

 **II ENGETEC** 
Escola de Engenharia de Piracicaba - EEP

O Concreto e a Sustentabilidade das Estruturas

Paulo Helene
*Diretor PhD Engenharia
Prof. Titular Universidade de São Paulo USP
Conselheiro Instituto Brasileiro do Concreto IBRACON
Member fib(CEB-FIP) Service Life of Concrete Structures
Presidente ALCONPAT*

Piracicaba 02 de setembro de 2010 EEP

1

O Concreto e a Sustentabilidade na Construção Civil

Como pode o setor de concreto contribuir para o movimento global de “sustentabilidade” na construção civil?

→ *European Concrete Platform ASBL. Sustainable Benefits of Concrete Structures. Feb. 2009*
→ *The Concrete Centre. The Environmental, Social and Economic Sustainability Credentials of Concrete. Dec. 2009*
→ *Comitê Técnico de Meio Ambiente do IBRACON. 1996-2009. Presidente: Prof. Dr. Salomon Mony Levy*

Direitos Reservados 2009 2

2

O Concreto e a Sustentabilidade na Construção Civil

O que é LEED?

(Leadership in Energy and Environmental Design)

Certificação para edifícios sustentáveis criada e concedida pela ONG norte-americana *U.S. Green Building Council (USGBC)*, no Brasil essa certificação é feita pelo Green Building Council Brasil.



Direitos Reservados 2009

3

3

O Concreto e a Sustentabilidade na Construção Civil

A certificação *LEED* se baseia em critérios que avaliam:

- ***espaço sustentável;***
- ***localização;***
- ***entorno;***
- ***eficiência no uso de água e energia;***
- ***uso de materiais;***
- ***qualidade ambiental interna;***
- ***inovação;***
- ***e processos.***

Direitos Reservados 2009

4

4

certificação é obtida somente ao final da obra, contra apresentação de todas as evidências de conformidade da construção e o comissionamento das instalações.

No Brasil a certificação *LEED* vem sendo utilizada nos empreendimentos imobiliários de forma cada vez mais intensa. Temos hoje aproximadamente 200 empreendimentos brasileiros registrados no *USGBC*.

ressalta-se que o Brasil ocupa o quinto lugar em empreendimentos registrados no *USGBC*, estando apenas atrás dos EUA, Canadá, Emirados Árabes e China.

Como lições aprendidas sobre a certificação ambiental *LEED* de empreendimentos e sua aplicação no Brasil, podemos ressaltar três pontos:

A importância de ampliarmos a certificação para os empreendimentos habitacionais, pois estes constituem o maior volume de empreendimentos que estão sendo e serão gerados pelo mercado imobiliário brasileiro;

A ampliação da certificação *LEED* para os edifícios existentes. Observou-se nas visitas que após a obtenção da certificação *LEED* para um novo empreendimento, o trabalho continua com a certificação do desempenho ambiental do uso e operação do empreendimento – o que o *LEED* chama de certificação *EB - Existing Building*. No Brasil temos já 14 novos empreendimentos certificados, mas que não estão continuando com a certificação enquanto Edifício Existente. Há um grande espaço também para a realização de *retrofits* ambientais em edifícios antigos visando a melhoria de seu desempenho e a obtenção da certificação *LEED*:

A importância de difusão dos conceitos, metodologias, tecnologias sustentáveis, cases de sucesso e modelos de certificação ambiental de empreendimentos para toda a cadeia produtiva da construção, visando sua conscientização.

Todas as tendências internacionais apontam para uma economia verde, inclusiva e responsável e para a adoção de práticas empresariais sustentáveis.

As empresas da cadeia produtiva da construção que tem altíssimo impacto econômico, ambiental e social com certeza vão querer se redesenhar de acordo com estas tendências e incorporar a sustentabilidade em sua estratégia, gestão, projetos, fornecedores, empreendimentos e obras.

O Concreto e a Sustentabilidade na Construção Civil

Porque controla o edifício e não a estrutura ou a construção?

É concedido conforme os critérios de racionalização global dos recursos do edifício (energia, água, meio ambiente, etc.)

São avaliadas as fases de projeto arquitetônico, construção e de utilização da edificação em toda sua vida útil.

O Concreto e a Sustentabilidade na Construção Civil

Materiais

- Consumo Energético;
- Geração de Resíduos;
- Emissão de CO₂;
- Impacto no processo de extração do material;
- Toxicidade;
- Transporte do Material;
- Grau de poluição no final de sua vida útil;

7

O Concreto e a Sustentabilidade na Construção Civil

Alguns Empreendimentos com certificação *LEED* no
Brasil:



f_{ck} de projeto: 50MPa
Utilização de Protensão para
redução de dimensões da
estrutura.

Rochaverá Corporate Towers
São Paulo/SP

8

O Concreto e a Sustentabilidade na Construção Civil

Alguns Empreendimentos com certificação *LEED* no
Brasil:



f_{ck} de projeto: 50MPA
Utilização de Protensão para
redução de dimensões da
estrutura.

Ventura Corporate Towers
Rio de Janeiro/RJ

Direitos Reservados 2009

9

9

O Concreto e a Sustentabilidade na Construção Civil

Alguns Empreendimentos com certificação *LEED* no
Brasil:



f_{ck} de projeto: 50MPA

Eldorado Business Tower
São Paulo/SP

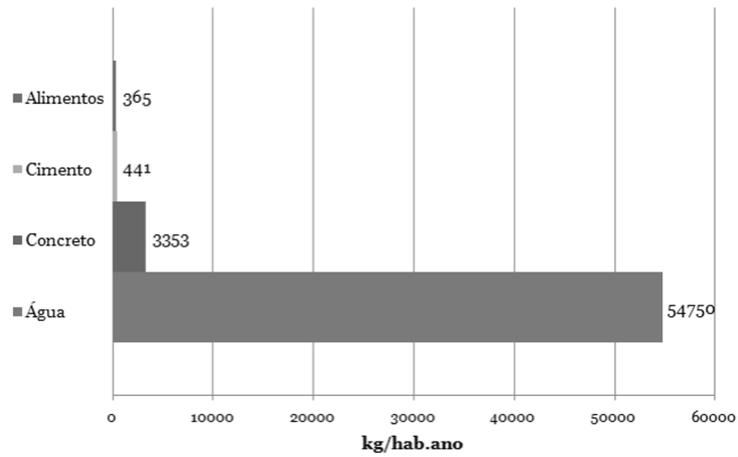
Direitos Reservados 2009

10

10

O Concreto e a Sustentabilidade na Construção Civil

CONSUMO DE RECURSOS NATURAIS



Direitos Reservados 2009

11

11

O Concreto e a Sustentabilidade na Construção Civil

Consumo de recursos naturais

10 ton/hab.ano

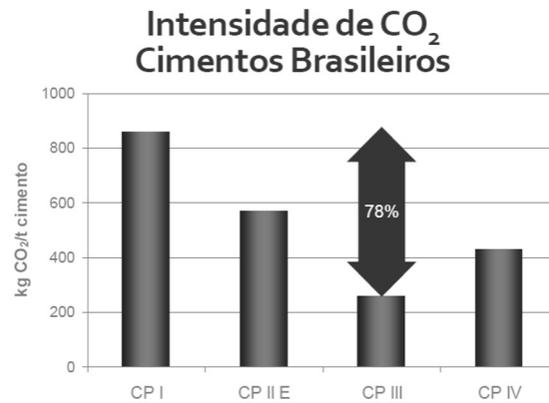
países desenvolvidos 45 – 85 ton/hab.ano

Direitos Reservados 2009

12

12

O Concreto e a Sustentabilidade na Construção Civil



Carvalho, 2001



Direitos Reservados 2009

13

13

Paradoxo!

Como o consumo de cimento e de concreto que são utilizados como índices de desenvolvimento de uma nação, podem, ao mesmo tempo serem utilizados como índices de degradação do meio ambiente?

Uma das respostas está em pensar na estrutura, na obra, no produto final, e não nos materiais isoladamente

Direitos Reservados 2009

14

14

Protocolo de Kyoto

1997 → Protocolo de Kyoto

*Em 2012 emitir 6% menos gases estufa
que em 1990 → países desenvolvidos.*

IPCC Reports 2007

According to IPCC May 4, report, the worst effects of global warming can be avoided if:

- GHG emissions to peak in 15 years, and fall to 50% of current levels by 2050.
- Limit temperature increase to 1.6°C
- Above actions will stabilize GHG emissions below 490 ppm, the current concentration being about 430 ppm.

→IPCC → Intergovernmental Panel on Climate Change

→UNEP → United Nations Environmental Programme

→WMO → World Meteorological Organization

Qual o problema?

Aquecimento Global (Global Warming) no qual a indústria tem contribuição destacada ao lado do chamado “modo de viver” de vários dos cidadãos ingênuos que vivem nos países desenvolvidos.

Atualmente os países desenvolvidos emitem cerca de 66% do total de gases estufa do planeta e se considerado per capita essa contribuição nefasta pode chegar a 80%.

“Weather Makers, by Tim Flannery, 2005”

Como reduzir o aquecimento global?

- 1. reduzir emissão de gases estufa**
- 2. reduzir energia consumida**
- 3. reduzir consumo de recursos naturais não renováveis**
- 4. mudar o “modo de viver de alguns”**

1. Como reduzir emissão de gases estufa, sem prejudicar desenvolvimento e qualidade de vida?

- **Sequestrar o CO₂ gerado nos processos industriais**

ou

- **Reduzir as emissões de GHG (gás estufa) nos processos industriais e no modo de viver de alguns**

Fixação (sequestro) de CO₂

- **Trata-se de procedimentos de captura das emissões de GHG e fixação destes gases na superfície da crosta terrestre ou enterrados no solo**
- **O próprio concreto e as argamassas de base cimento sequestram e fixam CO₂ através dos inevitáveis processos de carbonatação (CaO.CO₂)**
- **Ainda não há procedimentos viáveis para sequestro de CO₂ em larga escala nas indústrias (Calera Process).**

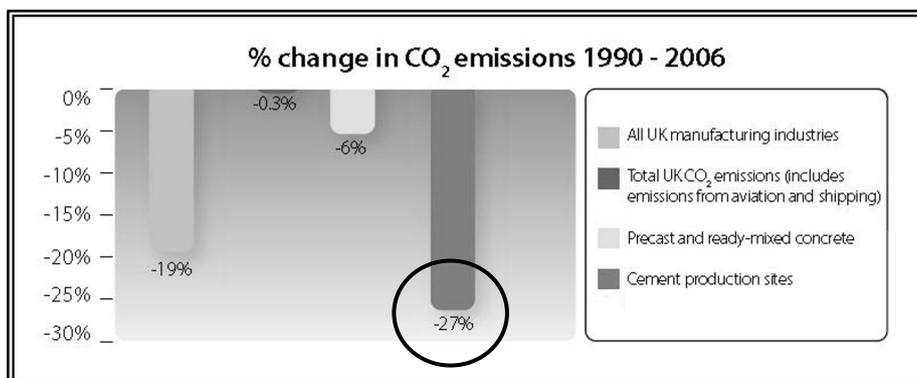
Como reduzir as emissões de GHG (gás estufa) nos processos industriais?

Atuando sobre a fabricação dos materiais constitutivos das estruturas de concreto:

- cimento;
- agregado miúdo;
- agregado graúdo;
- água;
- aditivos;
- armadura / aço;
- fôrmas;

21

Sustentabilidade e concreto: Situação no Reino Unido



The Concrete Centre

22

Sustentabilidade na Construção Civil

1. **reduzir desperdício na construção civil**
2. aperfeiçoar processos de fabricação de cimento e aço
3. reduzir consumo de aço, madeira e cimento
4. aumentar uso de adições e aditivos
5. aumentar uso de agregados reciclados
6. aumentar uso de concreto de elevada vida útil
7. aumentar uso de concreto de alta resistência

Direitos Reservados 2009

23

23

Desperdício

O desperdício no concreto é de 2% enquanto na Construção Civil (alvenarias, pisos, etc.) pode ser de...



Direitos Reservados 2009

24

24

Alternativas para tornar as Estruturas de Concreto ainda mais “verdes”

1. reduzir desperdício na construção civil
2. aperfeiçoar processos de fabricação de cimento e aço
3. reduzir consumo de madeira, aço e cimento
4. aumentar uso de adições e aditivos
5. aumentar uso de agregados reciclados
6. **aumentar uso de concreto de elevada vida útil**
7. aumentar uso de concreto de alta resistência

Reduzir.Reaproveitar.Reciclar.Raciocinar

Direitos Reservados 2009

25

25

Carbonatação

$$e = 2,0 \text{ cm}$$

$$f_{ck} = 15 \text{ MPa} \rightarrow t = 8 \text{ anos}$$

$$f_{ck} = 50 \text{ MPa} \rightarrow t = 250 \text{ anos}$$

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa} \rightarrow t = 38 \text{ anos}$$

Direitos Reservados 2009

26

26

Centro Empresarial Nações Unidas



Torre Norte
 São Paulo - 1997
 Altura 179 m
 $f_{ck} = 50\text{MPa}$

Direitos Reservados 2009

27

27

250 anos de garantia.

Quantos pontos de segurança, tecnologia e competência precisa de Engenharia. Como a M&B Engenharia precisou, quando foi realizar a consultoria e o acompanhamento técnico para a Torre Norte do Centro Empresarial Nações Unidas, um bloco de 30 x 30 x 179 m, compreendendo 1,25M m² de concreto, lançado em 23 meses consecutivos. Com a utilização de 300 toneladas de gelo para controlar a temperatura do concreto, volume equivalente a um colégio de 40 x 40 x 30m.

Quando a Construtora Ayo precisou, para a execução da estrutura de concreto, um milhão de toneladas e 100 meses, e mais oito de São Paulo, com 20.000 m² de CAD, o concreto de alto desempenho Estaluda que hoje está sendo reconhecido por sua qualidade e resistência como um dos grandes sucessos de aplicação do CAD, e mais nova tecnologia em sistemas de concretagem, mesmo no 1º estágio. É a mais utilizada no CAD do Brasil, e mais aceita e utilizada mundialmente por tipo de problema, pela primeira vez, em 2008, segundo pesquisas e estudos realizados por consultoria e serviços especializados para o desenvolvimento e aplicação de novos produtos.

É a construção do melhor do mundo 2008, e o maior trabalho de lançamento de concreto em altura, 179 metros.

Em meses de 4 horas, foram bombeadas quase 60 m³ de concreto Pro 30 Max. Bombas de segurança de emprego que suportaram carga de 3 m de concreto em uma de largura, expuseram a 20 toneladas.

O resultado é que, hoje, o Centro Empresarial Nações Unidas também é uma referência para os técnicos de concreto e para os engenheiros brasileiros. E as soluções propostas, pelas consultorias e construtoras de Engenharia, possuem graças à experiência e competência do Engenheiro. Que quando se enfrentam esse tipo de problema, não apenas reduzem de custos, mas também diminuem o tempo de concretagem, potencializando os resultados dos edifícios, redução da fricção do concreto na aplicação, distribuição de resistência e da característica do concreto na forma.

Quantos pontos de segurança, tecnologia e competência não com M&B, Chama e Engema.

CONCRETO ENGEMIX

28

Sustainable Development

“Increasing service life of concrete structures we can preserve the natural resources.

If we develop the design and construction ability we can get concrete structures with 500 years service life. Doing this we can multiply by ten our productivity which means preserve the 90% of them ”

*Kumar Mehta
Reducing the Environmental Impact of Concrete
Concrete International. ACI, v.23, n. 10, Oct. 2001. p.61-66*

Alternativas para tornar as Estruturas de Concreto ainda mais “verdes”

1. reduzir desperdício na construção civil
2. aperfeiçoar processos de fabricação de cimento e aço
3. **reduzir consumo de madeira, aço e cimento**
4. **aumentar uso de adições e aditivos**
5. aumentar uso de agregados reciclados
6. aumentar uso de concreto de elevada vida útil
7. **aumentar uso de concreto de alta resistência**

Como tornar as estruturas de concreto ainda mais sustentáveis?

Empregando concreto de alta resistência HSC

Direitos Reservados 2009

32

32

As Estruturas de Concreto e a Sustentabilidade

▪CO₂?

▪Energia?

▪Recursos naturais?

▪Vida Útil?

(Life Cycle Analysis)

Direitos Reservados 2009

33

33

As Estruturas de Concreto e a Sustentabilidade

Pilar para 500t

$$f_{ck} = 20\text{MPa}$$

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

34

Considerando um pilar central típico de um edifício de 20 andares secção quadrada, 3m de altura, armadura principal

Força normal característica = 500 tf

| f_{ck} (MPa) | taxa de armadura (%) → total do pilar | seção (cm) | adotado (cm) |
|----------------|--|-------------|--------------|
| 20 | 0.4 → 49kg | 71.8 x 71.8 | 72 x 72 |
| 50 | 0.4 → 24kg | 46.9 x 46.9 | 50 x 50 |
| 20 | 4.0 → 255kg | 51.2 x 51.2 | 52 x 52 |
| 50 | 4.0 → 151kg | 39.5 x 39.5 | 40 x 40 |

35

As Estruturas de Concreto e a Sustentabilidade

$$f_{ck} = 20\text{MPa}$$

Cimento = 280 kg/m³

Areia = 845 kg/m³

Brita = 1036 kg/m³

Água = 210 kg/m³

As Estruturas de Concreto e a Sustentabilidade

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

Cimento = 420 kg/m³

Areia = 801 kg/m³

Brita = 1010 kg/m³

Água = 160 kg/m³

Emissões gasosas e energia consumida

| Material | NOx (kg/t) | CO ₂ (kg/t) | GWP (kg/t) | Energia consumida (kWh/t) |
|------------------------------|---------------|---------------------------|---------------|------------------------------|
| Clinker Portland (≈ CP I) | 1,85 | 855 | 1447 (880) | 998 |
| ferro gusa (minério) | | | | |
| CA 50 & CA 60 (sucata) | 4,43 | 1588 380 | 3006 719 | 5.060 20.000 |

**Global warming potential (GWP) is a measure of how much a given mass of greenhouse gas is estimated to contribute to global warming. It is a relative scale which compares the gas in question to that of the same mass of carbon dioxide.*

Direitos Reservados 2009

38

38

Concreto estrutural *f_{ck} 20MPa*

| | Para 1 m ³ | GWP kg/t | GWP kg/m ³ | Energia kWh/m ³ |
|---|-----------------------|-------------|--------------------------|-------------------------------|
| Cimento CP I | 280kg | 1447 | 405 | 280 |
| Areia | 845kg | 0 | 0 | 1 |
| Pedra | 1036kg | 0 | 0 | 12 |
| Água | 210kg | 0 | 0 | 0 |
| Aço | 32kg 315kg | 719 | 23 226 | 640 6300 |
| Formas 12 m ² /m ³ 6 reutilizações chapa de 1,4cm | 0,0280 m ² | 0 | 0 | 43 |
| TOTAL | | | 428 631 | 933 6636 |

Direitos Reservados 2009

39

39

Concreto estrutural ***f_{ck} 50MPa***

| | Para 1 m ³ | GWP kg/t | GWP kg/m ³ | Energia kWh/m ³ |
|---|-----------------------|-------------|--------------------------|-------------------------------|
| Cimento CP I | 420kg | 1447 | 607 | 419 |
| Areia | 801kg | 0 | 0 | 3 |
| Pedra | 1010kg | 0 | 0 | 12 |
| Água | 160kg | 0 | 0 | 0 |
| Aço | 32kg | 719 | 23 | 640 |
| | 315kg | | 226 | 6300 |
| Formas 12 m ² /m ³ 6 reutilizações chapa de 1,4cm | 0,0280 m ² | 0 | 0 | 43 |
| TOTAL | | | 630 833 | 1117 6777 |

Direitos Reservados 2009

40

40

1 m³ de Concreto **estrutural**

| Material | Tipo | <i>f_{ck}</i> MPa | GWP kg/m ³ | Energia kWh/m ³ |
|-----------------|--------|------------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| concreto armado | CP I | 20 | 428 / 631 | 933 / 6636 |
| concreto armado | CP III | 20 | 140 / 344 | 777 / 6437 |
| concreto armado | CP I | 50 | 630 / 833 | 1117 / 6777 |
| concreto armado | CP III | 50 | 199 / 402 | 820 / 6480 |

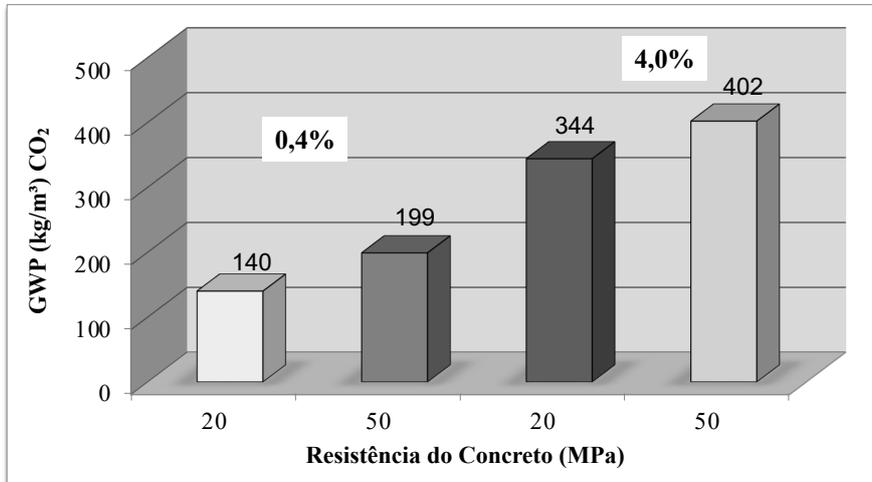
0,4% & 4% de
taxa de armadura

Direitos Reservados 2009

41

41

1 m³ de concreto estrutural com CP III 40

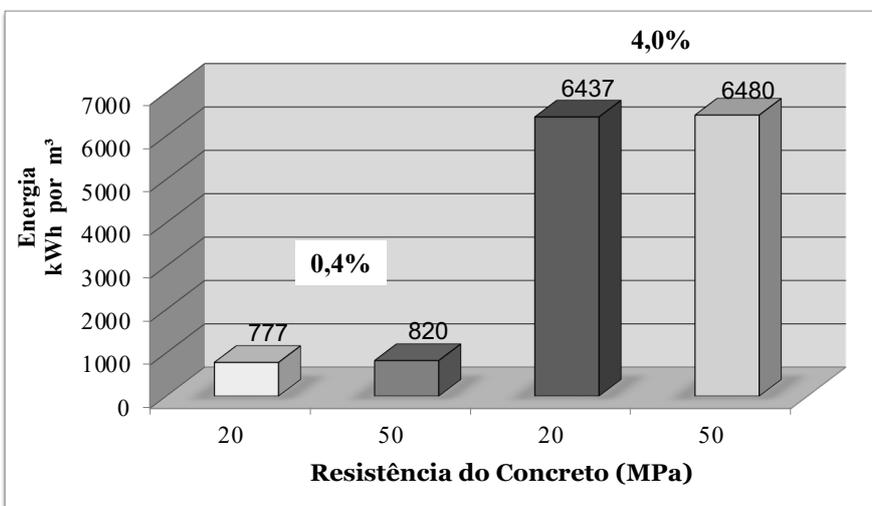


Direitos Reservados 2009

42

42

1 m³ de concreto estrutural com CP III 40

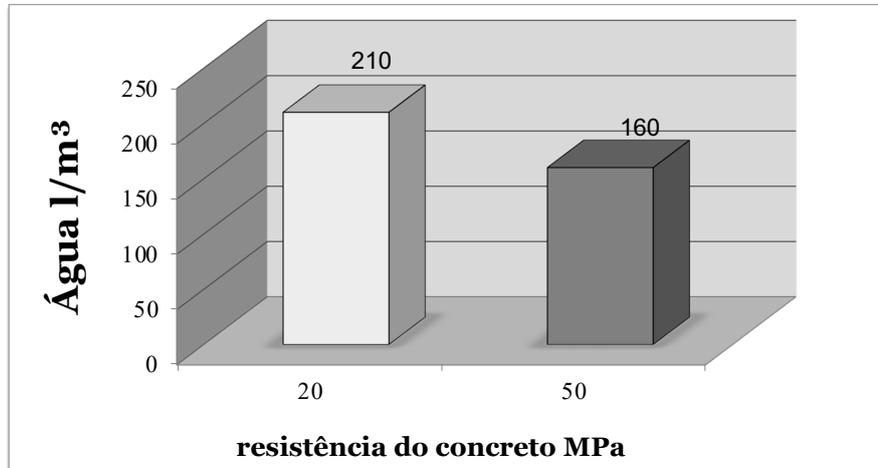


Direitos Reservados 2009

43

43

1 m³ de concreto estrutural com qualquer cimento



Direitos Reservados 2009

44

44

Pilar com 3m 0,4% armadura, 500tf, com CP III

| Material | f_{ck} MPa | seção cm | energia kWh | GWP kg |
|------------------------|------------------------------------|---------------------|------------------------|-------------------|
| concreto armado | 20 | 72x72 | 1208 | 218 |
| concreto armado | 50 | 50x50 | 615 | 149 |

Direitos Reservados 2009

45

45

Pilar com 3m 4% armadura, 500tf com CP III

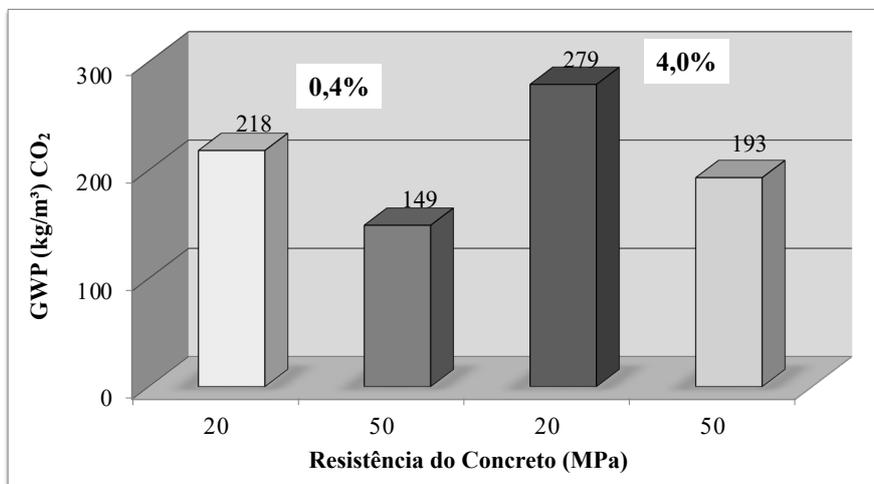
| Material | f_{ck} MPa | Seção cm | energia kWh | GWP kg |
|-----------------|-----------------|-------------|----------------|-----------|
| concreto armado | 20 | 52x52 | 5221 | 279 |
| concreto armado | 50 | 40x40 | 3110 | 193 |

Direitos Reservados 2009

46

46

Pilar com 3m de altura, seção quadrada, 500tf com CP III

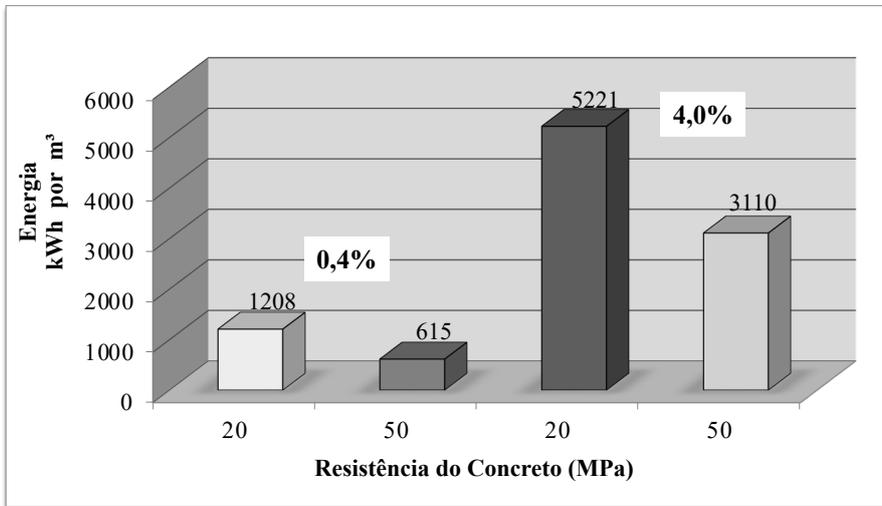


Direitos Reservados 2009

47

47

Pilar com 3m de altura, seção quadrada, 500tf com CP III

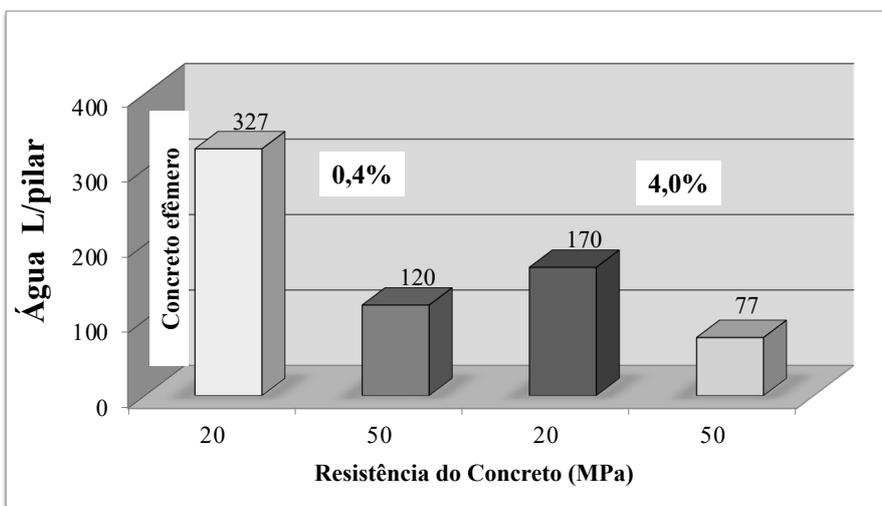


Direitos Reservados 2009

48

48

Pilar com 3m de altura, seção quadrada, 500tf com CP III



Direitos Reservados 2009

49

49

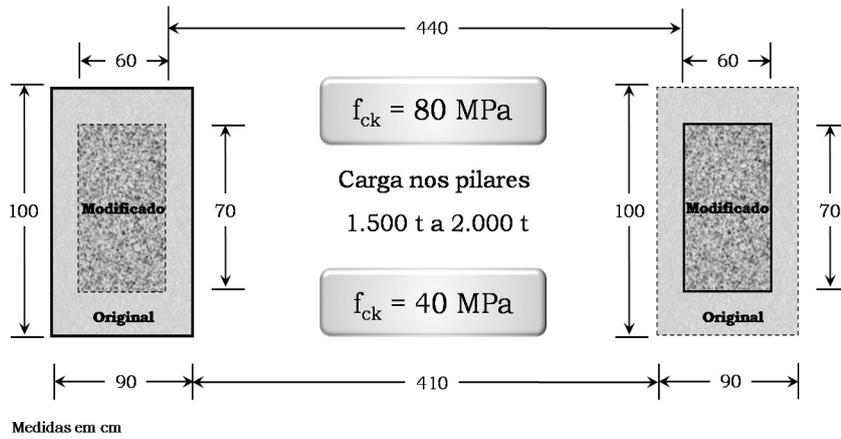


50

| | |
|--|--|
| <h2><i>e-Tower</i></h2> |  |
| <ul style="list-style-type: none">▪ Edifício e-Tower SP▪ 42 andares▪ heliponto▪ piscina semi-olímpica▪ academia de ginástica▪ 2 restaurantes▪ concreto colorido▪ f_{ck} pilares = 80 MPa | <p>51</p> |

51

Projeto estrutural (e-Tower)



Direitos Reservados 2009

52

52



53

Controle



54



55

Economia de Recursos Naturais

Original:

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

seção transversal → 90cm x 100cm

0,90m²

HPC / HSC:

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

seção transversal → 60cm x 70cm

0,42m²

56

Sustentabilidade



- **70% menos areia**
- **70% menos pedra**
- **53% menos concreto**
- **53% menos água**
- **20% menos cimento**
- **31% menos área de fôrma**

57

Sustentabilidade



- **25% mais de reaproveitamento de fôrma**
- **43% menos aço**
- **16 vagas a mais**
- **1000% vida útil maior**
- **100% desforma mais rápida**

Direitos Reservados 2009

58

58

Pontos para Discussão

1. Índice de “sustentabilidade” do concreto?

→ GHG/GW; kWh; Água; por kg → furado! demonstrado.

→ GHG/GW; kWh; Água; por m³ → furado! demonstrado.

→ GHG/GWP; kWh; Água: por (m³.MPa) ou por (Mg.MPa)

| índice | 20 MPa | 50 MPa |
|--|-----------|----------|
| GHGGWP / m ³ .MPa ou Mg.MPa | 24 / 10 | 12 / 5 |
| kWh / m ³ .MPa ou Mg.MPa | 360 / 153 | 146 / 61 |
| Água / m ³ .MPa ou Mg.MPa | 10 / 4,3 | 3 / 1,3 |

Direitos Reservados 2009

59

59

Pontos para Discussão

1. Índice de “sustentabilidade” do concreto?

→ GHG/GW; kWh; Água; por kg → furado! demonstrado.

→ GHG/GW; kWh; Água; por m³ → furado! demonstrado.

→ GHG/GWP; kWh; Água: por (m³.MPa) ou por (Mg.MPa)

| índice | 20 MPa | 50 MPa |
|--|-----------|----------|
| GHGGWP / m ³ .MPa ou Mg.MPa | 24 / 10 | 12 / 5 |
| kWh / m ³ .MPa ou Mg.MPa | 360 / 153 | 146 / 61 |
| Água / m ³ .MPa ou Mg.MPa | 10 / 4,3 | 3 / 1,3 |

Direitos Reservados 2009

60

60

Pontos para Discussão

2. Índice de “sustentabilidade” da estrutura de concreto?

→ GHG/GW; kWh; Água; por pilar de 500tf

| índice | 20 MPa | 50 MPa |
|-----------------------------|--------|--------|
| GHGGWP / pilar 500tf (0,4%) | 218 | 149 |
| GHGGWP / pilar 500tf (4,0%) | 279 | 193 |
| kWh/ pilar 500tf (0,4%) | 1208 | 615 |
| kWh/ pilar 500tf (4,0%) | 5221 | 3110 |
| água / pilar 500tf (0,4%) | 327 | 120 |
| água/ pilar 500tf (4,0%) | 170 | 77 |

Direitos Reservados 2009

61

61

Pontos para Discussão

1. Adotar algo do tipo CO₂/Mpa → furado
2. Fixar um concreto de referência?
20MPa; CP I; Slump 100mm; brita 2; sem aditivo
3. Fixar uma estrutura de referência: pilar, uma viga, uma laje?
4. Fazer a análise completa com formas, aço, espaços, reaproveitamentos, etc.?

Resumindo

1. A Engenharia de Concreto tem caminhado na direção certa?
2. A Engenharia de Concreto tem conhecimento de sua importância?
3. Como pode atuar para focar ainda mais?
4. È uma grande oportunidade de pesquisa na área de Engenharia de Materiais no Brasil?

- ✓ Qualidade de vida
- ✓ Economia de recursos
- ✓ Segurança / Robustez
- ✓ Compromisso Ambiental

Direitos Reservados 2009

64

- ✓ Adições
- ✓ Aditivos
- ✓ Coprocessamento
 - ✓ HSC / HPC
 - ✓ Durabilidade

Direitos Reservados 2009

65

Resumindo

1. A Engenharia de Concreto tem caminhado na direção certa?
2. A Engenharia de Concreto tem conhecimento de sua importância?
3. Como pode atuar para focar ainda mais?
4. È uma grande oportunidade de pesquisa na área de Engenharia de Materiais no Brasil?

Água
Concreto
Alimentos
per capita
volume → importância social

Resumindo

1. A Engenharia de Concreto tem caminhado na direção certa?
2. A Engenharia de Concreto tem conhecimento de sua importância?
3. Como pode atuar para focar ainda mais?
4. È uma grande oportunidade de pesquisa na área de Engenharia de Materiais no Brasil?

- sequestro de CO₂
- economia energia
- processo ?
- aumentar a ecoeficiência
no uso

Resumindo

1. A Engenharia de Concreto tem caminhado na direção certa?
2. A Engenharia de Concreto tem conhecimento de sua importância?
3. Como pode atuar para focar ainda mais?
4. É uma grande oportunidade de pesquisa na área de Engenharia de Materiais no Brasil?

- ✓ *Referência mundial → cimento + ecoeficiente*
 - ✓ *Mundo 850kg/t e Brasil 660kg/t*
 - ✓ *É o setor mais competitivo do Brasil*
- ✓ *Tem os melhores centros de pesquisa da AL*
 - ✓ *Tem recursos para pesquisa*
 - ✓ *Paga bem os pesquisadores*

**Beleza
Segurança
Durabilidade**

Abastado por
90 milhões
de votos.

O **Concreto** tem respeito pelo **Meio Ambiente** por sua capacidade de:

- Ser reciclável
- Incorporar os rejeitos industriais
- Confinar materiais perigosos
- Fixar gás carbônico CO₂

O **Concreto** é o **material estrutural** mais adequado para uma **construção sustentável**.

IBRACON | CT-MAB

72



73