



Sustentabilidade e a industrialização da construção

Vanderley M. John



progresso

Agricultura



~10.000 AC

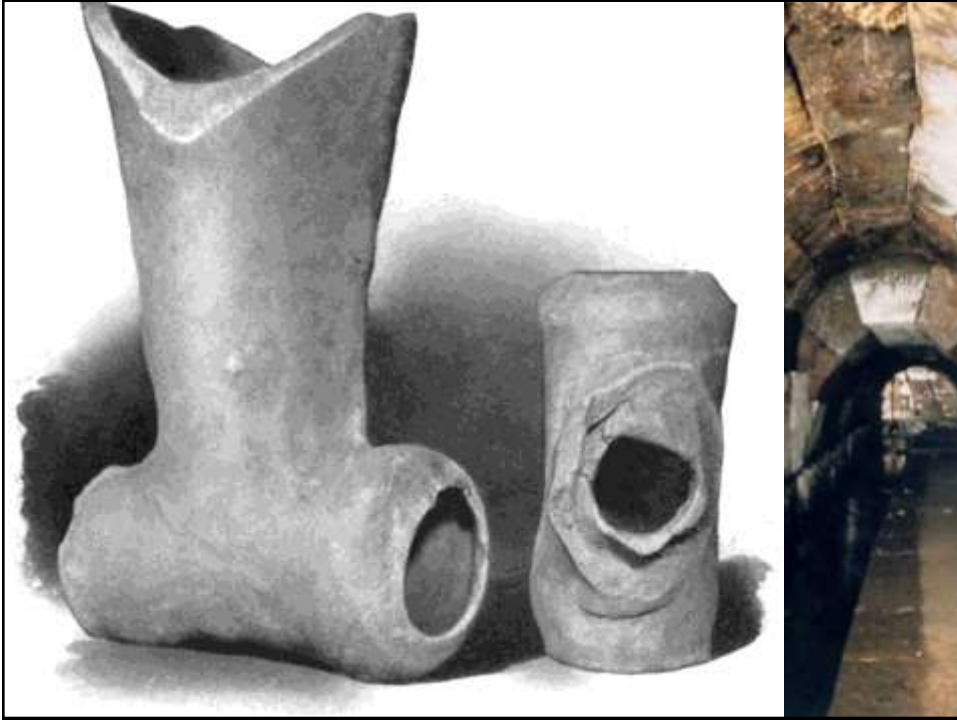
<http://library.thinkquest.org/C0116484/english/simple/science002.htm>





A cidade



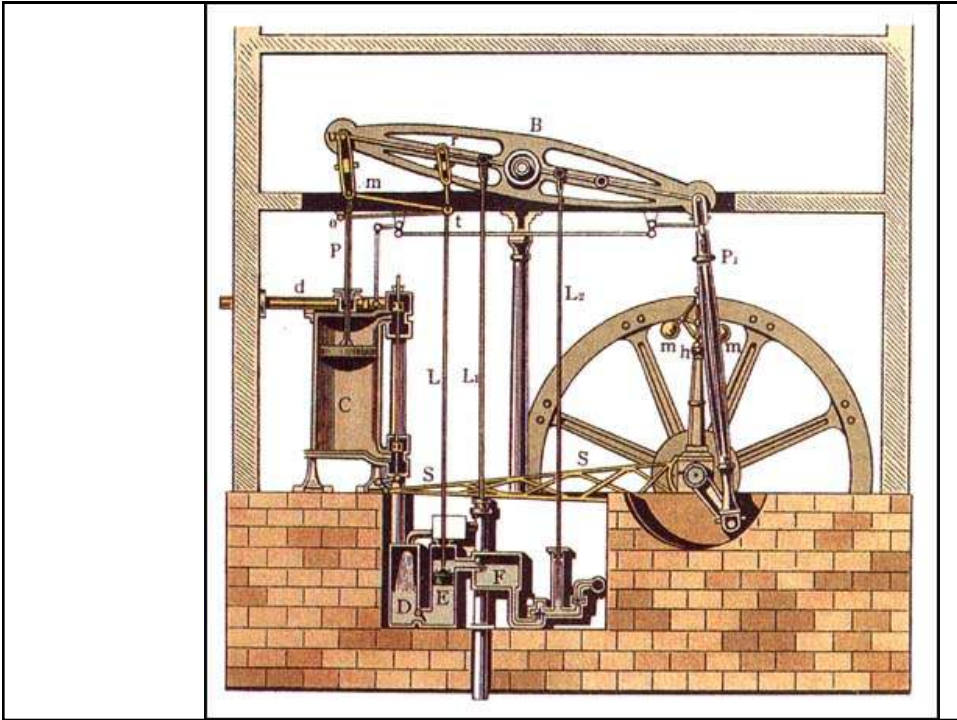


Bússola



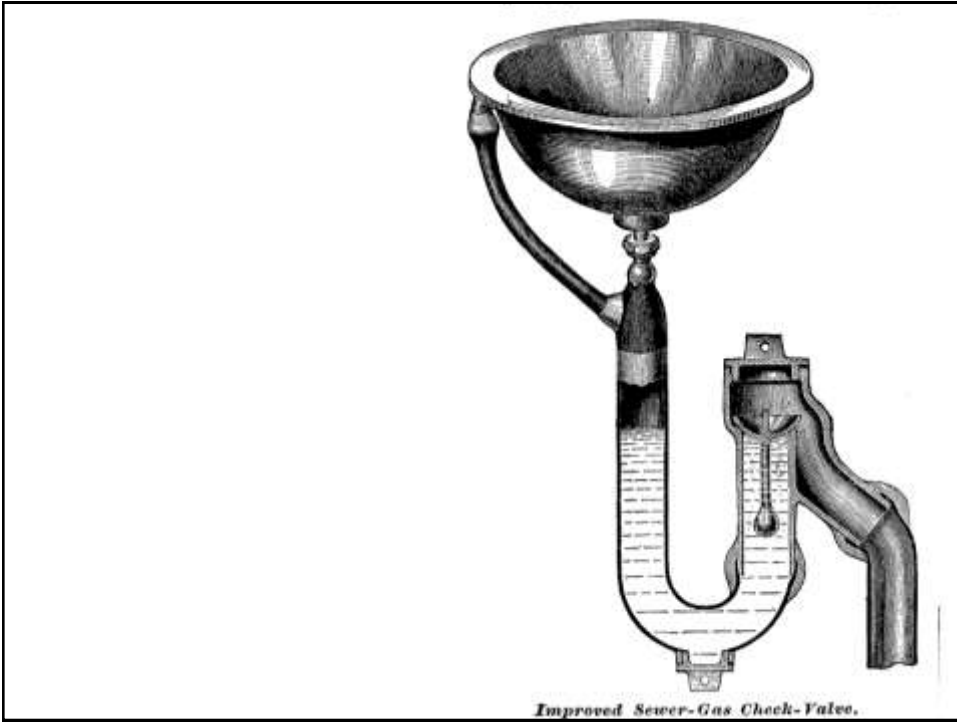
Imprensa







1879



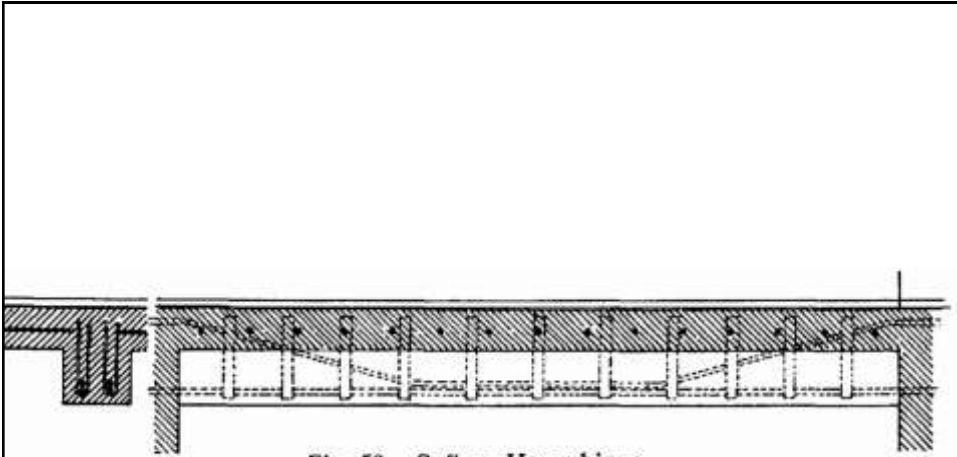
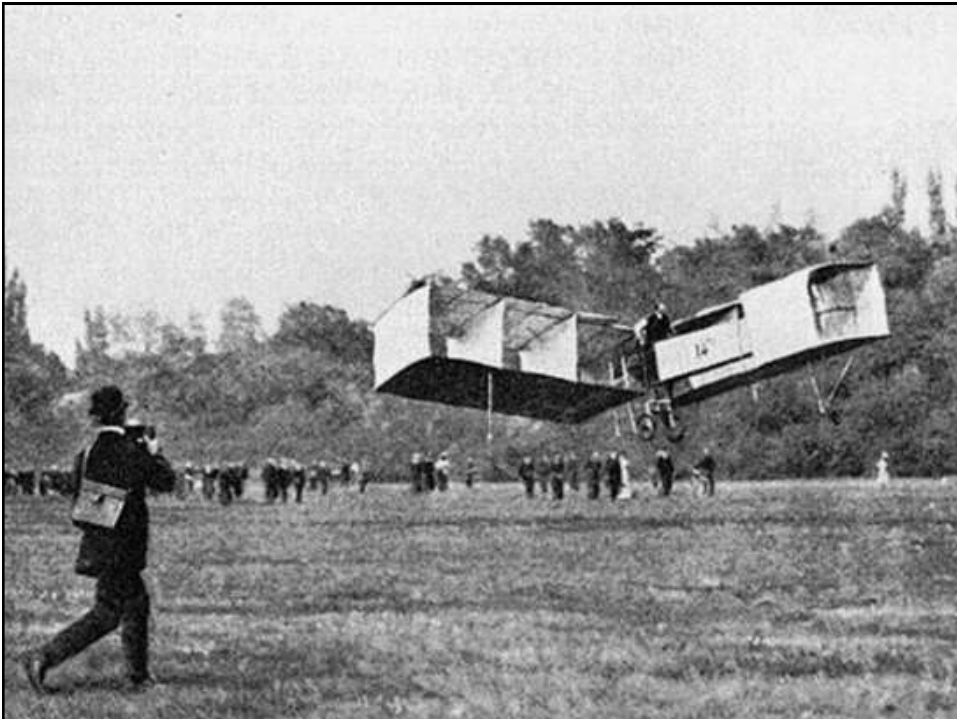


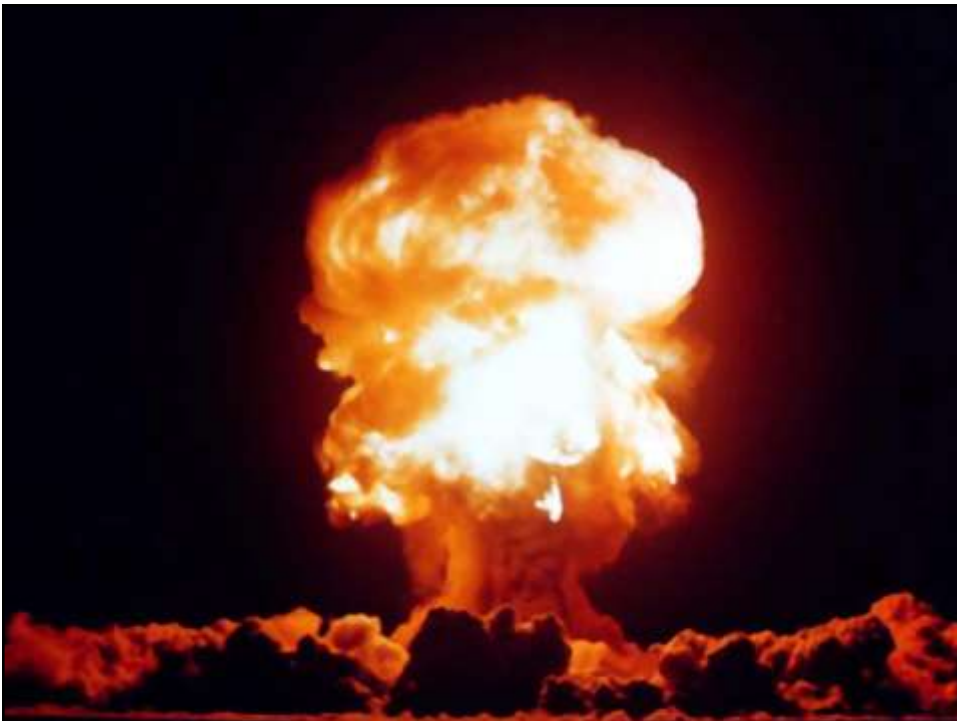
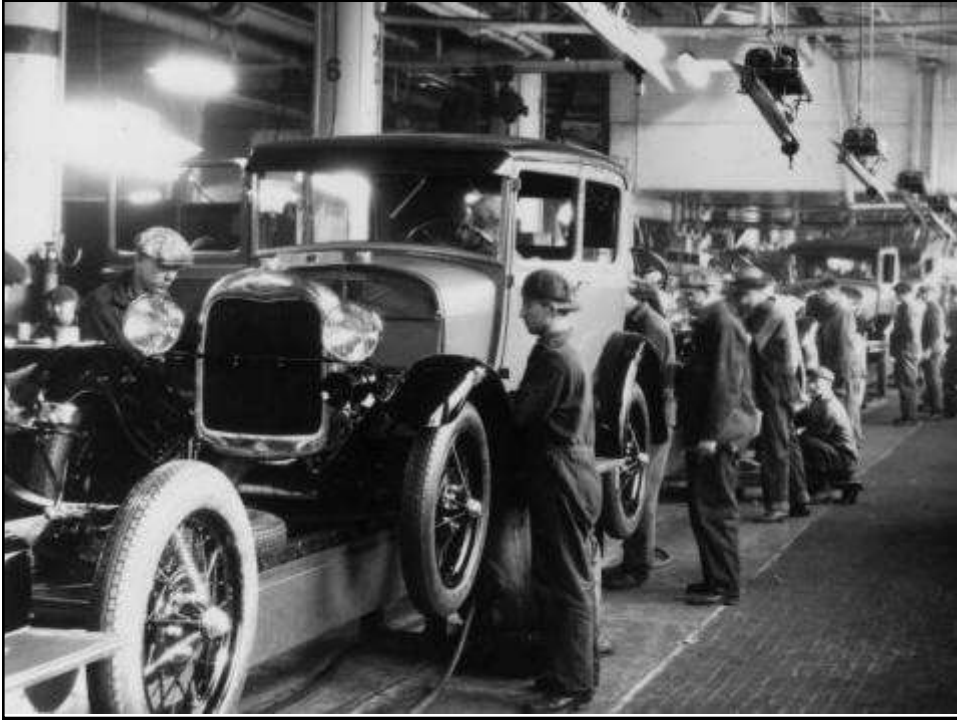
Fig. 50. System Hennebique.





O elevador e os arranha-céus

[Woolworth Building](#) , 54 andares, 1913

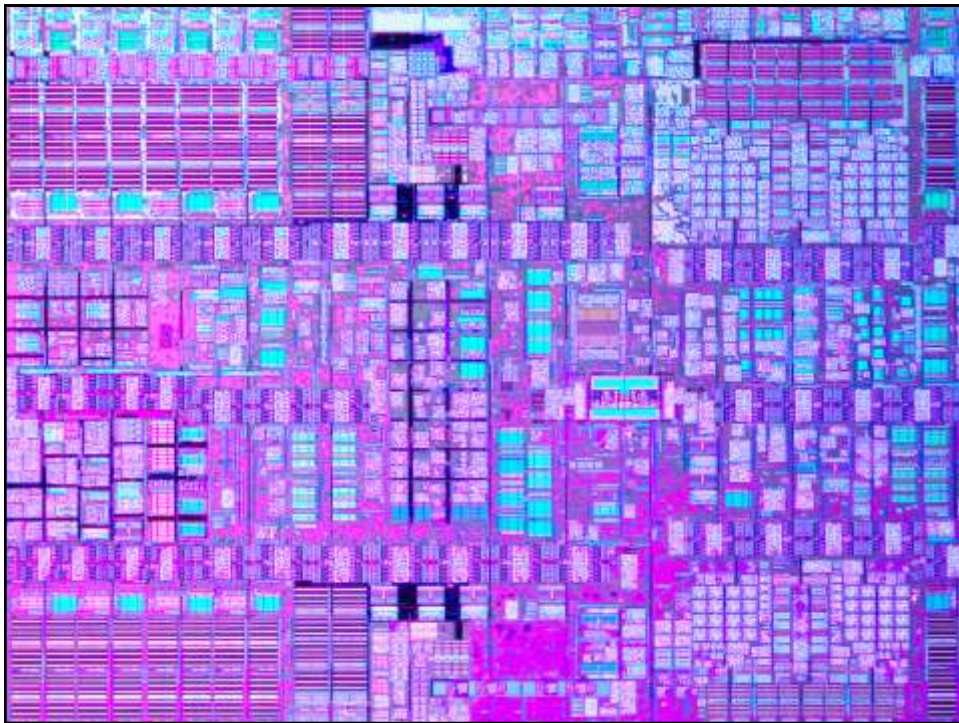
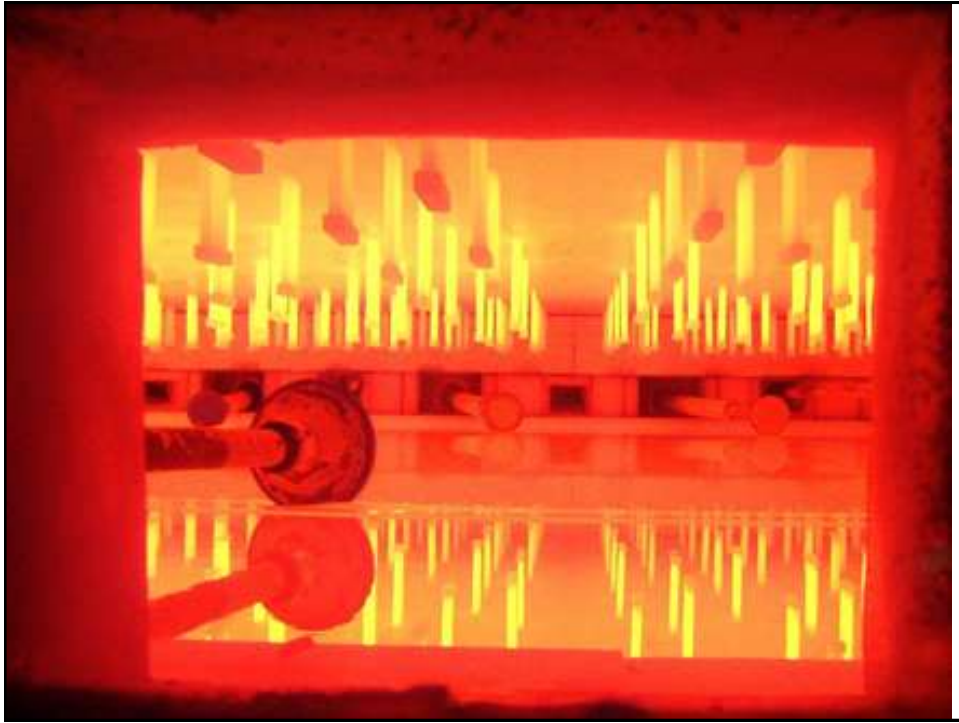


Ar condicionado



1956-1959





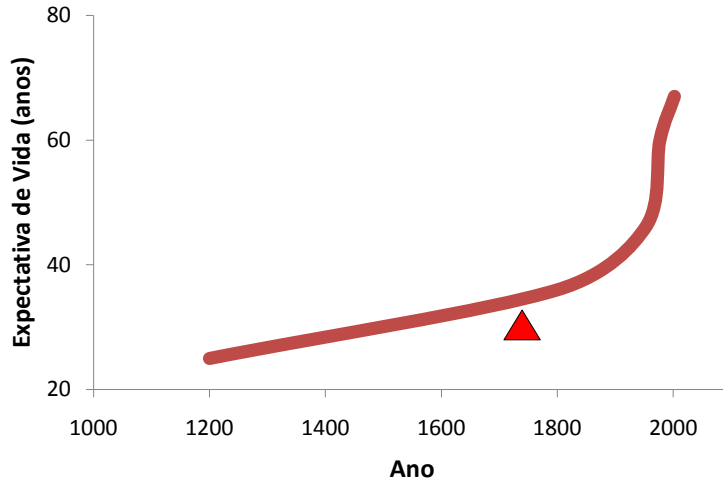


Progresso & Tecnologia

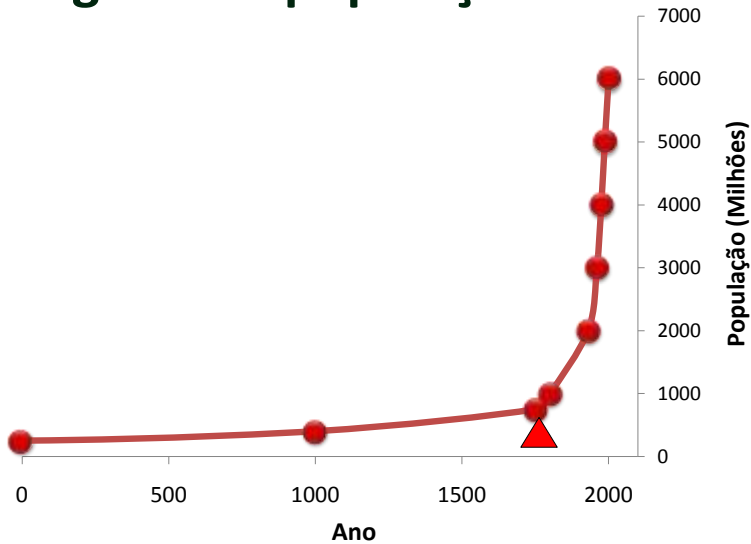
**Progress depends
upon a flow of
new scientific knowledge.**

V. Bush, "the Endless Frontier" 1945

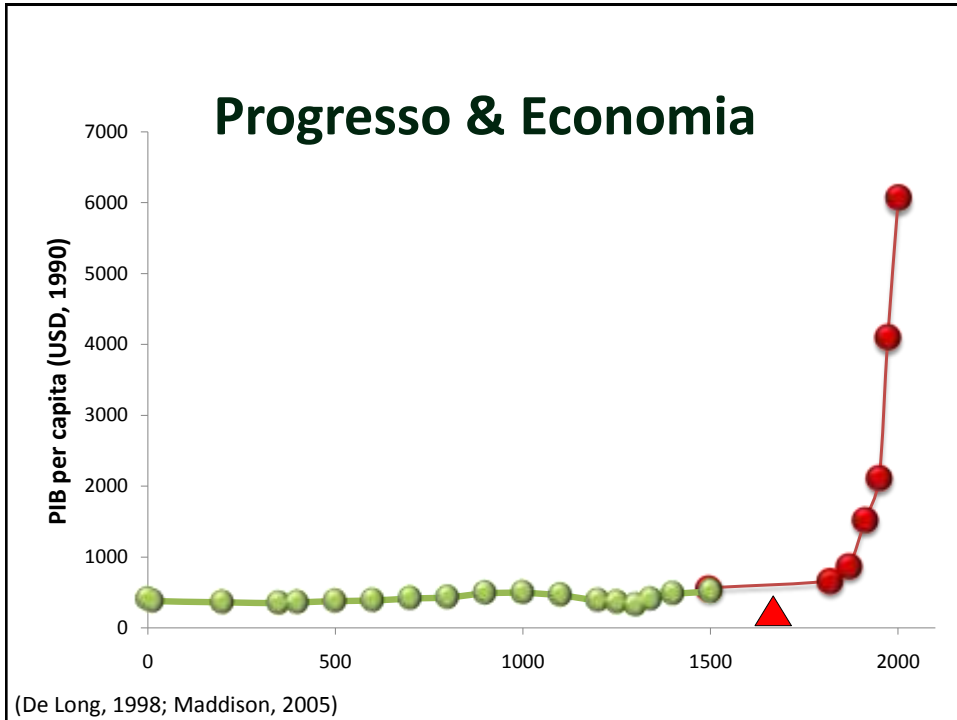
Progresso e expectativa de vida



Progresso e população do Planeta



<http://www.sustainableScale.org/AreasofConcern/Population/PopulationandScale/QuickFacts.aspx>



87%

crescimento econômico foi devido a

NOVAS TECNOLOGIAS

Robert Solow (Prêmio Nobel 1987)

Sociedade industrial, ciência e tecnologia:

UMA VIDA MELHOR.

Sociedade Industrial Têm Problemas



DESAFIOS DO SETOR







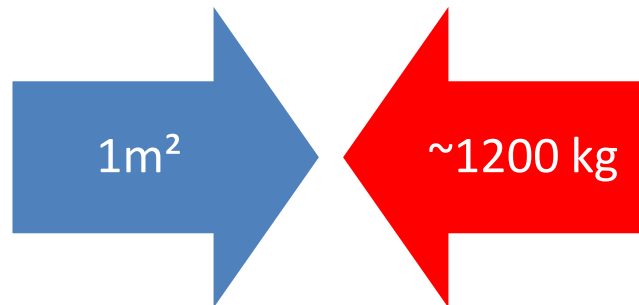


Consumo de recursos naturais

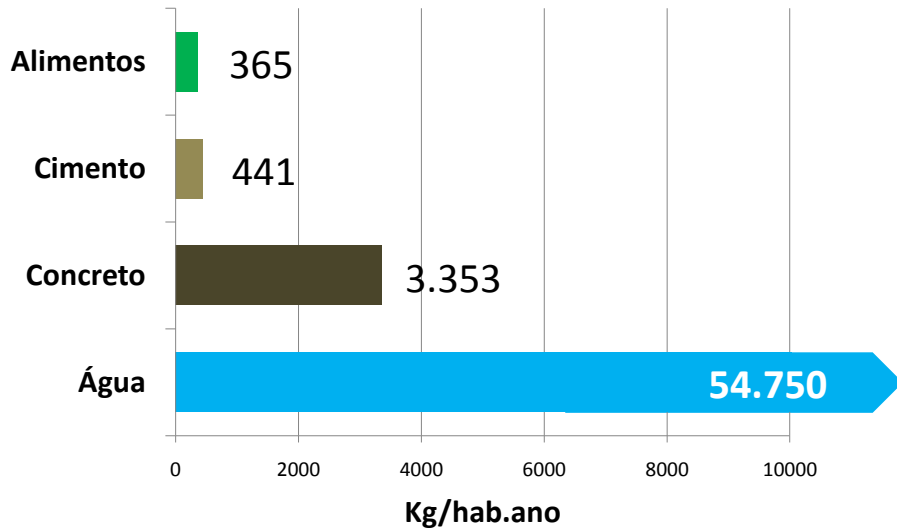
40 - 75%

dos recursos naturais são destinados a construção

Massa da construção



Consumo de recursos naturais



Cadeia produtiva do cimento

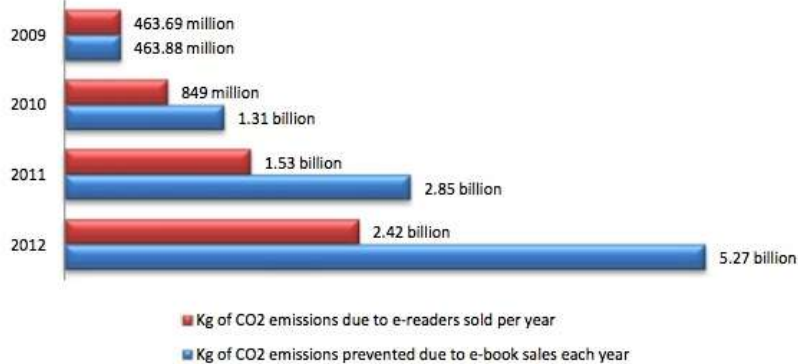
$\frac{1}{3}$ dos recursos naturais.

Desafio: Consumo de recursos naturais

desmaterialização

- Selecionar o melhor material para cada função
- Otimização de projetos
- Aumento da **vida útil**
- Inovação

Desafio: Consumo de recursos naturais



Projected change in CO2 emissions due to e-reader sales across the globe

Sources: iSuppli, Forrester, Insight Media, Industrial Design Consultancy, Marmol Radziner Prefab, Babcock School of Business, U.S. Environmental Protection Agency, Green Press Initiative, Book Industry Study Group, Newspaper Association of America, Discovery Magazine, Cleantech Group analysis

FC Bayern Munich



2,874 EFTE (ethylene tetrafluoroethylene) foil panels.
self-cleaning, fire, heat and cold-resistant panels
inflated to a pressure of 350 Pascal.

Herzog and de Meuron

Gottlieb-Daimler Stadium Stuttgart



Aço + Poliéster / PVC

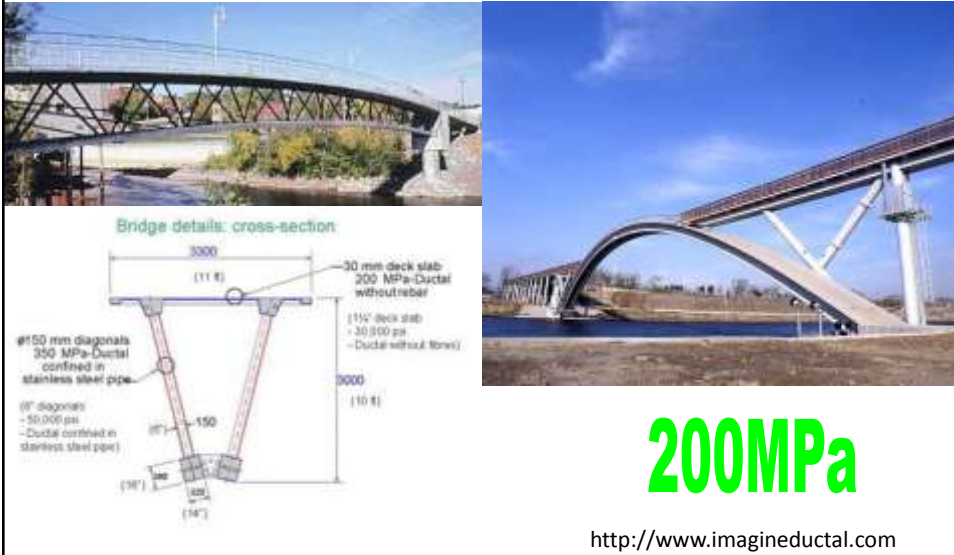
Millenium Dome - London



Oslo Airport



Concretos de resistência muito alta



Solução de baixa vida útil

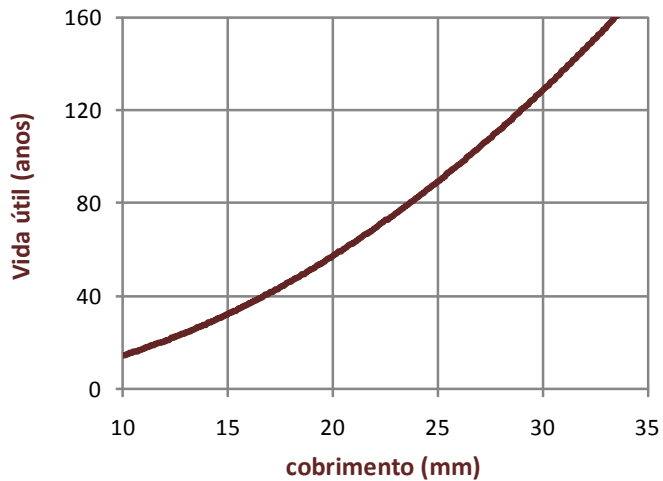


Solução de alta vida útil: autolimpeza da superfície e do ar



Concreto dopado com TiO_2

Aumentar a vida útil (concreto armado)

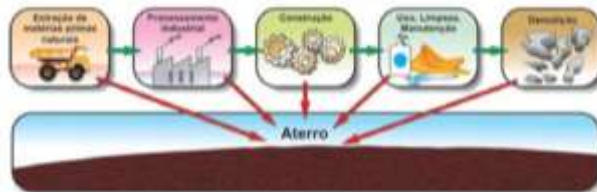


A partir de Helene, 1994

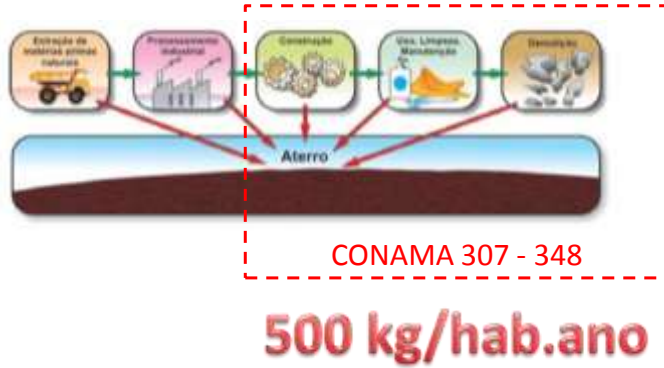
Desafio: Consumo de recursos naturais

- Materiais **renováveis**: biomassa
- Redução das perdas
 - Coordenação modular
 - Gestão e formação de recursos humanos
 - Seleção de fornecedores
- Redução dos resíduos

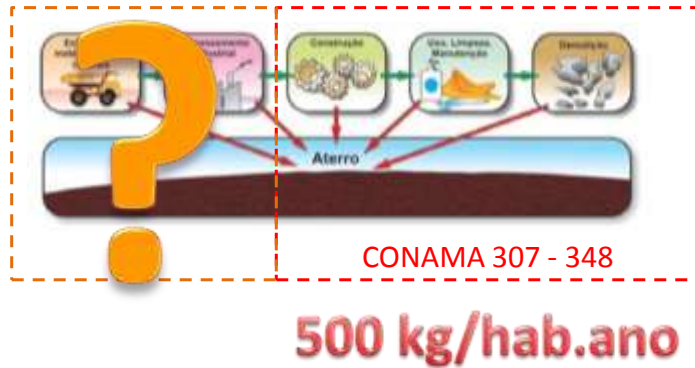
Geração de resíduos



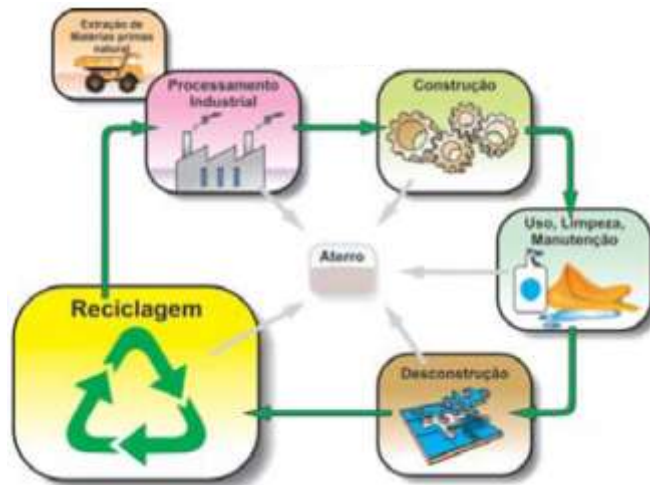
Geração de resíduos



Geração de resíduos



Desafio: Reciclagem & Prevenção



Materiais de construção depositados em rua



Aterro de Materiais em S Paulo



Eliminar soluções com desperdício



Segregação em canteiro é condição para a reciclagem?



Eng. Ricardo Pucci

Reduzindo perdas em alvenaria



- Coordenação modular
- Melhoria de projetos
- Controle de obra
- Conexões

Eng. Ricardo Pucci

Industrialização: Redução do Desperdício



Desafios

- Reciclagem dos resíduos da construção
- Redução de perdas
 - Projeto
 - Gestão
 - **Coordenação modular**
 - **Industrialização**
- **Aumento da vida útil**

Impacto em ecossistemas

- A extração de **matérias primas e combustíveis** depende da alteração de eco-sistemas
- A escala da construção e a intensidade de materiais potencializam o impacto

Extração de areia



Próximo a São Paulo

<http://www.univap.br>

Extração “informal” de madeira



Madeira sustentável

- Plantada



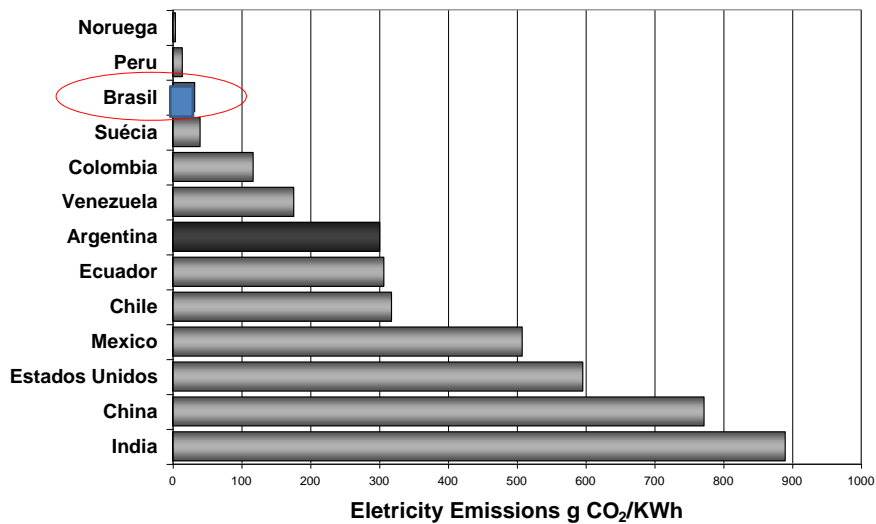
- Certificada



Emissões de gases do efeito estufa

- CO₂
- CH₄
- CFC
- Compostos orgânicos voláteis
 - Tintas
 - Asfaltos
 -
- Combustíveis fósseis
 - Fornos
 - Transporte
- Decomposição do calcário
 - 1 ton CaCO₃
 - 460 kg CO₂

CO₂ e Electricidade

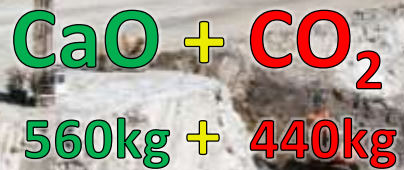


(WRI, 2001)

Queima de Combustíveis Fósseis



Calcário



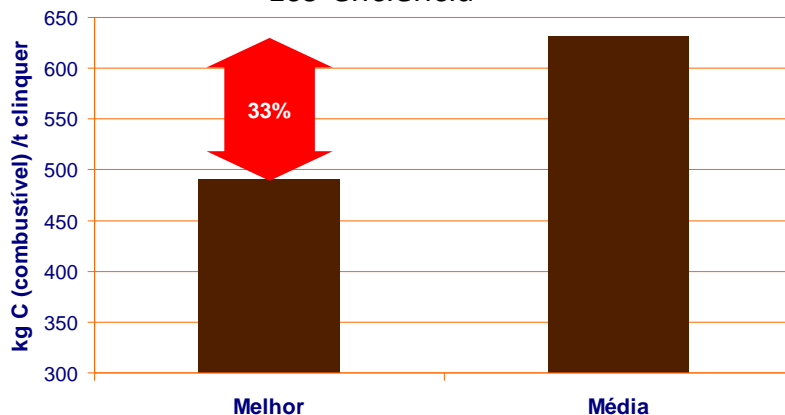
Intensidade de CO₂

	kg CO ₂ /ton	
	Min	Max
Aço	200	2.000
Alumínio	700	12.000
Cimento	270	1.000
Madeira ilegal	7.000	15.000

O cimento brasileiro é um dos mais ecoeficientes do mundo.

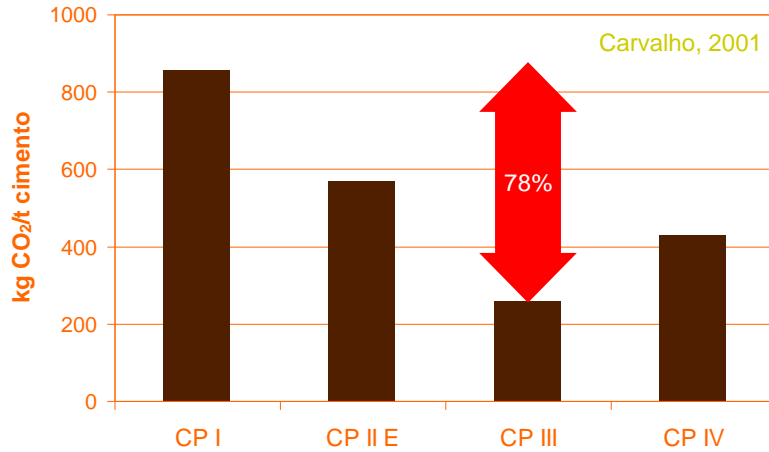
Selecionar fornecedores

Eco-eficiência



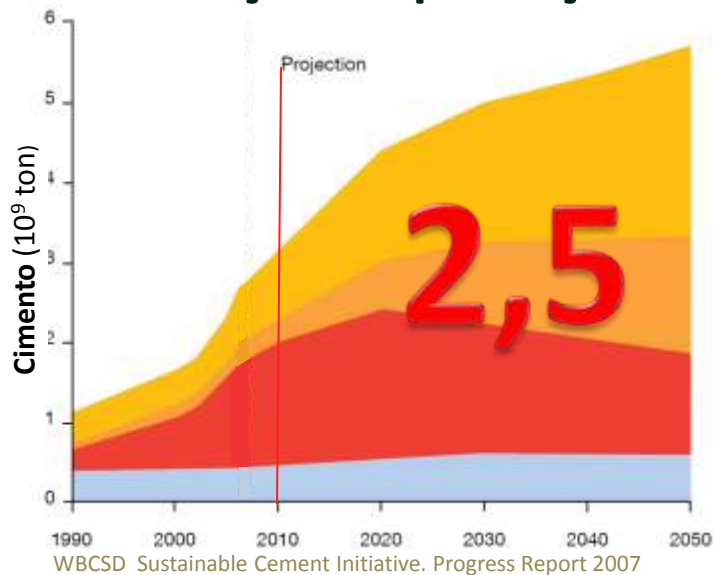
A partir de Sathaye, et all, 2001.
Estudo de 14 fábricas de cimento Brasileiras.

Selecionar cimento

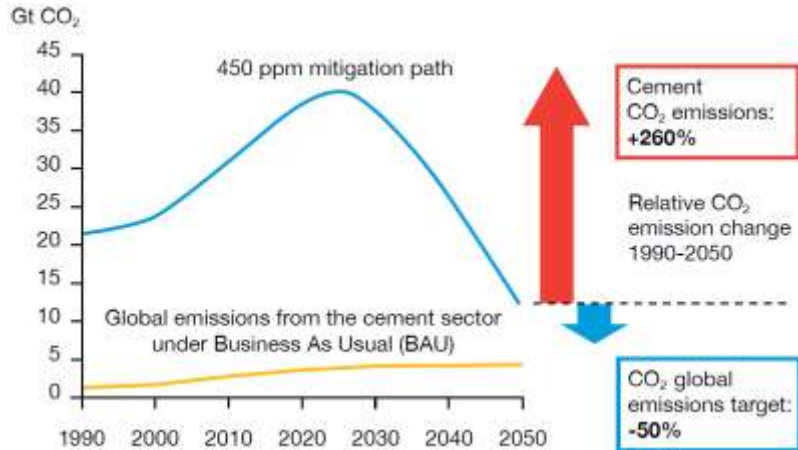


Alocação dos aspectos das adições (escória/cinzas) = nula

Evolução da produção

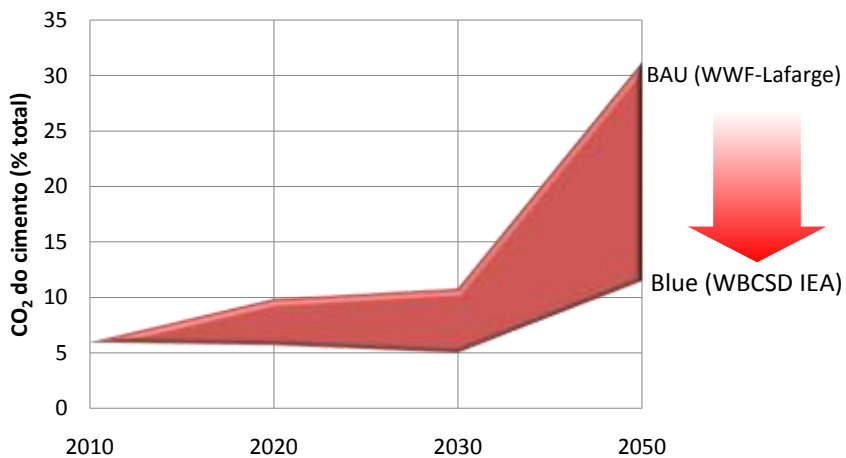


Emissões de CO₂



A blueprint for a climate friendly cement industry. WWF-Lafarge 2008

CO₂ da produção de cimento



WBCSD & IEA Cement Technology Roadmap 2009

A blueprint for a climate friendly cement industry. WWF-Lafarge 2008

Investimento para Mitigação

US \$354 a 843 bilhões

CSC ~80%

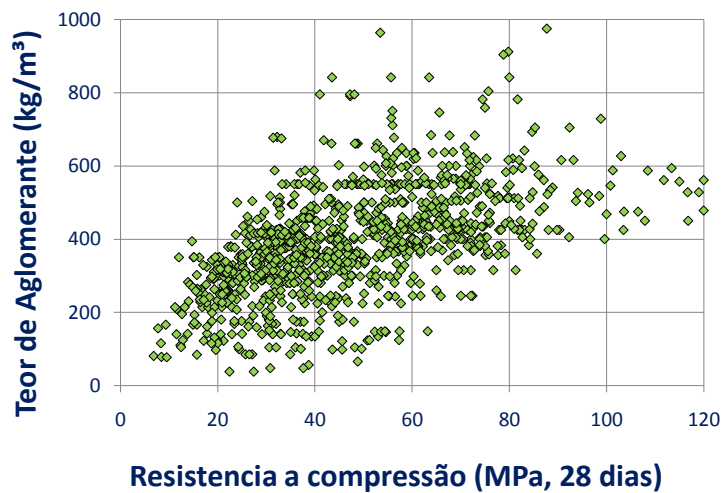
WBCSD & IEA Cement Technology Roadmap 2009

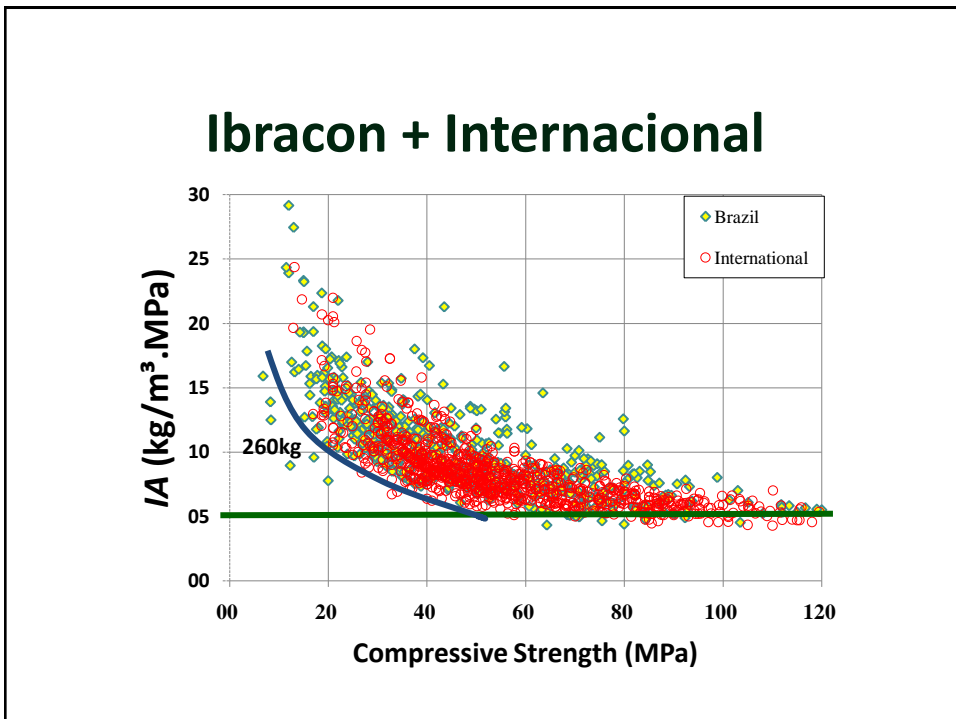
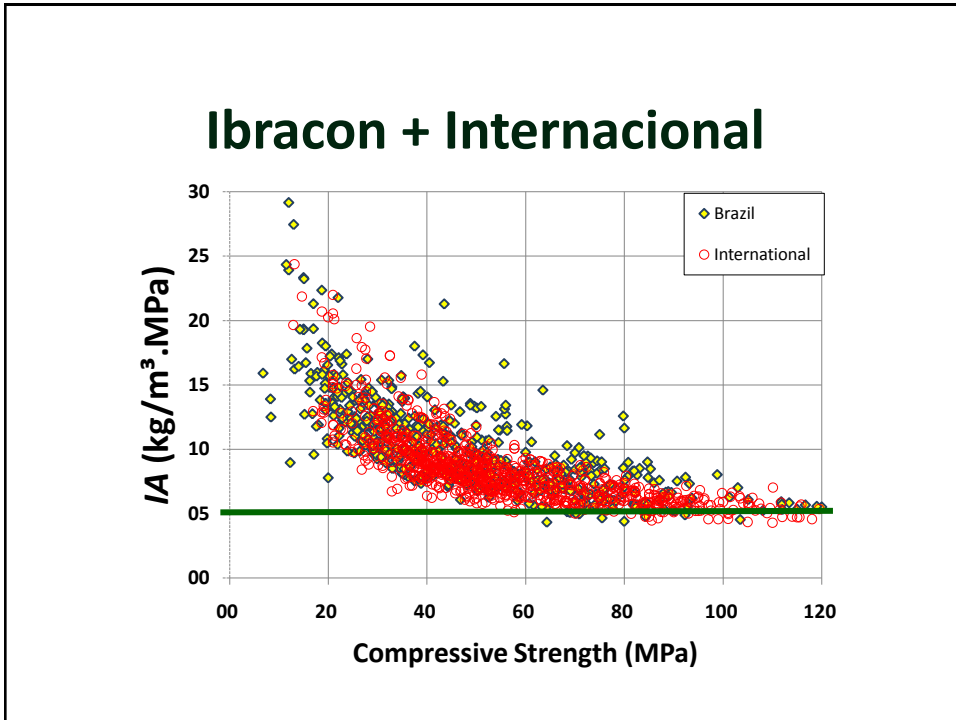
REDUÇÃO DO CO₂ NO CONCRETO

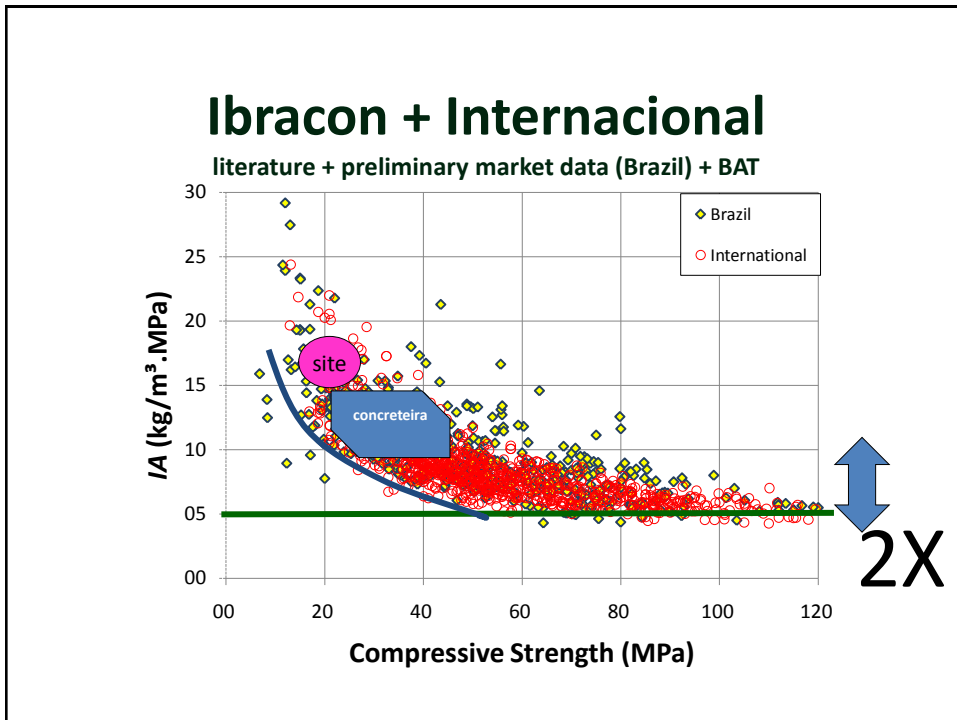
Quantidade de CO₂

- Teor de CO₂ no cimento (kg/kg)
 - Clínquer
 - Eficiência do processo
 - CSC
- Consumo de **aglomerante** no concreto
 - Agregados
 - Técnica de dosagem
 - **Variabilidade do processo de produção**

Dados do Ibracon







Minimizando o Consumo de Aglomerante

- Teor de aglomerante não influencia a durabilidade (Wasserman, Katz, Bentur, 2009)

Minimizando o Consumo de Aglomerante

Mínimo atual: $\sim 5\text{kg} / \text{m}^{-3} \cdot \text{MPa}^{-1}$

- Concretos c/alta resistência
- $f_{cj} < 50\text{MPa} \rightarrow$ demanda de finos

Concretos < 50MPa

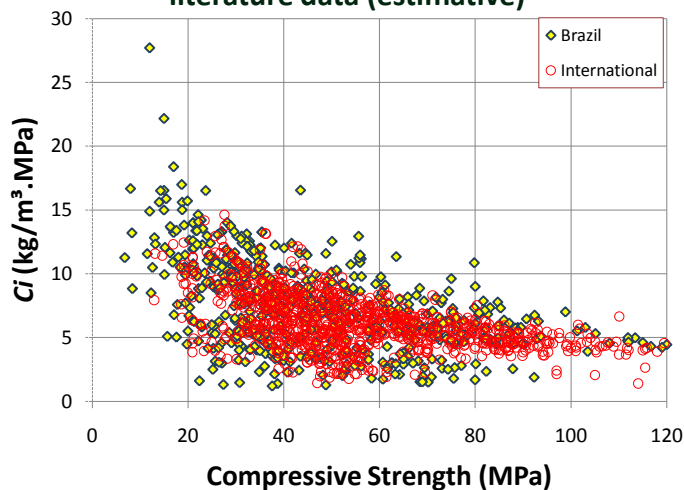
- **Novos Cimentos**
 - Teor de filler f(aplicação)
- **Produtos pré-misturados**
 - Substituição do concreto dosado em obra
- Dispersantes de alta eficiência
- Novos paradigmas de dosagem
- Novos equipamentos
- Empacotamento de agregados
- **Redução da variabilidade (água/cimento)**

Minimizando o Consumo de Aglomerante

- Mínimo futuro : $<5\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{MPa}^{-1}$
 - **Controle granulométrico:**
 - Garantir reação completa dos aglomerantes
 - Minimizar a água para trabalhabilidade
 - Empacotamento
 - Dispersantes adicionados no cimento
 - **Novos aglomerantes c/ maior água combinada**
 - Melhoria de processamento

Intensidade de CO_2 Ci

literature data (estimative)



Mitigação do CO₂

- Redução do consumo de aglomerante
- Substituição do clínquer p
 - Reatividade é importante
 - Pozolanas artificiais
 - Vidros
 -
- **Novos aglomerantes** sem clínquer

Emissão de poluentes

- Fabricação
- Transporte
- Construção
- Demolição
- Gases
- Partículas

Emissão de poluentes:
Compostos orgânicos voláteis

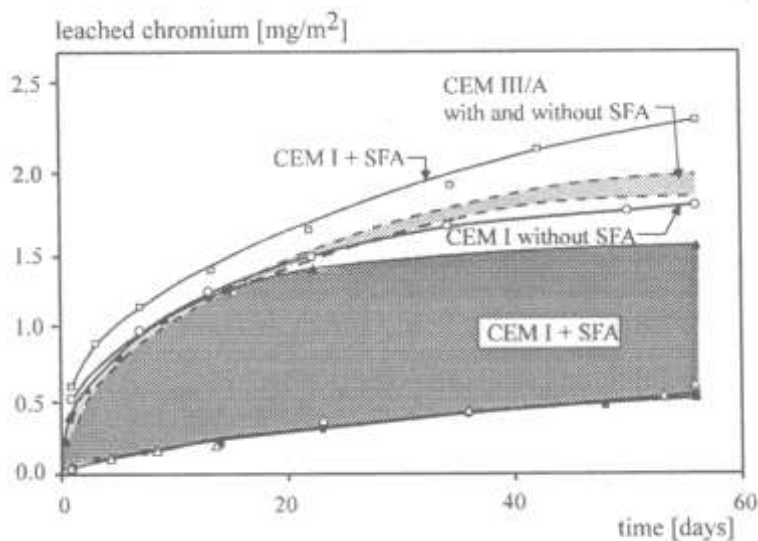
- Evaporam lentamente a temperatura
- Tintas
- Adesivos
- Carpetes
- Madeira industrializada
- Pisos plasticos flexíveis

Emissão de poluentes:
Lixiviação de espécies químicas

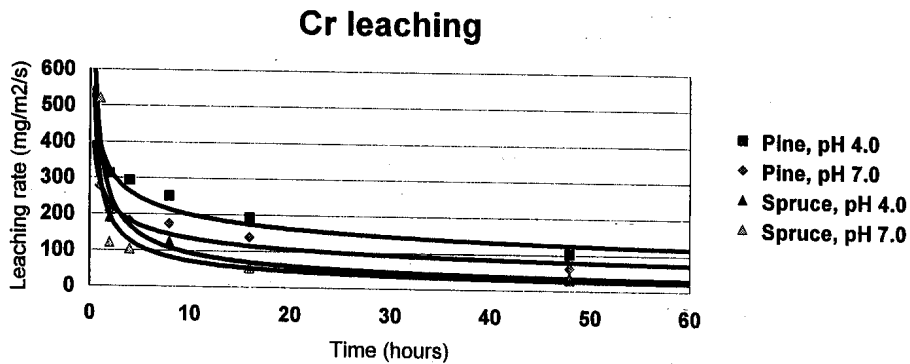
- Componentes em contato com a água
 - Uso
 - Demolição
- **Contaminação do lençol freático**
- Grande superfície exposta
- Objeto de atenção recente



Concreto: Efeito do uso de resíduos



Lixiviação de Cr madeira tratada com CCA



Saúde e toxicidade

- Biocidas
- Metais pesados (chumbo, por exemplo),
- Partículas respiráveis
- Poluentes orgânicos persistentes (POPS)

- Brasil: ausência de FISPQ (*Ficha de Informação de Segurança dos Produtos Químicos*)



CHEMSEC
– working for a toxic free world

SKANSKA

1.1.2005
Replaces 2.6.2004

SKANSKA IN SWEDEN'S LIST OF RESTRICTED SUBSTANCES

Skanska in Sweden's list of restricted substances contains substances that do not comply with Skanska's environmental policy or Swedish law. Purchase of new products containing these substances is forbidden within Skanska in Sweden or any of its subcontractors.

SUBSTANCE	Conc. ¹	Examples of usage
Acrylamides monomers	0,5	Laboratory analysis, glues, paints, plastic, varnish, grouting/injection agent, and water purification.
Arsenic as wood preservative. (The restriction is also valid for usage in contact with ground and water and for usage in marine environment. Exceptions exist.)	0	Wood-preservative.
Asbestos	0,5	Ventilation ducts, chip board, insulation and filling and reinforcing material. May be found in older constructions and products.
Brominated flame retardants PBB (polybrominated biphenyls), pentaBDE (penta-bromodiphenylether) and octaBDE (octa-bromodiphenylether).	0,1	May occur in plastic, textile, electric switches, relays, insulation and fuses.

Principais desafios institucionais

- **Informalidade**
- Limitação das **informações técnicas**
- Inexistência de **informações ambientais** quantitativas
- Seleção ambiental baseada em “**mitos**”
- Pouca de experiência em **inovação**
- Falta de incentivo para a **atualização dos profissionais**

A Degradação do Planeta é Feita por

55%
da população mundial.

Banco Mundial: 45% vive com menos de US \$2/dia

A photograph of a construction site. A worker wearing a white shirt and a hard hat is standing on a concrete slab. A large yellow tower crane is positioned above the worker. The sky is clear and blue.

Na construção

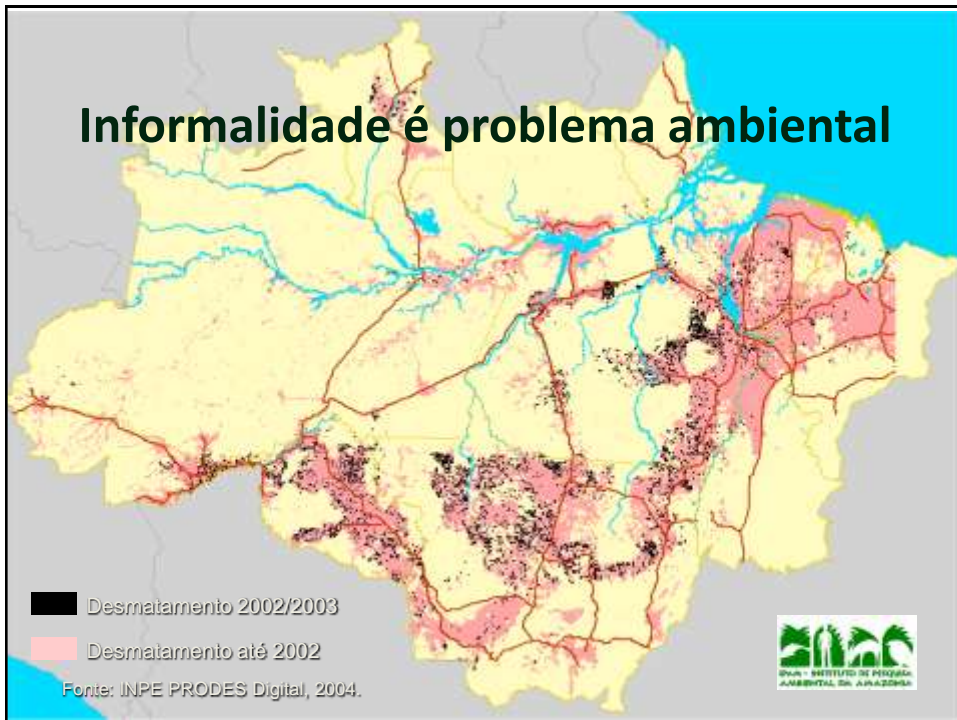
A maioria dos trabalhadores
são pobres!

15%
dos empregos

COM ou
sem
nota fiscal?

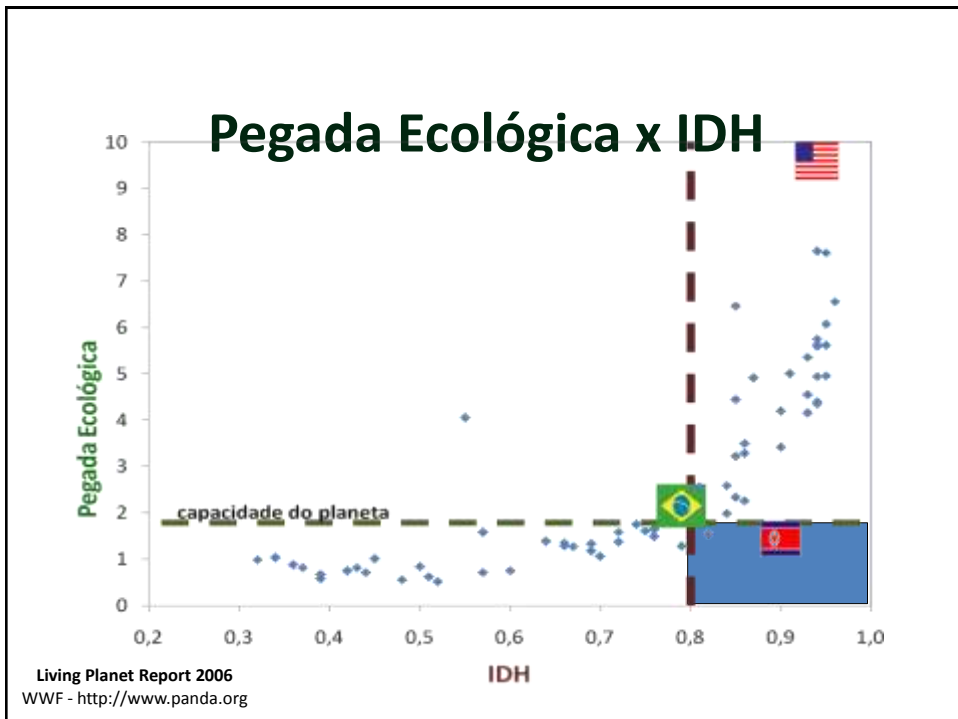
A informalidade

- Sonegação fiscal
- Corrupção de agentes públicos
- Desrespeito a legislação
 - Ambiental
 - Trabalhista
 - Urbanística
- Desrespeito a padrões de qualidade



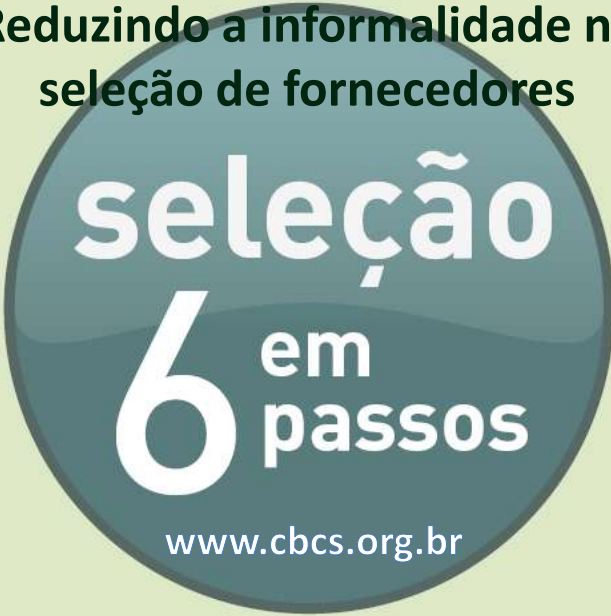
A informalidade é problema social

- Reduz à capacidade de investimento social
 - Evasão fiscal
 - Corrupção
- Prejudica a qualidade dos investimentos públicos



Versão 1


Reduzindo a informalidade na seleção de fornecedores



seleção

6 em passos

www.cbcs.org.br





VERSÃO 1.0

fechar X

Seis passos

para seleção de **INSUMOS** e **FORNECEDORES**
com critérios de **SUSTENTABILIDADE**.

Não existe sustentabilidade sem formalidade, legalidade e qualidade. A informalidade tem muitas facetas: (a) sonegação de impostos; (b) desrespeito a legislação ambiental; (c) desrespeito a legislação trabalhista. O Comitê de Materiais desenvolveu uma ferramenta para auxiliar os projetistas, empreendedores e usuários na seleção dos fornecedores e de materiais que serão utilizados na obras. Esse sistema não esgota o assunto mas, é uma estratégia viável para abordar práticas acessíveis a todos os compradores e especificadores de materiais e fornecedores.

Selecionar o material que atende ao desempenho e a função desejado no projeto.

- 1** Verificação da formalidade da empresa fornecedora (CNPJ).
- 2** Verificação da licença ambiental da unidade fabril.
- 3** Respeito às normas técnicas que garantem a qualidade do produto.
- 4** Consultar o perfil de responsabilidade sócio-ambiental da empresa.
- 5** Identificar a existência do verniz verde (greenwash).
- 6** Análise da durabilidade do produto.



TRANSFORMANDO A CONSTRUÇÃO

Para Sobreviver Será Necessário

INOVAÇÃO

Porque Inovar?

For *advanced economies*, innovation is a matter of *pushing* the world **frontier of knowledge**.

For *developing countries* technology **assimilation** is the central challenge.

(Porter & Ketels 2003 - UK Competitiveness)







“the construction industry is infamous for the barriers it places in the way of innovation”
(Civil Eng. Research Foundation, 1998).

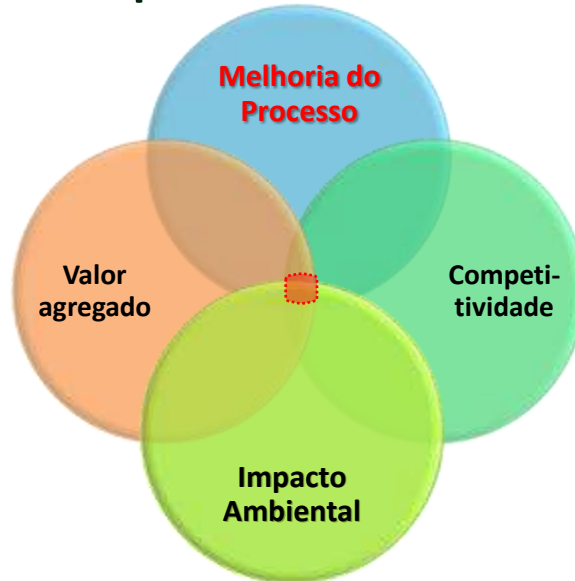
Industrialização: Uma idéia antiga, uma necessidade atual



Cassino Biarritz, 1882

Arq. Calinaud. Construção: Edmond Goignet

Foco nas Oportunidades de Inovação



**Inovação para
melhor a construção**

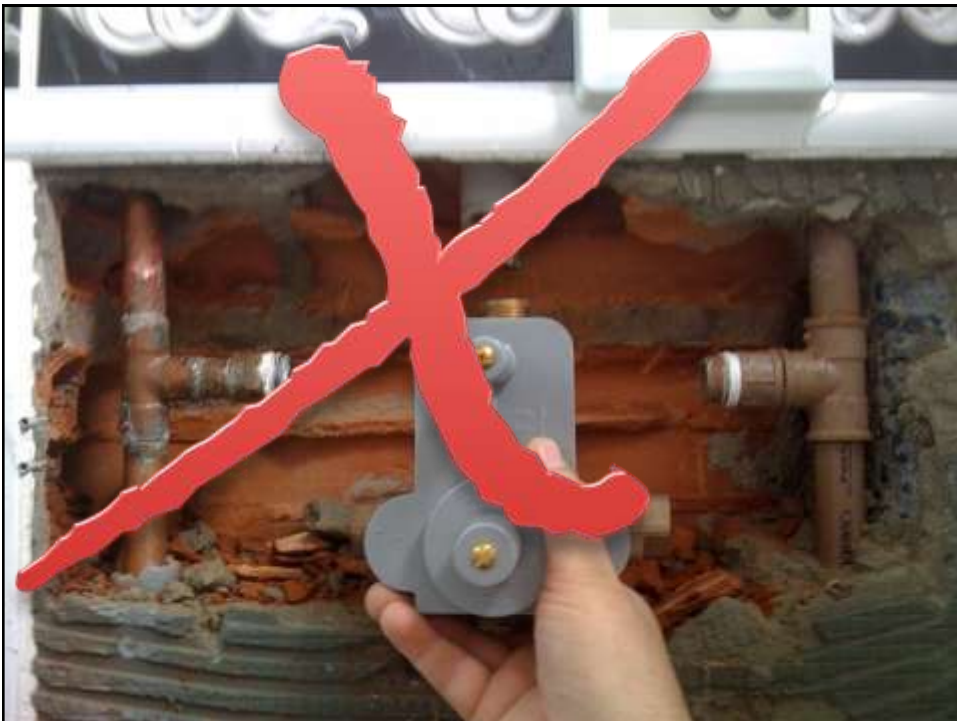
Exemplo: Zero net Energy Building



Projeto de
€2 bi em 10 anos
França:
padrão no ano 2020



A. Andrade; U.E. Silva





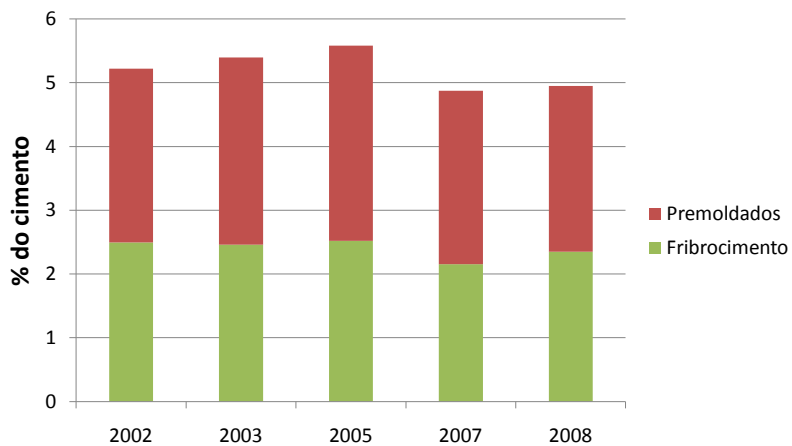
Ing. Ricardo Pucci



Picture: Marco Antonio Fialho

Industrializar a construção

Um cenário a ser mudado



Mais produtividade, menos pobreza



GUIA CAIXA
Sustentabilidade
Ambiental



SELO CASA AZUL
Boas Práticas para Habitação Mais Sustentável

Realização
CAIXA

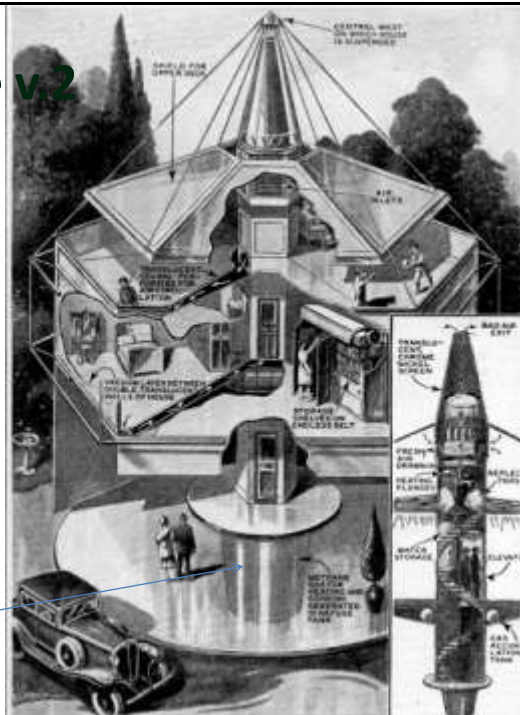
Velocidade de construção Edifício Residencial em 6 Meses

- CIFE 2015 - Prefabrication & Supply Chain Management Strategies for Dramatic Schedule Reduction

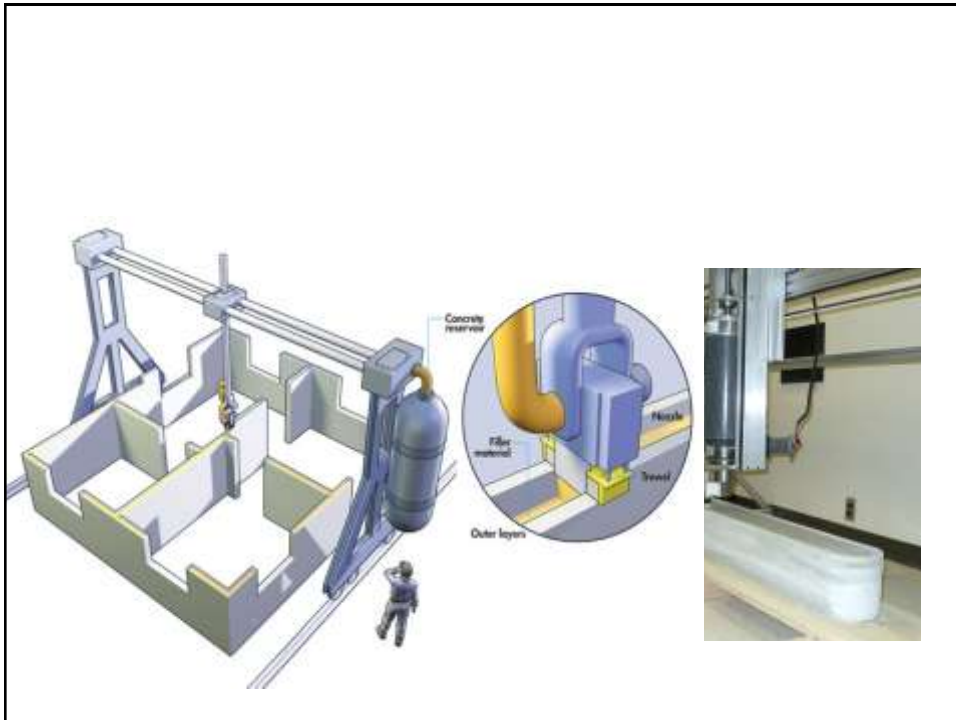


Dymaxion House v.2 Fuller (1930)

Biogás de
compostagem







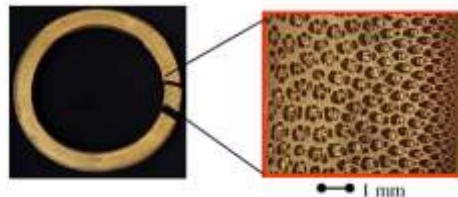
Componentes extrudados



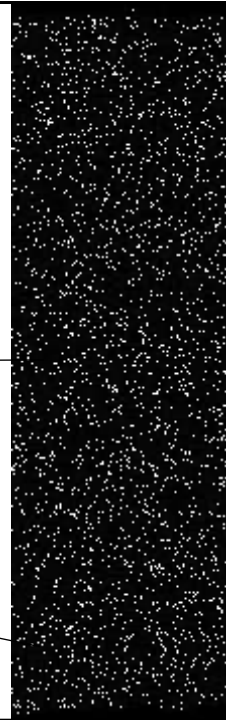
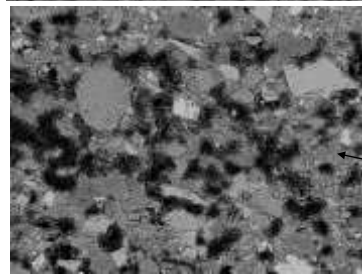
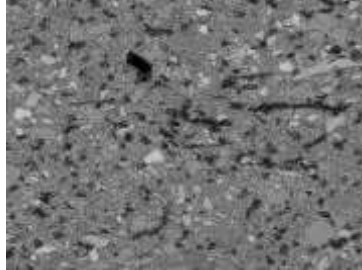




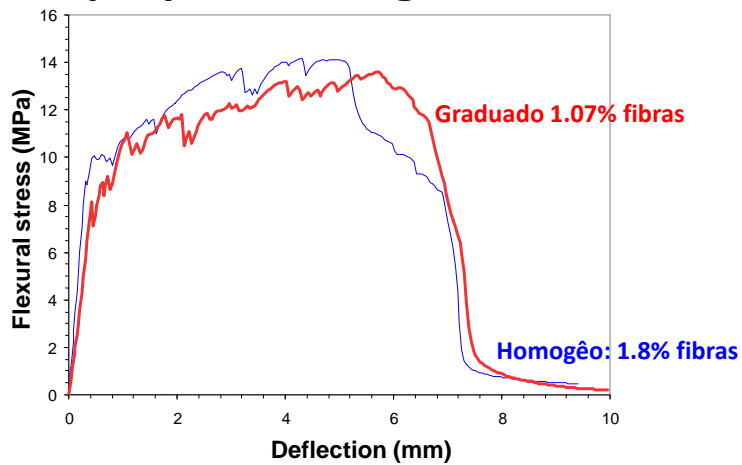
**Natureza:
Componentes com Propriedades
Variáveis**



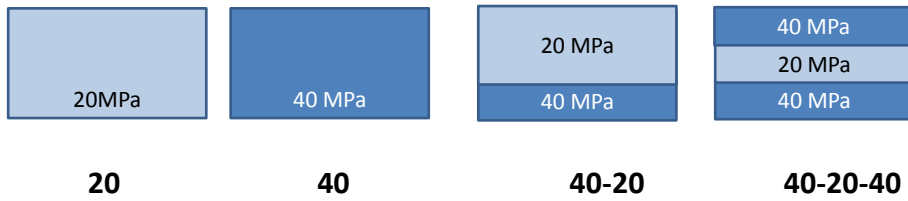
Materiais cimentícios com propriedades graduadas



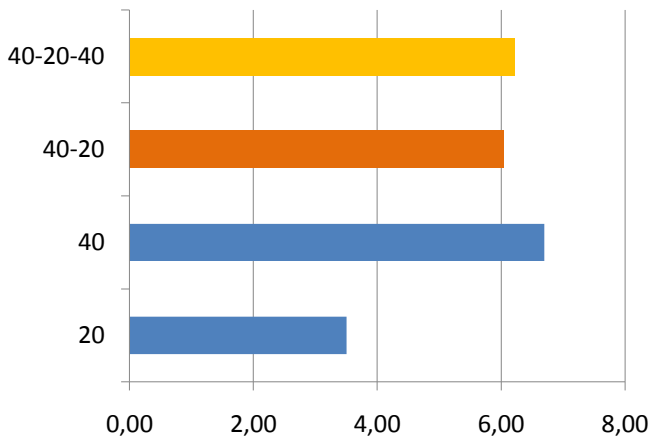
Materiais cimentícios com propriedades graduadas



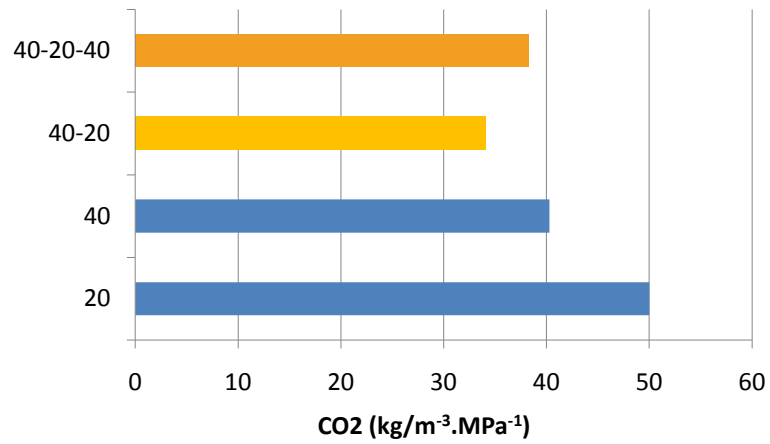
Concreto C/Resistência Graduada



Resistência à Flexão 4 pontos



Intensidade de CO₂



Materiais de Mudança de Fase



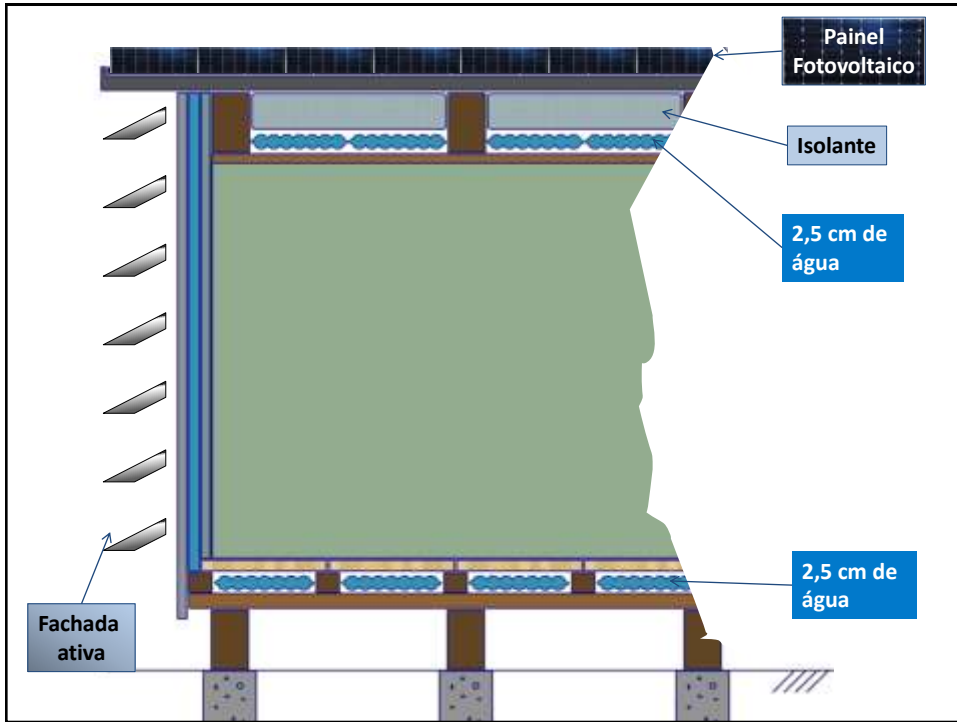
MMF encapsulados



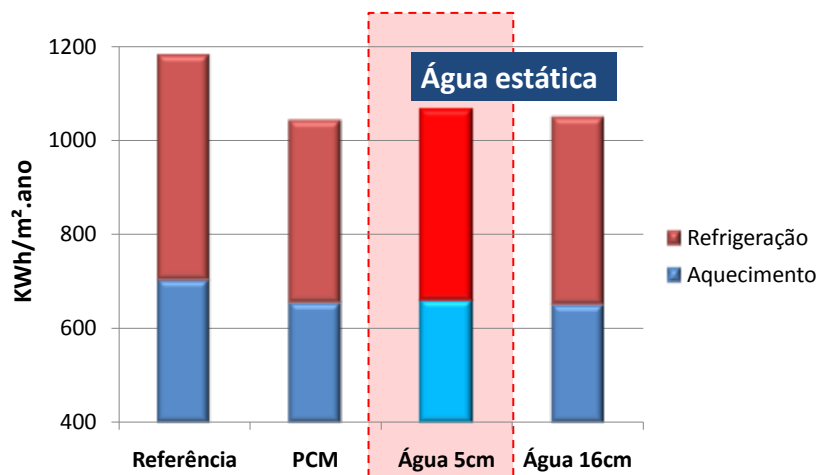
- Controle do calor de hidratação
- Controle da inércia térmica

Casa Solar Flex





Resultados da Simulação: Madrid



R. Lamberts; M. Pacheco. Schematic Energy Analysis Report . Casa Solar Flex 2009

Concreto Fotocatalítico Auto-limpante



Radiação UV

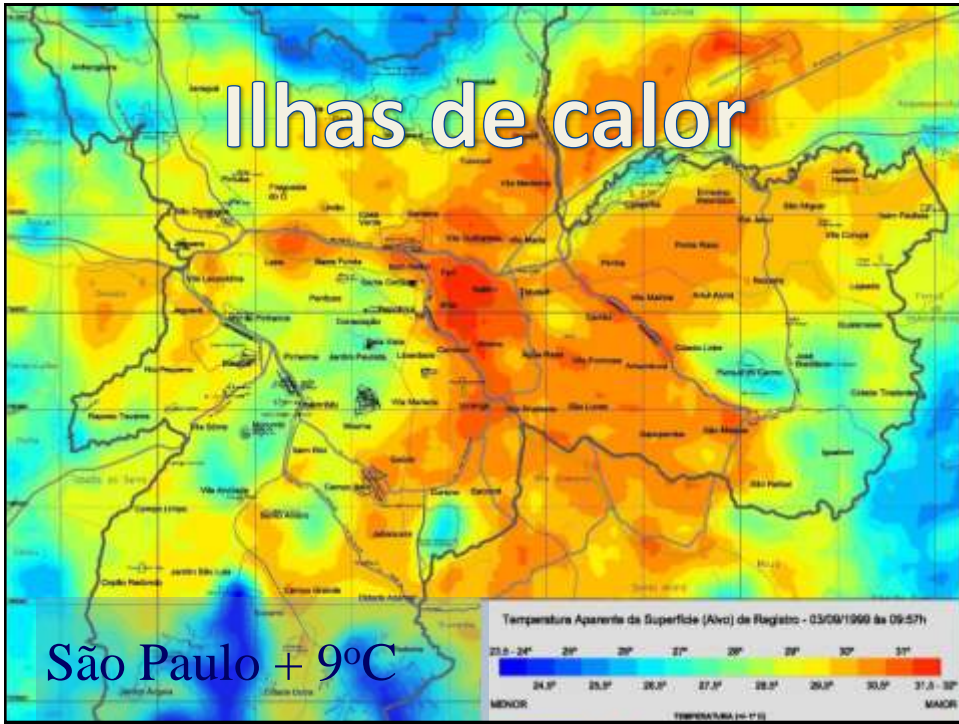


Degrada sujeira e a poluição do ar.

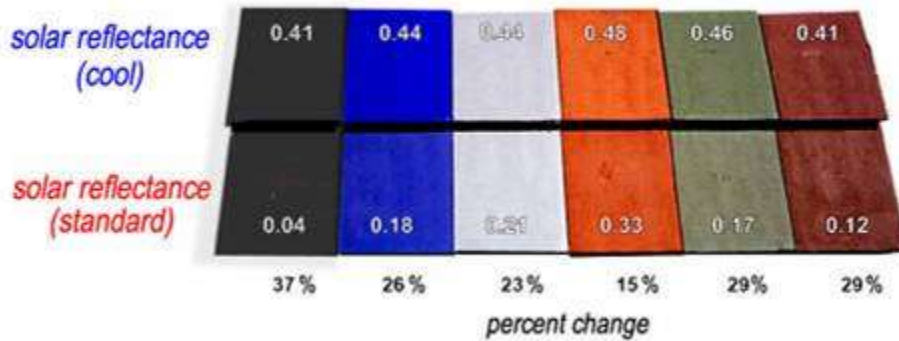
Arq. Richard Meier. Igreja do Jubileu, Roma, 2003







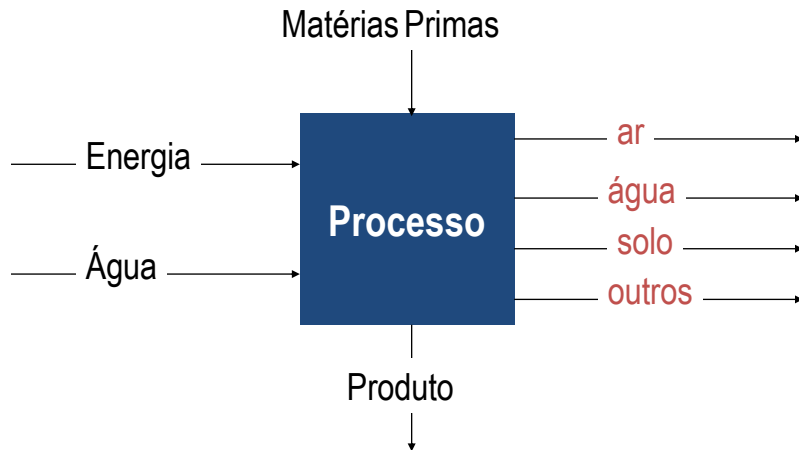
Tintas frias



Análise do ciclo de vida

- **Quantificação** dos fluxos de materiais e energia em **todas as etapas do ciclo de vida do produto e sistema construtivo.**
- **Será integrada ao BIM**

Análise do ciclo de vida



9/2/2010

Impactos a serem analisados

- CO₂
- Água
- Energia
- Resíduos
- Recursos naturais
- Toxicidade

Internet Explorer - Mozilla Firefox

File Edit View History Favorites Tools Help
<http://www.inies.fr/IniesConsultation.asp>

IniesConsultation

inies LA BASE DE DONNÉES FRANÇAISE DE RÉFÉRENCE SUR LES CARACTÉRISTIQUES ENVIRONNEMENTALES ET SANITAIRES DES PRODUITS DE CONSTRUCTION

TABLEAU DE BORD DE LA BASE TROUVER UN PRODUIT DOCUMENTS LEXIQUE F.A.Q. CONTACT

FOES mis en ligne ces 30 derniers jours	FOES consultable par famille	FOES consultable par organisme
10/04 - [423] Canalisation SYSTEMO destinée à la réhabilitation	Châssisment / plâfonds-suspensions 142	ALDOR 1
10/04 - [418] Panneau isolant Polyréthène EPSOL Support	Couverture / étanchéité 13	BLANCHIN 5
10/04 - [783] Revêtement de façade treillis	Façades 10	BOSTIK SA 87
08/04 - [685] Panneau isolant Polyréthène EPSOL Support	Isolation 124	CENTRE D'ÉTUDES ET DE RECHERCHES DE L'INDUSTRIE DU NETON 11
08/04 - [687] Panneau isolant Polyréthène EPSOL Support	Menuiseries intérieures et extérieures / fermetures 3	CENTRE D'INFORMATION DU CLÉMENT, LACTINA ET ALLIAGES 2
06/04 - [385] Panneau isolant Polyréthène EPSOL Support	Produits de préparation et de mise en œuvre 59	CENTRE TECHNIQUE DE MATÉRIAUX NATURELS DE CONSTRUCTION 8
06/04 - [682] Panneau isolant Polyréthène EPSOL Support	Revêtements des sols et murs / peintures / produits de décoration	COGELOC 1
06/04 - [384] Panneau isolant Polyréthène EPSOL Support	Revêtements intérieurs des sols et murs / peintures / produits de décoration 4	CONSTRUACIA 1
06/04 - [428] Panneau isolant Polyréthène EPSOL Support	Structure / maçonnerie / gros œuvre / charpente 34	CLAFI PLAZAQUE 3
06/04 - [415] Panneau isolant Polyréthène EPSOL Support	Vitres / vitrages divers (y compris ribassec VVM/Verac)	ENR LE RELAIS HOND-PAR DE CALAIS 1
06/04 - [414] Panneau isolant Polyréthène EPSOL Support		EPSOL 12
06/04 - [413] Panneau isolant Polyréthène EPSOL Support		ETERMIT 6
07/04 - [427] Façade à profil à emboutissage VINOZINC		GRAP 1
04/04 - [241] Panneau de terre de verre 08-32 REVETU 88		INERYS TERRE CUITE 4
04/04 - [348] Briques Maxisor 37.5 de terre cuite rectifiée		INSTITUT TECHNOLOGIQUE FOCA 10
04/04 - [395] Système traditionnel isolé en terre cuite		INTERSECO 4

© Copyright CITEB - Énergie, Santé et Environnement 2006

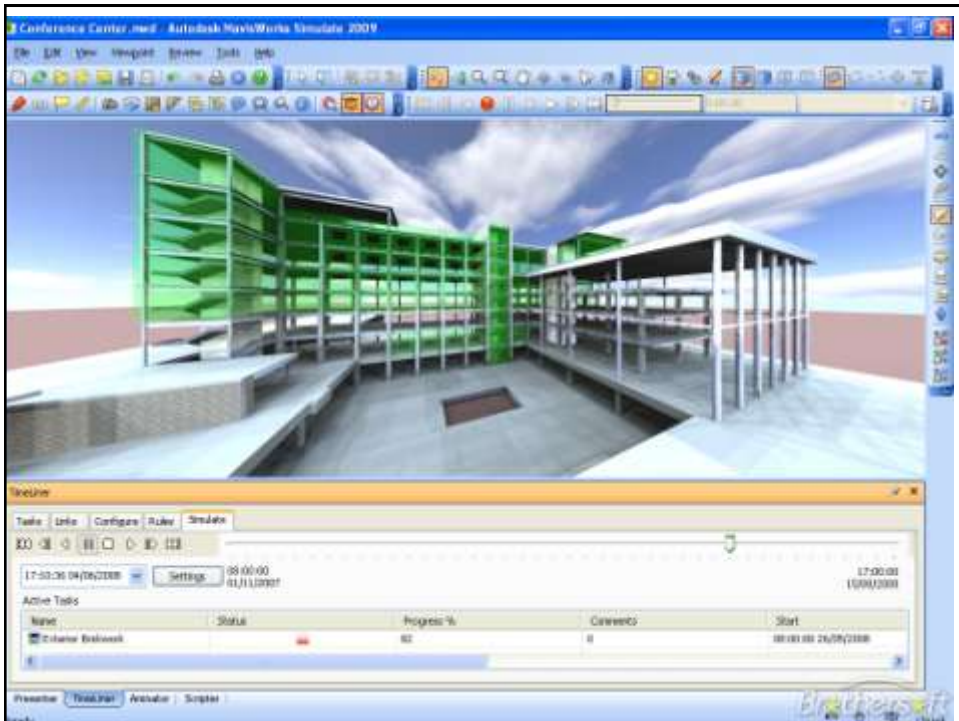
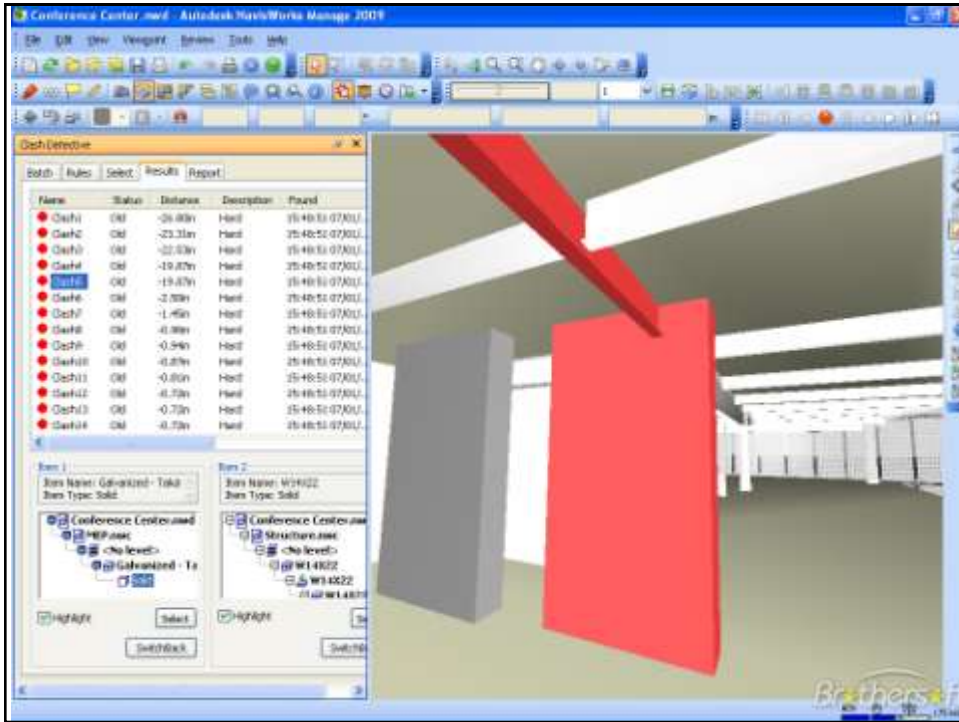
**DECLARATION
 ENVIRONNEMENTALE et SANITAIRE
 CONFORME A LA NORME NF P 01-010**

Panneau Urbanis®

Mai 2007

Cette déclaration est présentée selon le modèle de Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire validé par l'AMCC (FOCUS Version 2000)





Materiais e Sistemas

- Impactos ambientais importantes
- Busca de Informação
 - Técnica
 - Ambiental
- Ferramentas de projeto
 - BIM + Análise do Ciclo de Vida
- Formação de recursos humanos



Grato pela Atenção

john@poli.usp.br