www1.folha.uol.com.br/colidiano/2016/07/1793137-um-porteiro-desaparecido-apos-desabamento-em-condominio-de-luxo-em-vitoria.shtml>

26



27



28



29



30

Exercício Profissional

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



<http://entreterraocou.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>

31

Relatório do CREA-RS


CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA DO RIO GRANDE DO SUL
SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL - ÓRGÃO DE FISCALIZAÇÃO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA
Rua São Luís nº177 - Fone: (51) 3353.1100 - 96003-170 - www.crea.rs.org.br

na sua área física, esta alteração deverá ser previamente avaliada por esta Secretária, através de solicitação de Licença Prévia*.

A Licença de Operação deveria ser renovada anualmente. Foram obtidos boletins de vistoria para esse fim, datados de 11/02/2011 e 19/04/2012. O último consta uma checagem do Alvará de Permissão de Obras, baseado no PPCI 3106/1, vigente até 31 de agosto de 2012. O CREA-RS, não consta Anotação de Responsabilidade Técnica, processo, como obrigatoriedade prevista na legislação vigente. A licença de operação que estava vigente no dia do acidente, em 12 de Janeiro de 2012, a Prefeitura Municipal solicitou um Laudo Acústico atualizado para obtenção da Licença de Operação.

Encontra-se nos registros do CREA-RS, sob o ART (no. 6266037) de Projeto e Execução de uma reforma na edificação, realizada de acordo com o registro entre 20/02/2012 e 12/03/2012, sob a responsabilidade técnica de um Engenheiro Civil.

Segundo relatos, em torno do período da reforma foi efetuada a instalação do material de revestimento acústico, que teve papel determinante na ocorrência do incêndio e asfixia das vítimas. Não há registro de quem especificou o emprego ou o tipo do mesmo e se o mesmo estava contemplado na reforma.

Um novo Laudo Técnico de Medições de Níveis de Pressão Sonora foi realizado por um Engenheiro Civil, em 22/03/2012, registrada no CREA-RS sob no. 6266944. Esse Laudo não registra a presença do revestimento acústico de espuma no entorno do palco, repetindo que o estabelecimento "possui duas camadas de forro de gesso

* Em certa documentação se faz referência a um inquérito civil do Ministério Público sobre Poluição Sonora.

32

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>

33



34

Caso Fábrica Bangladesh

Fábricas de Bangladesh ignoraram alerta de risco um dia antes de desabamento

Manufaturas desrespeitaram ordem da polícia para esvaziar prédio que apresentava rachaduras visíveis; mais de 220 foram mortos em desabamento

IG São Paulo 25/04/2013 09:34:17 - Atualizada às 25/04/2013 12:42:33



Um dia antes do **desmoronamento de um prédio em Bangladesh**, que deixou ao menos 228 mortos, a polícia havia ordenado que o edifício fosse esvaziado por causa de rachaduras profundas visíveis nas paredes. Entretanto, as fábricas de roupa que funcionavam dentro do local ignoraram a ordem e mantiveram mais de 2 mil funcionários trabalhando, informaram autoridades nesta quinta-feira (25), quando **40 sobreviventes** foram encontrados em cômodo no quarto andar.

4º andar: Equipes de resgate encontram 40 sobreviventes em prédio de Bangladesh

A tragédia no subúrbio de Savar, em Daca, aconteceu menos de cinco meses após um **incêndio** que deixou 112 mortos em uma fábrica de roupas e revelou as condições de segurança precárias nas quais trabalham os funcionários nessas oficinas de costura que produzem peças de roupa para o mundo inteiro. Algumas das empresas do edifício que caiu afirmam que entre seus clientes estão gigantes do varejo como o Wal-Mart.

<http://ultimosegundo.ig.com.br/mundo/2013-04-25/fabricas-de-bangladesh-ignoraram-alerta-de-risco-um-dia-antes-de-desabamento.html>

35

Caso Fábrica Bangladesh

The building

The Rana Plaza site was prepared by draining water from a pond and filling it with concrete foundations, according to local residents. It was originally planned to have six storeys, but other floors were added, even though no plans were filed with authorities. Bangladesh's Home Ministry said Thursday it suspects vibration from electrical generators on the top floor "is one of the reasons for the building collapse."

NINTH FLOOR

Under construction

EIGHTH FLOOR

Unknown

SEVENTH FLOOR

New Wave Bottoms Ltd.

SIXTH FLOOR

New Wave Style Ltd.

FIFTH FLOOR

Ether Textile Ltd.

FOURTH FLOOR

Phantom Tack Ltd.

THIRD FLOOR

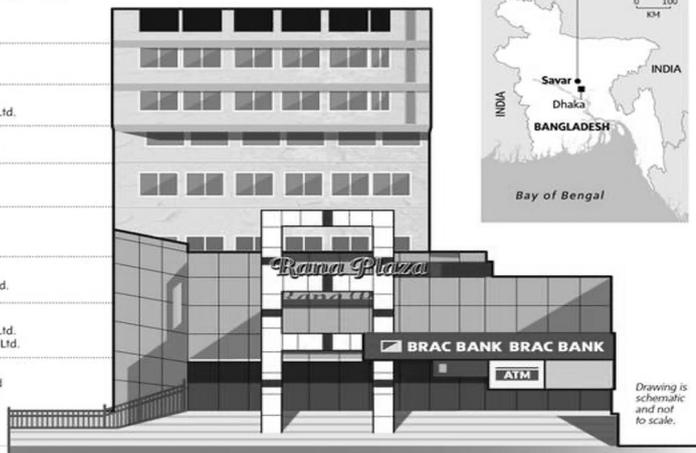
Phantom Apparels Ltd.

SECOND FLOOR

New Wave Bottoms Ltd. and New Wave Style Ltd.

FIRST FLOOR

Brac Bank branch and several shops selling electronic goods, perfumes and garments



The factory collapsed around 8:30 a.m. on April 24.



Drawing is schematic and not to scale.

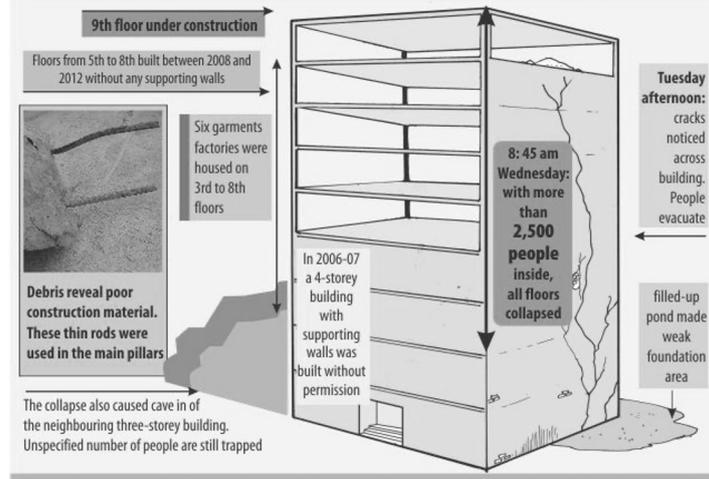
JOHN SOPINSKI, MICHAEL BRD AND STEPHANIE CHAMBERS/THE GLOBE AND MAIL. ■ SOURCES: THE WALL STREET JOURNAL; DAILY TELEGRAPH; CAPITAL DEVELOPMENT AUTHORITY IN DHAKA; BANGLADESH UNIVERSITY OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY; REUTERS; BDNWS24.COM

<http://www.thedailystar.net/beta2/news/like-a-pack-of-cards-it-crumbles/>

36

Caso Fábrica Bangladesh

The House of Cards



<http://www.thedailystar.net/beta2/news/like-a-pack-of-cards-it-crumbles/>

37

Caso Fábrica Bangladesh

- O edifício possuía nove andares e que abrigava cinco oficinas têxteis;
- A maior tragédia industrial da história de Bangladesh:
 - 1.127 mortos;
 - 2.437 feridos;
 - 100 desaparecidos.

<http://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/efe/2013/05/10/numero-de-mortos-em-acidente-em-bangladesh-superam-o-milhar.htm>

38

Caso Fábrica Bangladesh



<http://www.youtube.com/watch?v=pEbFnAMHHps>

39

Caso Fábrica Bangladesh



<http://www.youtube.com/watch?v=pEbFnAMHHps>

40

Caso Fábrica Bangladesh

O engenheiro Adbur Razzak foi chamado pelo proprietário do edifício quando surgiram rachaduras em pilares de concreto um dia antes do acidente. Apesar de seus alertas de que o edifício não era seguro - citados na mídia local horas antes do colapso - **milhares de trabalhadores, a maioria mulheres, foram mandados de volta às fábricas no início do turno de trabalho na manhã seguinte.**

<http://noticias.terra.com.br/mundo/asia/engenheiro-que-alertou-sobre-predio-em-bangladesh-e-presos,b57a98c9b76e310VgnCLD200000dc6eboaRCRD.html>

41

Tragédia



<http://ultimosegundo.ig.com.br/mundo/2013-04-25/fabricas-de-bangladesh-ignoraram-alerta-de-risco-um-dia-antes-de-desabamento.html>

42

Tragédia



<http://noticias.terra.com.br/mundo/asia/engenheiro-que-alertou-sobre-predio-em-bangladesh-e-pres0,b57a98cflb76e310VgnCLD200000odc6eboaRCRD.html>

43

Tragédia



<http://noticias.terra.com.br/mundo/asia/engenheiro-que-alertou-sobre-predio-em-bangladesh-e-pres0,b57a98cflb76e310VgnCLD200000odc6eboaRCRD.html>

44

Famílias destruídas



<http://noticias.uol.com.br/album/2013/04/24/edificio-de-oito-andares-desmorona-em-bangladesh.htm#fotoNav=106>

45

**Ser Engenheiro
é bom... mas
cuidado com a
imagem!**

46

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

Expresso Tiradentes: TCU teria apontado sobrepreço

Técnicos do Tribunal de Contas da União (TCU) teriam aponta suspeitas de superfaturamento nas obras de prolongamento do Expresso Tiradentes (antigo Fura-Fila), em São Paulo. O processo foi encaminhado no dia 11 ao ministro Benjamin Zymler, de acordo com informações do jornal O Estado de S. Paulo.

25/12/2008, da Folha Online

TCU vê superfaturamento de R\$ 5,58 milhões em obra feita pelo Exército

Auditoria do TCU (Tribunal de Contas da União) apontou indício de superfaturamento de R\$ 5,58 milhões em uma obra realizada no Mato Grosso pelo 9º Batalhão de Engenharia de Construção do Exército, informa nesta quinta-feira reportagem de Elvira Lobato publicada pela Folha .

47

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.

48

ISTOÉ EDIÇÃO Nº 2486 04.08

GERAL ECONOMIA COMPORTAMENTO CULTURA MUNDO ESPORTES TECNOLOGIA

MUNDO

Odebrecht: o escândalo de corrupção que atinge países da América Latina



Logo da Odebrecht na Vila Olímpica do Rio de Janeiro, 23 de junho de 2016 - AFP/Arquivos

49

O GLOBO MENU BRASIL COMENTAR COMPARTILHAR

Senac GRADUAÇÃO SENAC RJ Convênio Senac Harvard

Rodoanel: OAS fez repasse a empresa suspeita

Segundo delator, propina ocorreu no governo Serra, que diz desconhecer investigação

POR THIAGO HERDY 17/08/2016 4:30 / atualizado 17/08/2016 19:27



50

Jusbrasil PESQUISAR PUBLICAR CADASTRE-SE ENTRAR

Home Artigos Notícias Jurisprudência Diários Oficiais Modelos e Peças Legislação Diretório de Advogados Alerta

Adicione tópicos

Construtoras envolvidas em escândalo da Petrobras doam R\$ 36 mi à campanha de Dilma

RECOMENDAR COMENTAR

Publicado por Folha Política há 3 anos 221 visualizações

Três construtoras envolvidas em escândalo de corrupção da Petrobras doaram R\$ 36 milhões à campanha de Dilma Rousseff à reeleição, segundo informações divulgadas no TSE (Tribunal Superior Eleitoral). As doações foram feitas pela OAS, Andrade Gutierrez e UTC, citadas pelo ex-diretor de Abastecimento da Petrobras Paulo Roberto Costa como algumas das empreiteiras que teriam fechado contrato com a estatal mediante pagamento de propina a políticos.

51

Mesa-redonda | Engenharia do Milênio

O duro aprendizado e o juramento dos engenheiros

Paulo Helene*

Resposta à 1ª questão. – Sem dúvida a engenharia brasileira está aprendendo a duras 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 construtoras, 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 (leia-se grupo Votorantim e grupo Gerdau), têm padrão internacional e são capazes de competir em igualdade de competência, produtividade, atualidade e qualidade com melhores grupos internacionais. As construtoras brasileiras de estradas, barragens, 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 parco 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 facilities. 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 projeto de arquitetura, até materiais e execução. Os dois museus importantes em construção no País, o MIM 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 Iberê Camargo e outras obras consideradas emblemáticas. E 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 normalização 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, conhecimentos, substituição de combustíveis, enfrentar o problema de reação alcali-agregado com medidas profiláticas inteligentes e sustentáveis, aceitar maiores testes de Mag3, limitar o teor 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, hidrófugantes, revestimentos, nos quais a cartilha de normas e o abuso são sentidos 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 inovaram 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 aderindo e aproximando-o à normalização internacional.

Resposta à 4ª questão. – Esse é um tema complexo e controverso. Particularmente sou favorável 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 da execução 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 acilar passivamente que coisas contariam essas regras. No juramento de engenheiro praticado por todos ao formar-se, fazemos algo assim: "Prometo sob juramento observar os postulados da ética profissional, concorre 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

44 | O Empreiteiro | Julho 2013

52

***A profissão do Engenheiro
Civil é uma profissão de***

“confiança pública”

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

53

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”

54

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.



55

Quando a profissão de arquiteto (engenheiro) foi reconhecida pela primeira vez na história da humanidade?

56

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



64m

2790 A C

Pirâmide escalonada de Sakkara (Faraó Djeser)

57

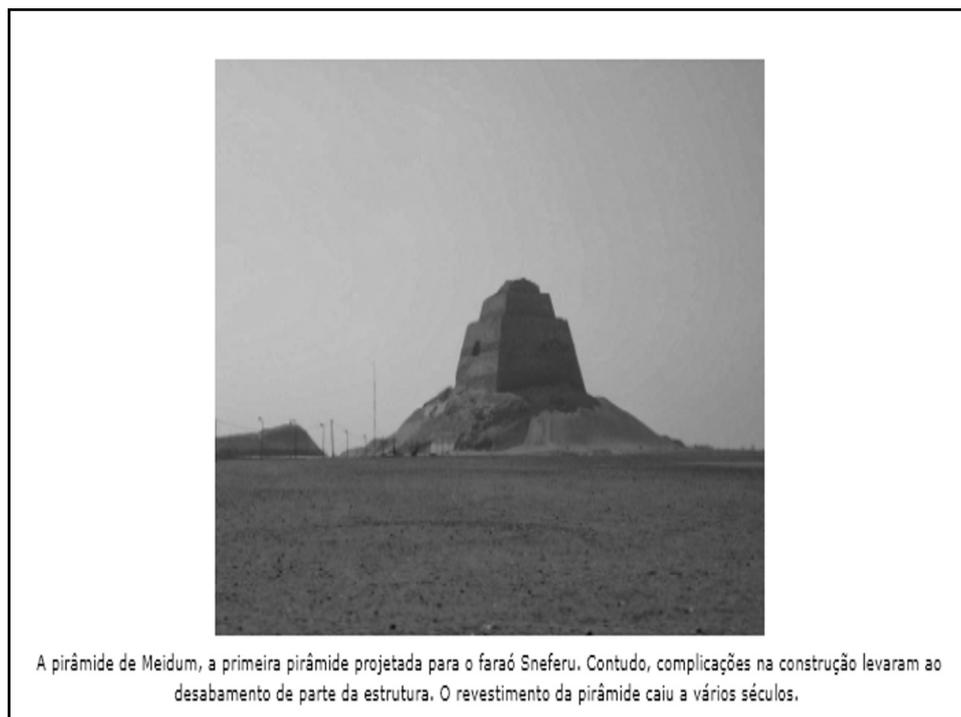


Stonehenge , Wiltshire, Inglaterra, perto de Salisbury.
Blocos montados em um campo circular. Considerado obra pré-histórica !!
2.800 a 2.200 aC

58



59



60



A segunda pirâmide de Sneferu, chamada de pirâmide romboidal. Um erro de cálculo levou a pirâmide ceder ao próprio peso, encurvando suas arestas.

61

Materiais Estruturais

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

62

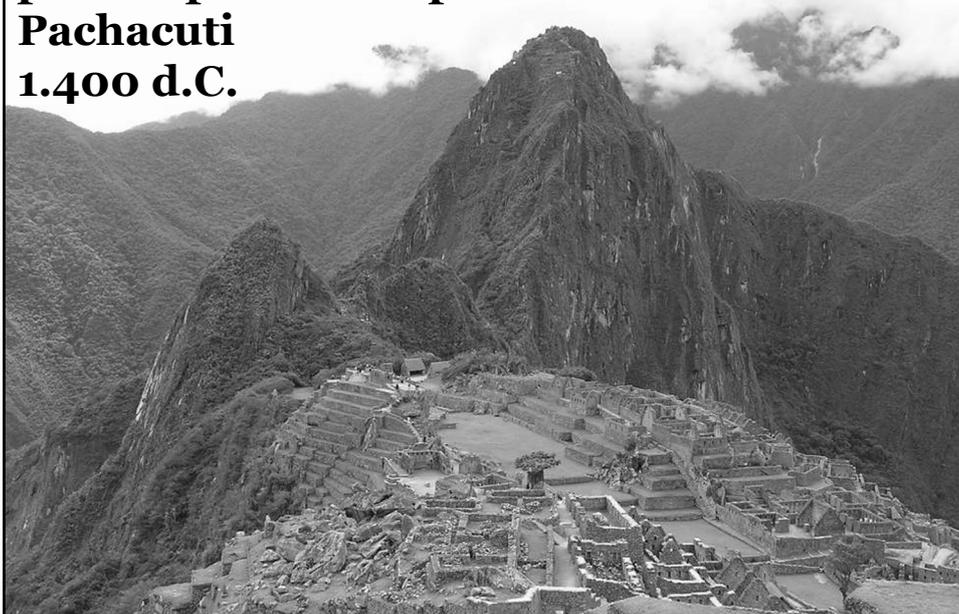
A 1ª Grande Revolução *rocha*

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

63

**Machu Picchu construída
pelo Imperador Sapa
Pachacuti
1.400 d.C.**

**650.000 turistas
2016**



64

Genesis, 11.4

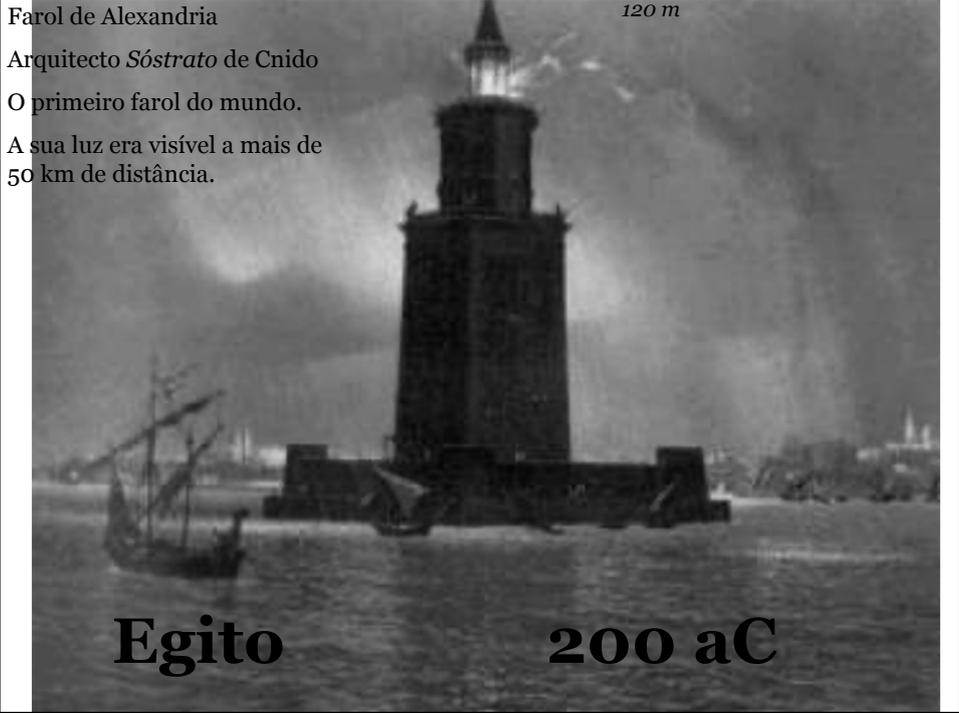
O Povo de Deus disse:

“ Vamos construir uma cidade e uma Torre que alcance o Paraíso e deixe gravado nosso nome na história antes de que sejamos espalhados por toda a face da Terra”

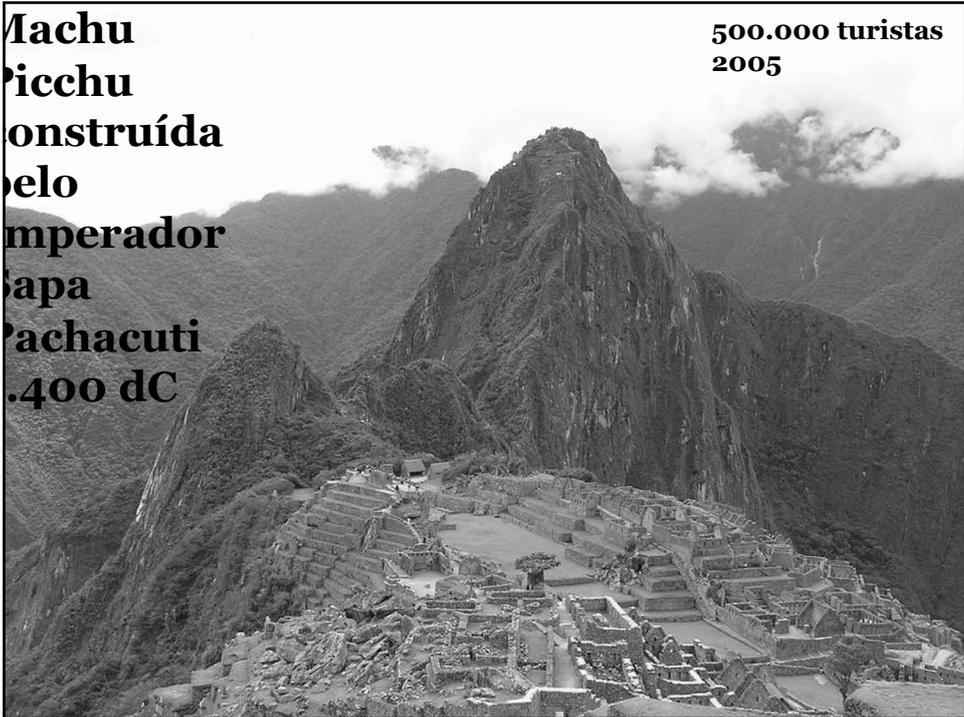
65



66



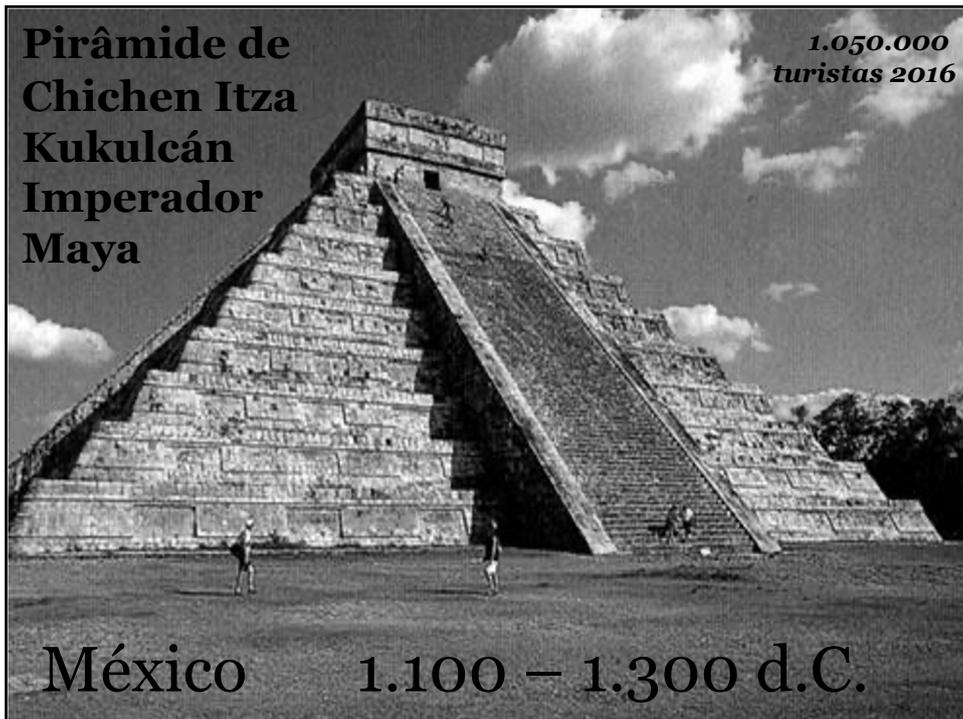
67



68



69



70

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”

71

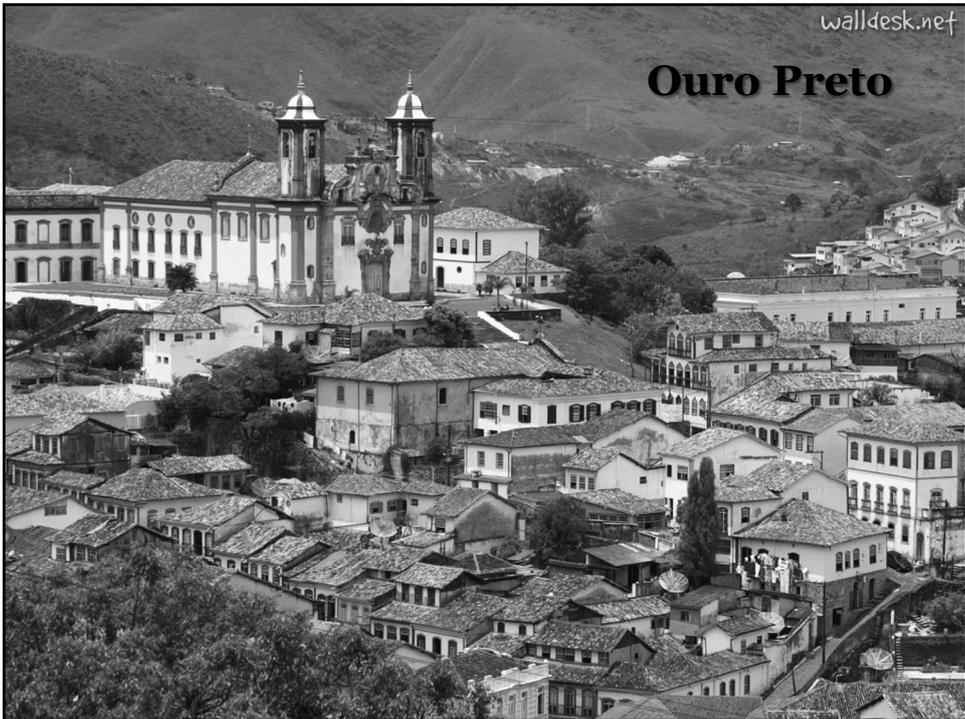
Cartagena de Índias



72



73



74



75



76

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

77

**Panteão
de
Roma**



78



79

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



80



81



82



83

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

84

Catedral de Notre Dame



1163-1330

Abóbada da nave central → 35 m de altura

85

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

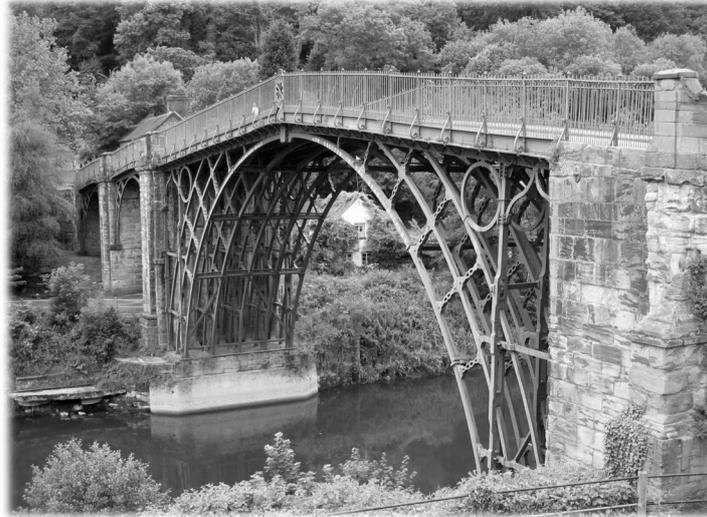
XVII → Estilo Neoclássico → Arco do Triunfo , Paris

XIX → Estruturas metálicas

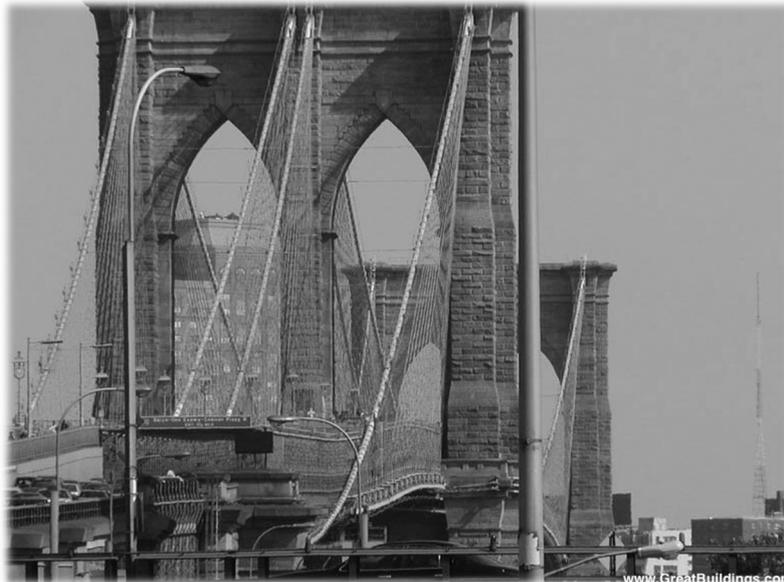
86

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

Ainda hoje em uso suportando tráfego leve e de pedestres



87



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

ponte suspensa com cabos de aço galvanizados

88

Fundação em rocha e alvenaria de blocos de rocha



89



Ponte Golden Gate, São Francisco, USA → 1.933
Joseph Strauss
ponte suspensa com cabos de aço galvanizados

90

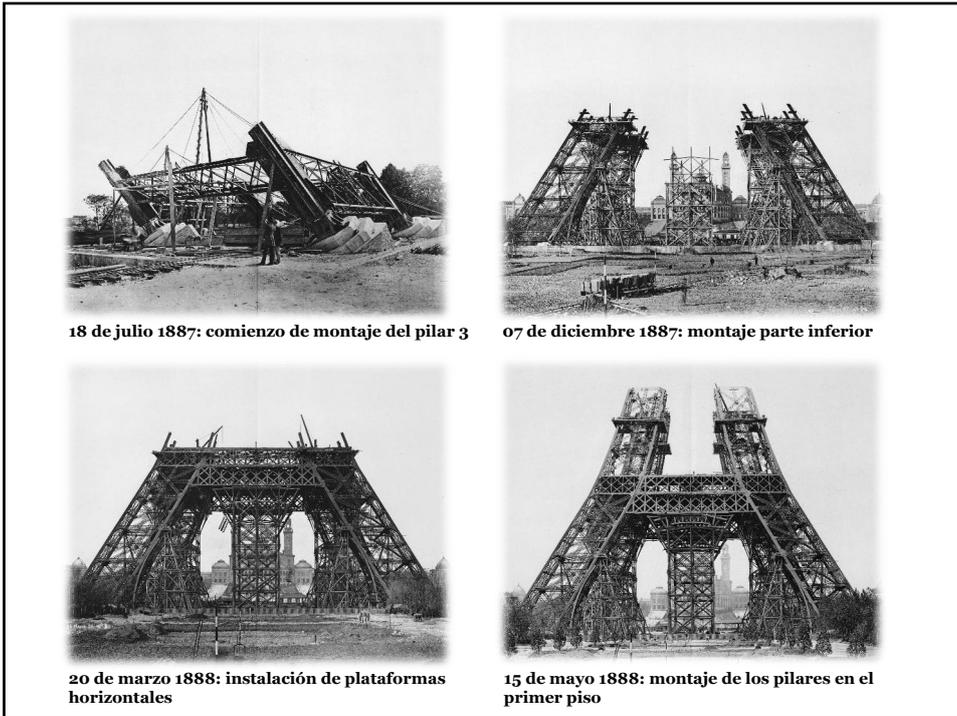
2ª Grande Revolução *aço*

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.

91



92



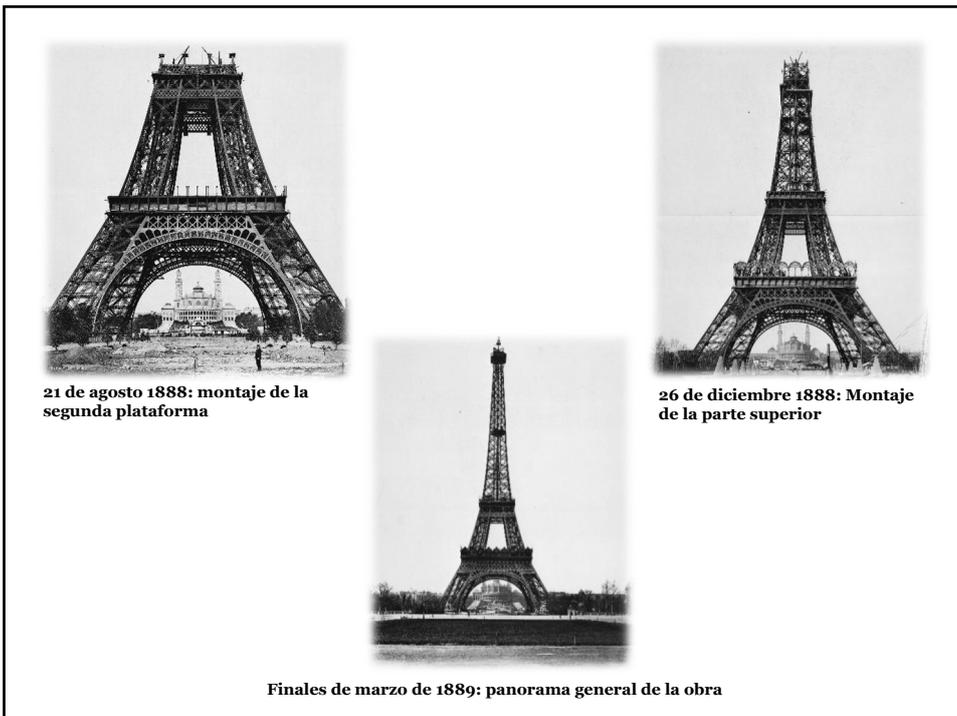
18 de julio 1887: comienzo de montaje del pilar 3

07 de diciembre 1887: montaje parte inferior

20 de marzo 1888: instalación de plataformas horizontales

15 de mayo 1888: montaje de los pilares en el primer piso

93



21 de agosto 1888: montaje de la segunda plataforma

26 de diciembre 1888: Montaje de la parte superior

Finales de marzo de 1889: panorama general de la obra

94



95



96

**Onde estão os
edifícios
comerciais e
habitacionais?**

O que aconteceu?

97

**Grande incêndio de
Londres - 1666**



duração de 3 dias

98



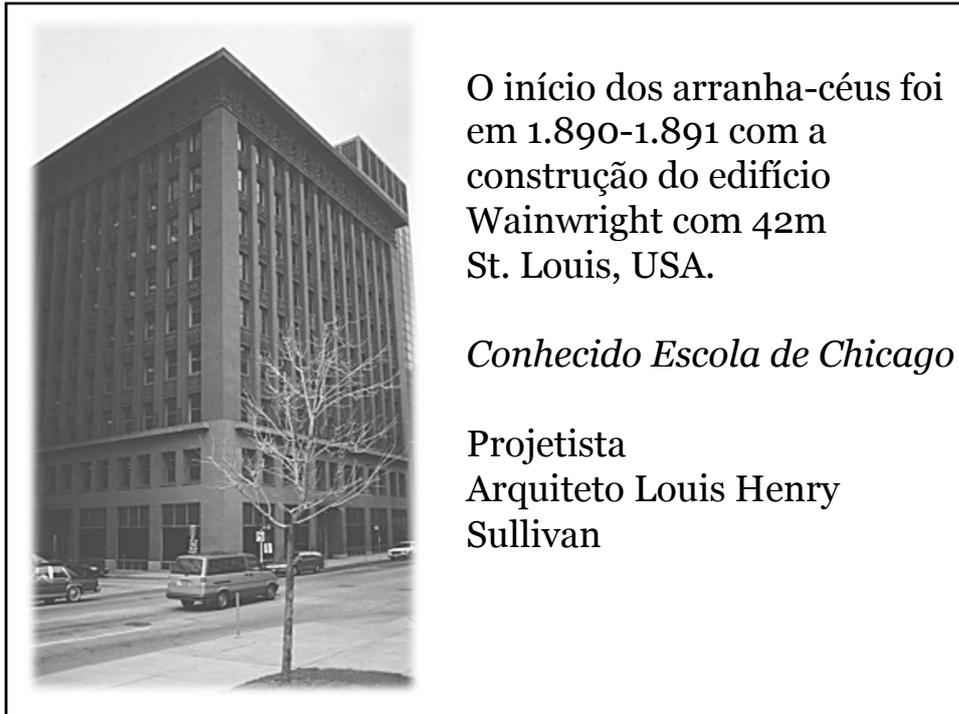
Palácio de Westminster → Houses of Parliament
1.868 dC Big Ben

99

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

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

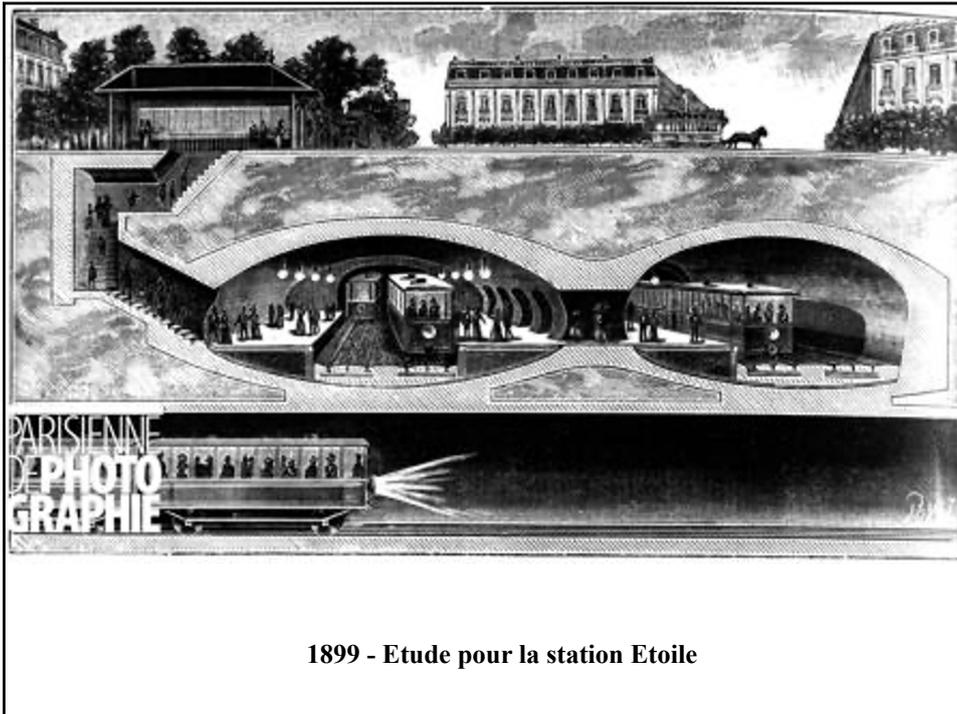
100



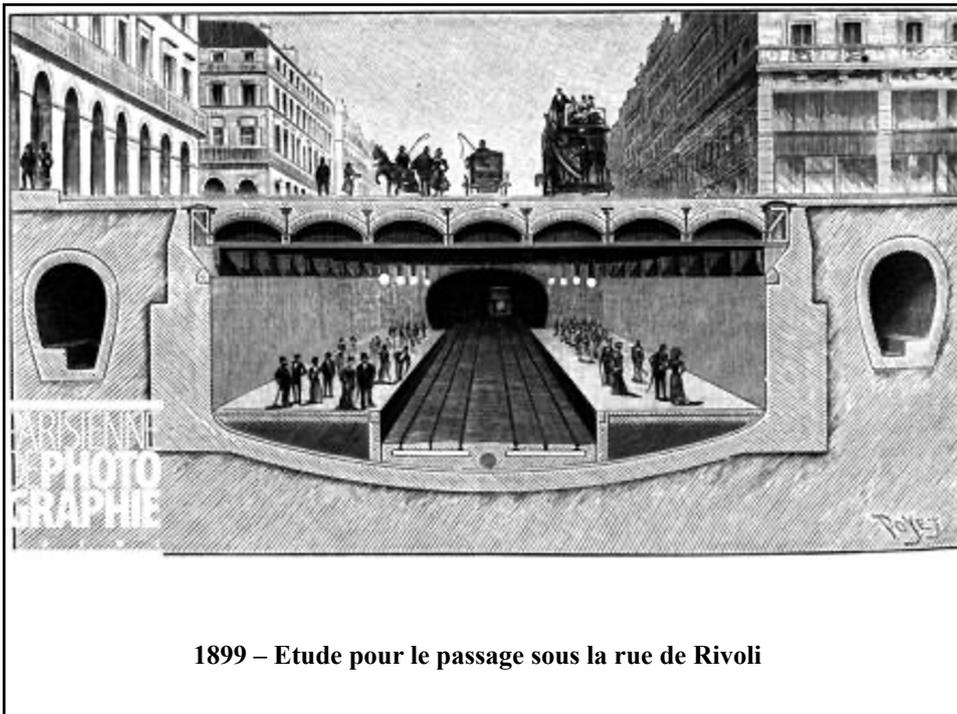
101



102



103



104



1900 Construction de la voûte nord-sud sous la place de la Concorde

105



1900 Visite de chantier par Fulgence Bienvenüe (le concepteur du métro parisien)

106

Juillet 1900

Inauguration
de la ligne n° 1
Vincennes –
Neuilly



107

**Século “XX”
1892**

**aparece um
novo material**

Concreto Armado

108

Primeiras Normas sobre Estruturas de Concreto

1903	Suiça
1903	Alemanha
1906	França
1907	Inglaterra

109



110



**Systeme
Hennebique**
Paris, Rue Danton1

7 andares
França 1.901
30m

$f_{ck} = ?$
116 anos !

*edificio em concreto
armado mais antigo do
mundo*

111



Palácio Salvo
Montevideu

27 andares

Uruguai 1925

103m

$f_{ck} = ?$

92 anos !

world record

112



**Edifício
Martinelli**

1929

106m

88 anos

world record

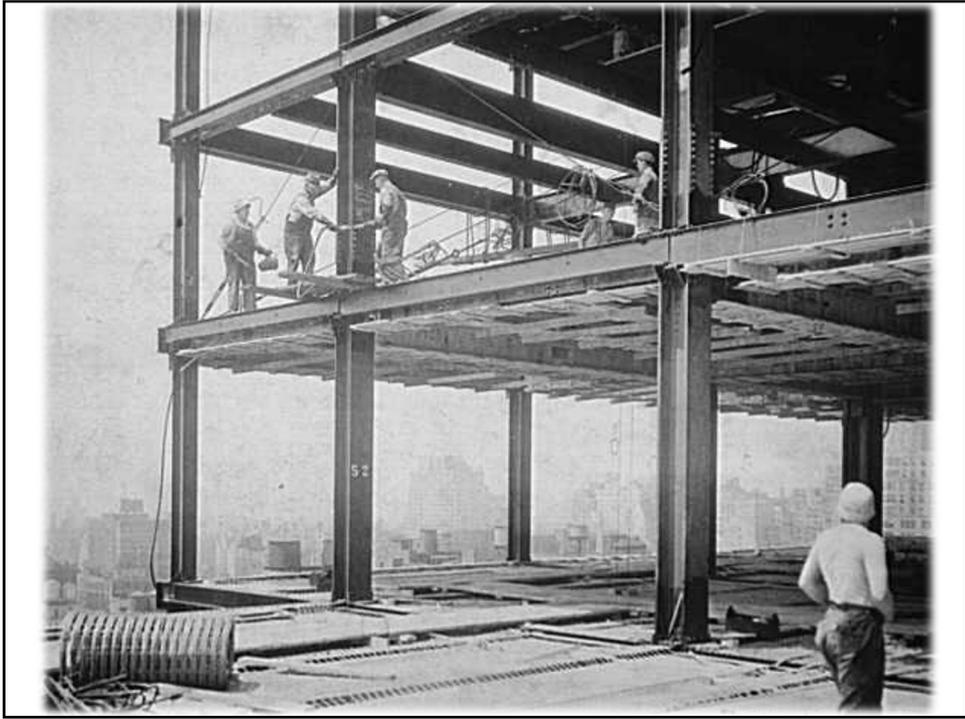
São Paulo, Brasil

113



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

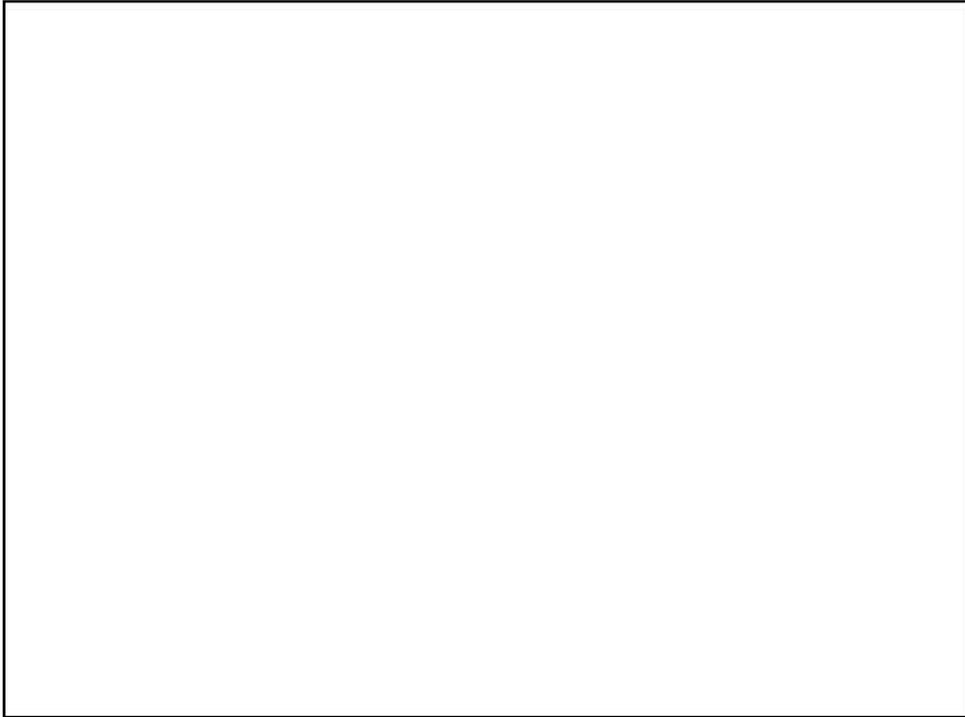
114



115



116



117



118

Século XX

1.928

“novo material estrutural”

Concreto Protendido

Eugene Freyssinet

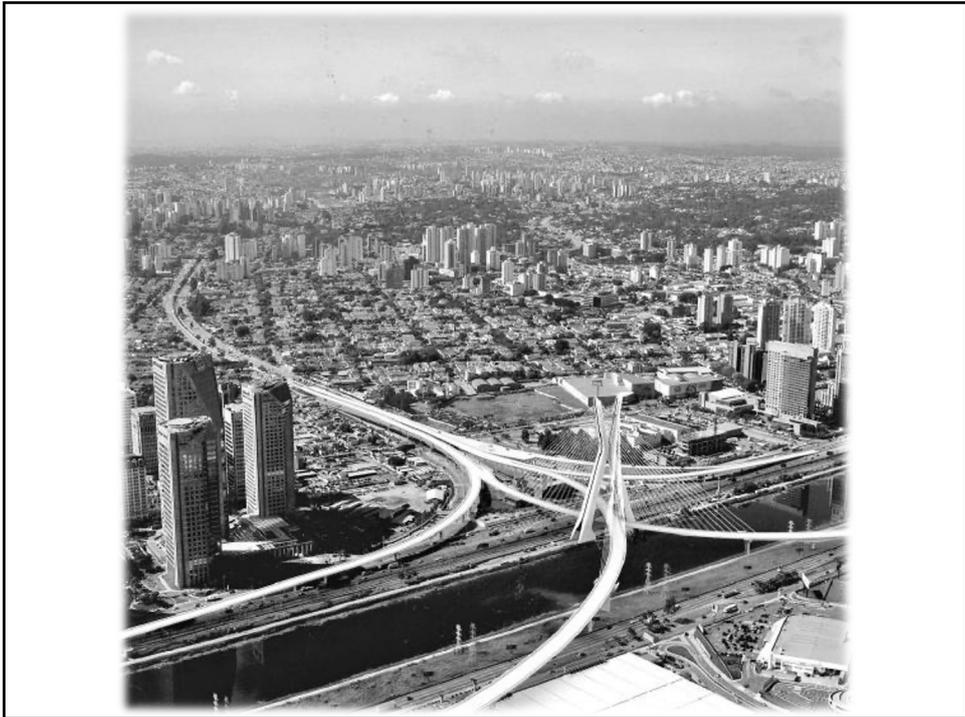
119



120

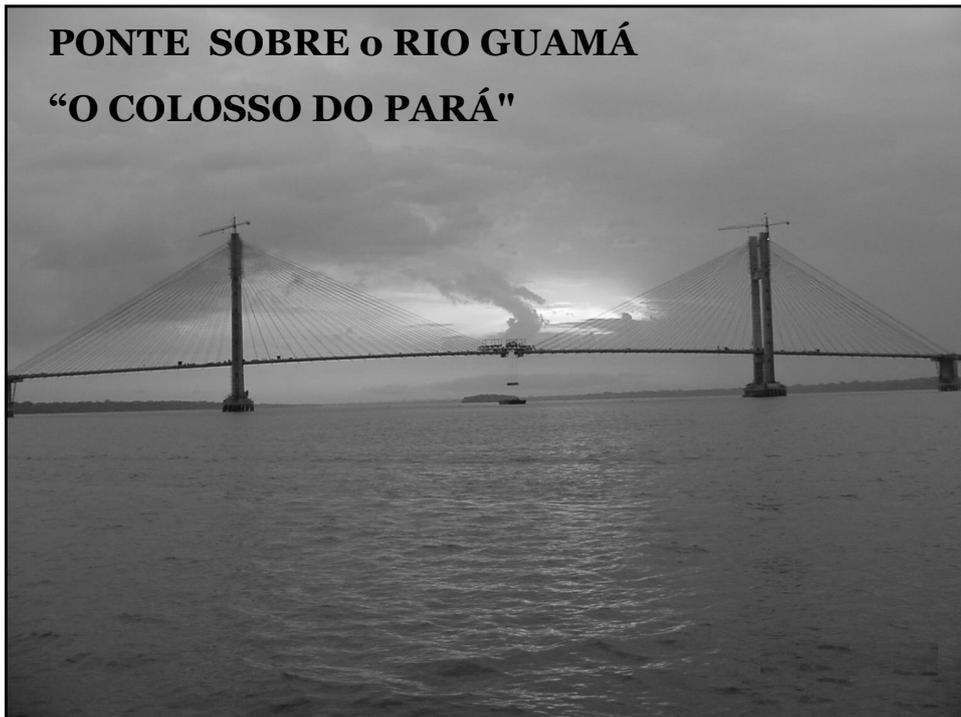


121



122

PONTE SOBRE o RIO GUAMÁ
“O COLOSSO DO PARÁ”



123



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

124



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

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

**Vida Útil
100 anos!**

125



José Carlos de Figueiredo Ferraz

Lina Bo Bardi

MASP Museu de Arte São Paulo 1968

126



Bernardes + Jacobsen

MIS Museu da Imagem e do Som RJ **2017**

127



Santiago Calatrava

Engeti Consultoria e Engenharia

MIS Museu da Imagem e do Som RJ **2017**

128

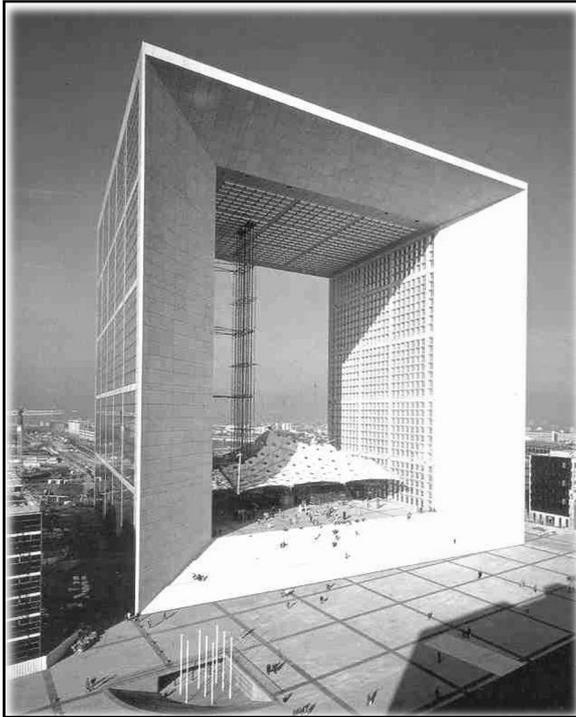


129

3ª Grande Revolução concreto

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”

130



**Grand Arch
La Defense**

Paris

França 1990

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

“high-tech style”

131



**Petronas Towers
*Cesar Pelli***

Kuala Lumpur

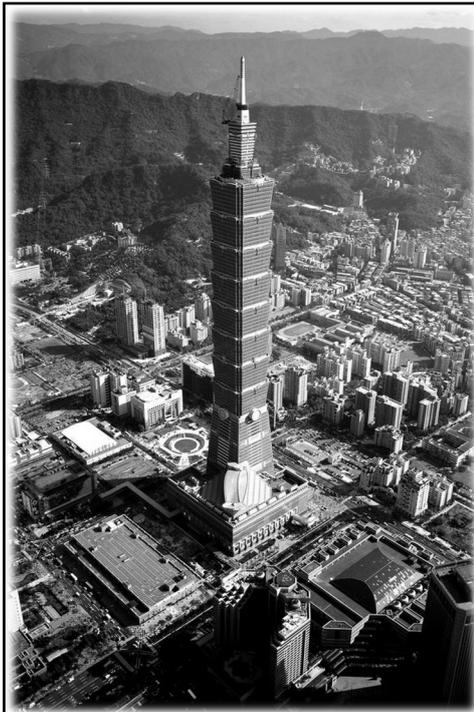
Malasia 1.997

452m

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

before/after

132



TAIPEI 101

Shangai World Financial Centre

Taiwan, China

2005

509m

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

steel / concrete

133

**Como pode
ser o futuro?**

134

Arte e Ciência da Construção

Marcus Vitruvius Pollio (*Engenheiro / Arquiteto Romano*)

40 anos aC → “De Architectura”

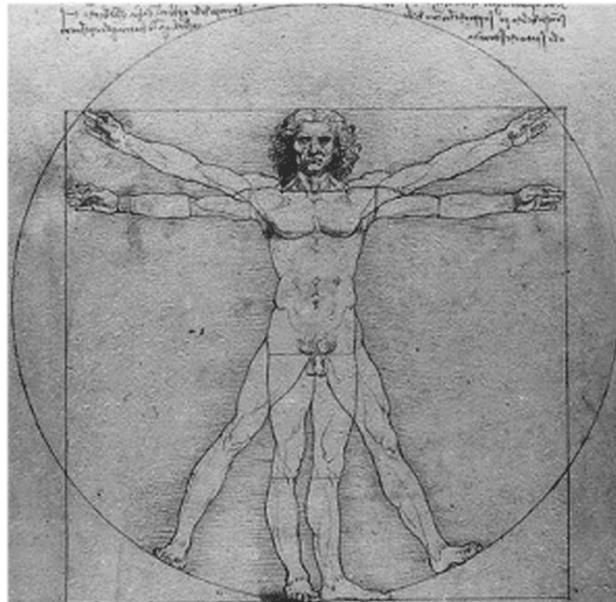
10 volumes → 800 anos como best - seller

Utilitas	(funcional)
Firmitas	(estável e durável)
Venustas	(bonita)

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

135

Arte e Ciência da Construção



Leonardo da Vinci
Homem Vitruviano
1.490 DC

136

Venustas

Bonita !

137

Oscar Niemeyer
Bruno Contarini



Museu de Arte, Niterói / RJ

138

Auditório de Tenerife
Espanha
2003
Santiago Calatrava



139



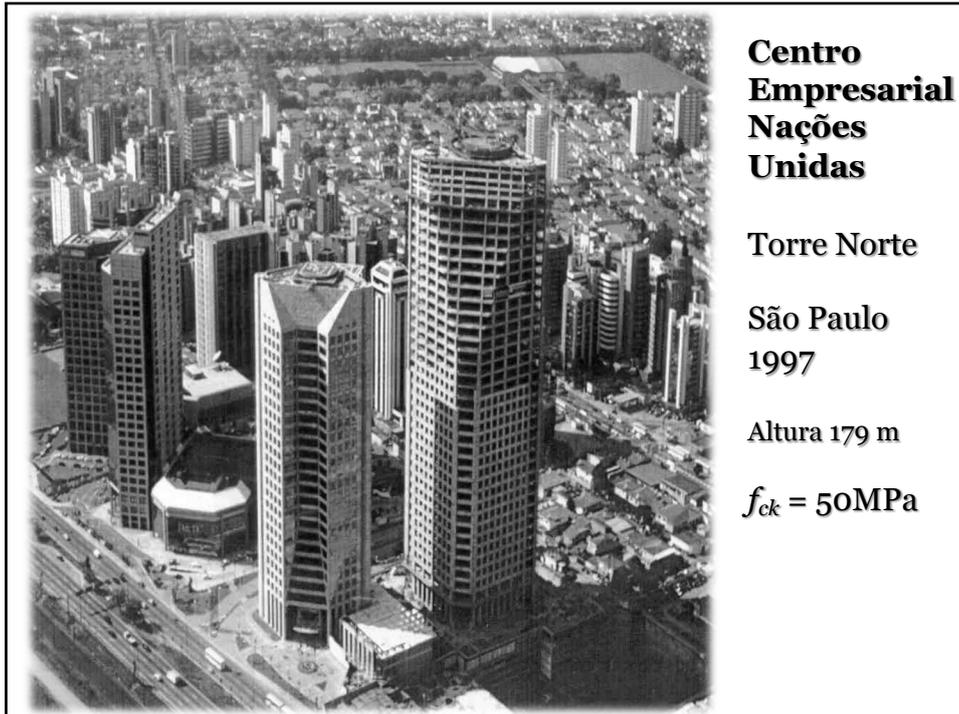
140



141

Firmitas
estável e durável

142



**Centro
Empresarial
Nações
Unidas**

Torre Norte

São Paulo
1997

Altura 179 m

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

143

250 anos de garantia.

Quem precisa de segurança, estabilidade e desempenho precisa de Engemix. Como a Melhor Engenharia do mundo, Engemix nasceu em 1868 e hoje é a referência mundial em concreto. O concreto Engemix Nações Unidas, um tipo de concreto de alta resistência, foi desenvolvido para atender às necessidades de uma construção segura, econômica e sustentável. O concreto Engemix Nações Unidas é um tipo de concreto de alta resistência, desenvolvido para atender às necessidades de uma construção segura, econômica e sustentável. O concreto Engemix Nações Unidas é um tipo de concreto de alta resistência, desenvolvido para atender às necessidades de uma construção segura, econômica e sustentável.

O concreto Engemix Nações Unidas é um tipo de concreto de alta resistência, desenvolvido para atender às necessidades de uma construção segura, econômica e sustentável. O concreto Engemix Nações Unidas é um tipo de concreto de alta resistência, desenvolvido para atender às necessidades de uma construção segura, econômica e sustentável.

Quem precisa de segurança, estabilidade e desempenho precisa de Engemix. Como a Melhor Engenharia do mundo, Engemix nasceu em 1868 e hoje é a referência mundial em concreto. O concreto Engemix Nações Unidas, um tipo de concreto de alta resistência, foi desenvolvido para atender às necessidades de uma construção segura, econômica e sustentável.

CONCRETO ENGEMIX

144

Arte e Ciência da Construção

Marcus Vitruvius Pollio (*Engenheiro / Arquiteto Romano*)

40 anos aC → “*De Architectura*”

10 volumes → 800 anos como best - seller

Utilitas	(funcional)
Firmitas	(estável e durável)
Venustas	(bonita)

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

145

Arte e Ciência da Construção

Marcus Vitruvius Pollio (*Engenheiro / Arquiteto Romano*)

40 anos aC → “*De Architectura*”

10 volumes → 800 anos como best - seller

Utilitas	(funcional)
Firmitas	(estável e durável)
Venustas	(bonita)

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

146

Sustentável

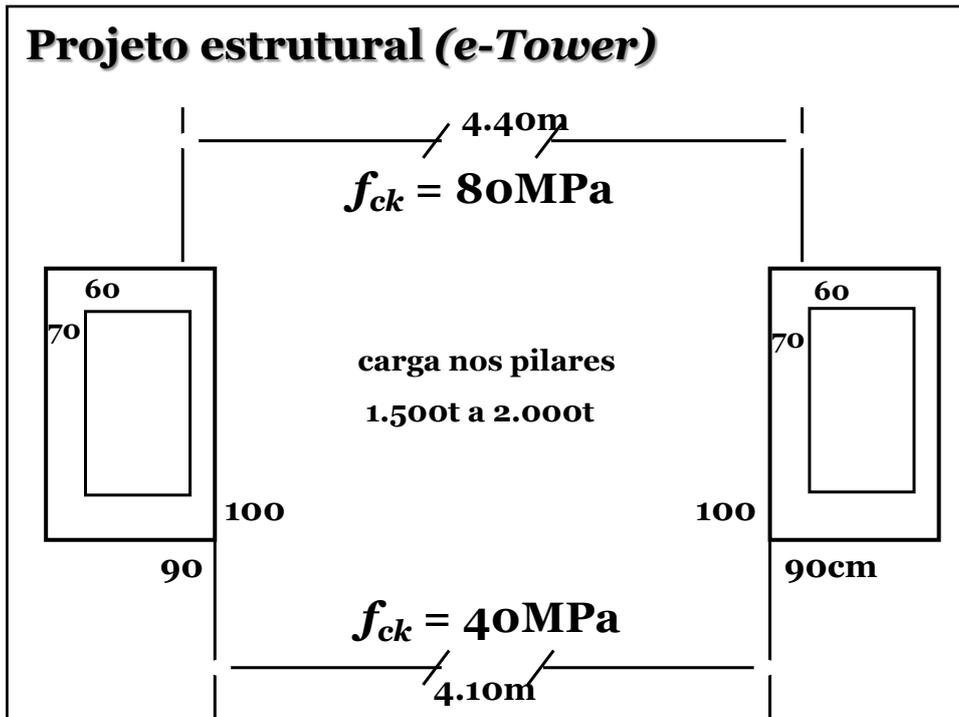


147

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



148



149



150



151

Economia de recursos naturais

Original:

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

**seção transversal \rightarrow 90cm x 100cm
0,90m²**

HPC / HSC:

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

**seção transversal \rightarrow 60cm x 70cm
0,42m²**

152

Economia de recursos naturais

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

153

Considerações Finais

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

154

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)

155



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

156

Passados poucos anos e até 2028, haverá 128 novos edifícios com altura superior a 300m

157

Desse total de 128

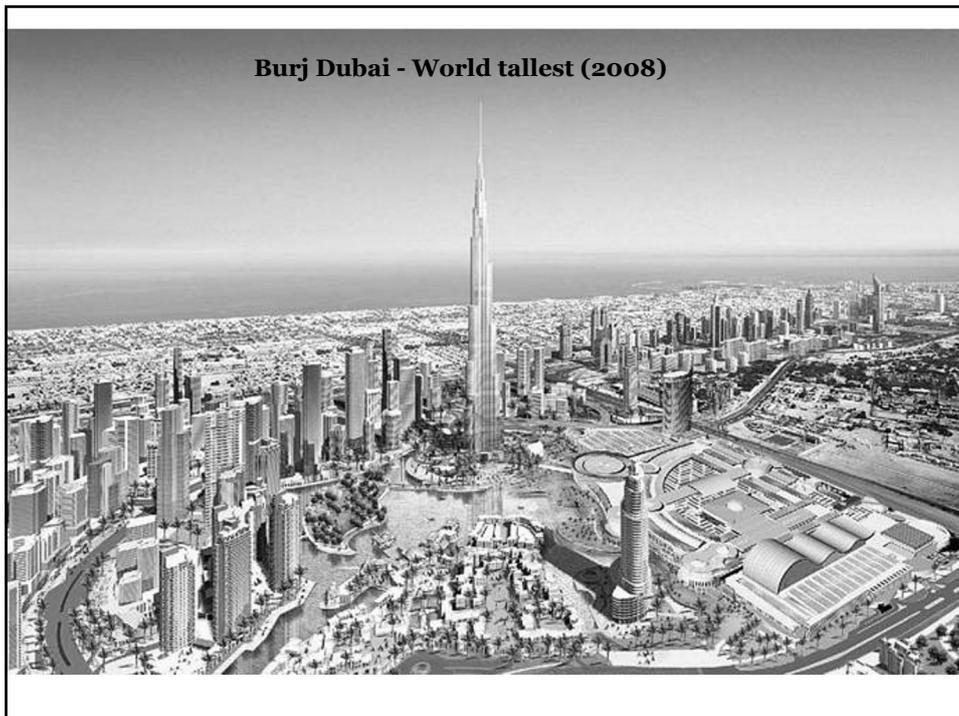
“arranha-céus”:

- 33 são em concreto
- 91 são compostos
- apenas 4 são de aço

158

Um dos mais altos edifícios do mundo, o Burj Khalifa, em Dubai, com 820 m, foi construído com concreto

159



160

O Maior Edifício do Mundo



Fonte: www.nbmcw.com

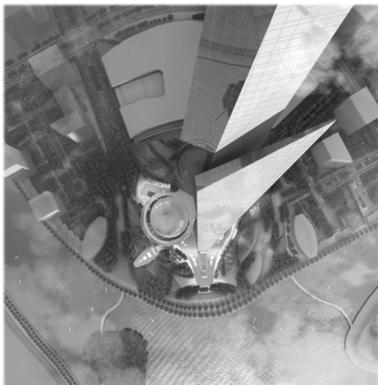
Jeddah Tower

- O edifício terá mais de 1km de altura

- Localização: Jeddah, Arábia Saudita

161

Jeddah Tower



Custo estimado:
\$20 bi

Em construção

Fonte: www.nbmcw.com

162



163



164

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

165

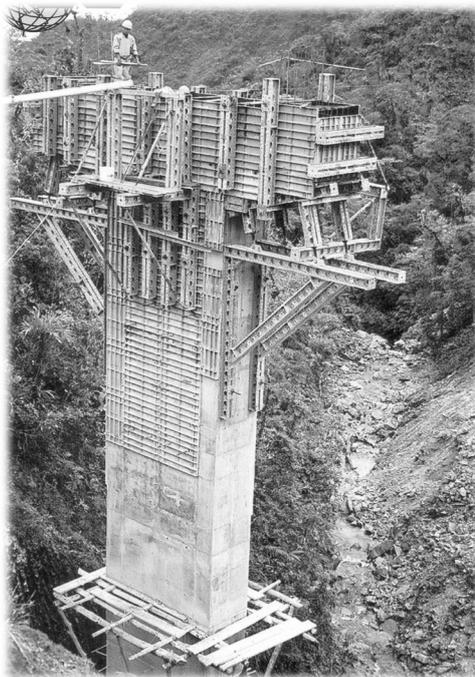
**e... continua em
franca evolução, sem
previsão de limites ou
de substituição!**

166

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.

167



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.

168

Não basta ser estudante da PUC-RJ...



169

Tem que ser **Civil**



170



171