



1

IBRACON & Sustentabilidade

1. Parceiros e Referências: ABCIC; ABECE; ALCONPAT; RILEM; ABESC; ABCP; GLOBE; GCCA; **fib**; ACI.NAU; CBCS; LEED; IDHEA; AQUA...
2. Qual o problema? *neutralidade CO₂ em 2050/2060 !!!*
3. Que podemos fazer? *reduzir emissões; desmaterializar; aumentar durabilidade*
4. Ferramenta 1: Avaliação Ciclo de Vida (ACV)
5. Ferramenta 2: Declaração Ambiental de Produto (EPD)
6. Ferramenta 3: Emissões: EPD Library(The International EPD System); CECarbon (SINDUSCON); SIDAC (CBCS/IPT)

2

Certificações Sustentáveis

- BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) → Reino Unido, Building Research Establishment (1990)
- LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) → U.S.A., Green Building Council (1993)
- HQE (Haute Qualité Environnementale) → França, Cerway (1996)
- DGNB (German Sustainable Building Council) → Alemanha, German Sustainable Building System (2007)
- AQUA (Alta Qualidade Ambiental) → Brasil, Fundação Vanzolini, POLI-USP (2008)

3

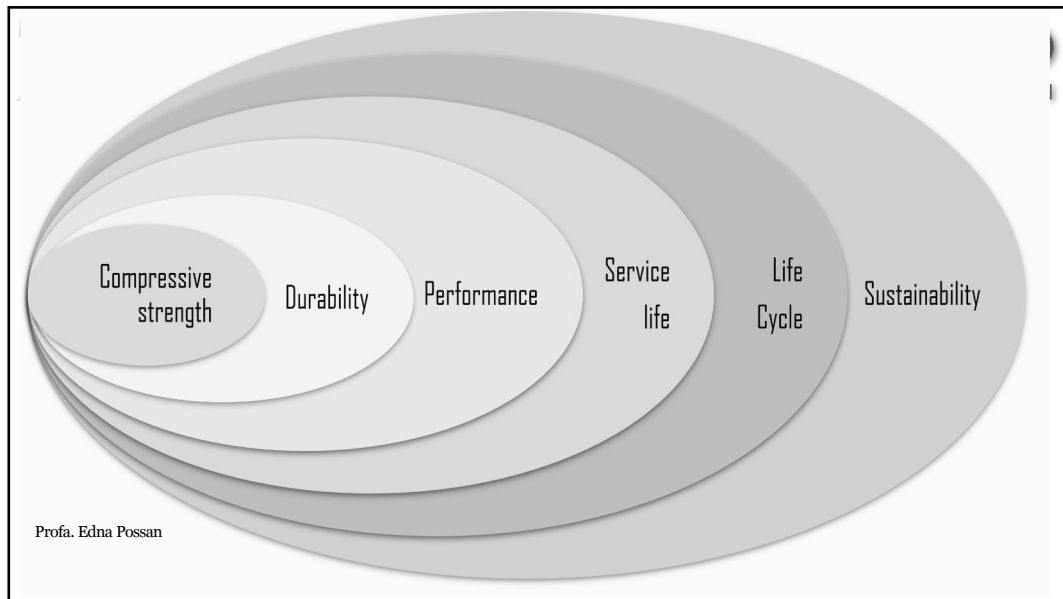
Certificações Sustentáveis

*...nenhuma se refere ao projeto e construção
de estruturas (de concreto)*

nem

*ao estudo de dosagem do concreto para
economizar cimento ou matérias-primas*

4



5

PARADOXO!

Como o concreto, fundamental à nossa qualidade de vida considerado até hoje como índice e fator de crescimento e progresso de uma Nação pode agora ser acusado de comprometer o ambiente?

6

período	população do planeta	evento	observações
1972	3,8 bilhões	meio ambiente	visão romântica
1992 RIO 92	5.5 bilhões	Gases Estufa	Conferência Mundial das Nações Unidas sobre a Sustentabilidade
2015 COP21	7,4 bilhões	Acordo de Paris	Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas
2022	8.0 bilhões	Engajamento Brasil	Net Zero para 2050
2060	10.0 bilhões	<i>Limite populacional?!</i>	temperatura já subiu 1,10°C e não pode chegar a mais de 2,0°C. Caos !

7

Qual é o Desafio!

- para construir hoje uma residencia ou apartamento de classe média com 90 m² de área construida emitirá cerca de 10 t GWP na atmosfera, por apartamento.
- Considerando que o preço de mercado hoje é US\$ 100/t GWP, representaria uma multa ou taxaço de US\$ 1.000 dólares por apto ou casa.
- O Brasil hoje, é o 6º país mais emissor de GWP com cerca de 1,5 Gt GWP/ano.

8

Qual é o Desafio!

- Caso consiga construir 1,5 milhões de novas moradias por ano, vai emitir, cerca de 15 milhões de t de GWP por ano ou seja, cerca de 1% do total anual de emissões do Brasil, mas 1,5 bilhões de dólares em multa de GWP/ano.
- Parece pouco zerar carbono na cadeia construtiva do concreto estrutural até 2050/2060, mas, na verdade, é um dos maiores desafios tecnológicos do setor dos últimos 100 anos.

9

Qual é o Desafio!

- O IBRACON através de sua Declaração de Sustentabilidade está assumindo publicamente este compromisso de mobilizar a sua comunidade técnica, científica e produtiva, seus líderes de opinião, a estar junto do setor industrial de concreto do país, nessa meta de carbono zero para 2050/2060.

10

DECLARAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE

Declaração **IBRACON** sobre a
Sustentabilidade do Concreto

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

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

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

O conhecimento desenvolvido e compartilhado pelo IBRACON (livros, congressos,

Este CT, inicialmente, atuou disseminando conhecimento, tecnologia e as melhores práticas para a reciclagem e usos de resíduos de construção e demolição, em face da implementação da Resolução CONAMA 307, que requeria que os geradores dessem uma destinação adequada aos resíduos de seus processos industriais. Neste período, foram realizadas nove edições do Seminário

11

DECLARAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE

Declaração **IBRACON** sobre a
Sustentabilidade do Concreto**CT 101 – Comitê Técnico IBRACON/
ABECE/ABCIC de Sustentabilidade do Concreto****Missão:**

Contribuir para a sustentabilidade do planeta através de ações voltadas para a adequação e gestão do ciclo de concepção, projeto, escolha de materiais, construção e controle das estruturas de concreto com a finalidade de minimizar a utilização de recursos naturais, consumo de energia, de água potável e, principalmente, reduzir a emissão de gases de efeito estufa.

1. Concepção:
2. Projeto:
3. Materiais:
4. Construção:
5. Durabilidade:
6. Uso:
7. Reutilização & economia circular:
8. Normas

12

...apesar de não tão importante...

***O que podemos fazer para
alcançar (mais)
SUSTENTABILIDADE em
estruturas de concreto?***

13

Alternativas:

1. alterar os materiais (materiais suplementares)
2. empregar agregados reciclados
3. empregar concreto autoadensável (SCC)
4. empregar concreto de elevada vida útil (HSLC)
5. empregar concreto de alta resistência (HSC)
6. reduzir o uso de matérias primas (*desmaterializar*)

14

**1. alterar os materiais
e capturar CO₂**

15

**2. empregar
agregados reciclados**

16



Pergamon

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®

Cement and Concrete Research 34 (2004) 1975–1980

**CEMENT AND
CONCRETE
RESEARCH**

Durability of recycled aggregates concrete: a safe way to sustainable development

Salomon M. Levy^{a,b}, Paulo Helene^{b,c,d,*}^aCentro Universitário Nove de Julho (UNINOVE), São Paulo, Brazil^bBrazilian Concrete Institute (IBRACON), São Paulo, Brazil^cPolytechnic School, University of São Paulo, São Paulo, Brazil^dRehabilitar Network CYTED XVI, Madrid, Spain

O concreto feito com agregados reciclados (substituição de 20% e 50%) de alvenaria antiga ou de concreto antigo pode ter a similaridade de trabalhabilidade e pode atingir a resistência à compressão equivalente a um concreto produzido com agregados naturais, na faixa de 20–40 MPa aos 28 dias .

referenciado por 301 artigos científicos - Google Scholar

17

3. utilizar concreto autoadensável (SCC)

18

Auto Adensável

SCC

CT 304 Comitê Técnico IBRACON/ABCIC
de Pré-Fabricados de Concreto

- 3. aumenta uniformidade
- 4. reduz energia elétrica → não usa vibrador
- 5. reduz desgaste de fôrmas
- 6. aumenta vida útil

19

**4. empregar concreto
de elevada vida útil**

20

Durabilidade

- ✓ **ISO 16204:2012. Durability: Service Life Design of Concrete Structures**
- ✓ **fib Model Code 2010. Concrete Structures**
- ✓ **fib Model Code for Service Life Design 2006.**

Helland, Steinar. Design for Service Life: Implementation of fib Model Code 2010 rules in the operational code ISO 16204. Structural Concrete 14 (2013), n.1. p. 10-18

21

Carbonatação

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

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

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

$$f_{ck} = 50 \text{ MPa} \rightarrow t = 240 \text{ anos}$$

22

5. empregar concreto de alta resistência (HSC)

25

Indicadores de Impacto ambiental

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

26

Exemplo

Pilar para 500 tf

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

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

27

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

Força normal característica = 500 tf			
f_{ck} (MPa)	Taxa de aço (%) → 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

28

Composição do concreto

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

$$Cimento = 280 \text{ kg/m}^3$$

$$Areia = 845 \text{ kg/m}^3$$

$$Brita = 1036 \text{ kg/m}^3$$

$$Água = 210 \text{ kg/m}^3$$

29

Composição do concreto

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

$$Cimento = 420 \text{ kg/m}^3$$

$$Areia = 801 \text{ kg/m}^3$$

$$Brita = 1010 \text{ kg/m}^3$$

$$Água = 160 \text{ kg/m}^3$$

30

Emissões gasosas e energia consumida EPD

Material	NOx (kg/t)	CO ₂ (kg/t)	GWP (kg/t)	Energia consumida (kWh/t)
Cimento Portland	1.85	855	1447	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.*

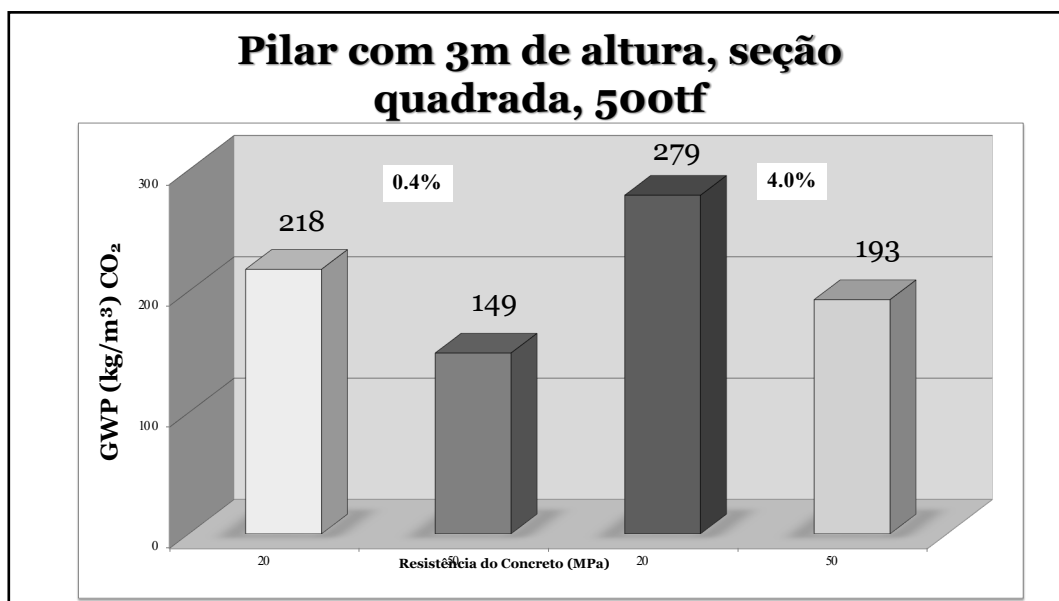
31

1 m³ de concreto estrutural

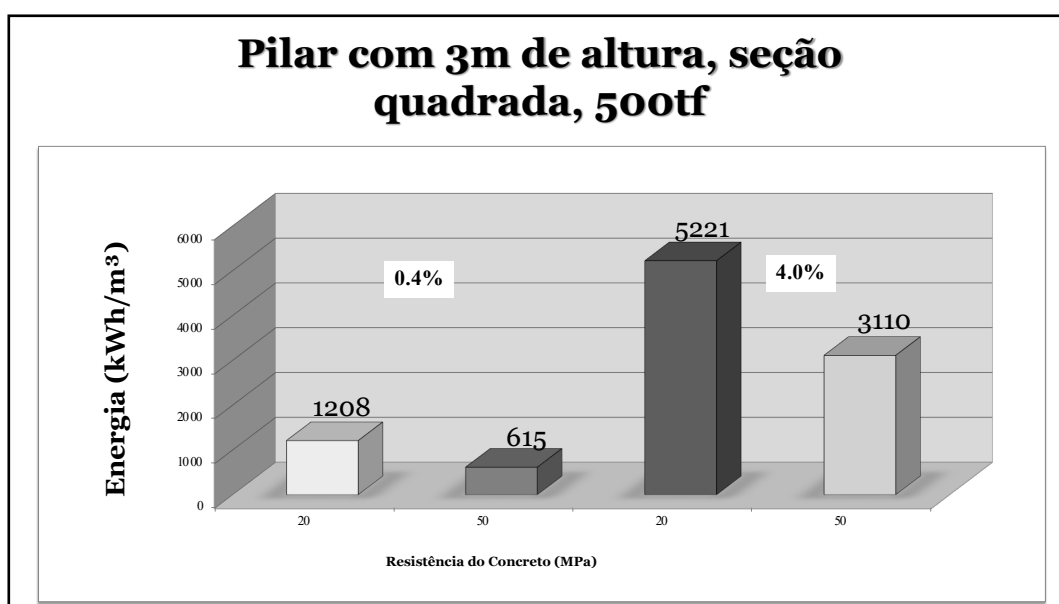
0.4% & 4%
Taxa de aço

Material	f_{ck}	GWP	Energia
	MPa	kg/m ³	kWh/m ³
Concreto armado	20	140 / 344	777 / 6437
Concreto armado	50	199 / 402	820 / 6480

32

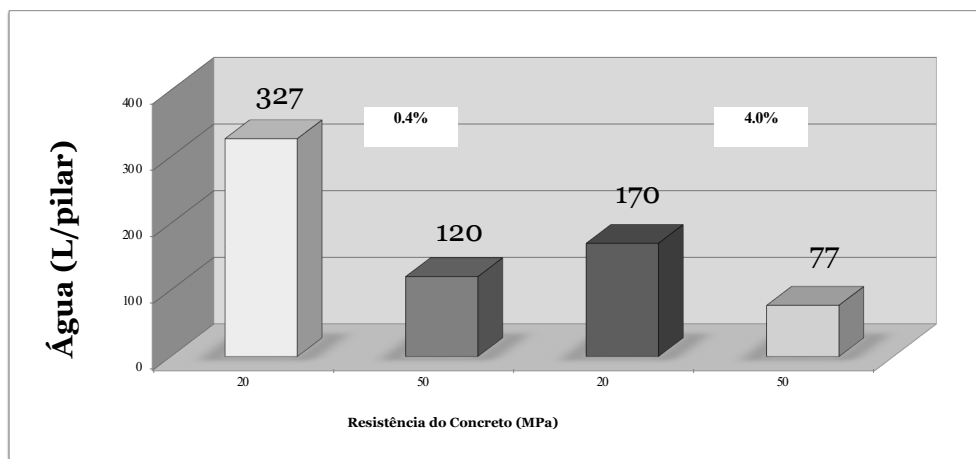


33



34

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



35

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

Força normal característica = 500 tf			
f_{ck} (MPa)	Taxa de aço (%) → total do pilar	Secção transversal(cm)	volume / massa
20	0.4 → 49kg	72 x 72	1,55 m ³ / 3,9 t
50	0.4 → 24kg	50 x 50	0,75 m ³ / 1,9 t
20	4.0 → 255kg	52 x 52	0,81 m ³ / 2,0 t
50	4.0 → 151kg	40 x 40	0,48 m ³ / 1,2 t

36

**Pilar com 3m de altura, seção
quadrada, 500tf**

20 MPa → 25 anos

50 MPa → 250 anos

37

Classe de concreto sustentável

Considerando consumo de cimento:

Concreto C90 → 6,0 kg cimento/MPa

Concreto C50 → 8,5 kg cimento/MPa

Concreto C20 → 13,0 kg cimento/MPa

38

Data de controle do f_{ck}

1. Passar de 28 para 91 dias → redução de até 23% para o concreto de $f_{ck} = 20$ MPa e cimento CP III 40 RS, e de no mínimo de 10% para o cimento CP V ARI .
2. Mesmo sendo explicito que a idade 91 dias apresenta a maior redução de resistência requerida aos 28 dias, na idade 63 dias também há reduções significativas, visto que, para o mesmo cimento com o mesmo f_{ck} , a redução de resistência à compressão seria de 18%.

39

Data de controle do f_{ck}

f_{ck}	consumo	reduz	reduz	reduz cimento
20	260 kg/m ³	23%	4,6 MPa	59 kg

40

**CONCRETO RESPONSÁVEL, SUSTENTÁVEL, BELO E
CONTEMPORÂNEO É:**

- mais resistente
- mais durável
- mais humano (< ruído e < esforço físico)
- consumir menos recursos materiais não renováveis
- consumir menos água
- consumir menos energia
- produzir menos resíduos e entulho

41

Reflexão

Diante do desafio atual da sustentabilidade o Brasil tem a oportunidade de se destacar como o País capaz de produzir o concreto mais sustentável do planeta, como já é o nosso cimento, principalmente considerando nossa matriz energética mais limpa.

42

Reflexão

Nestas breves considerações fica claro que o concreto não é um agente agressivo e gratuito ao planeta, sorção contrário, é indispensável ao desenvolvimento e qualidade de vida.

Mas o IBRACON está consciente do problema e sabe dialogar para encontrar o melhor caminho, sempre baseado na ciência, na tecnologia e na boa engenharia de concreto.