



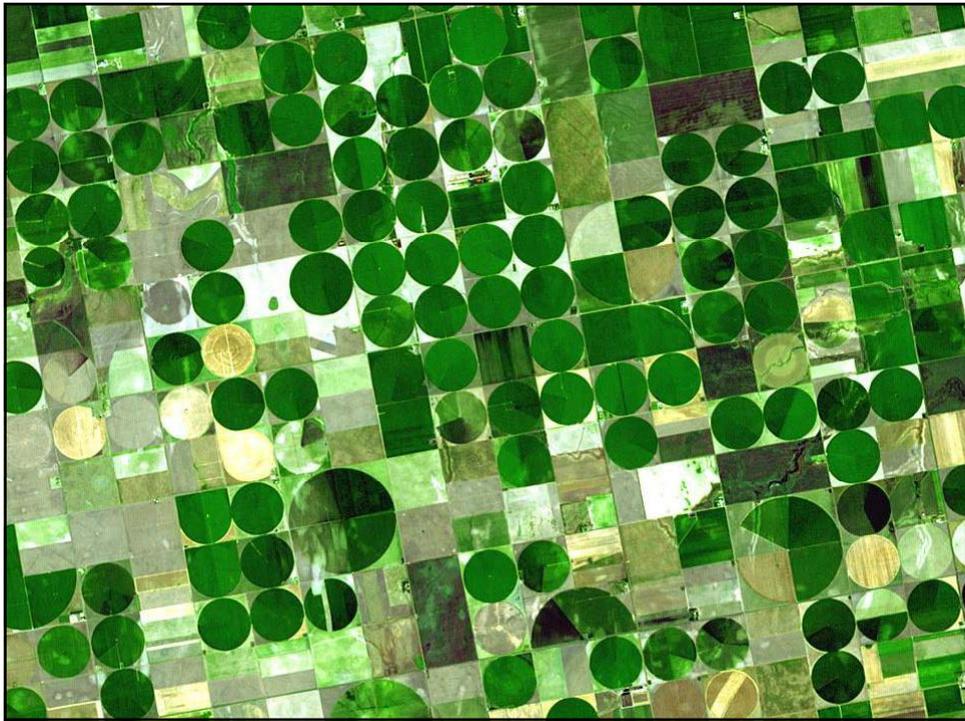
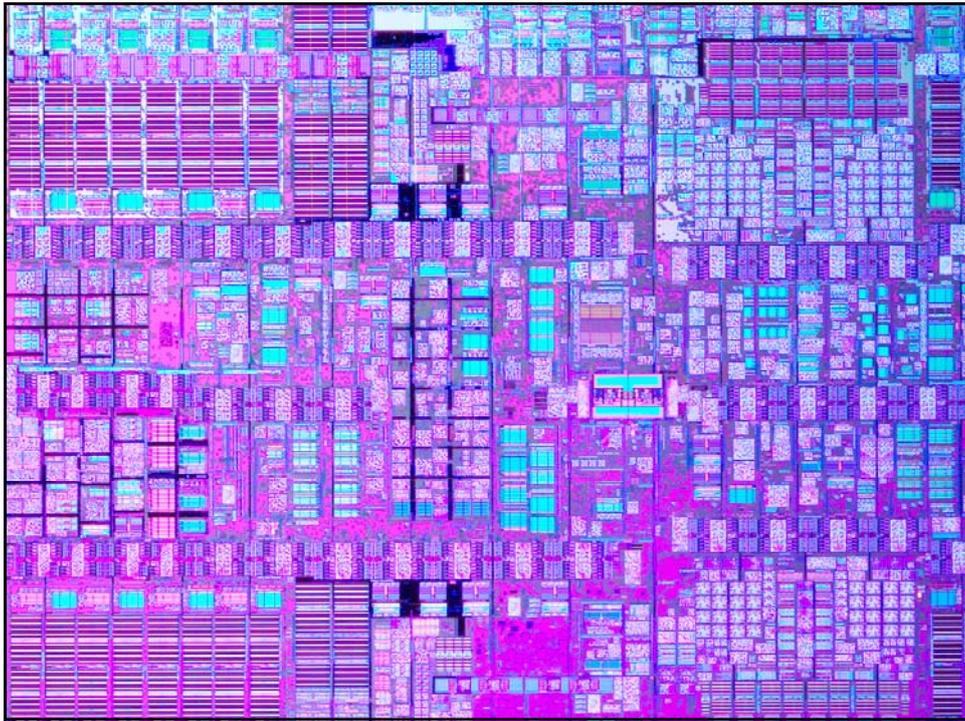
Conselho Brasileiro de  
Construção Sustentável

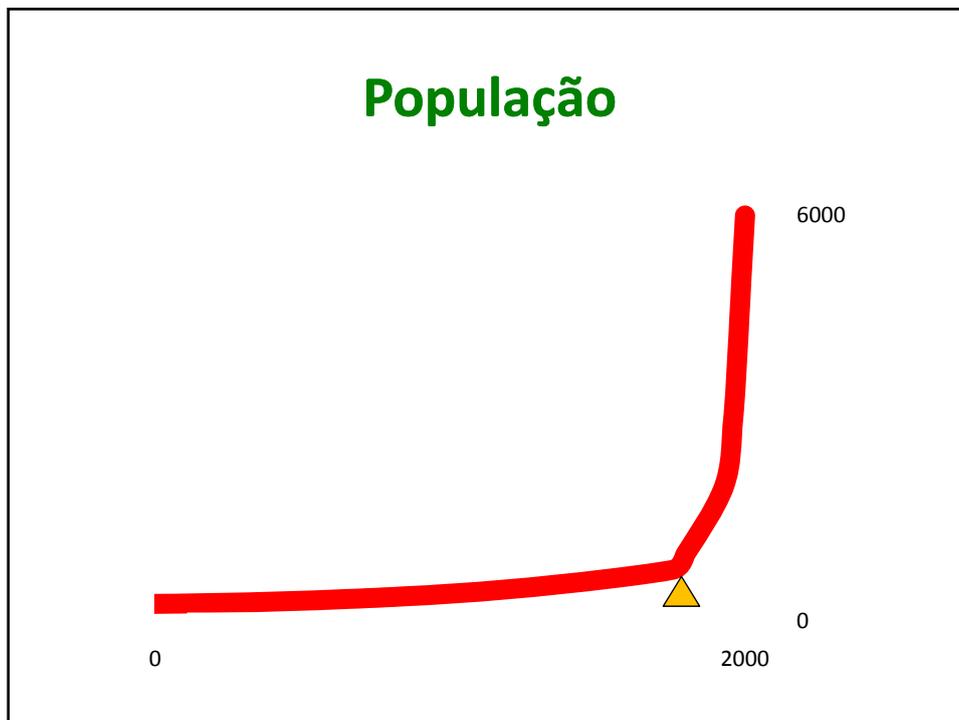
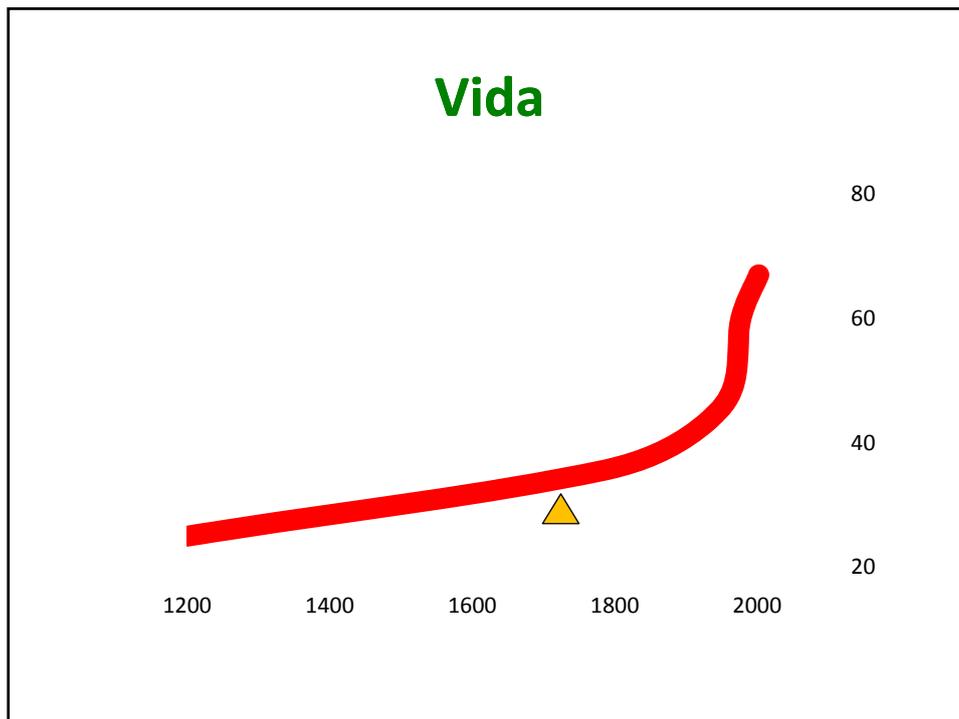
## **Mudanças climáticas, construção e inovação**

Vanderley M. John

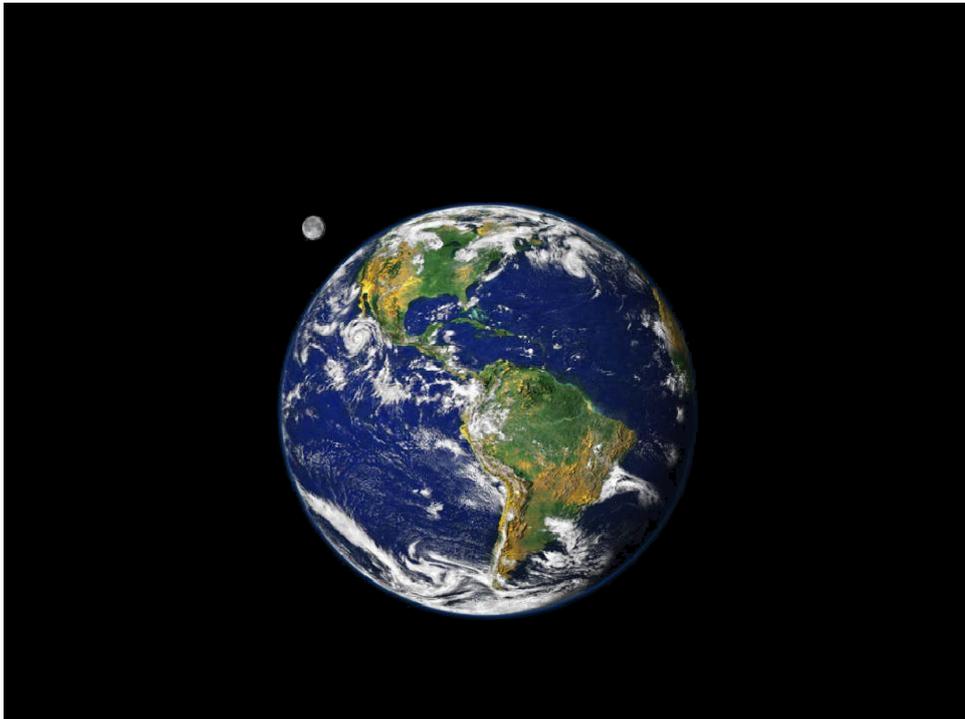


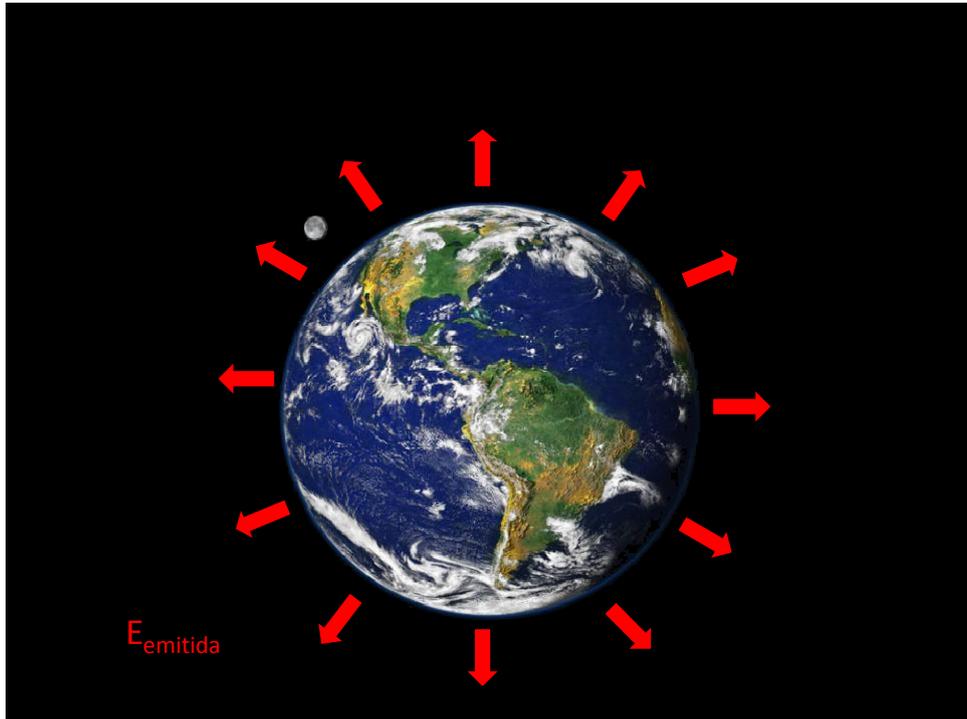
# progresso





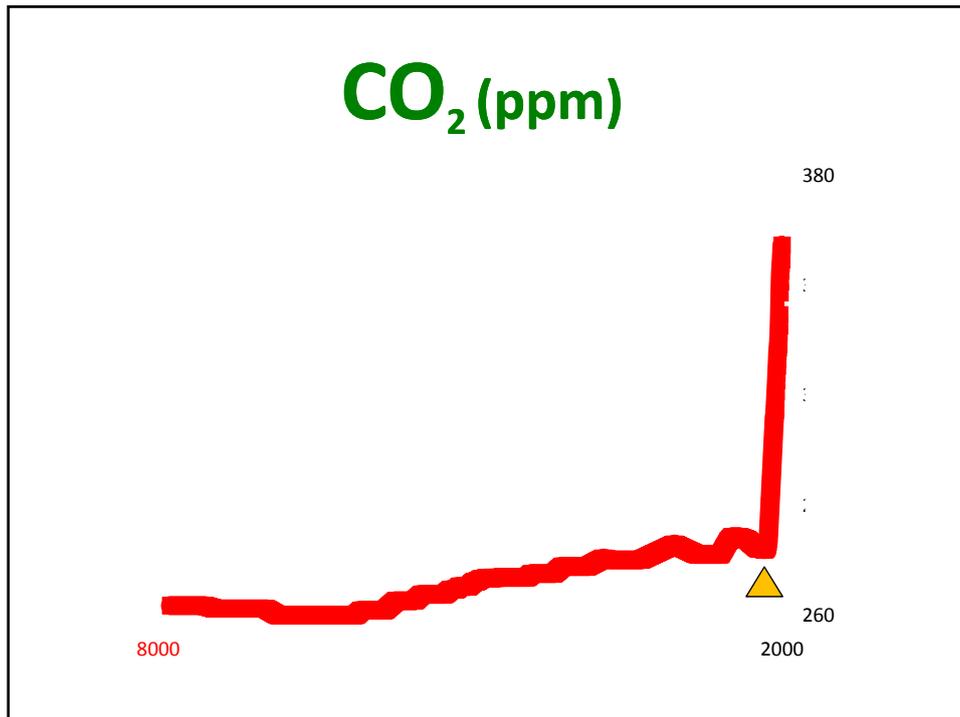
# UMA VIDA MELHOR





$$\text{Temp} = E_{\text{solar}} - E_{\text{emitida}}$$

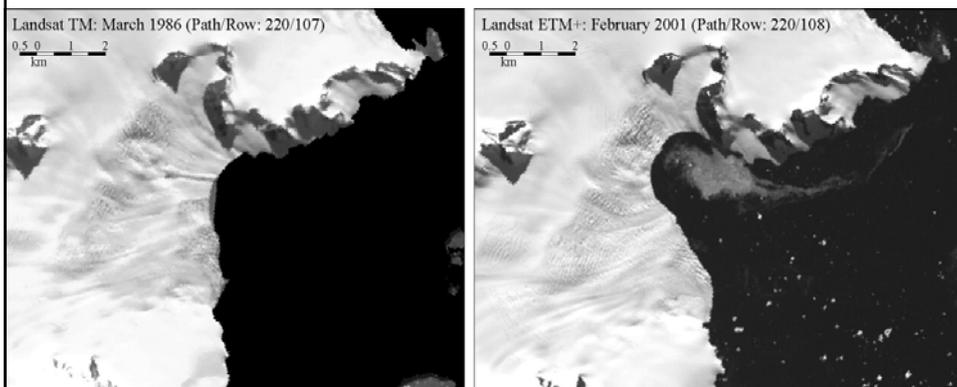




a terra está aquecendo

## CONSEQUÊNCIAS?

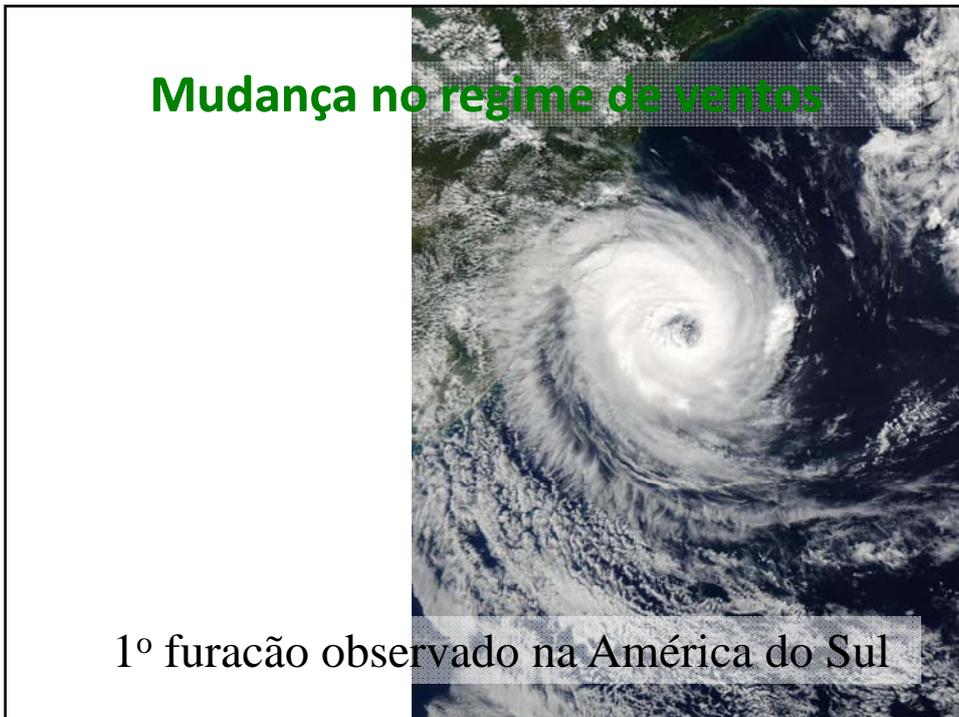
### Aumento do nível do mar



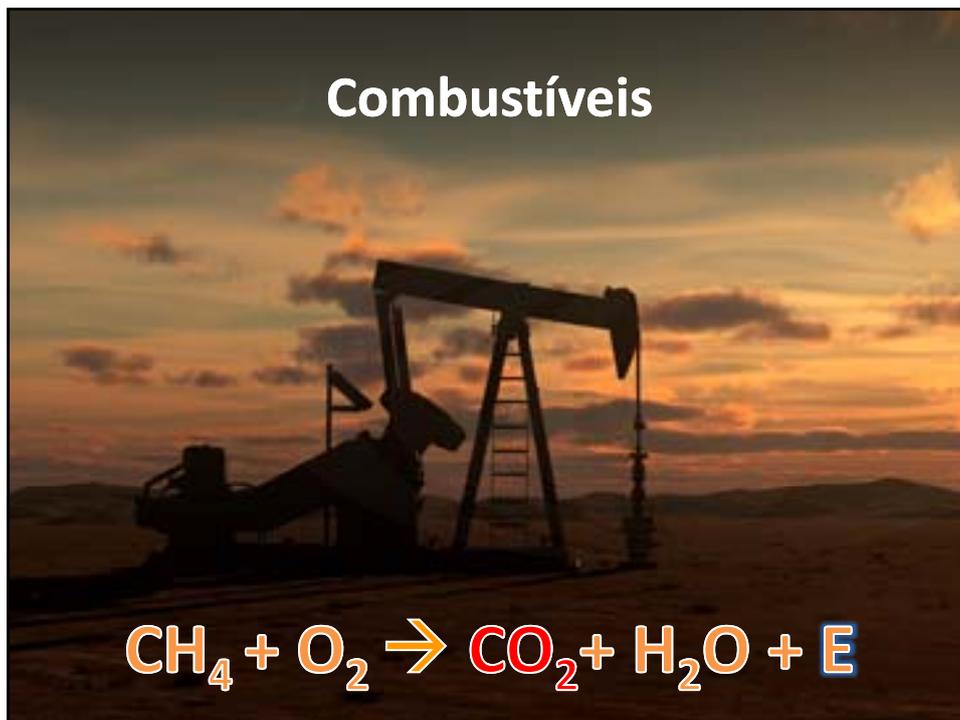
. Satellite image pair showing glacier retreat of Sheldon Glacier, Adelaide Island (67{degrees}32'S, 68{degrees}17'W

A. J. Cook et al., *Science* 308, 541 -544 (2005)  
DOI: 10.1126/science.1104235





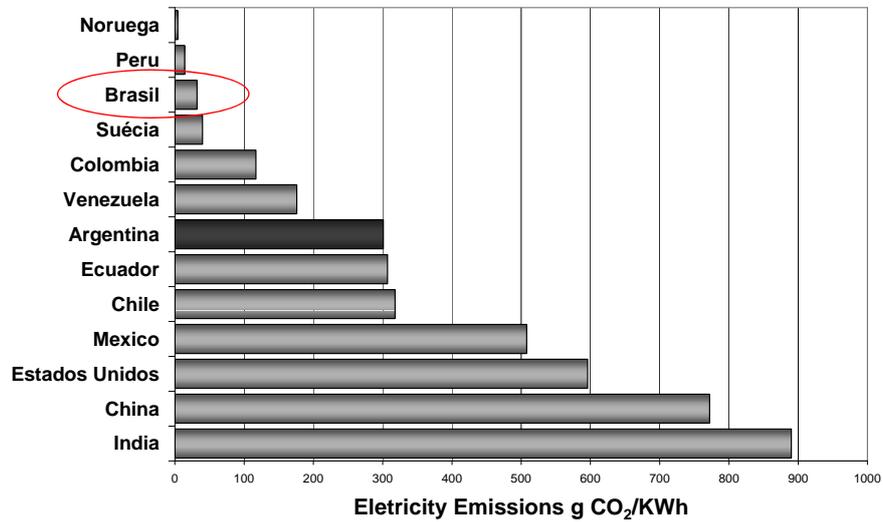
**CAUSAS**



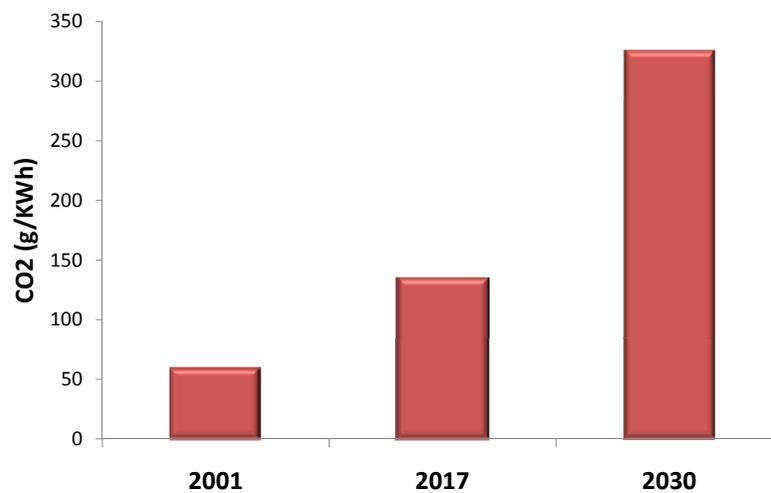
**biomassa nativa  
não renovável**

**combustíveis na  
construção?**

## CO<sub>2</sub> e Electricidade (2001)



## CO<sub>2</sub> na eletricidade



(Estimativa pessoal a partir do PNE 2030 e WRI (2001))

## Residências com ar condicionado

**3,4 x**  
entre 2005 e 2030

(PNE 2008)



aço cal cimento

...

Aço – 9%

Cimento – 6%

das emissões de CO<sub>2</sub> antropogênicas globais

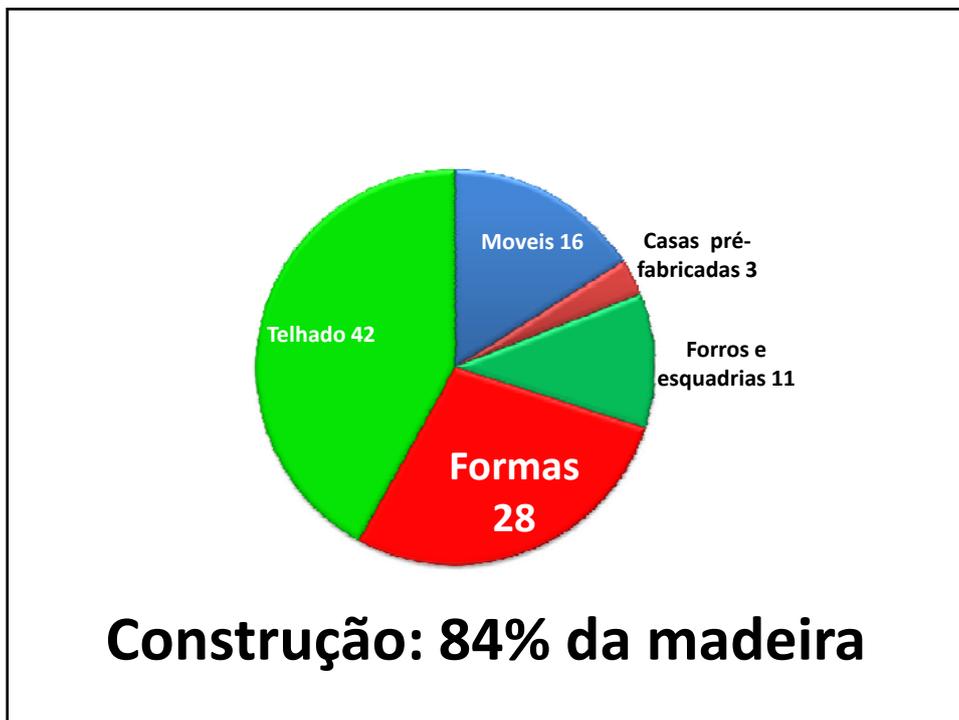


Queimada





**Qual a contribuição da  
construção?**



**<1%**

**da madeira disponível é  
consumida na construção**

construção financeira  
**o desmatamento**

Sustentabilidade social:

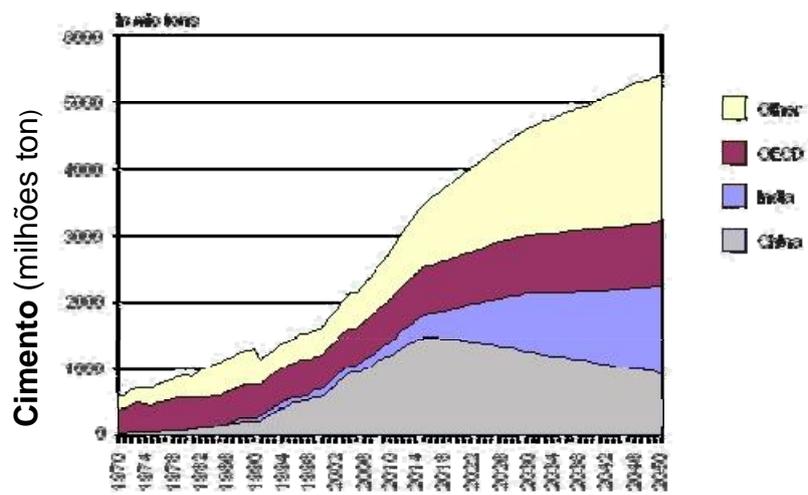
## **A CONSTRUÇÃO PRECISA CRESCER**





## Evolução da produção de cimento

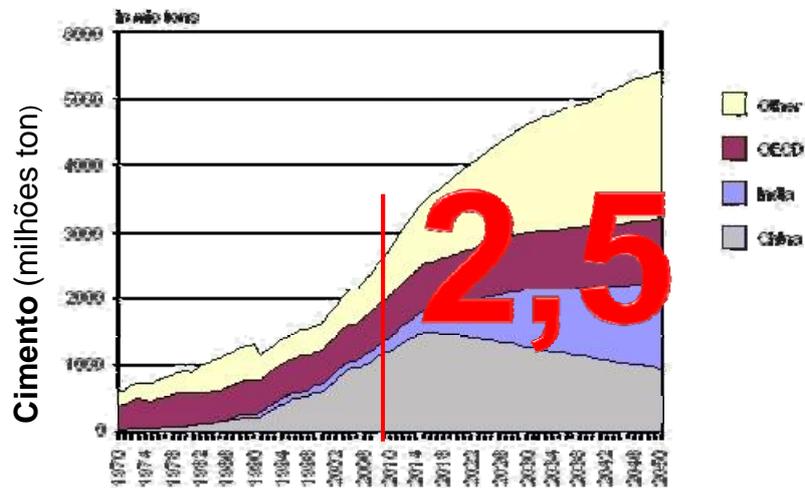
O exemplo do cimento se aplica a TODOS os materiais



WBCSD Sustainable Cement Initiative. Progress Report 2007

## Evolução da produção de cimento

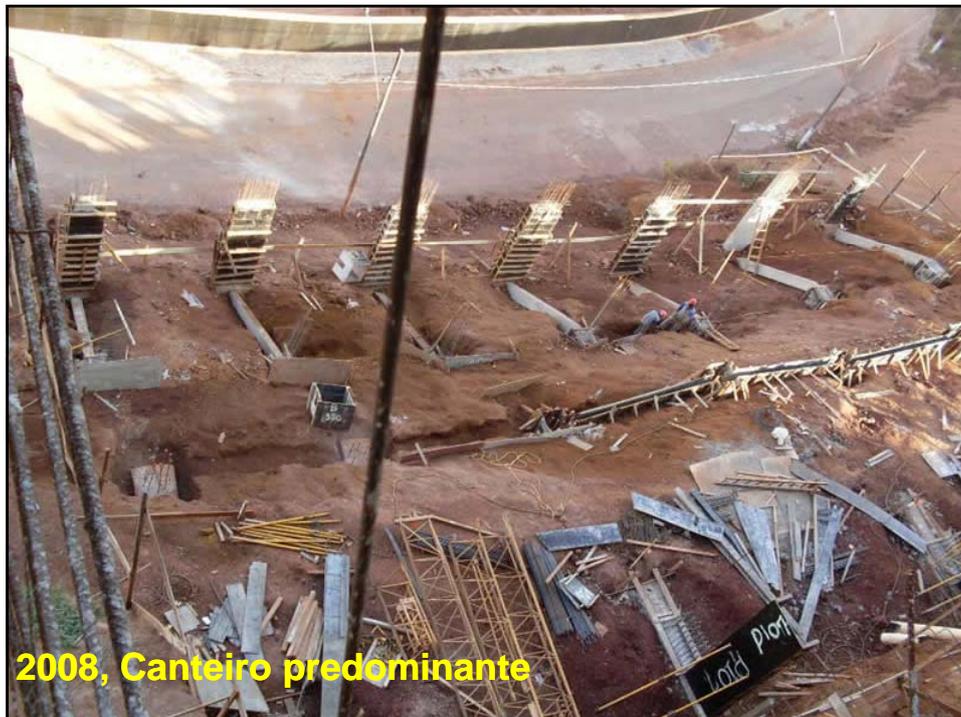
O exemplo do cimento se aplica a TODOS os materiais



WBCSD Sustainable Cement Initiative. Progress Report 2007

Para Sobreviver Será Necessário

**INOVAÇÃO**  
na construção







***“the construction industry is infamous for the barriers it places in the way of innovation,”  
(CERF, 1998).***

## Setores Industriais maduros pulverizados

# Fornecedores

são os grandes responsáveis por inovações.

Powell & Moris, 2004

## Fornecedores Inovadores



Válvula de dupla descarga.



Torneiras automáticas



Aeradores



Limitadores de vazão







## **Construção & Inovação**

- **Melhoria continua do processo existente.**
- **Incorporação de soluções de fornecedores.**

**a evolução é lenta.**

**reduzir**  
**5X**  
a pegada ecológica

Precisamos de  
**transformação**  
**acelerada**

## Na direção certa?



## Planejamento Estratégico da Cadeia Produtiva



**CBIC**

Projeto Inovação Tecnológica na Construção

**INOVAÇÃO & MUDANÇAS  
CLIMÁTICAS**

## Análise do Ciclo de Vida

- CO<sub>2</sub>
- Energia
- Matéria prima
- Água
- Resíduos

GT Materiais do CBCS



Conselho Brasileiro de  
Construção Sustentável

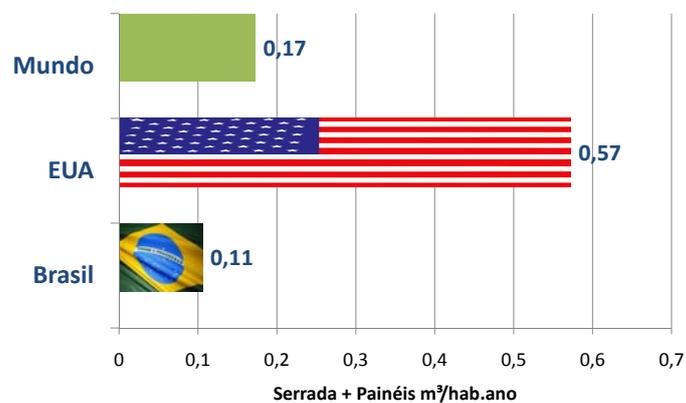
Qual a pegada de CO<sub>2</sub>?  
Qual a meta de redução?

## **INOVAÇÃO NO USO DE MADEIRA**

### **Madeira**

aplicações duráveis na construção é  
**estoque de carbono**

## Consumo Per Capita de Madeira



FAO State of the World's Forests 2009 (dados 2006)

# 43-80%

da madeira nativa é

# ilegal

3 a 6 milhões de m³/ano

WWF (2009)  
BOAS PRÁTICAS PARA MANTER A MADEIRA ILEGAL FOR A DE SEUS NEGÓCIOS

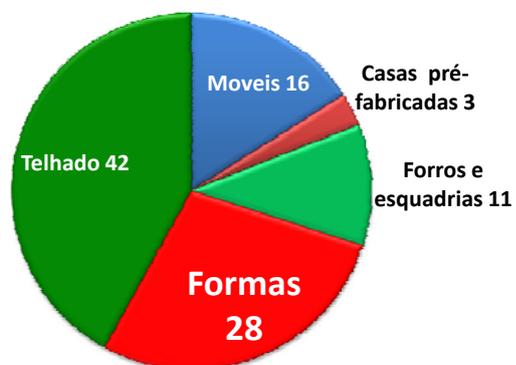
**1m<sup>3</sup> de madeira não manejada**



**10~15 ton de CO<sub>2</sub>**

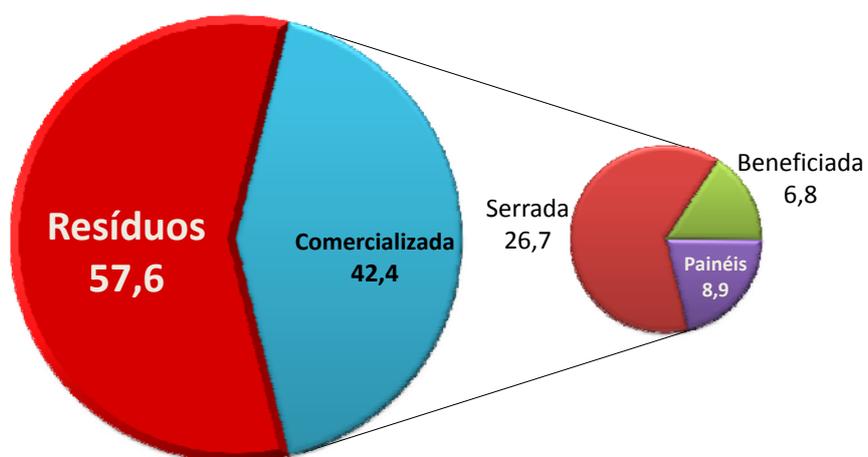
**Madeira nativa, só certificada.**

## Madeira na Construção



apenas 56% é duravel

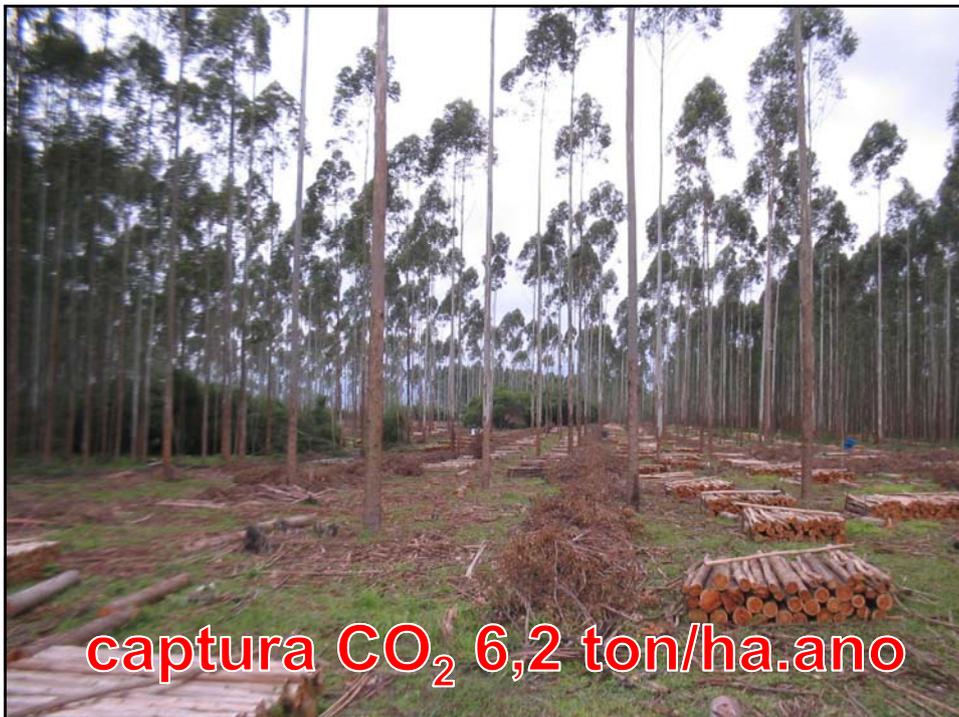
## 18 toneladas de toras



Madeira industrializada gera menores perdas.





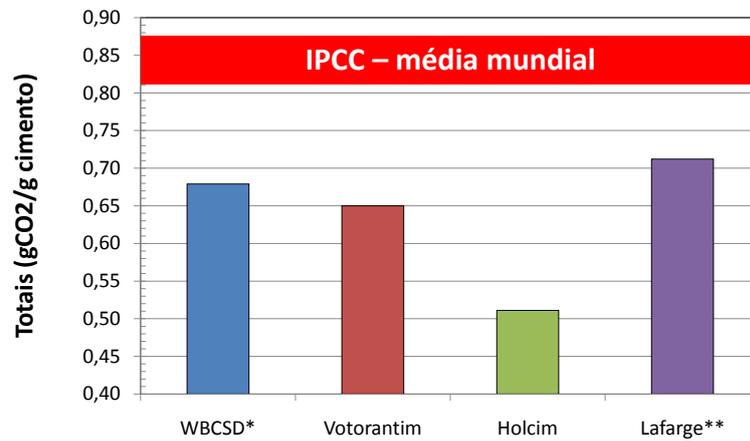


**Intensificar o uso de  
madeira plantada industrializada  
em aplicações duráveis.**

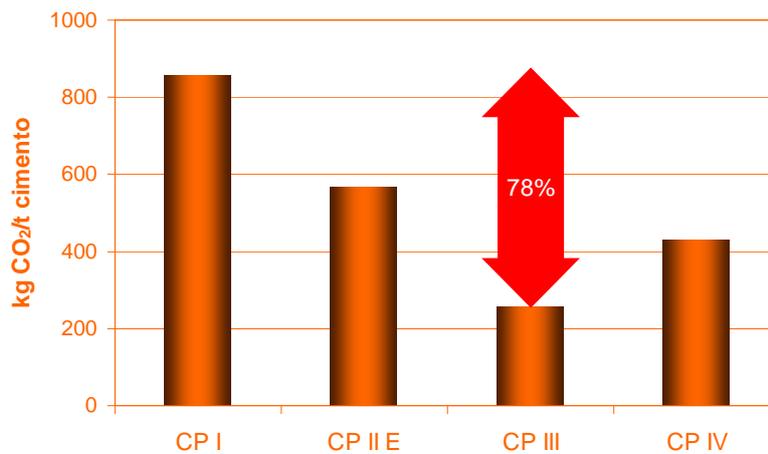
Inovação

**CONSUMO DE CIMENTO E  
MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

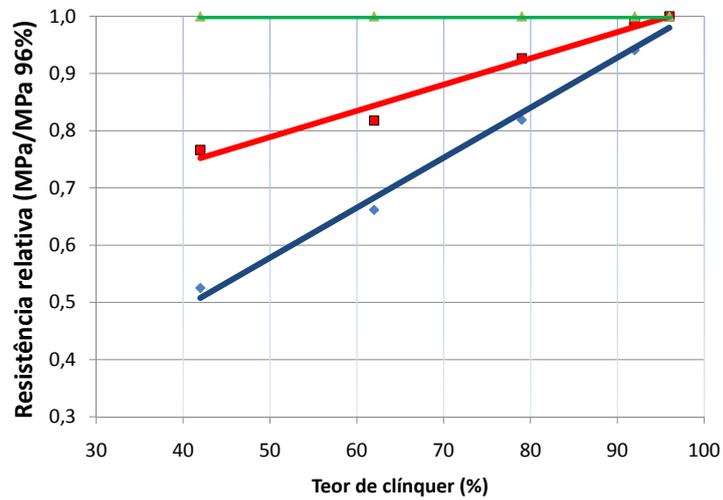
## Emissões Totais CO<sub>2</sub> (2007)



## Cimentos Brasileiros



## Margem de redução do teor de clínquer no Brasil

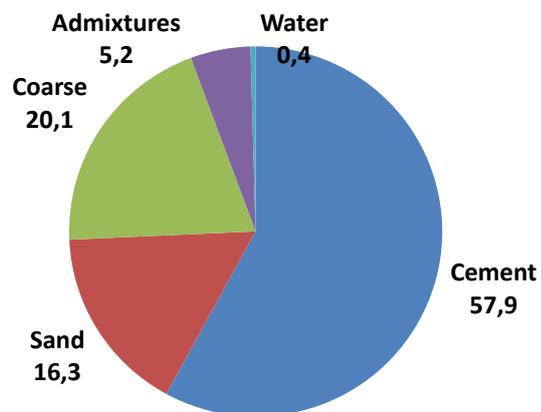


Como promover a mitigação?

**INOVAÇÃO NA INDÚSTRIA DO  
CIMENTO**

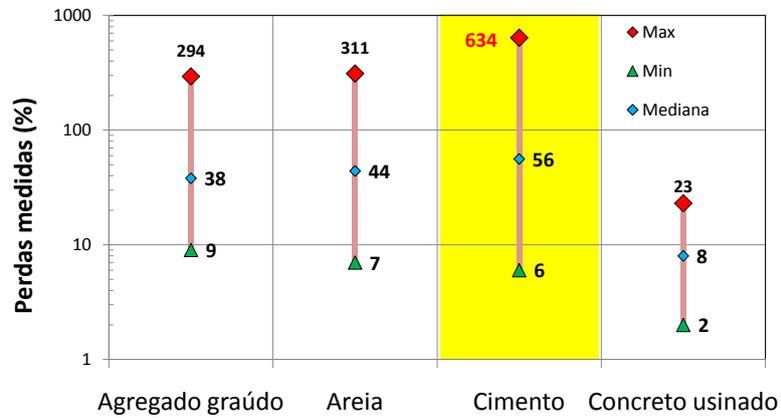
**Otimizando o uso de cimento.**

## Vantagem econômica



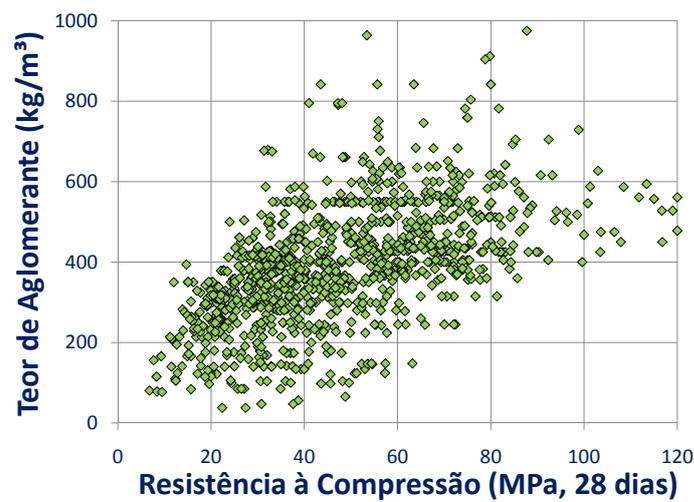
Typical Brazilian Ready Mix Market

## Redução de Perdas

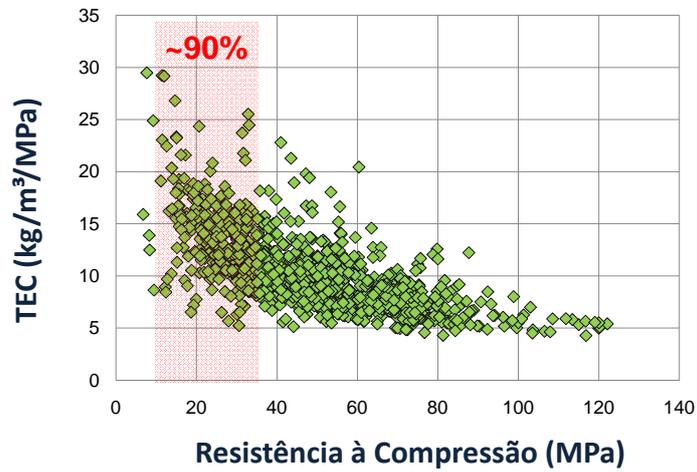


Souza et al. 1998

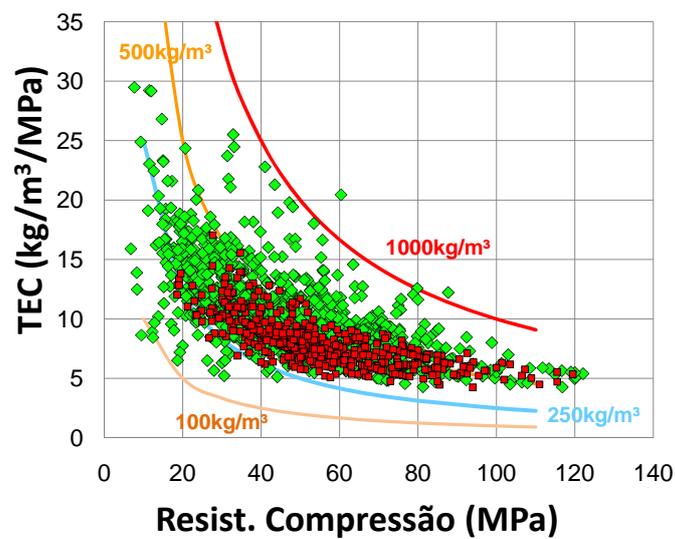
## Benchmark Literatura Brasileira



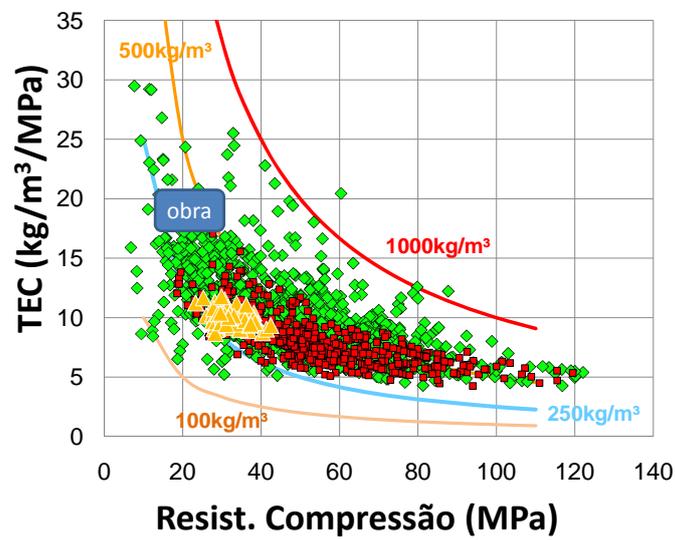
## Teor Específico de Cimento no Concreto



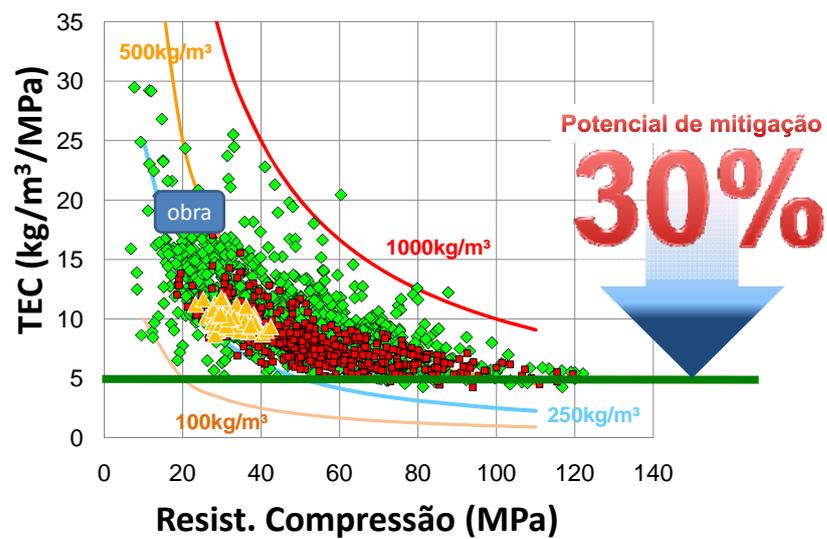
## Literatura Brasileira + Estrangeira



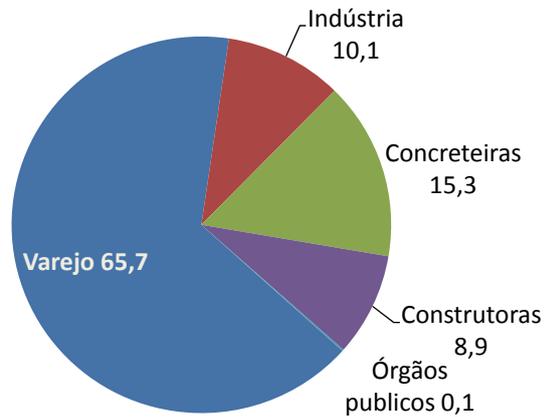
## Concreto Usinado & Obra



## Concreto Usinado & Obra



## Como aumentar a participação do concreto usinado?



SNIC, 2008

## Teor de Cimento & Durabilidade

“requeriments for minimum cement content in standards should be revisited.”

*Wasserman, Katz, Bentur, 2008*

**Minimum cement content requirements: a must or a myth?**

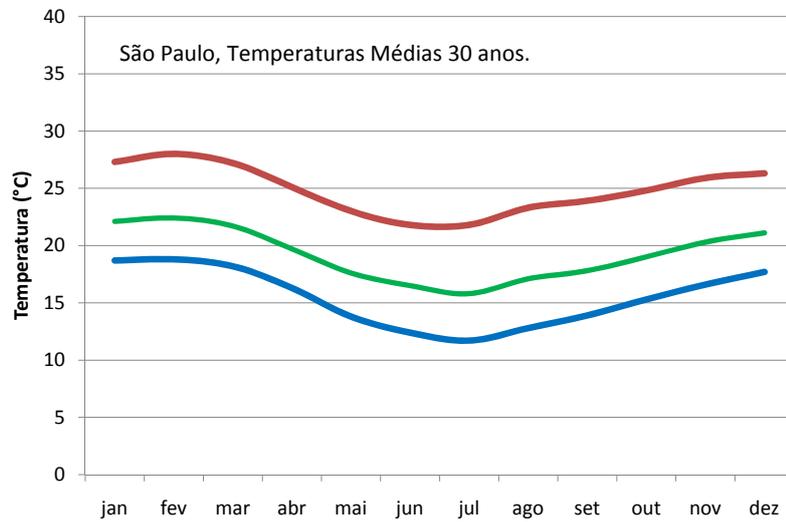
Conforto sem ar condicionado

**A CASA COMO MAQUINA DE MORAR**  
(LE CORBUSIER)



Qualquer coisa + ar condicionado

## Arquitetura bioclimática: Edifícios São Estáticos, o Clima é Dinâmico



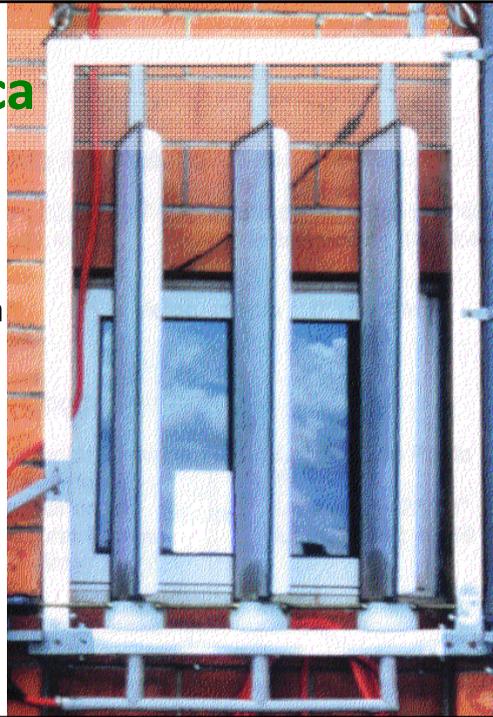
## Inércia térmica

- Inércia térmica reduz **consumo de energia** em climas temperados.
- Exige grande massa de materiais,
  - Emissão de CO<sub>2</sub>
  - Geração de resíduos
  - Consumo de recursos naturais

## Fachada Dinâmica

- Multifuncional:
  - Sombreamento
  - Aquecimento de água
- Iluminação natural controlada

Prado, R.T. A. **Efeito de Sombreamento Automático no Desempenho Energético de Sistemas Prediais.** Tese de doutorado. PCC USP 1996.



## Fachadas Dinâmicas no mercado



KIEFER TECHNIC SHOWROOM  
Arq. Ernst Giselbrecht

## Fachadas dinâmicas atuais

**Investimento elevado**

partes móveis

**Manutenção complexa**

## Fachadas dinâmicas do Futuro: Movimento Eletrônico



**Tecidos + acionador SMA (Shape Memory Allys)**

Coelho, Maes, 2008

## Solução do Presente Materiais com Mudança de Fase



**Não é possível ajustar ao longo do ano.**

## Uma Possibilidade: Água como Material de Construção

- Líquida ou gel tixotrópico
- **Baixo consumo:**  
circuito fechado
- Água circula (opcional)
  - Refrigeração
  - Aquecimento

Capacidade térmica  
**5x**  
maior que  
concreto e cerâmica

## Variação da Inércia Térmica em Tempo Real

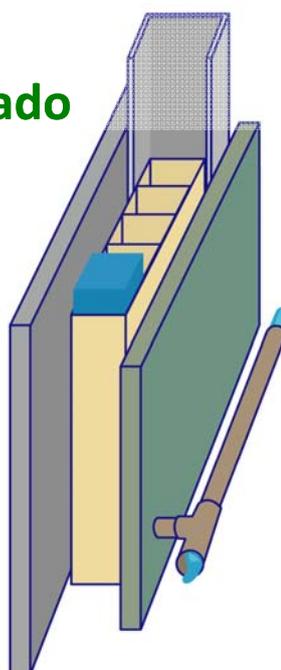


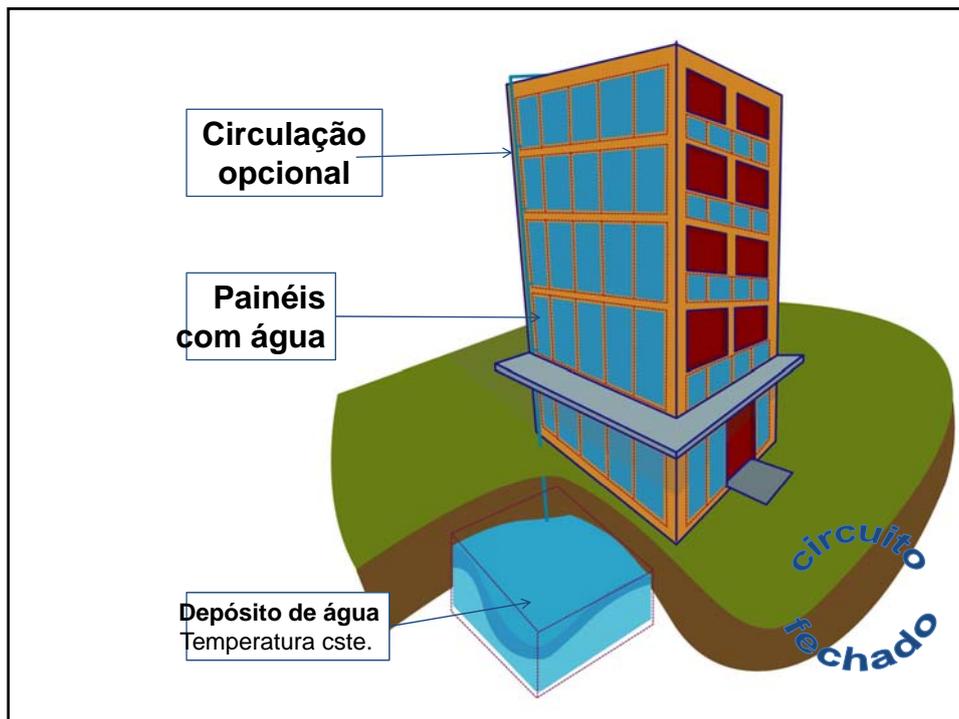
**50 kg**

**Baixa inércia térmica**  
Rápido equilíbrio com o ambiente

## Solução Construtiva Componentes de Mercado

- Container
  - Painéis de PVC rígido
  - Bolsas de PVC flexível
- Parede em steel-frame
- Massa da parede  $\sim 50\text{kg/m}^2$  (drenada)

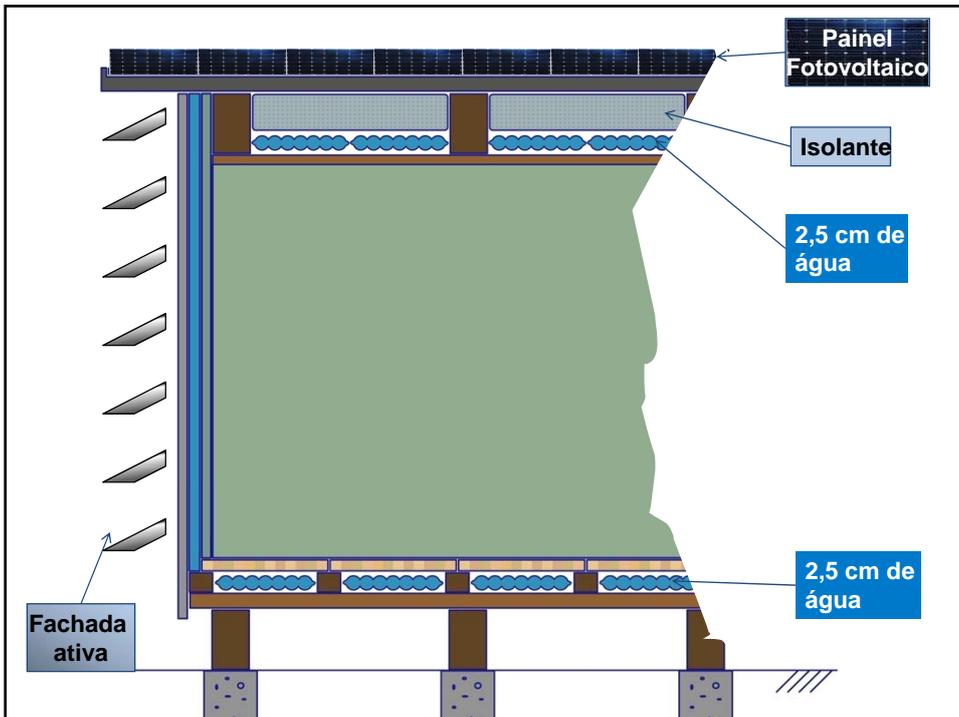




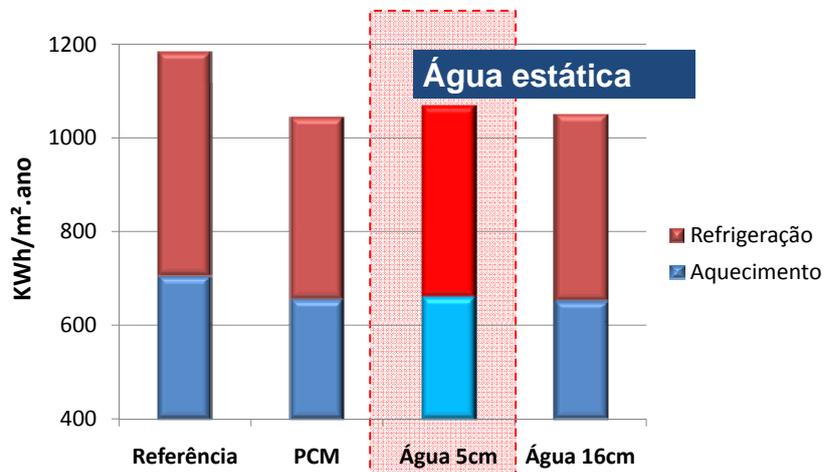
## Testando as Idéias



- Participantes
  - USP (FAU, IEE, Poli)
  - UFRGS
  - UFSC
  - UFRJ
  - UFMG
  - UNICAMP
- Professores
- Estudantes



## Resultados da Simulação: Madrid



R. Lamberts; M. Pacheco. Schematic Energy Analysis Report . Casa Solar Flex

**MUITA COISA ESTA ACONTECENDO.**

## Concreto Fotocatalítico Auto-limpante



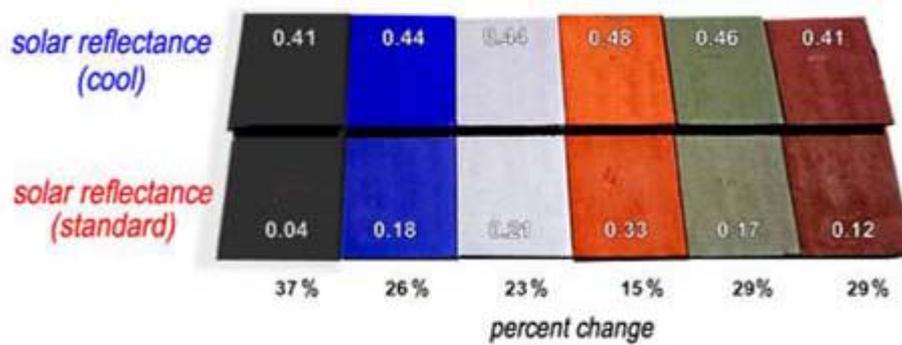
Radiação UV



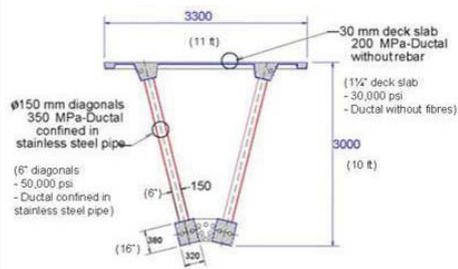
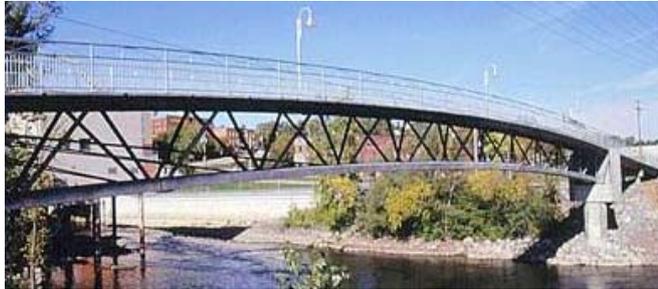
Degrada sujeira e a poluição do ar.

Arq. Richard Meier. Igreja do Jubileu, Roma, 2003

## Tecnologia de telhados frios



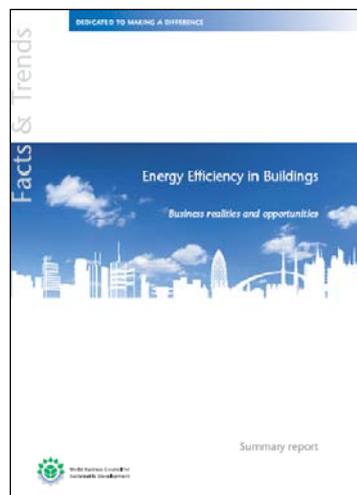
## Reactive Powder Concrete



# 200MPa

<http://www.imagineductal.com>

## Ano 2050 Zero net Energy Building



- Europa:
  - Projeto de **€2 bi em 10 anos**
- França: **mandatório no ano 2015**



World Business Council for  
Sustainable Development

**Combater mudanças climáticas**

**inovação**

**Inovação Depende de**

Disposição de correr

**risco**

**idéias**

**ciência**

# 87%

crescimento econômico é devido a

**NOVAS TECNOLOGIAS**

Robert Solow (Prêmio Nobel 1987)

**Nosso futuro depende de**

# **inovação**

na construção civil.