

Do ponto de vista ecológica e ambiental qual das peças estruturais é mais correta?

**Autores: Salomon Levy
Alex Alves Bandeira
Paulo Helene**

1

Gazes e energia emitidos por tonelada de material

Tipo	NOx (kg/ton)	CO2 (kg/ton)	GWP(*)	Energia utilizada para produção de uma tonelada de material (kWh/ton)
CPI	1,85	855	1447	998
Aço Bruto	4,43 ⁽¹⁾	1588,4 ⁽²⁾	3006	5060 ⁽³⁾

(*) GWP – fator de equivalência para aquecimento global 1 Nox = 320 CO2

2

kg de CO₂ e equivalentes/ m³ de Concreto fck 20MPa			
	Quantidade s / 1 m³	Fator de equivalência para aquecimento global (kg/ton)	kg de CO ₂ e equivalentes/ m³ de concreto produzido
Cimento CPI	280 kg	1447	405,16
Areia	845 kg	Desprezível	0
Pedra	1036 kg	Desprezível	0
Água	210 kg	Desprezível	0
Aço	120 kg	3006	360,72
Formas 12 m²/m³ 6 reutilizações chapa com esp. 0,014 m	2 > 0,0280 m³/2m²)	Desprezível	0
TOTAL			765,88

3

kg de CO₂ e equivalentes/ m³ de Concreto fck 80MPa			
	Quantidade s / 1 m³	Fator de equivalência para aquecimento global (kg/ton)	kg de CO ₂ e equivalentes/ m³ de concreto produzido
Cimento CPI	540 kg	1447	781,38
Areia	741 kg	Desprezível	0
Pedra	980 kg	Desprezível	0
Água	151,2 kg	Desprezível	0
Aço	120 kg	3006	360,72
Formas 12 m²/m³ 6 reutilizações chapa com esp. 0,014 m	2 0,0280 m³/2m²)	Desprezível	0
TOTAL			1142,10

4

Total de kg de CO₂ e equivalentes por elemento estrutural capaz de suportar uma carga de 160 ton

▪ **Pilar em concreto fck 20 MPa**

- Dimensões do pilar $\phi = 0,98 \text{ m} \times h = 3,00 \text{ m}$
- Volume total de concreto do pilar $= 2,26 \text{ m}^3$
- $765,88 \text{ kg/m}^3 \times 2,26 \text{ m}^3$ $= 1.733,11 \text{ kg de CO}_2 \text{ e equivalentes}$

▪ **Pilar em concreto fck 80 MPa**

- Dimensões do pilar $\phi = 0,48 \text{ m} \times h = 3,00 \text{ m}$
- Volume total de concreto do pilar $= 0,54 \text{ m}^3$
- $1142,10 \text{ kg/m}^3 \times 0,54 \text{ m}^3$ $= 620,01 \text{ kg de CO}_2 \text{ e equivalentes}$

5

Total de kg de CO₂ e equivalentes por elemento estrutural capaz de suportar uma carga de 160 ton

▪ **Pilar em aço ASTM 36**

- Área do perfil do pilar $S = 300 \text{ cm}^2 \times h = 3,00 \text{ m}$
- Massa do pilar $= 0,71 \text{ ton}$
- $0,71 \text{ ton} \times 3006,0 \text{ Kg de CO}_2/\text{ton}$ $= 2.123,74 \text{ kg de CO}_2 \text{ e equivalentes}$

6

Energia consumida para produção de m³ de Concreto fck 20MPa

	Quantidades / 1 m³	Energia utilizada para produção de uma tonelada ou 1 m³ de material (kWh/ton)	Consumo total de energia kWh/m³ de concreto
Cimento CPI	280 kg	998	279,44
Areia	845 kg	4	0,34
Pedra	1036 kg	12	12,43
Água	210 kg	desprezível	0
Aço	120 kg	5060	607,20
Formas 12 m²/m³ 6 reutilizações chapa com esp. 0,014 m	2 > 0,0280 m³/2m²)	154	43,12
TOTAL			942,53

7

kg de CO₂ e equivalentes/ m³ de Concreto fck 80MPa

	Quantidades / 1 m³	Energia utilizada para produção de uma tonelada ou 1 m³ de material (kWh/ton)	Consumo total de energia kWh/m³ de concreto
Cimento CPI	540 kg	998	538,92
Areia	741 kg	4	2,964
Pedra	980 kg	12	11,76
Água	151,2 kg	desprezível	0
Aço	120 kg	5060	607,2
Formas 12 m²/m³ 6 reutilizações chapa com esp. 0,014 m	2 > 0,0280 m³/2m²)	154	43,12
TOTAL			1203,96

8

Total de energia consumida por elemento estrutural capaz de suportar uma carga de 160 ton

▪ **Pilar em concreto fck 20 MPa**

- Dimensões do pilar $\phi = 0,98 \text{ m} \times h = 3,00 \text{ m}$
- Volume total de concreto do pilar $= 2,26 \text{ m}^3$
- $942,53 \text{ kg/m}^3 \times 2,26 \text{ m}^3 = 2130,12 \text{ kWh}$

▪ **Pilar em concreto fck 80 MPa**

- Dimensões do pilar $\phi = 0,48 \text{ m} \times h = 3,00 \text{ m}$
- Volume total de concreto do pilar $= 0,54 \text{ m}^3$
- $1203,96 \text{ kg/m}^3 \times 0,54 \text{ m}^3 = 607,2 \text{ kWh}$

9

Energia utilizada na produção de elemento estrutural capaz de suportar uma carga de 160 ton

▪ **Pilar em aço ASTM 36**

- Área do perfil do pilar $S = 300 \text{ cm}^2 \times h = 3,00 \text{ m}$
- Massa do pilar $= 0,71 \text{ ton}$
- $0,71 \text{ ton} \times 5060 \text{ kWh/ton} = 3.592,6 \text{ kWh}$

10

Referencias Bibliográficas

(1) Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa , realizado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, em cumprimento ao Protocolo de Quioto, a emissão média de Oxidos de Nitrogênio (NOX) da siderurgia brasileira em 1994 era da ordem de 4,43 kg por tonelada de aço bruto produzida.

(2) Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa[1], realizado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, em cumprimento ao Protocolo de Quioto, a emissão média de dióxido de carbono (CO2) da siderurgia brasileira para usinas integradas é da ordem de 1,5884 tonelada por tonelada de aço bruto produzida

(3) Portal da CSN: Para a produção de 1 tonelada de aço são necessários 40 l. de água e 5,06 MWh/t, enquanto que para a produção de 1 tonelada de alumínio, são necessários 1200 l de água e 16,90 MWh/t de energia elétrica. (Fonte: "Os bilhões Perdidos no Lixo", de Sabetai Calderoni)