



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPTO. ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL

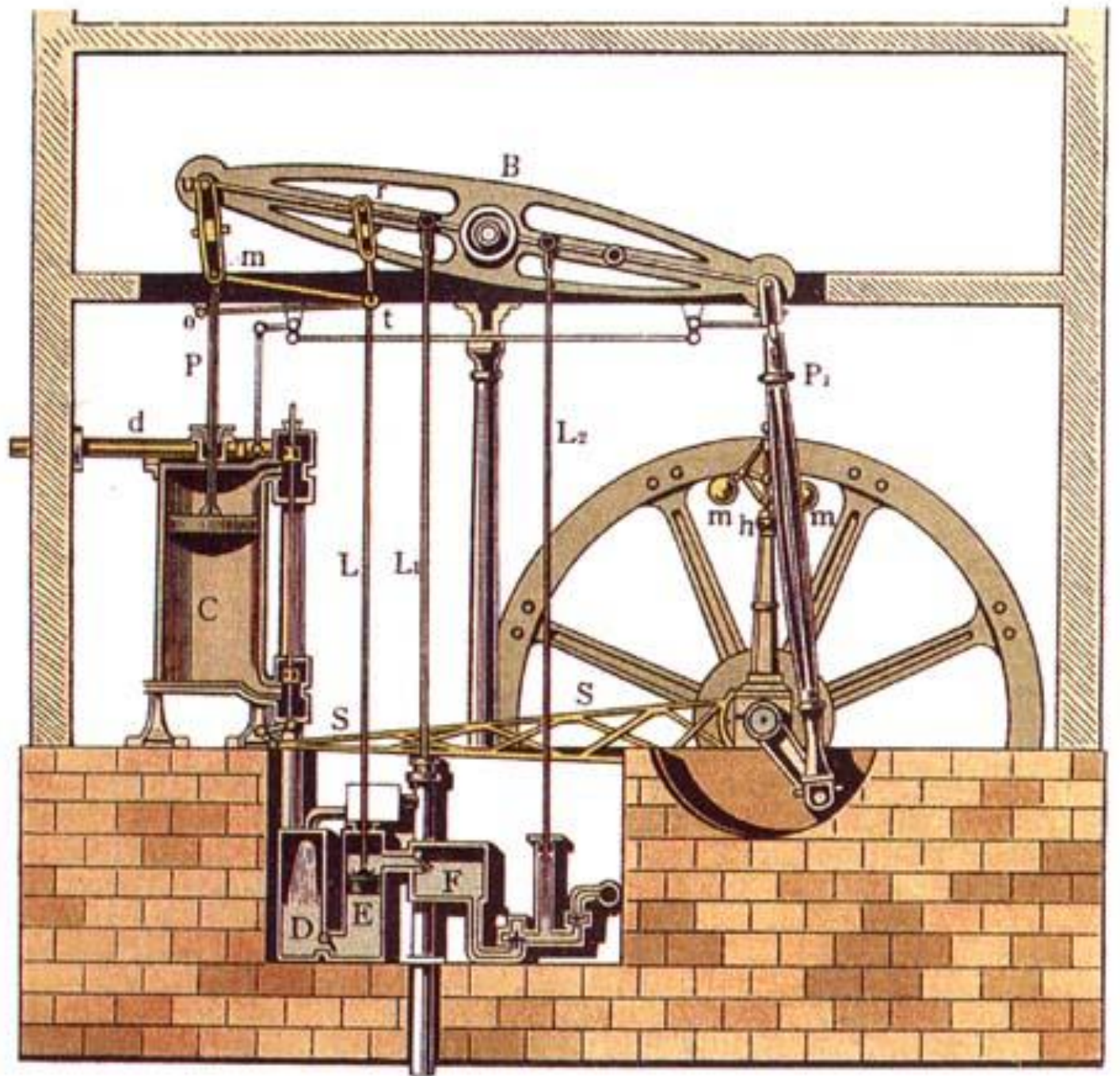
NOVOS CONCEITOS E DESAFIOS PARA A INDÚSTRIA DE MATERIAIS E COMPONENTES DE CONSTRUÇÃO CIVIL

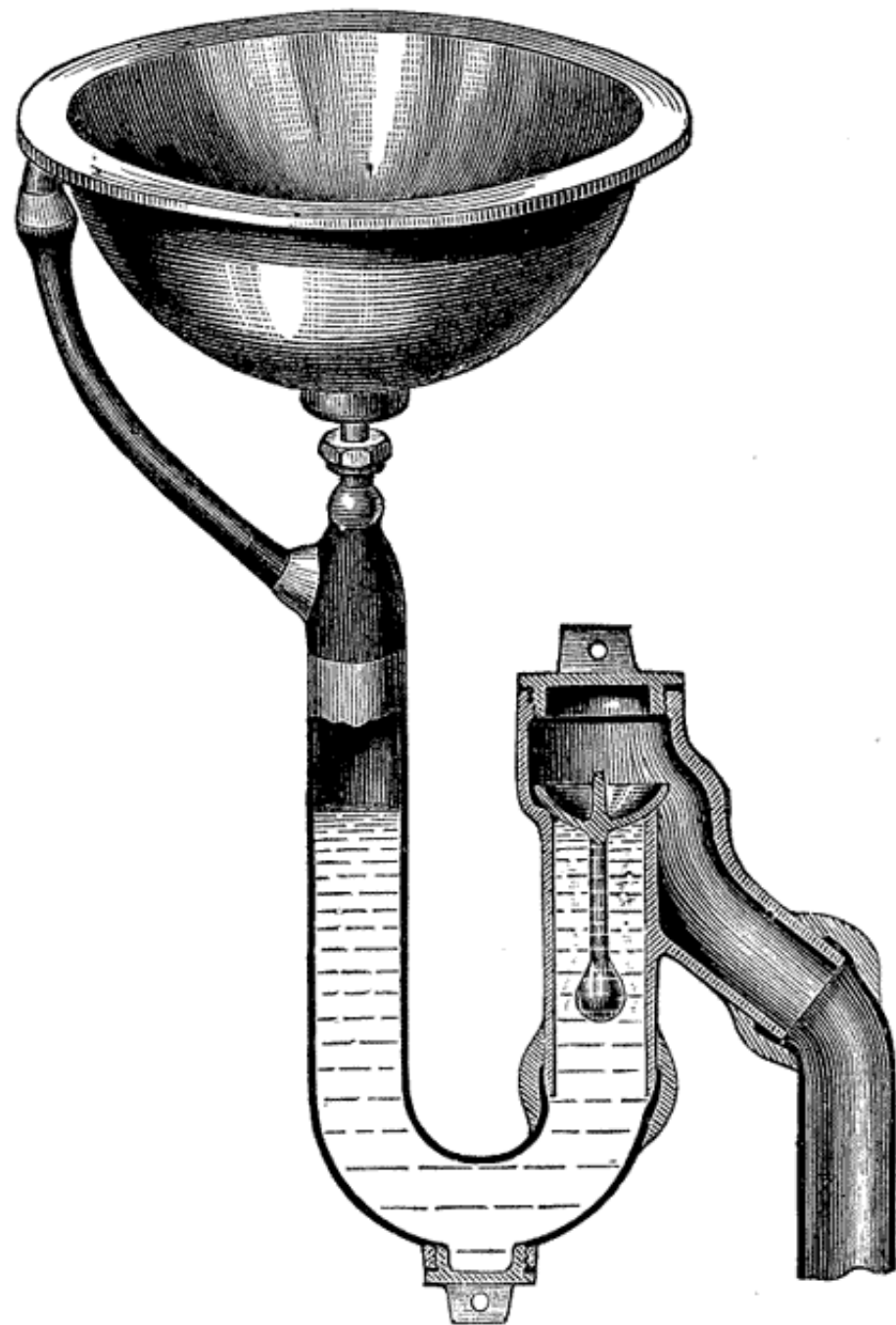
Sustentabilidade e inovação

São Paulo, 26 de outubro de 2011

O CONCRETO







Improved Sewer-Gas Check-Valve.

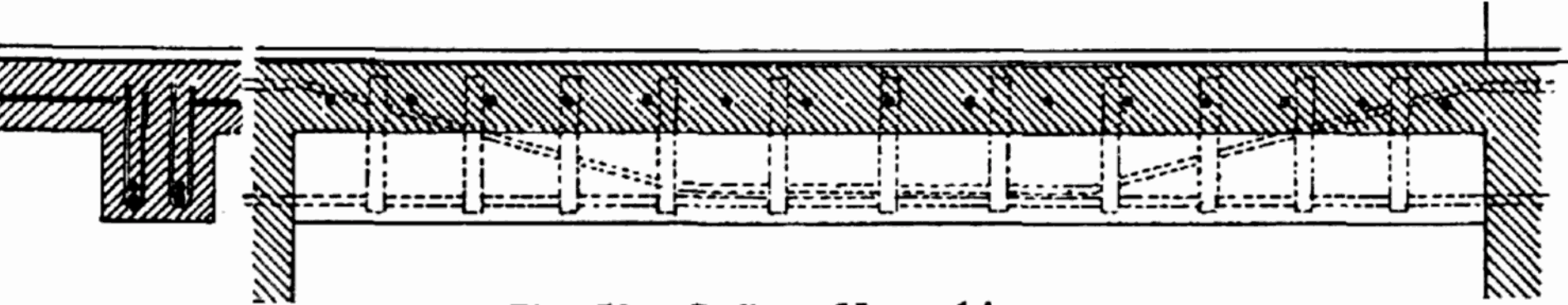


Fig. 50. System Hennebique.

O ELEVADOR E OS ARRANHA-CÉUS



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

1956-1959

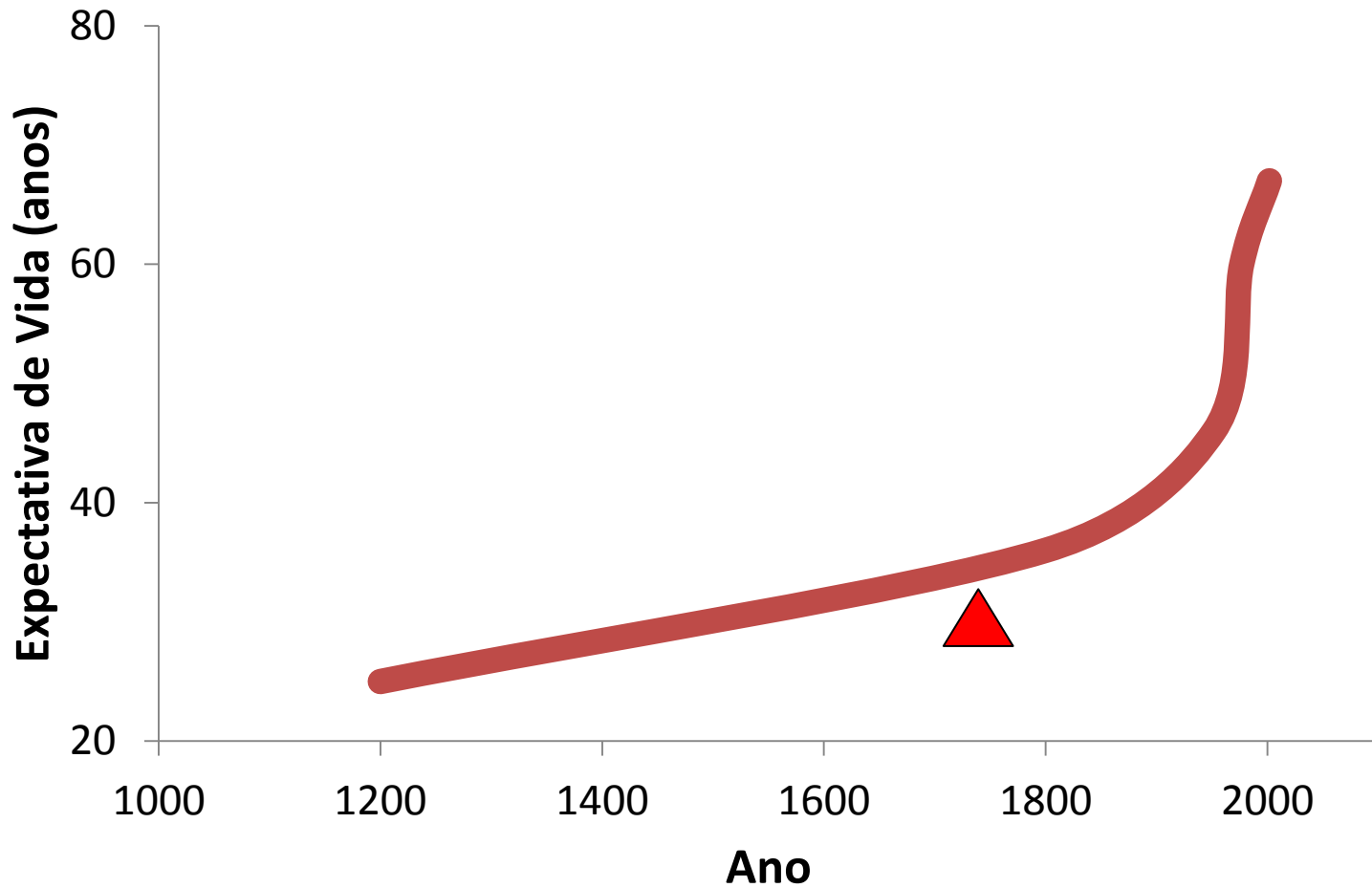


PROGRESSO & TECNOLOGIA

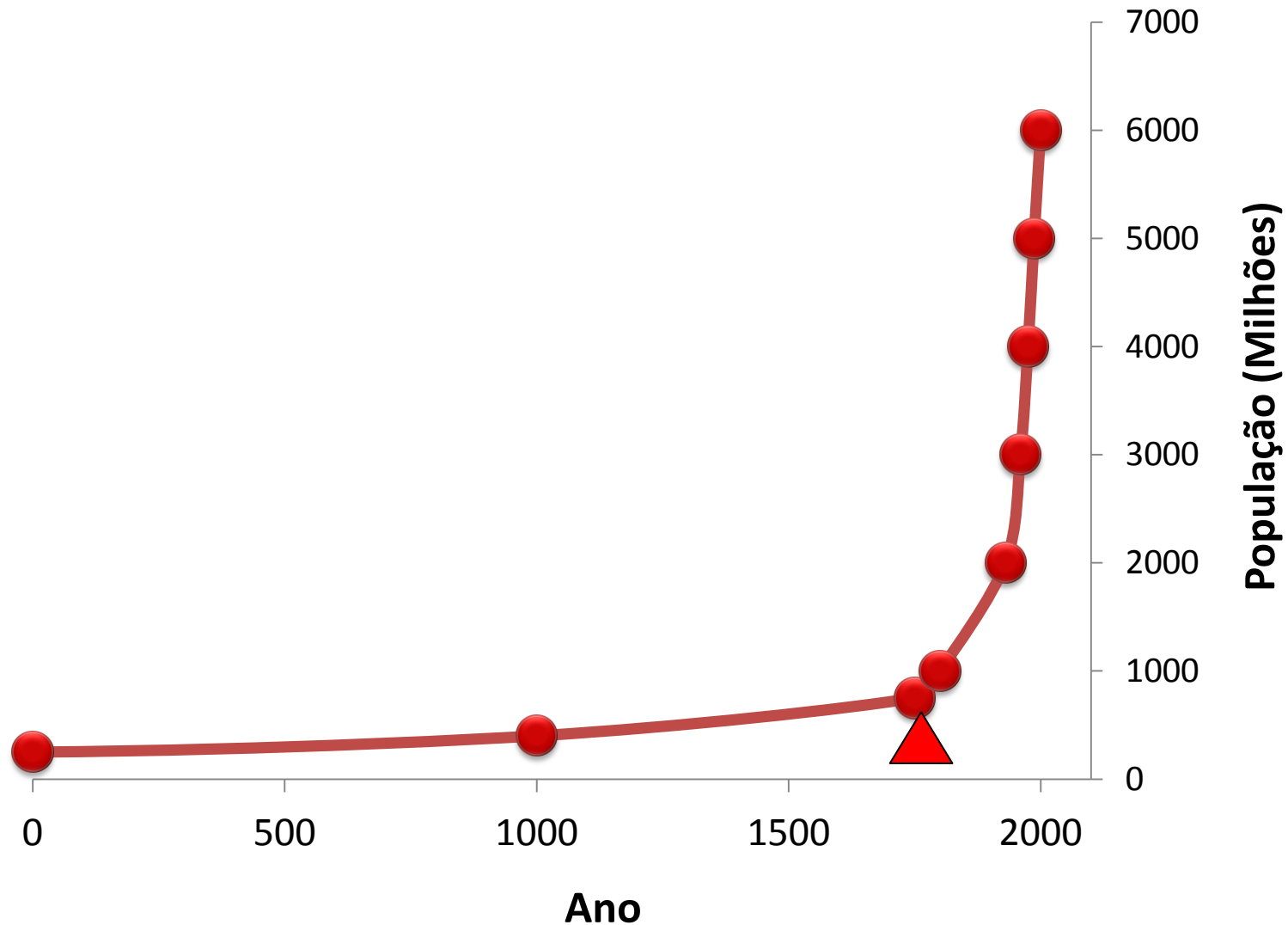
**Progress depends
upon a flow of
new scientific knowledge.**

V. Bush, "the Endless Frontier" 1945

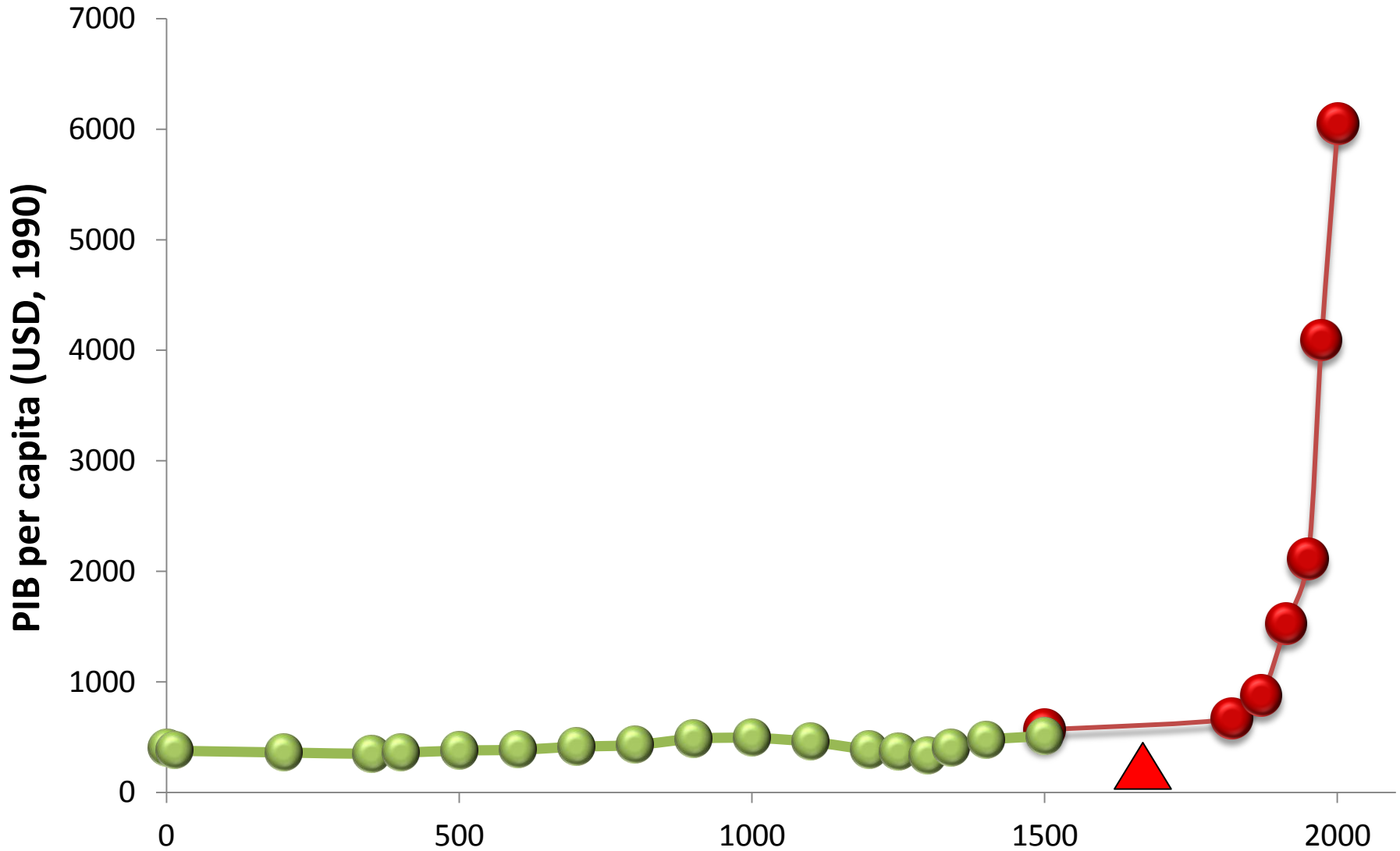
PROGRESSO E EXPECTATIVA DE VIDA



PROGRESSO E POPULAÇÃO DO PLANETA



PROGRESSO & ECONOMIA



(De Long, 1998; Maddison, 2005)

87%

crescimento econômico foi devido a

NOVAS TECNOLOGIAS

Robert Solow (Prêmio Nobel 1987)

Sociedade industrial, ciência e tecnologia:

UMA VIDA MELHOR.

CONSUMO DE MATÉRIAS PRIMAS

10 ton/hab.ano

países desenvolvidos 45 – 85 ton/hab

CADEIA PRODUTIVA DA CONSTRUÇÃO CONSOME

40 - 75 %
dos recursos naturais

SÃO PAULO



UMA ALDEIA MAKU



ISA - Aldeia Pidu Bu (Cabaris, no Tiquiê)

foto: **Jorge Pozzobon**, 1997

A FLORESTA QUE ACABOU



A QUE PODE ACABAR!



EXTRAÇÃO DE AREIA



EXTRAÇÃO DE MINÉRIO DE FERRO



A MASSA DE RESÍDUOS É

5x

a massa de bens consumida

RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO

~ 500 kg/hab.ano

Quantidade **superior** ao do lixo urbano



SÃO PAULO, SP

PRÓXIMO AO SHOPPING JARDIM SUL



04/11/2001

RESÍDUOS?



CONSTRUÍNDO PIRAMIDES



80m

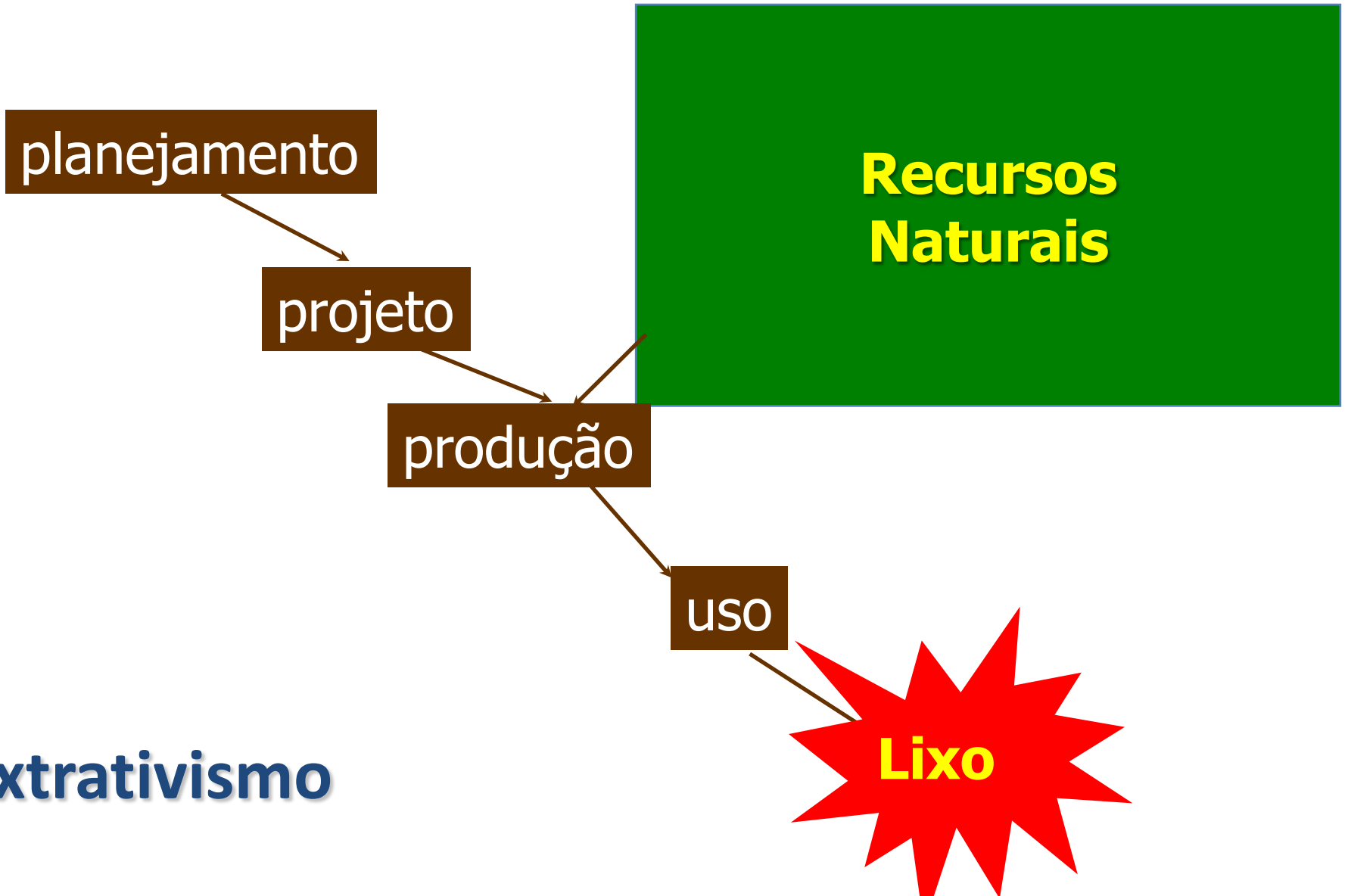
Aterro de RCD em São Paulo

Picture: Marco Antonio Fialho

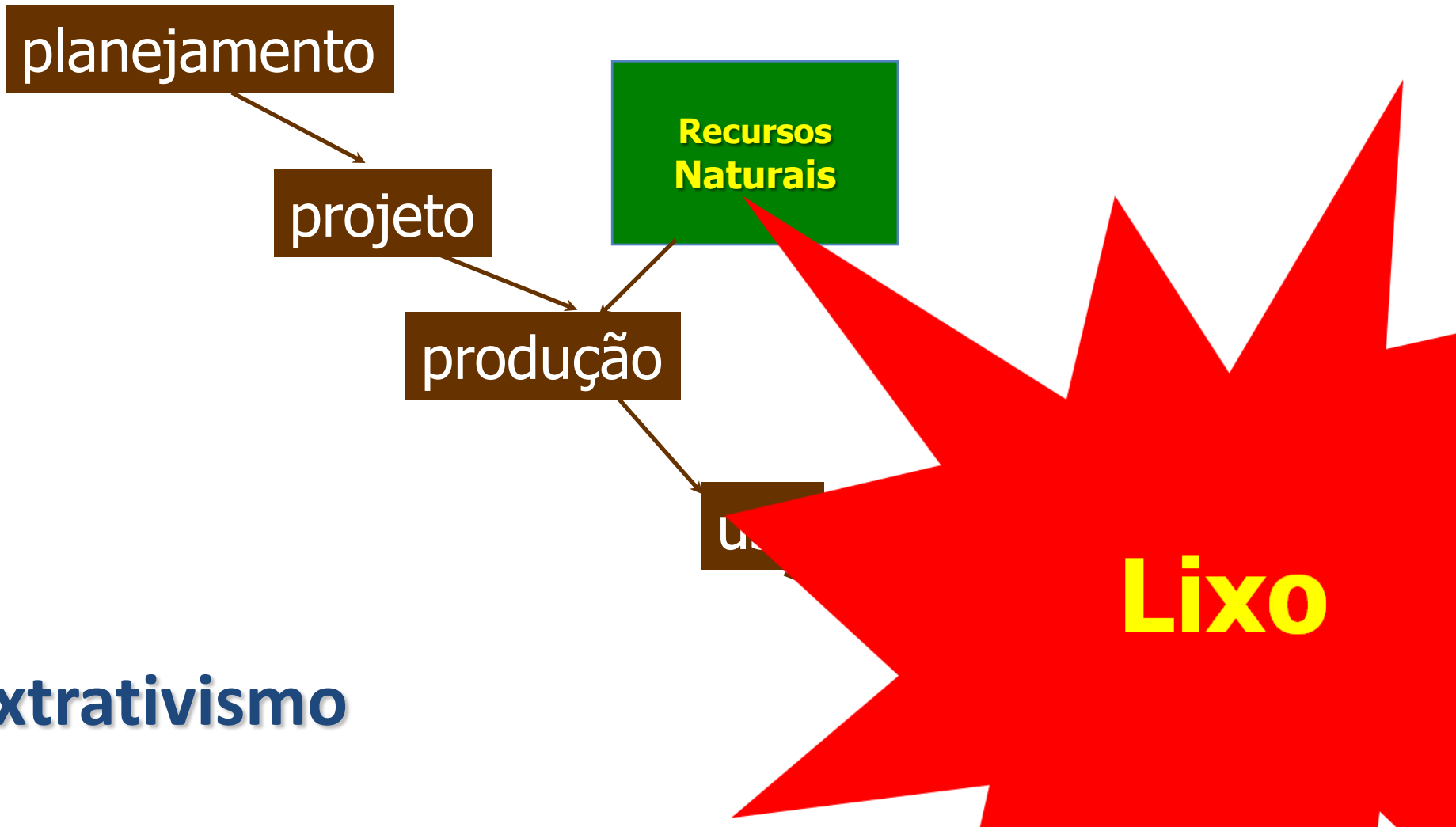
PERDAS AGRAVAM O PROBLEMA



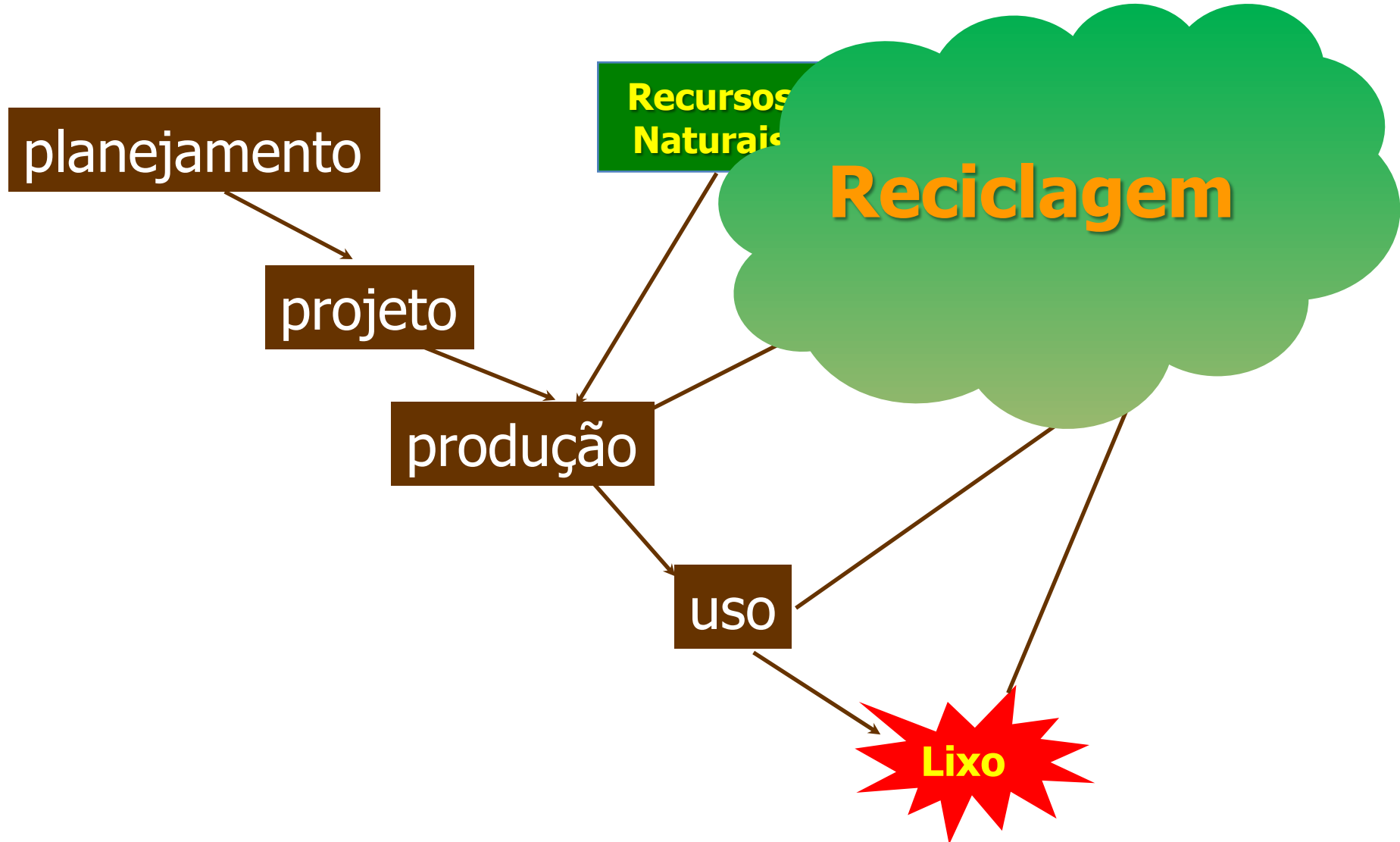
FLUXO DE MATERIAIS EM CICLO ABERTO



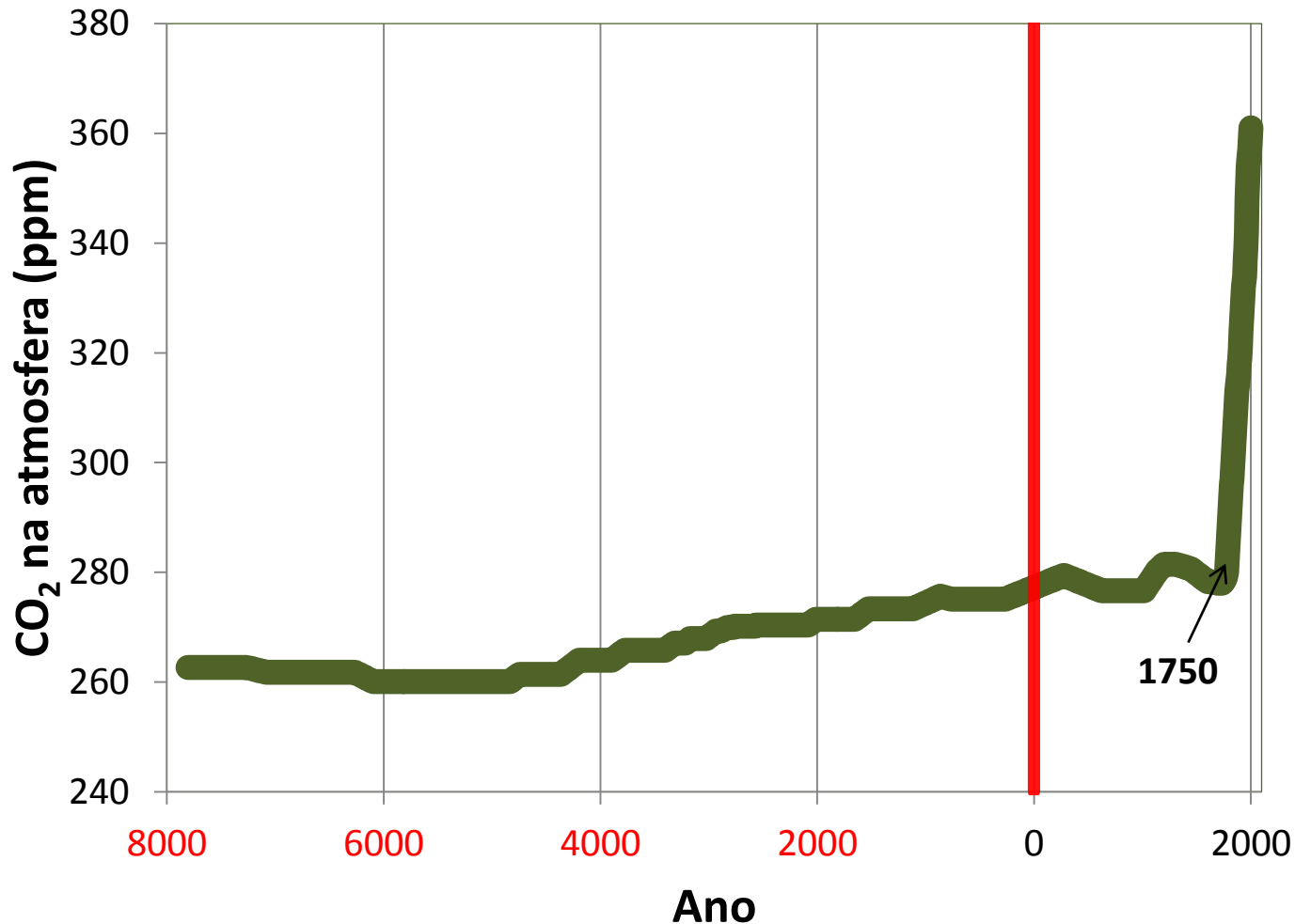
FLUXO DE MATERIAIS EM CICLO ABERTO



O FUTURO: FLUXO EM CICLO FECHADO



MAIS CO₂, MENOS E_{emitida}



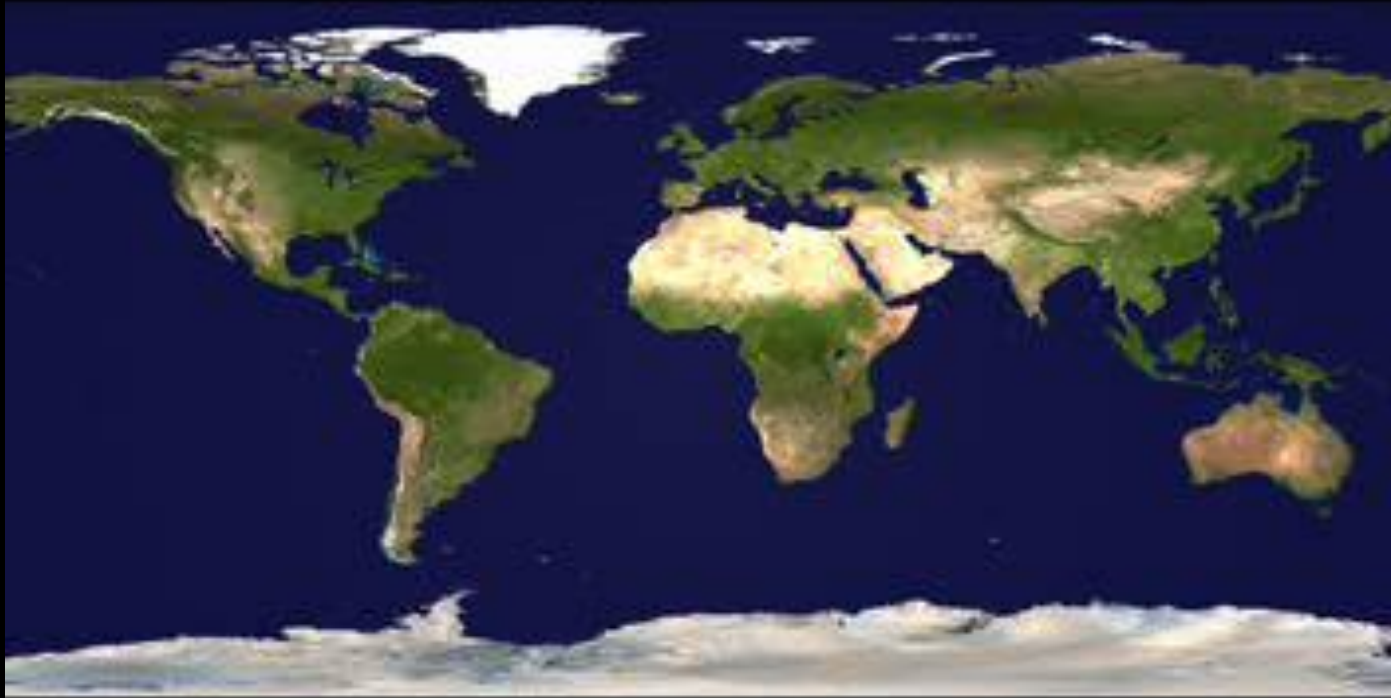
QUEIMA DE COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS



CALCÁRIO



DESMATAMENTO



1M³ DE MADEIRA NÃO MANEJADA



Foto: WWF-Brasil/Juvenal Pereira

~15 ton de CO₂

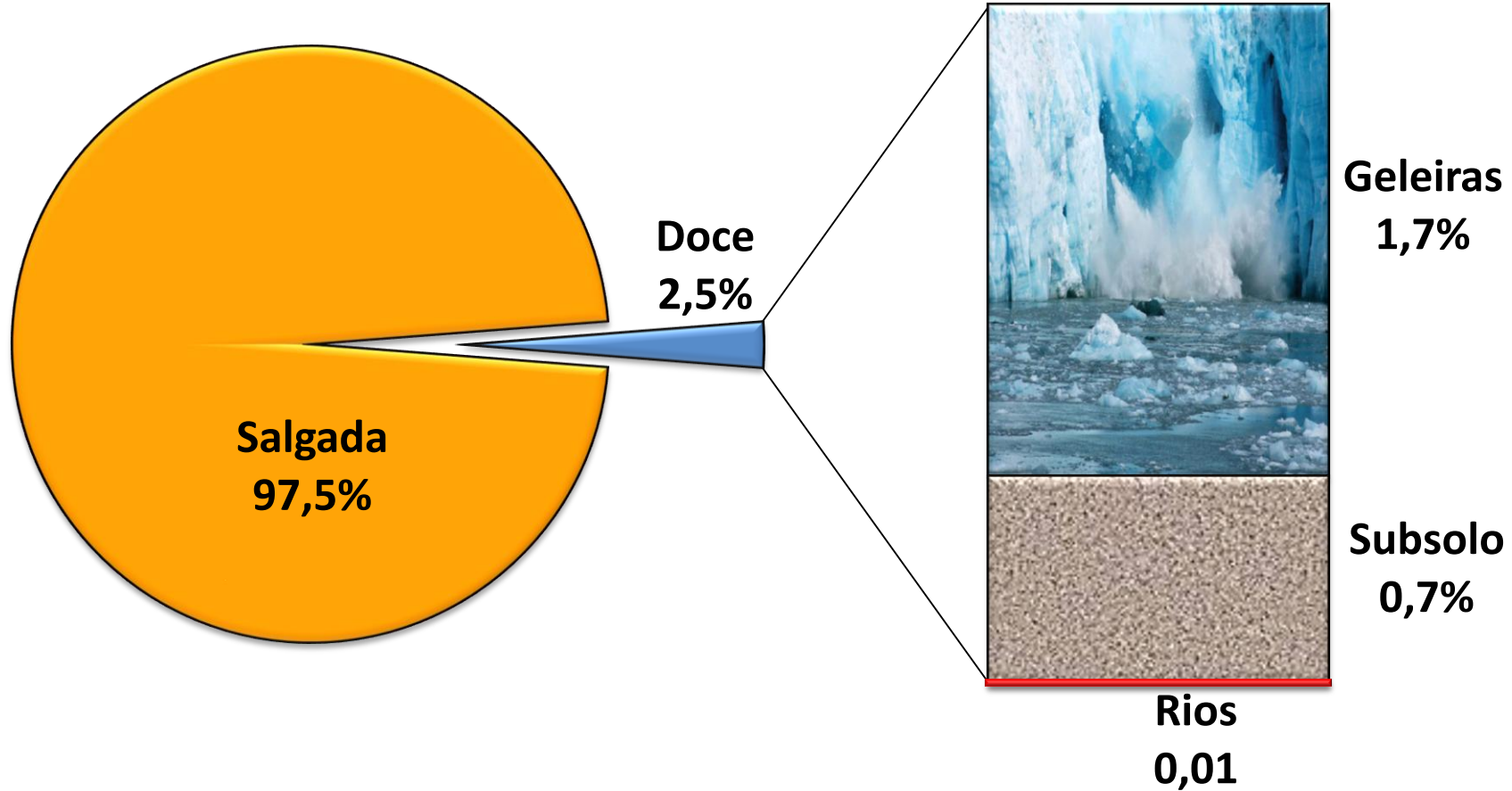
CONSTRUÇÃO E MUDANÇA CLIMÁTICA

- Combustíveis fósseis
- Madeira ilegal
 - Cerâmica vermelha
 - Compensados
 - Madeira serrada
- Calcário
 - Cimento
 - Cal
 - Aço

Produção em grande escala!

ADAPTAÇÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO: UM GRANDE DESAFIO

ÁGUA



ÁGUA DISPONÍVEL TAMBÉM LIMITES

Aral Sea, Kazakhstan



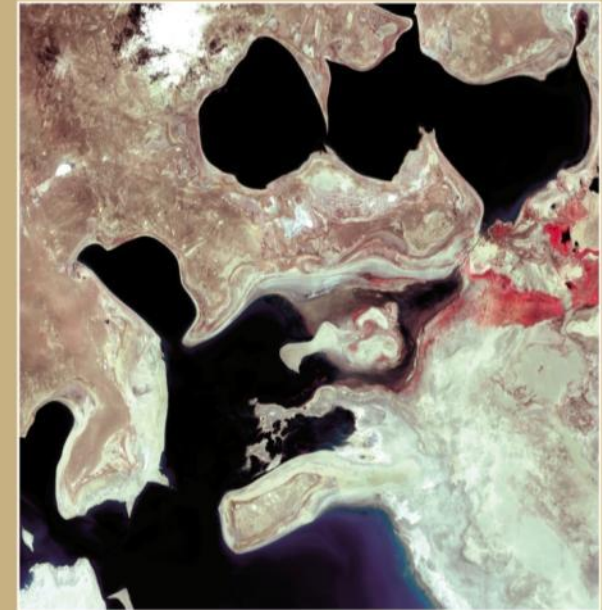
Landsat MSS
May 29, 1973

U.S. Department of the Interior
U.S. Geological Survey

In cooperation with 



Landsat MSS
August 19, 1987



Landsat ETM+
July 29, 2000

EROS Data Center
Sioux Falls, SD

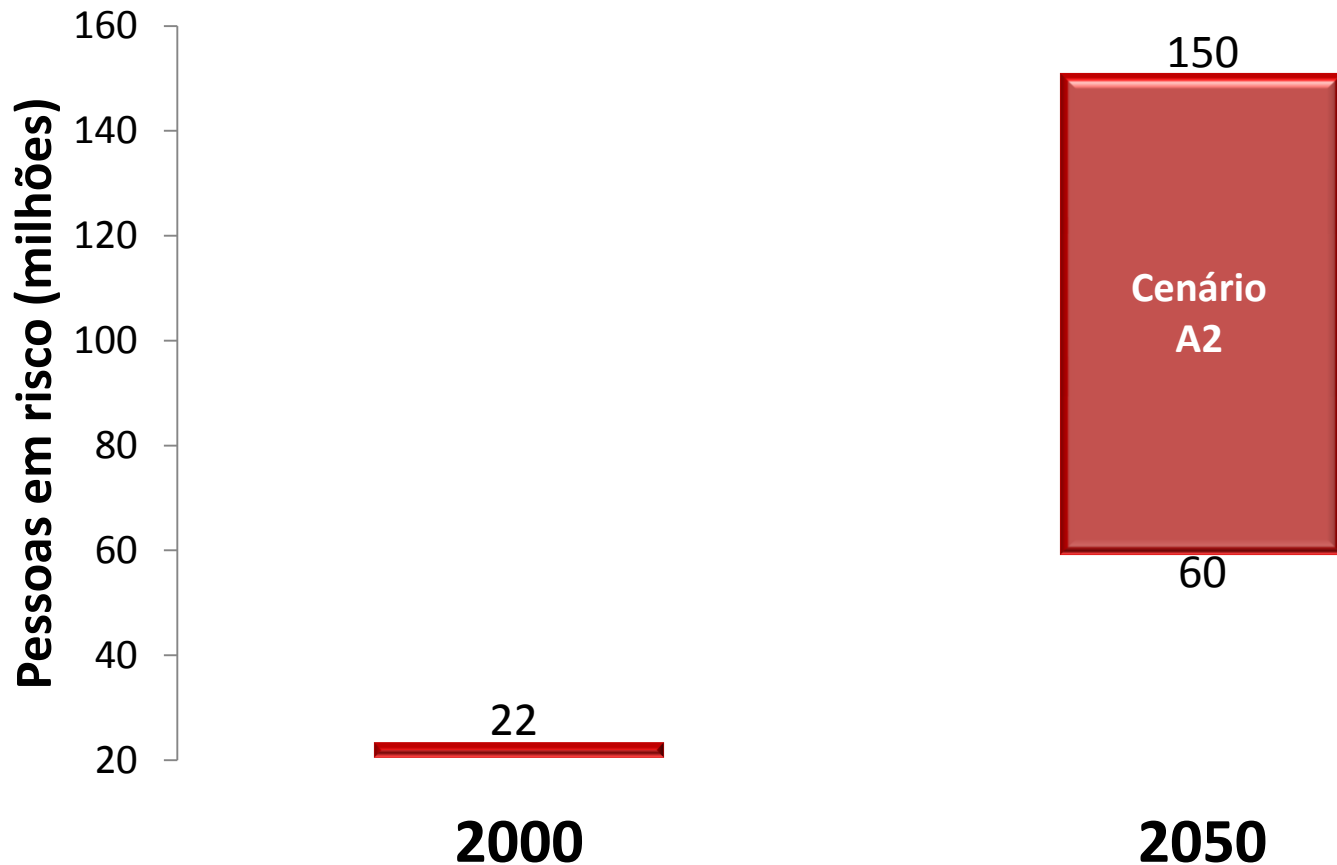
1973

1987

2000

Irrigação agrícola:
1965 50 km³/ano
1980 – 0 km³/ano

MUDANÇA CLIMÁTICA E STRESS HÍDRICO NA AMERICA LATINA



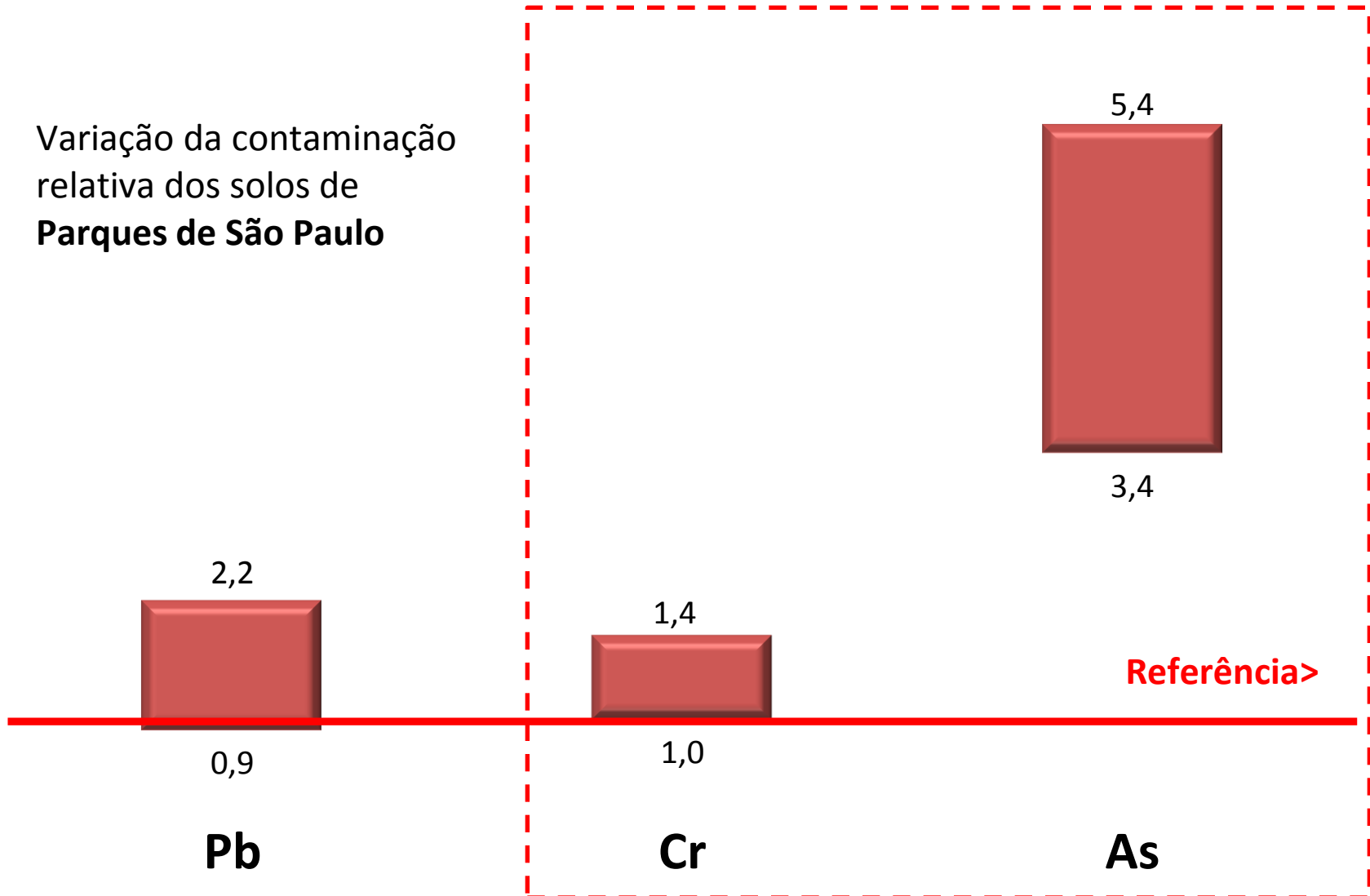
Edifícios usam

~21%

da água

CONTAMINAÇÃO DO SOLO

Varição da contaminação
relativa dos solos de
Parques de São Paulo



FUNGOS CRESCEM APÓS LIXIVIAÇÃO DE BIOCIDAS

IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO

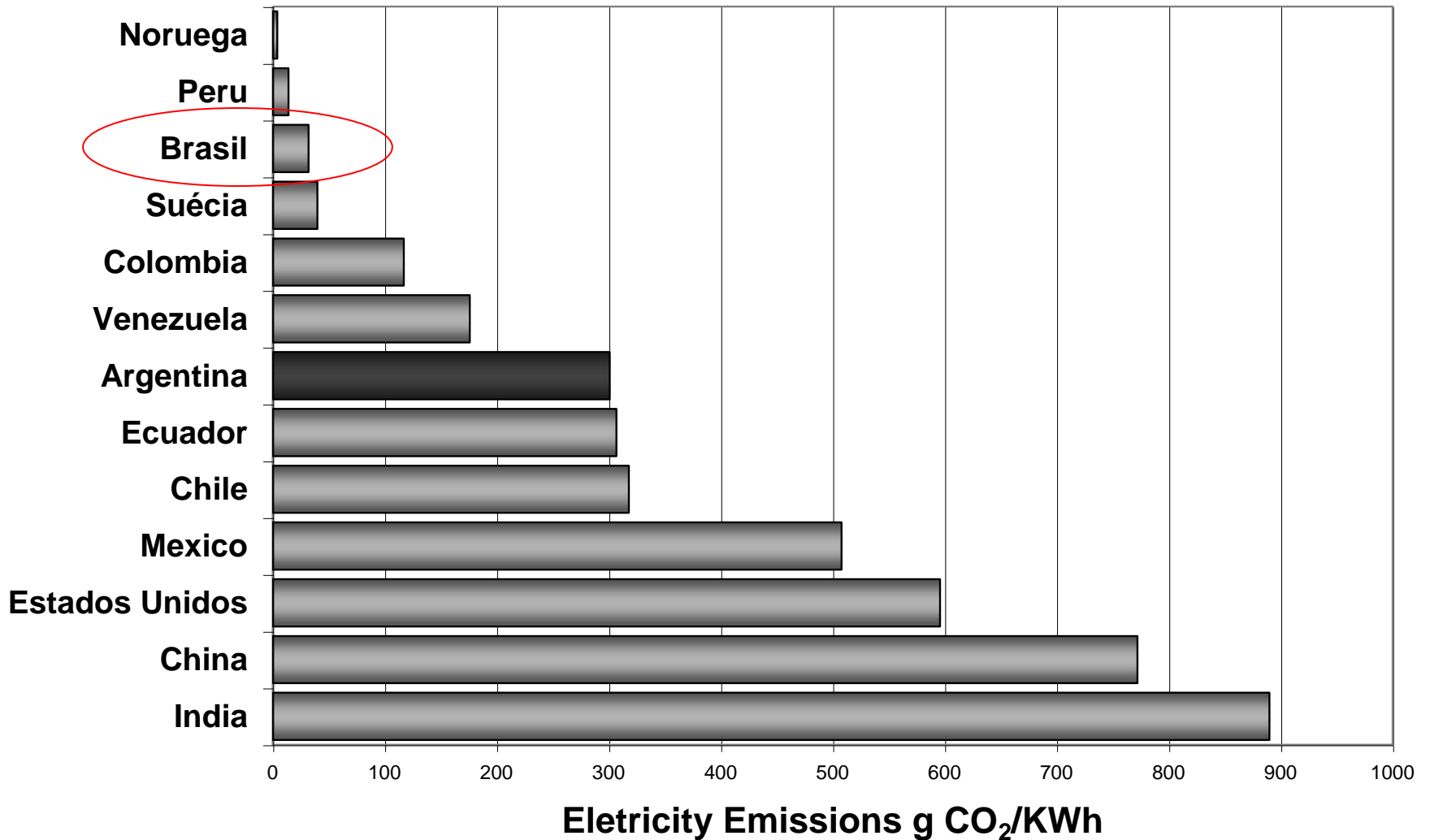


EDIFÍCIOS CONSOMEM

~450%
energia elétrica

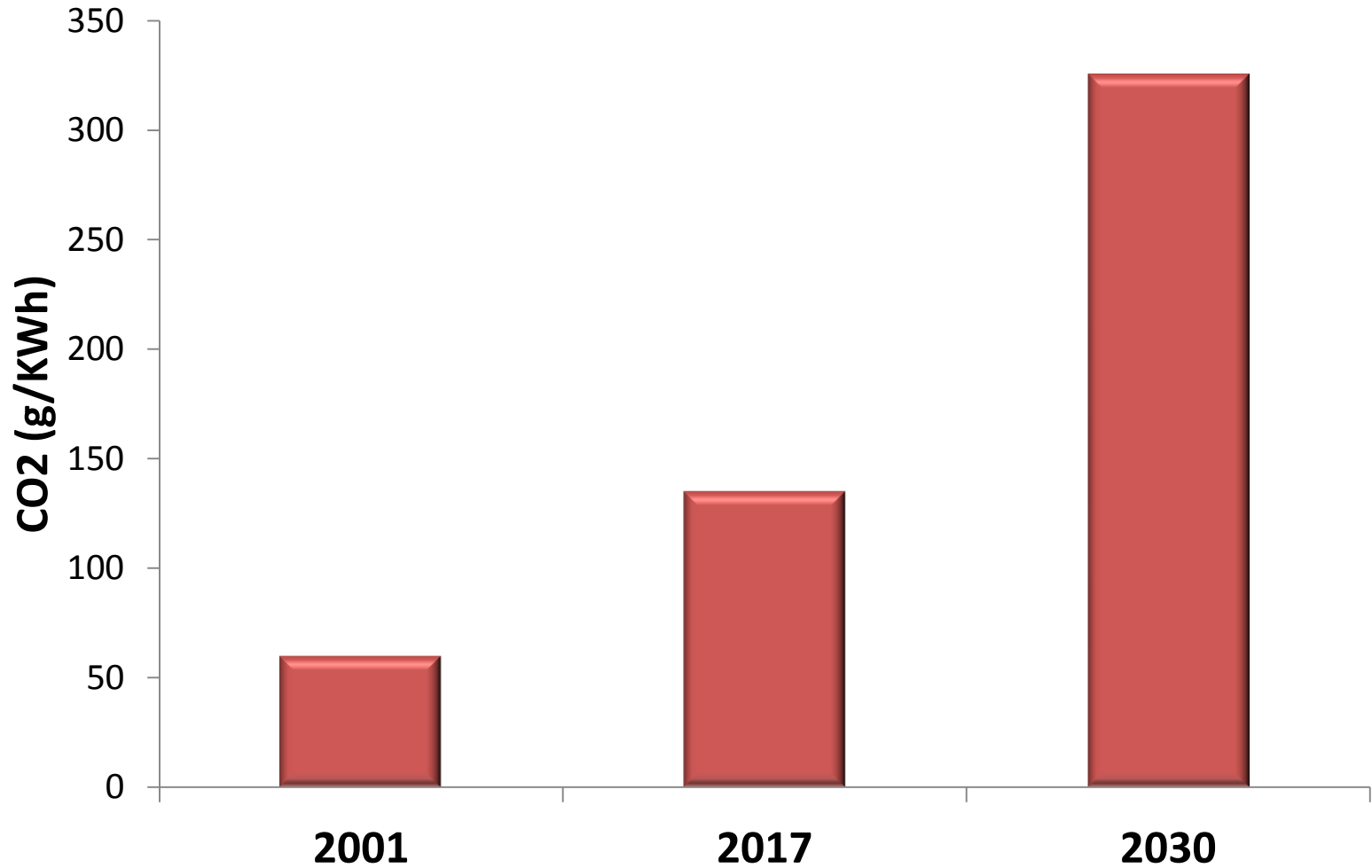
Impacto ambiental da energia depende da forma de geração. Energia hidro-elétrica é uma das mais limpas! Porém exige grande investimento!

CO₂ E ELECTRICIDADE (2001)



(WRI, 2001)

ENERGIA ELÉTRICA BRASILEIRA



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

RESIDÊNCIAS COM AR CONDICIONADO

Crescimento previsto de

3,4 x

entre 2005 e 2030

A DEGRADAÇÃO DO PLANETA É FEITA POR

55%

da população mundial.

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



NA CONSTRUÇÃO

A maioria dos
trabalhadores

são pobres!

15%

dos empregos

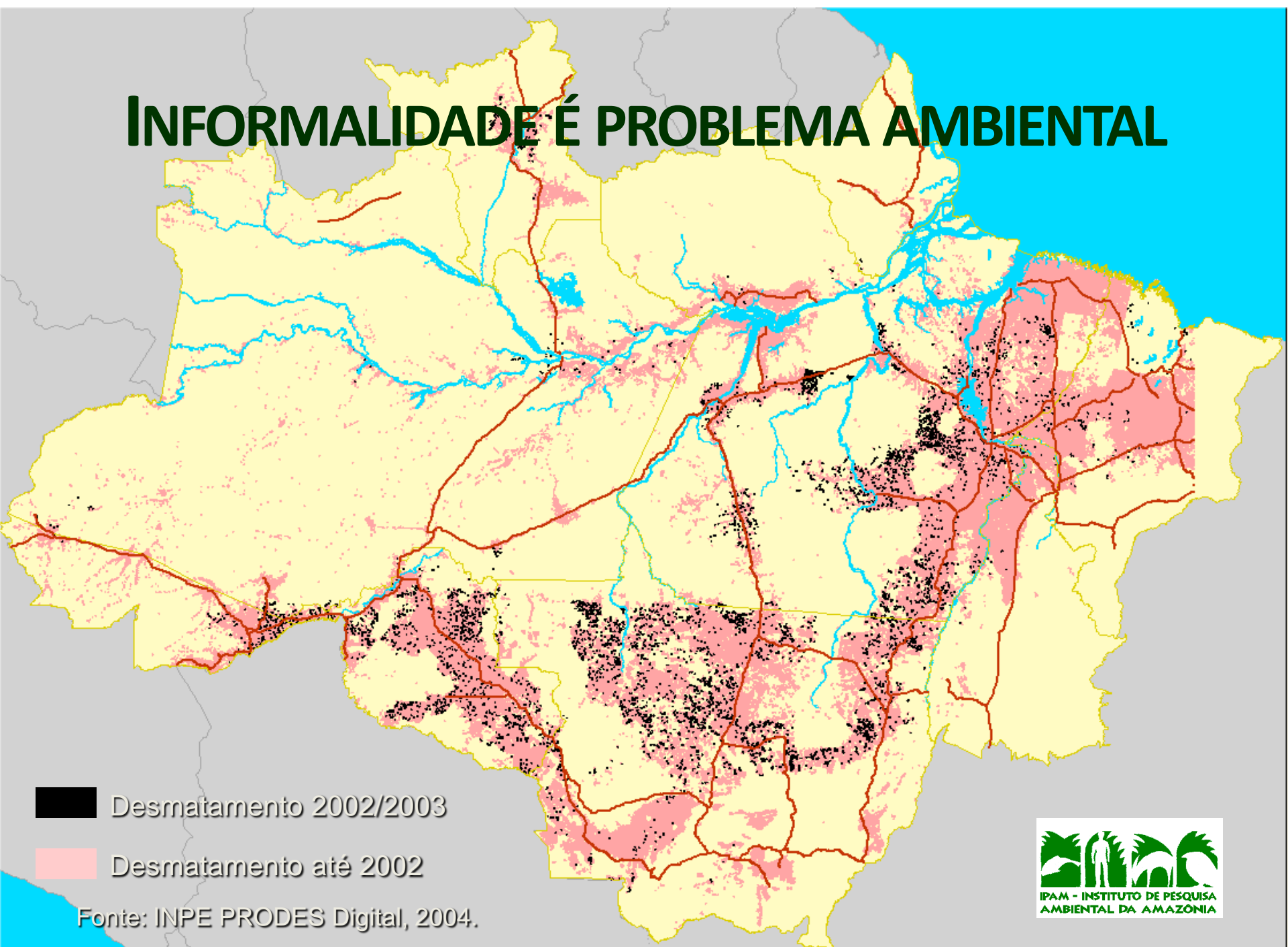
COM ou
sem

nota fiscal?

A INFORMALIDADE

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

INFORMALIDADE É PROBLEMA AMBIENTAL



■ Desmatamento 2002/2003

■ Desmatamento até 2002

Fonte: INPE PRODES Digital, 2004.

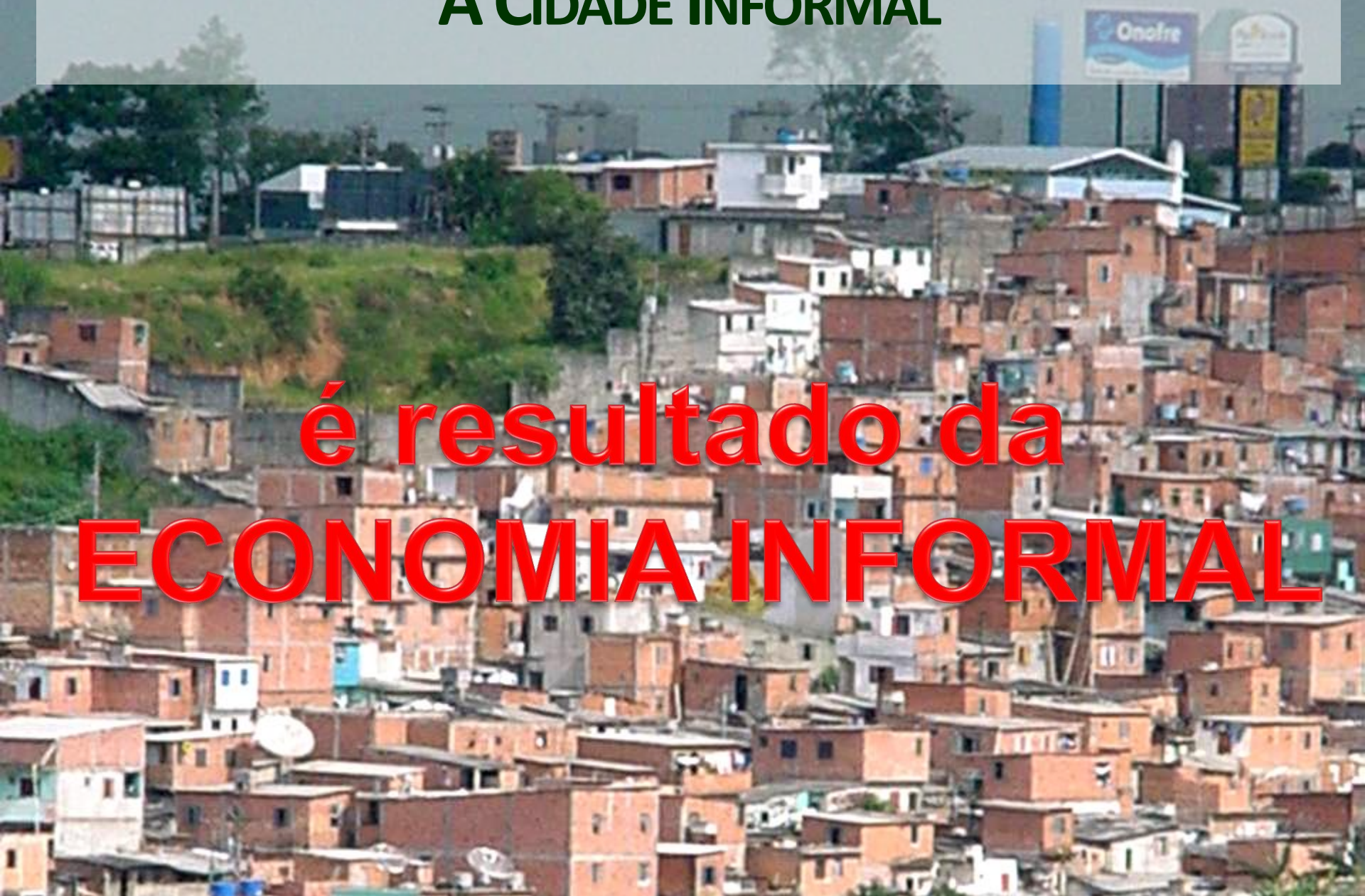


A INFORMALIDADE É PROBLEMA SOCIAL

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

A CIDADE INFORMAL

é resultado da
ECONOMIA INFORMAL



Sustentabilidade social:

A CONSTRUÇÃO PRECISA CRESCER

PRECISAMOS MAIS ENERGIA... LIMPA...

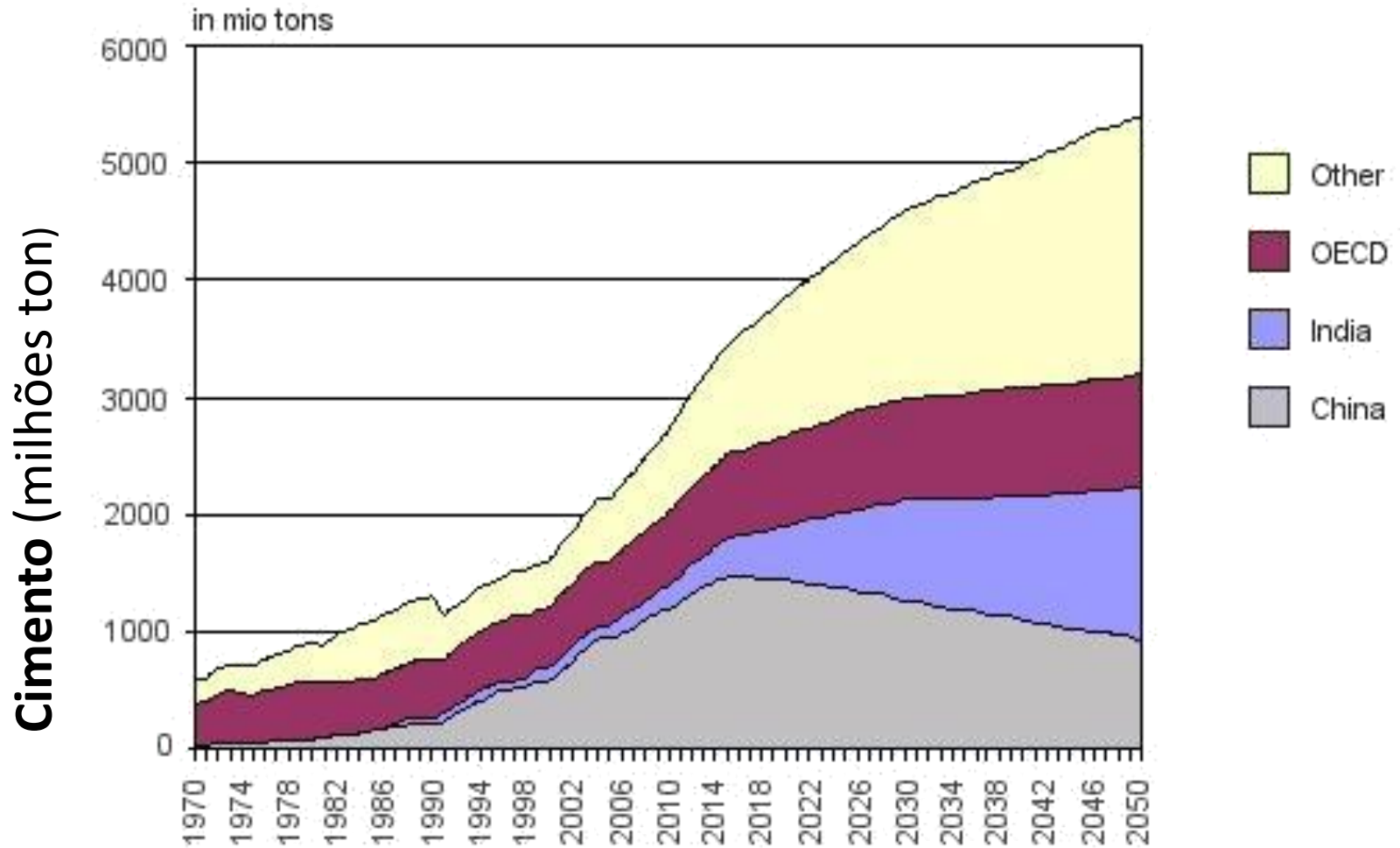


HABITAÇÃO & INFRAESTRUTURA

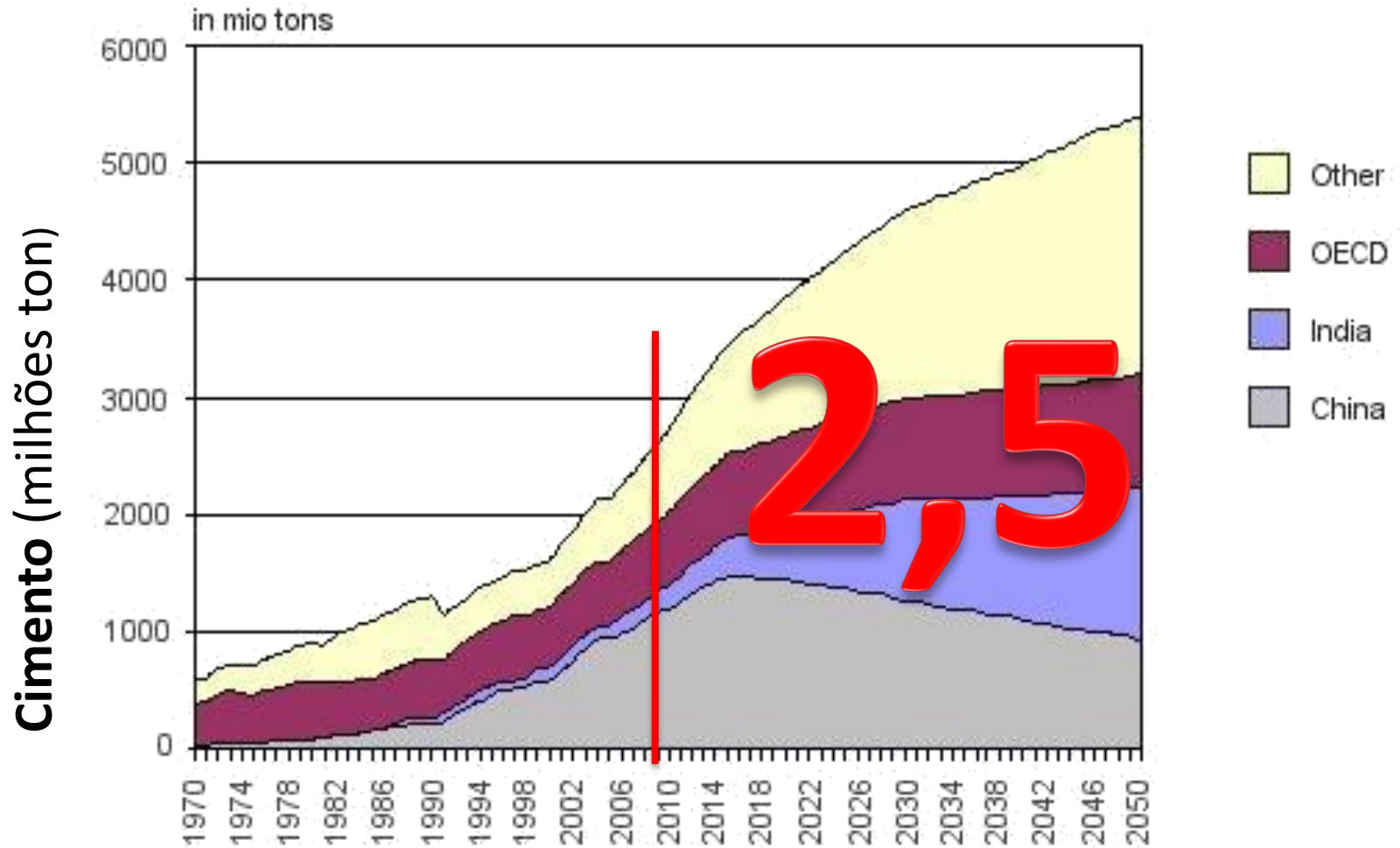


SE A TECNOLOGIA NÃO MUDAR

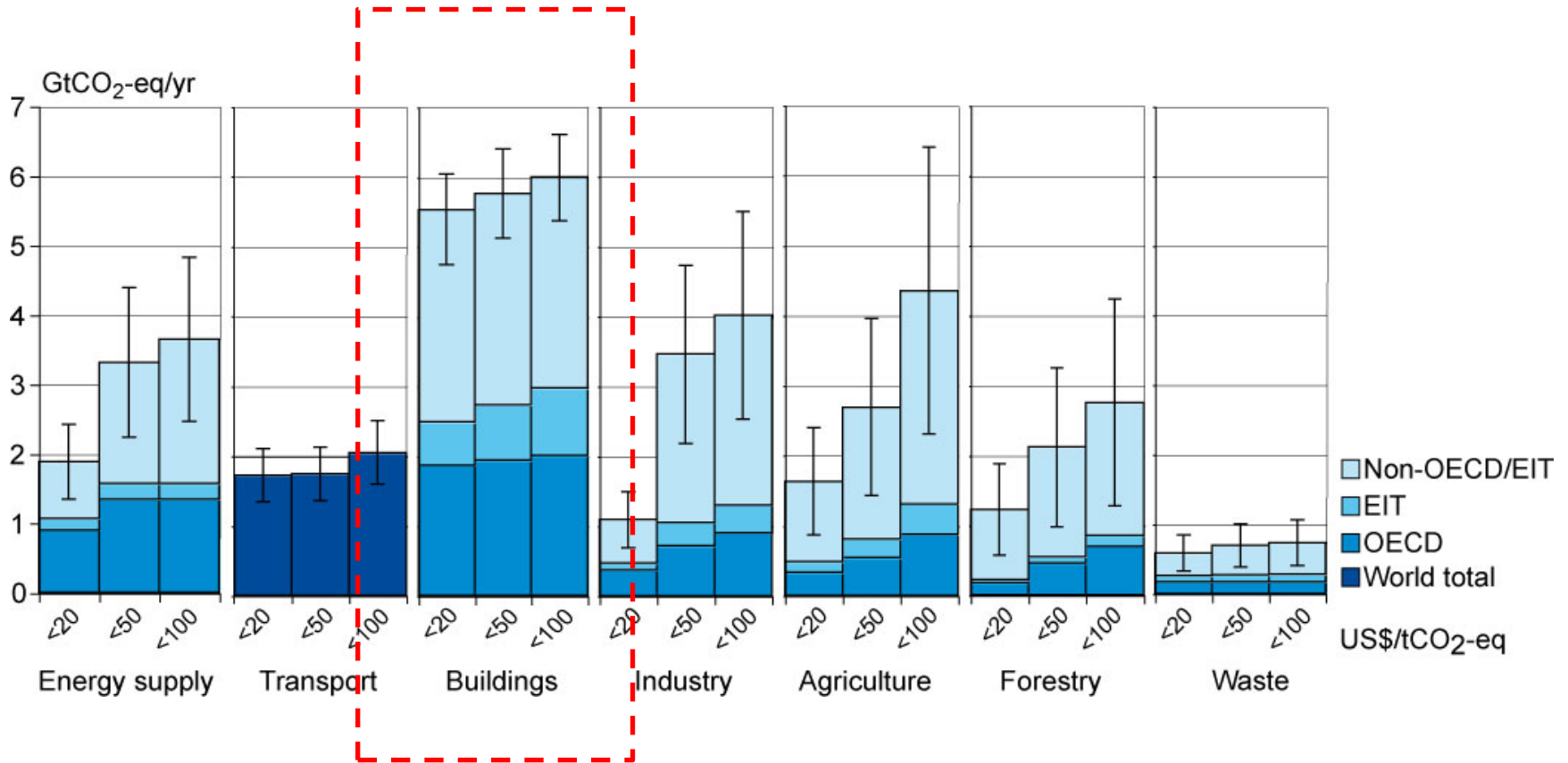
O USO DE MATERIAIS PRECISA CRESCER



O USO DE MATERIAIS PRECISA CRESCER



IPCC: CONSTRUÇÃO É PRIORIDADE



A CONSTRUÇÃO

vai ser transformada
podemos discutir prazo e processo.

**CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL:
UMA TRANSFORMAÇÃO EM CURSO**

Uso RACIONAL DA ÁGUA



Válvula de dupla descarga.



Torneiras automáticas



Aeradores



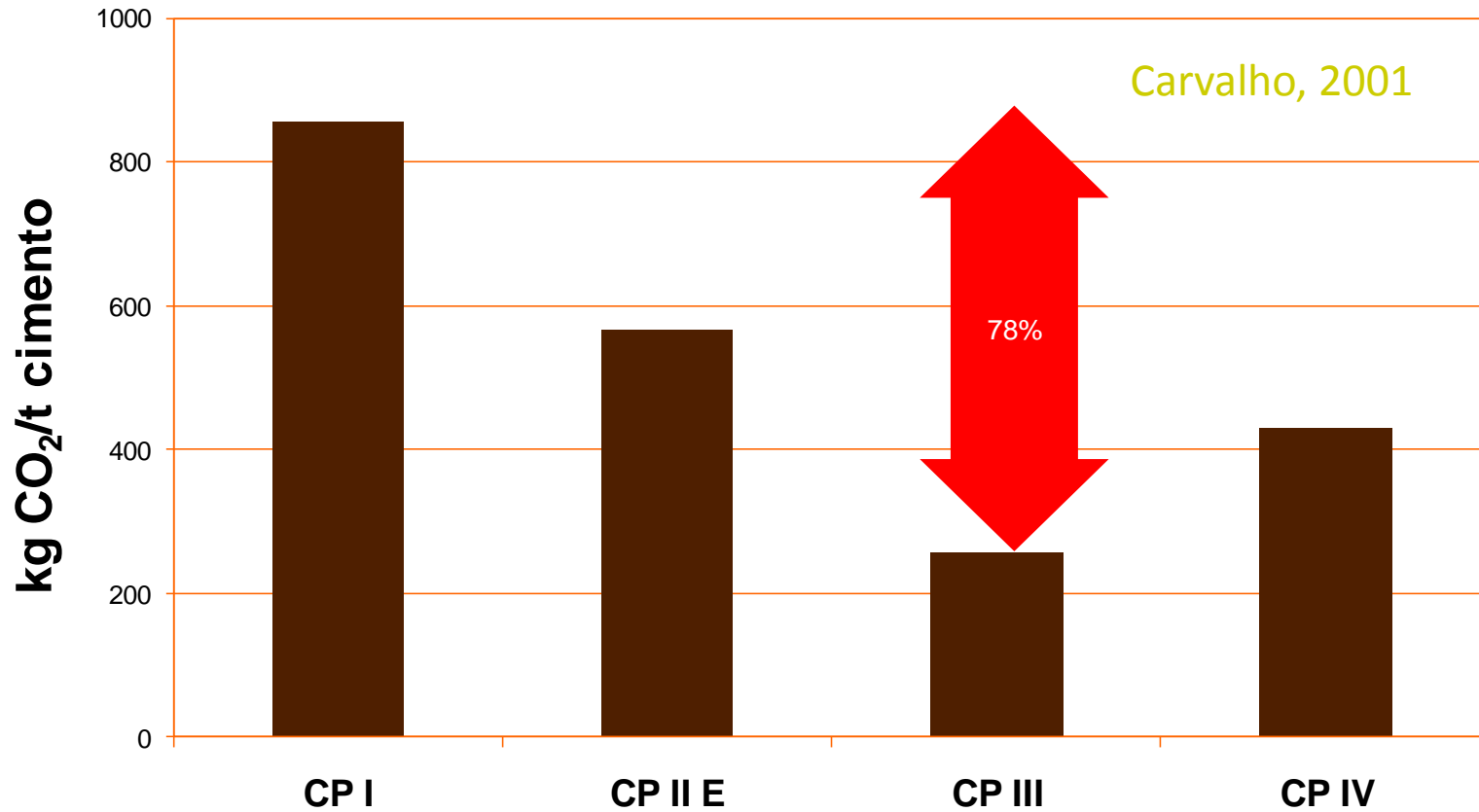
Limitadores de vazão



AQUECIMENTO SOLAR



CIMENTOS DE BAIXA EMISSÃO



SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO



Selo CONPET



Selo PROCEL



PNCDA

Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água



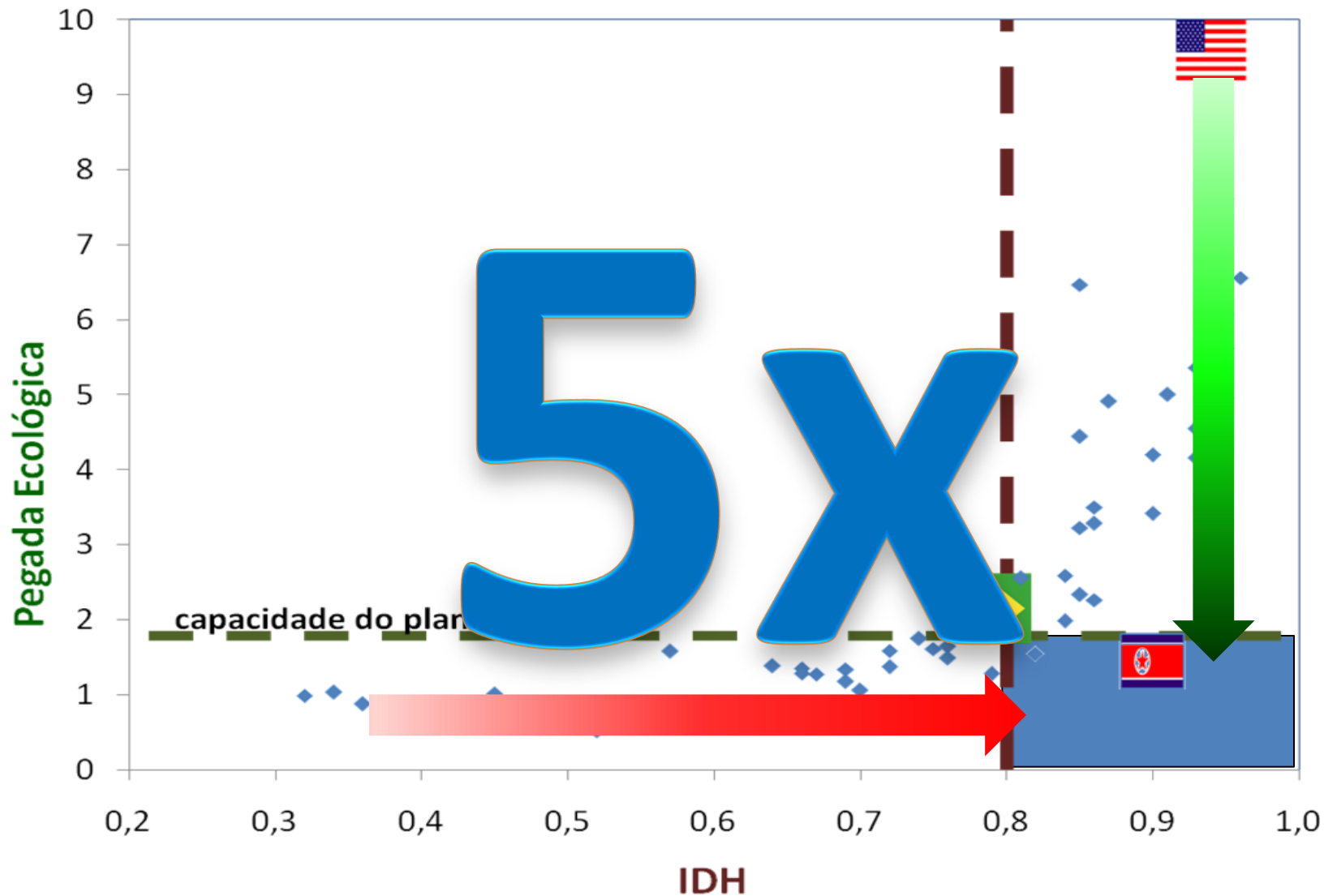
GESTÃO DE RESÍDUOS EM CANTEIRO

- Material comercializado gera recursos!



Ing. Ricardo Pucci

INOVAÇÕES NECESSÁRIAS MAS NÃO SUFICIENTES



PARA SOBREVIVER SERÁ NECESSÁRIO

reinventar 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)

INDUSTRIALIZAÇÃO: UMA IDÉIA ANTIGA



Cassino Biarritz, 1882

Arq. Calinaud. Construção: Edmond Goignet



COM MUITOS SUCESSOS

**Arq. João Filgueiras de Lima
Rede Sarah. Salvador**

SOLUÇÃO ATUAL PREDOMINANTE





31 10 '96

SOLUÇÃO PREDOMINANTE



PORQUE A CONSTRUÇÃO NÃO INOVA?

AVALIAÇÃO TRADICIONAL

- Indústria baseada em **projeto**
- **Mercado pulverizado** em pequenas empresas
- Cultura do setor é avessa a inovação.

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

NÃO INOVA: RAZÕES NACIONAIS

- Falta de continuidade na demanda.
- Forte informalidade.
- Questões fiscais.

A PERCEÇÃO DAS CONSTRUTORAS

CIB REVALUING CONSTRUCTION



PERCEPÇÃO DAS CONSTRUTORAS

CIB REVALUING CONSTRUCTION

Clientes são
barreira à
inovação



CLIENTE COMO BARREIRA A INOVAÇÃO

ALGUMAS POSSÍVEIS RAZÕES

Foco na **melhoria do processo produtivo.**

Pouco impacto no preço.

Baixa agregação de valor.

Maior risco de falha.



Maior risco, poucos benefícios.

SETORES MADUROS PULVERIZADOS

Fornecedores

**de materiais e equipamentos
são os grandes responsáveis por inovações.**

FORNECEDORES INOVADORES



Válvula de dupla descarga.



Torneiras automáticas



Aeradores



Limitadores de vazão



FORNECEDORES INOVADORES CONCRETO DE ALTA RESISTÊNCIA

140MPa

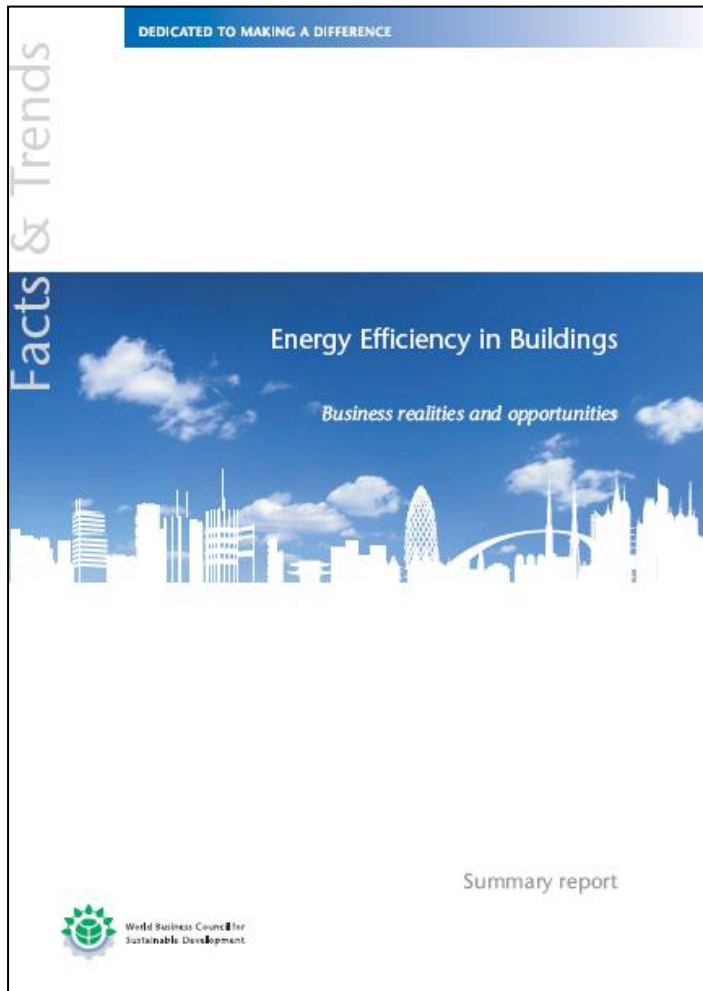


CONSTRUÇÃO: INOVAÇÃO “INVISÍVEL”

Difícil de medir pelos meios tradicionais:

- Organização do processo
- Combinação de tecnologias e processos existentes
- Inovação a nível de projeto e empresas
- Definição de limitada do setor.

EXEMPLO: ZERO NET ENERGY BUILDING



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



World Business Council for
Sustainable Development

EXEMPLO: ENTREGA DE EDIFÍCIO RESIDENCIAL EM 6 MESES

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



CONCRETO FOTOCATALÍTICO AUTO-LIMPANTE



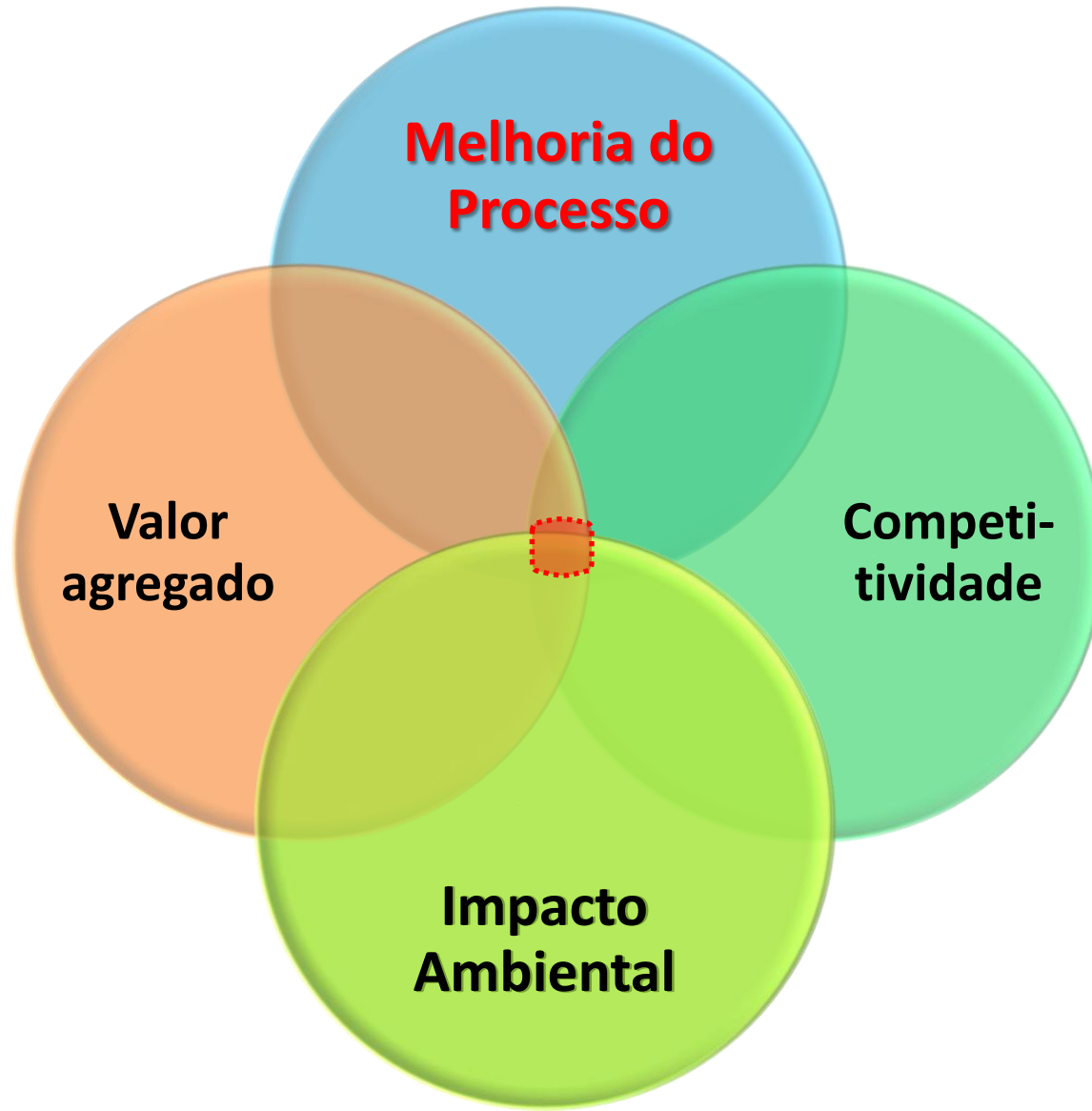
Radiação UV



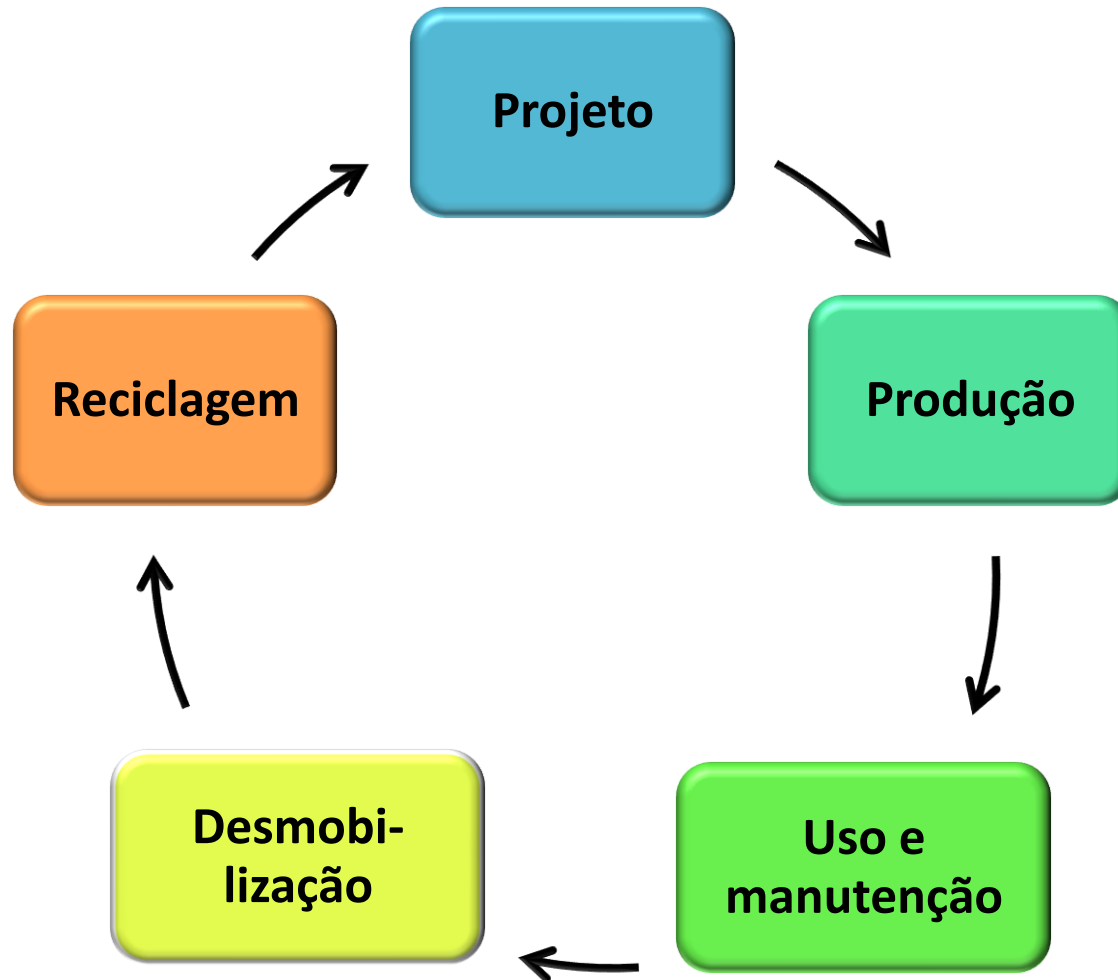
Degrada sujeira e a poluição do ar.

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

FOCO DA INOVAÇÃO



ABORDAGEM SISTÊMICA: OTIMIZAÇÃO DO CICLO DE VIDA



INOVAÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE

multidisciplinar

Integra o conhecimento existente em outras áreas e disciplinas.

EM RESUMO

- Novos paradigmas sobre o que é inovação
 - Foco ampliado
 - Ciclo de vida
 - Novas dimensões
 - Abordagem multidisciplinar
- Novo arranjo institucional
 - Articulação da cadeia produtiva
 - Inovação colaborativa
 - Articulação com o Estado

INOVAÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

AGENDA AMBIENTAL

- Desmaterializar
- Reduzir a pegada de carbono
- Adaptar o ambiente construído
- Minimizar e reciclar resíduos
- Água: uso racional e não contaminação
- Eficiência energética

AGENDA SOCIAL

- Trabalhadores
 - Remuneração dos trabalhadores
 - Condições de trabalho
 - Redução do esforço
 - Eliminação de atividades de risco à saúde
 - Educação
- Clientes & Sociedade
 - Maior valor agregado
 - Redução do **custo global**

AGENDA ECONÔMICA

- Competitividade internacional
- Melhoria da taxa de retorno

SOLUÇÃO TRADICIONAL: MAQUINAS



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 ESTÃO NO MERCADO



KIEFER TECHNIC SHOWROOM
Arq. Ernst Giselbrecht

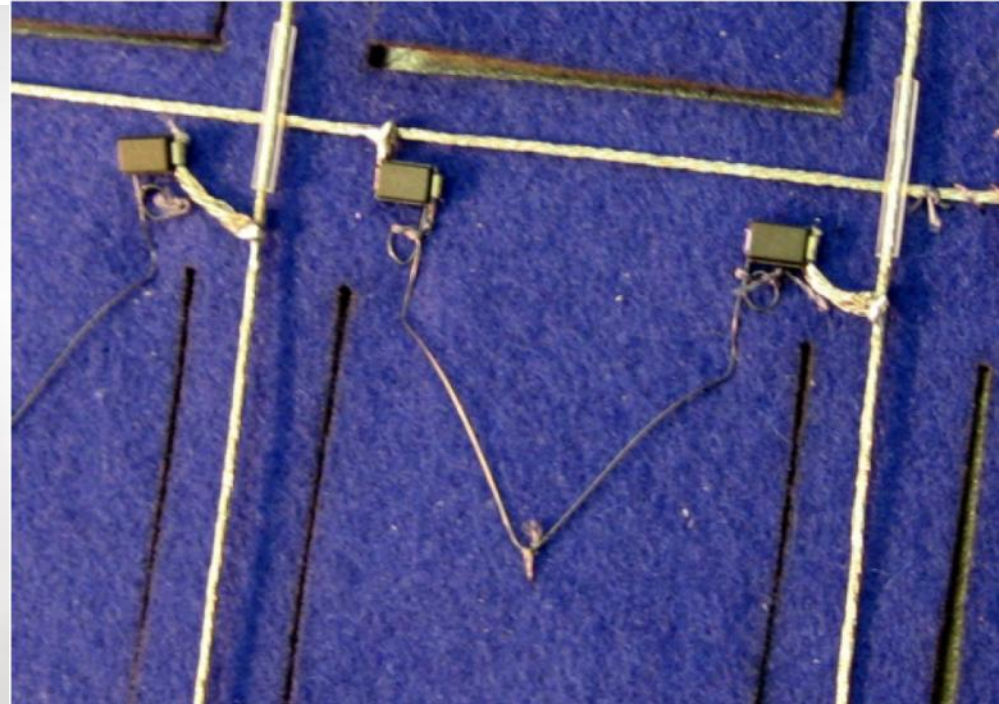
COMPONENTES MECÂNICOS EXPOSTOS

Caro\$

Manutenção complexa

Nicho de mercado.

POSSIBILIDADE PARA O FUTURO: MOVIMENTO ELETRÔNICO



Tecidos + acionador SMA (Shape Memory Alloys)

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

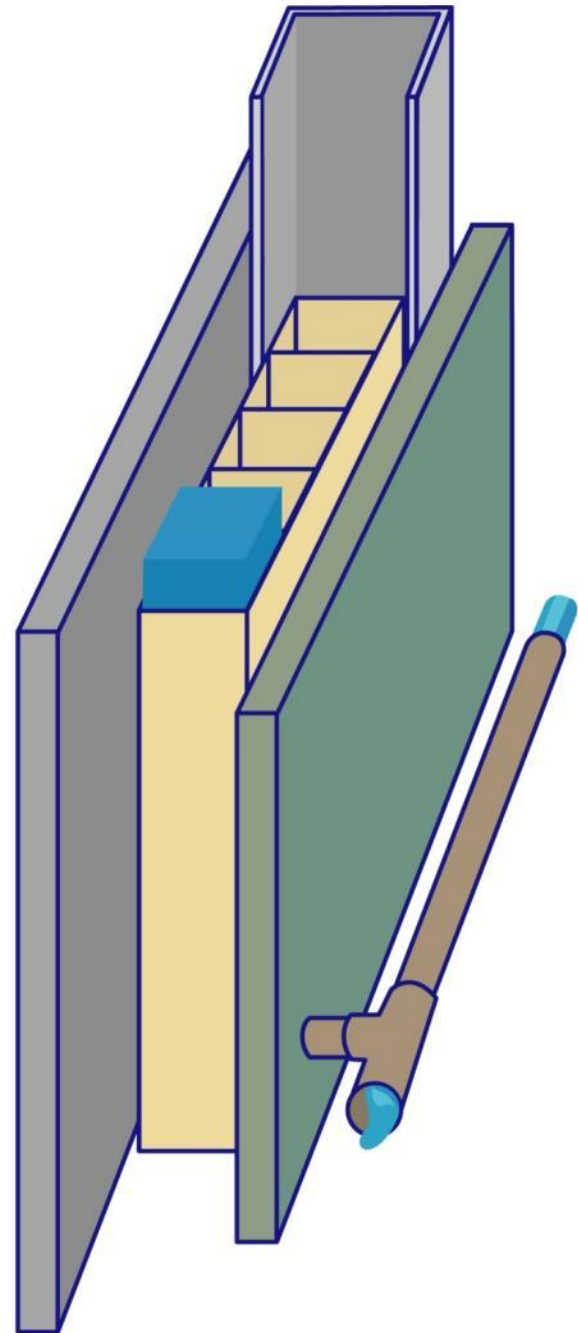
Baixa inércia térmica

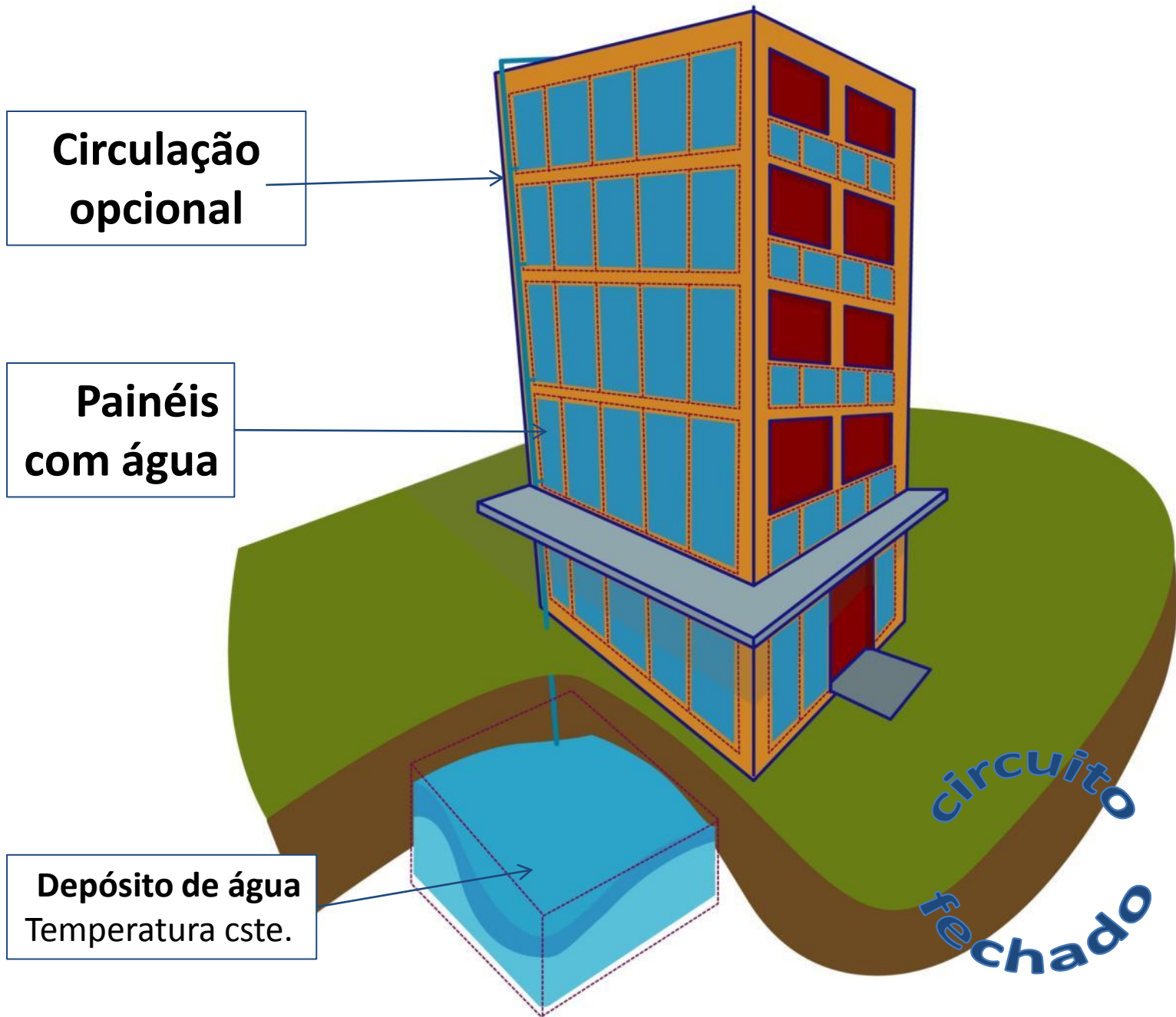
Rápido equilíbrio com o ambiente

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



C A S A
S O L A R
F I E X



sd europe



Consórcio Brasil

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

HUNTSMAN

Enriching lives through innovation

Braskem

CASA SOLAR FLEX



Idéia 1

OTIMIZAÇÃO DO USO DO CIMENTO

ABORDAGEM SISTÊMICA

cimento

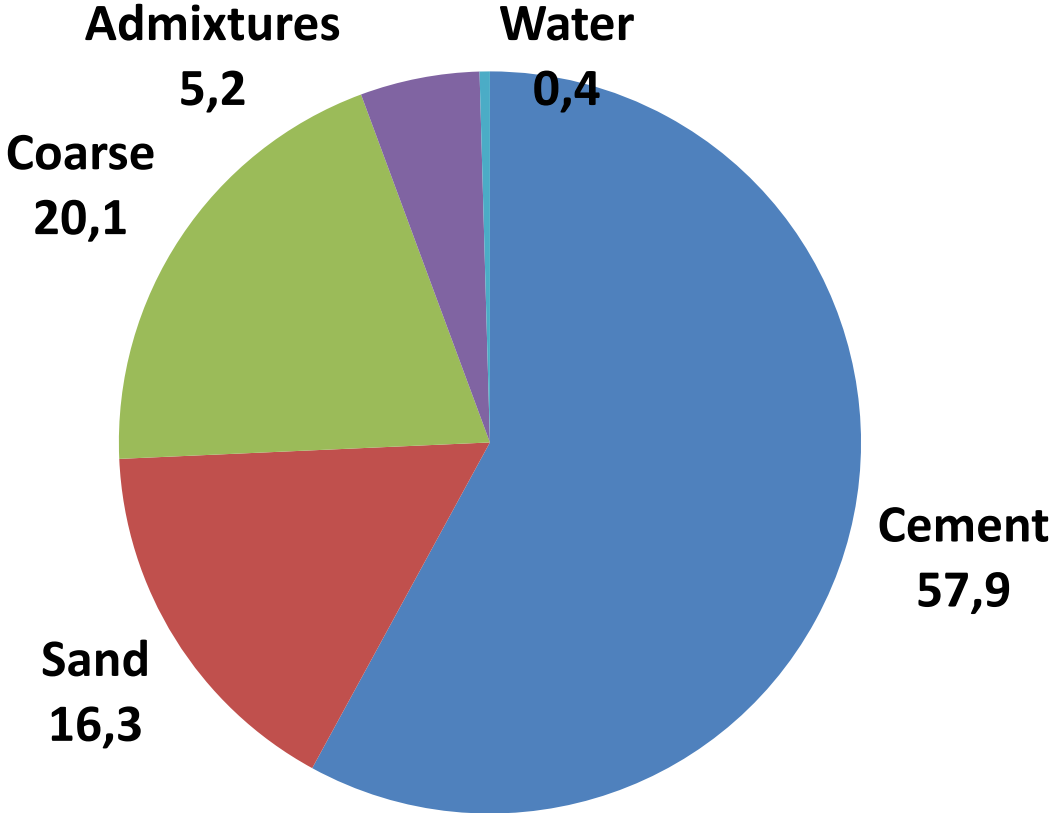
concreto

construção

Eficiência
global

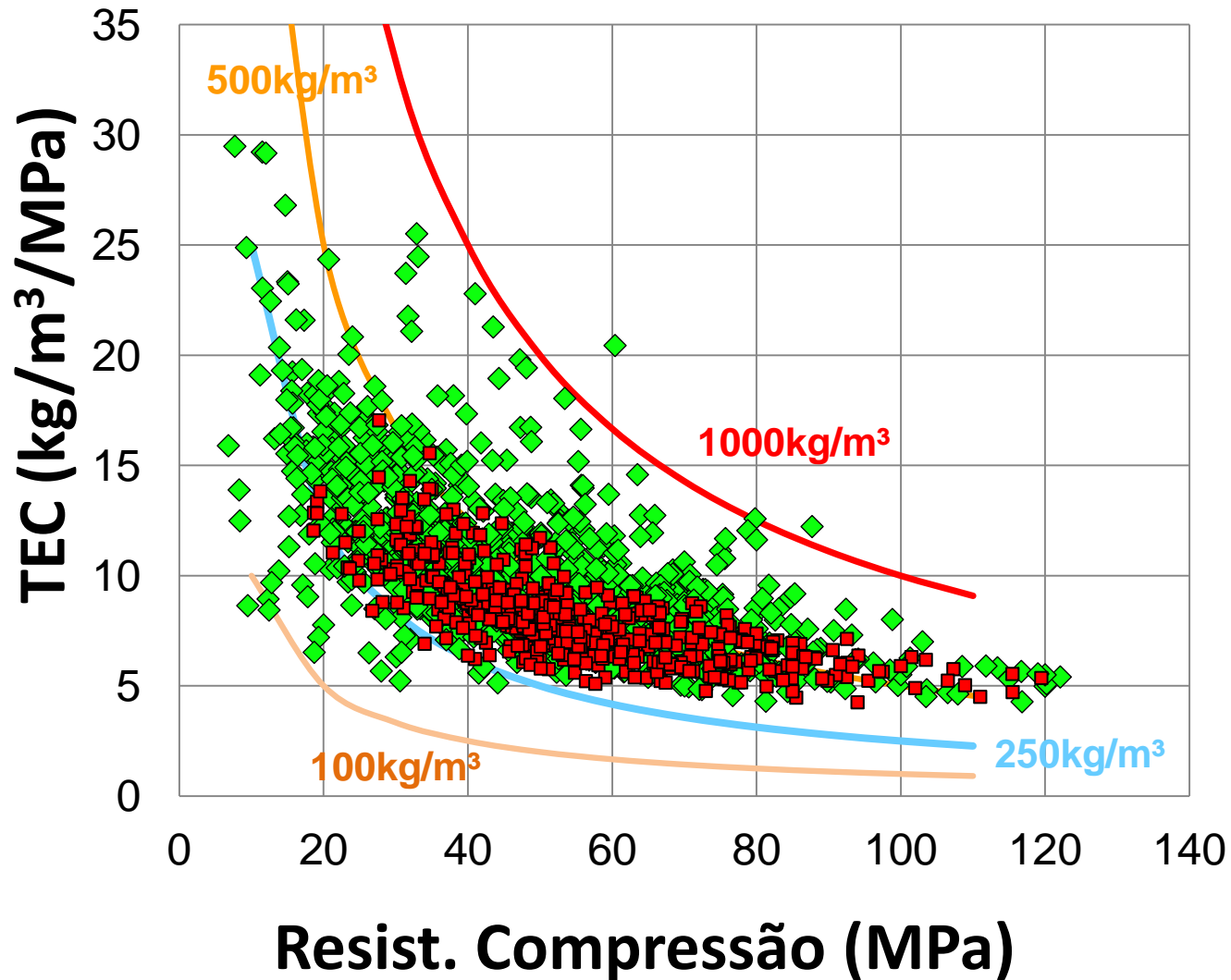
POTENCIAL ECONÔMICO

OTIMIZAR O TEOR DE DO CIMENTO



Typical Brazilian Ready Mix Market

LITERATURA BRASILEIRA + ESTRANGEIRA



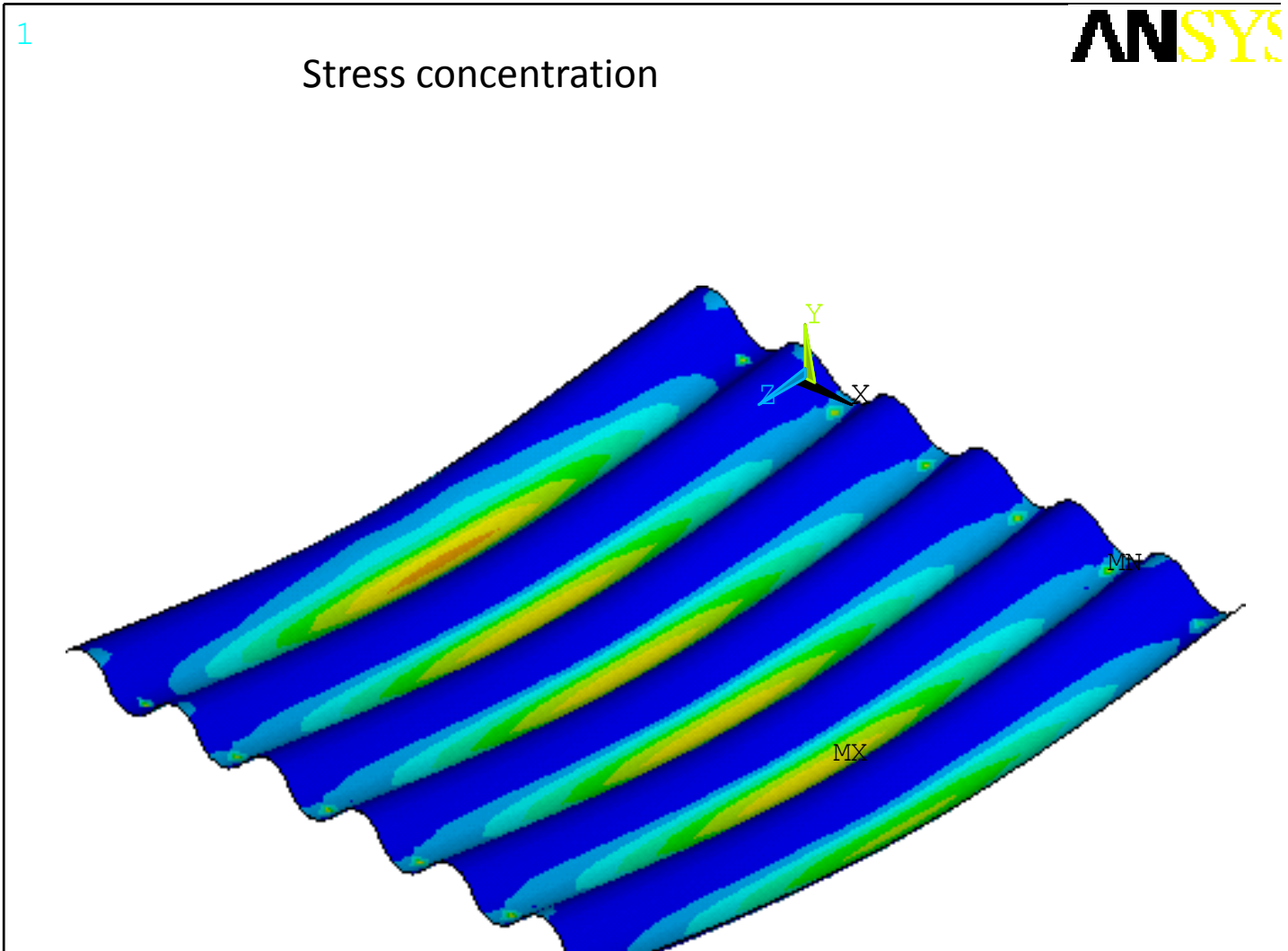
COMPONENTES COM GRADAÇÃO FUNCIONAL

NATUREZA: COMPONENTES COM PROPRIEDADES VARIÁVEIS

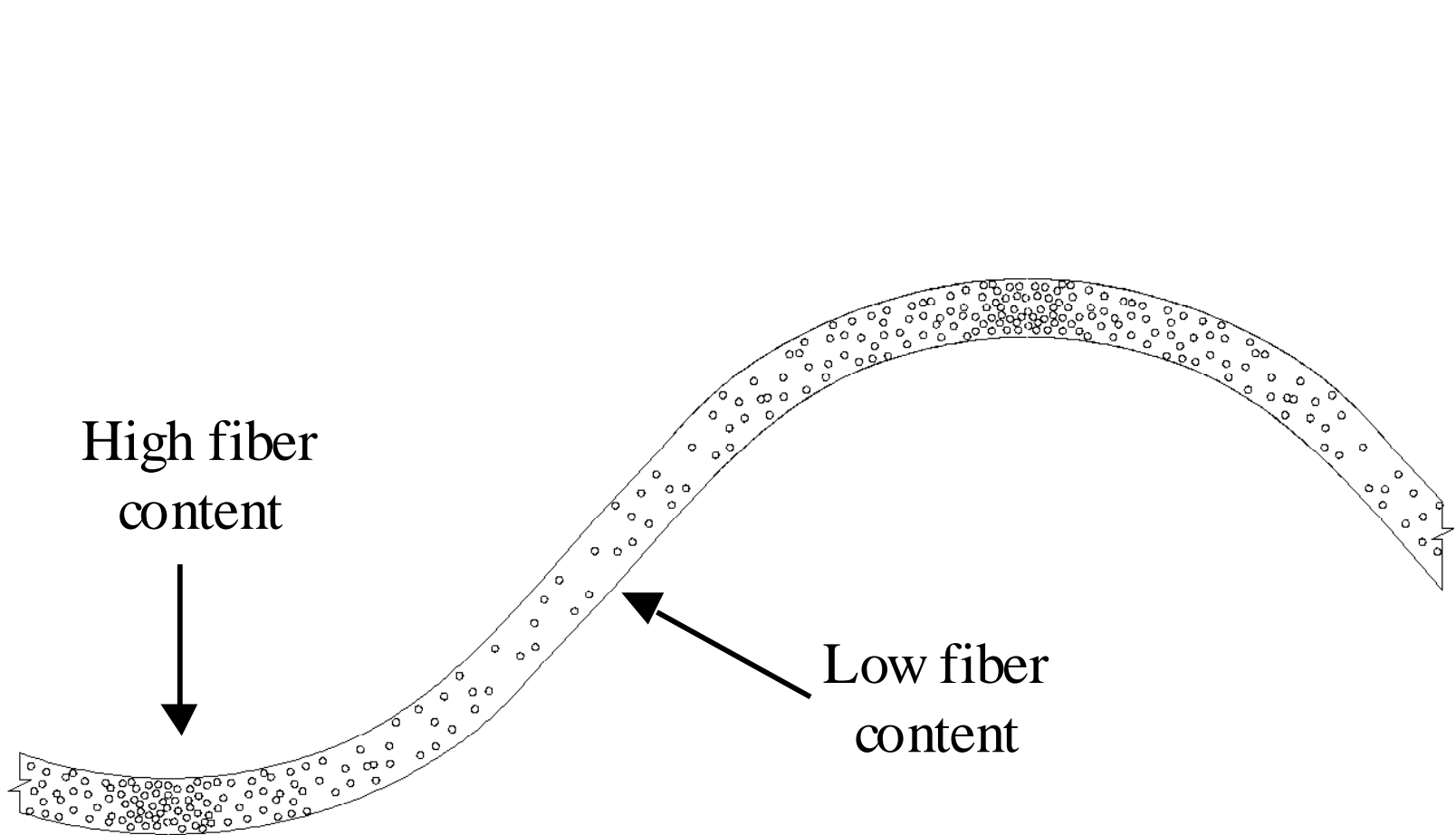


—●— 1 mm

TENSÃO SE CONCENTRA EM ALGUNS PONTOS



VARIAR A RESISTÊNCIA MECÂNICA NA TELHA





TODAS AS OPORTUNIDADES DE INOVAÇÃO DEVEM SER EXPLORADAS

- Ambientes de projeto e construção virtuais
 - BIM 4D
 - Conforto & Energia
 - Análise do Ciclo de Vida
 - Construtividade
 - Durabilidade
- Novos modelos de negócio
- Otimização de alvenarias
- Novos materiais
-

**COMPETITIVIDADE ECONÔMICA E
SUSTENTABILIDADE SOCIAL DEPENDEM DE**

inovação

O FUTURO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA CONSTRUÇÃO CIVIL DEPENDE DE

inovação

(tema prioritário pelo CIB, conforme reunião do dia 17/10/2011)