



**Eco**  
**Processa**  
Tratamento de resíduos

# COPROCESSAMENTO DE PNEUS INSERVÍVEIS

Cadeia de Valor dos Resíduos Pneumáticos  
Centro Mineiro de Referência em Resíduos

Francisco Leme  
Maio 2010



# Agenda

- Lafarge e Eco-Processa
- Ecologia Industrial
- Coprocessamento
- Resolução CONAMA

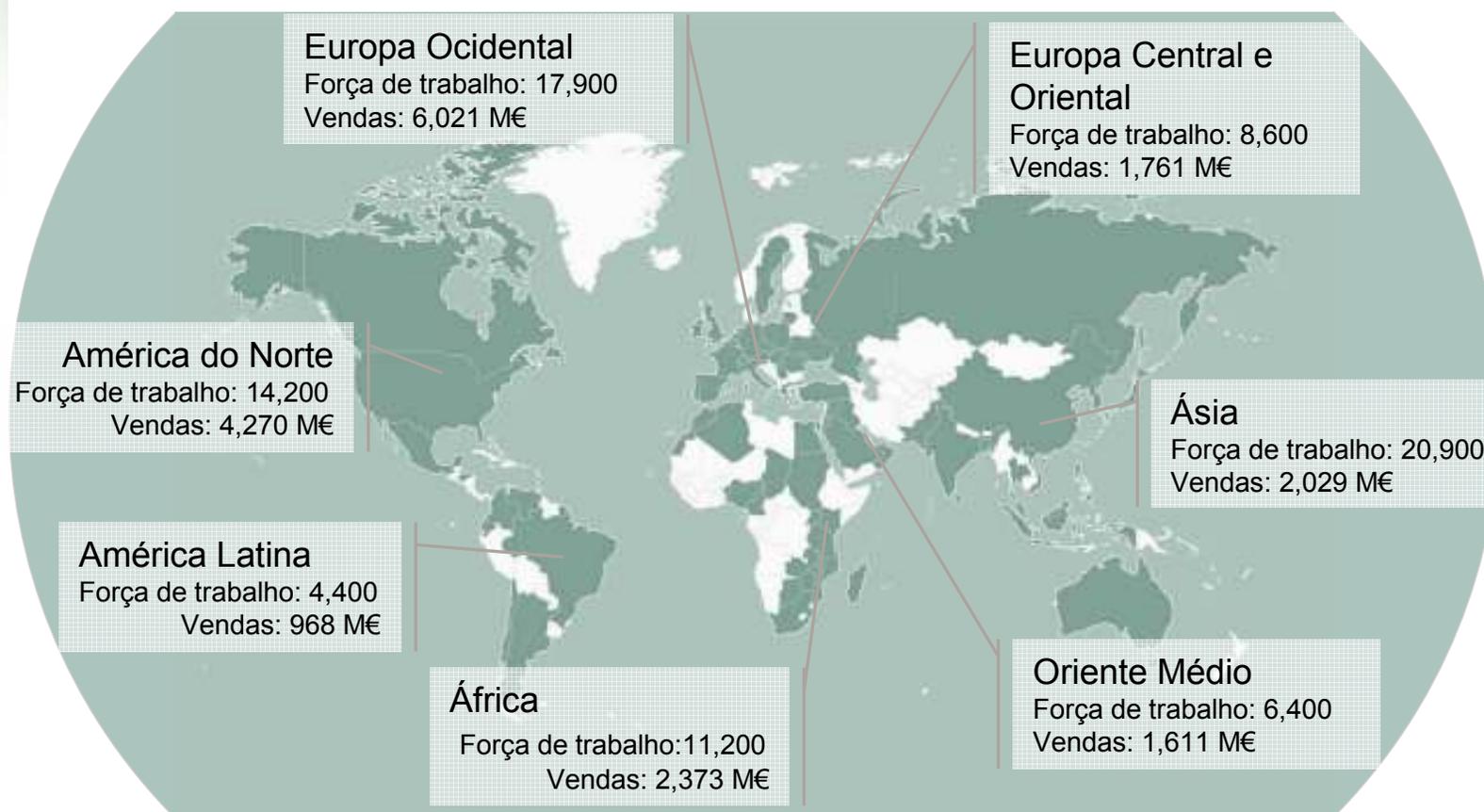


Uma Joint Venture dos grupos:



- ✓ Mais de 5.000.000 t de pneus inservíveis coprocessados;
- ✓ Mais de 80 países;
- ✓ Na atividade desde 1978.

Líder mundial em materiais de construção, com presença em 79 países, 84 mil empregados e 2.200 unidades industriais.



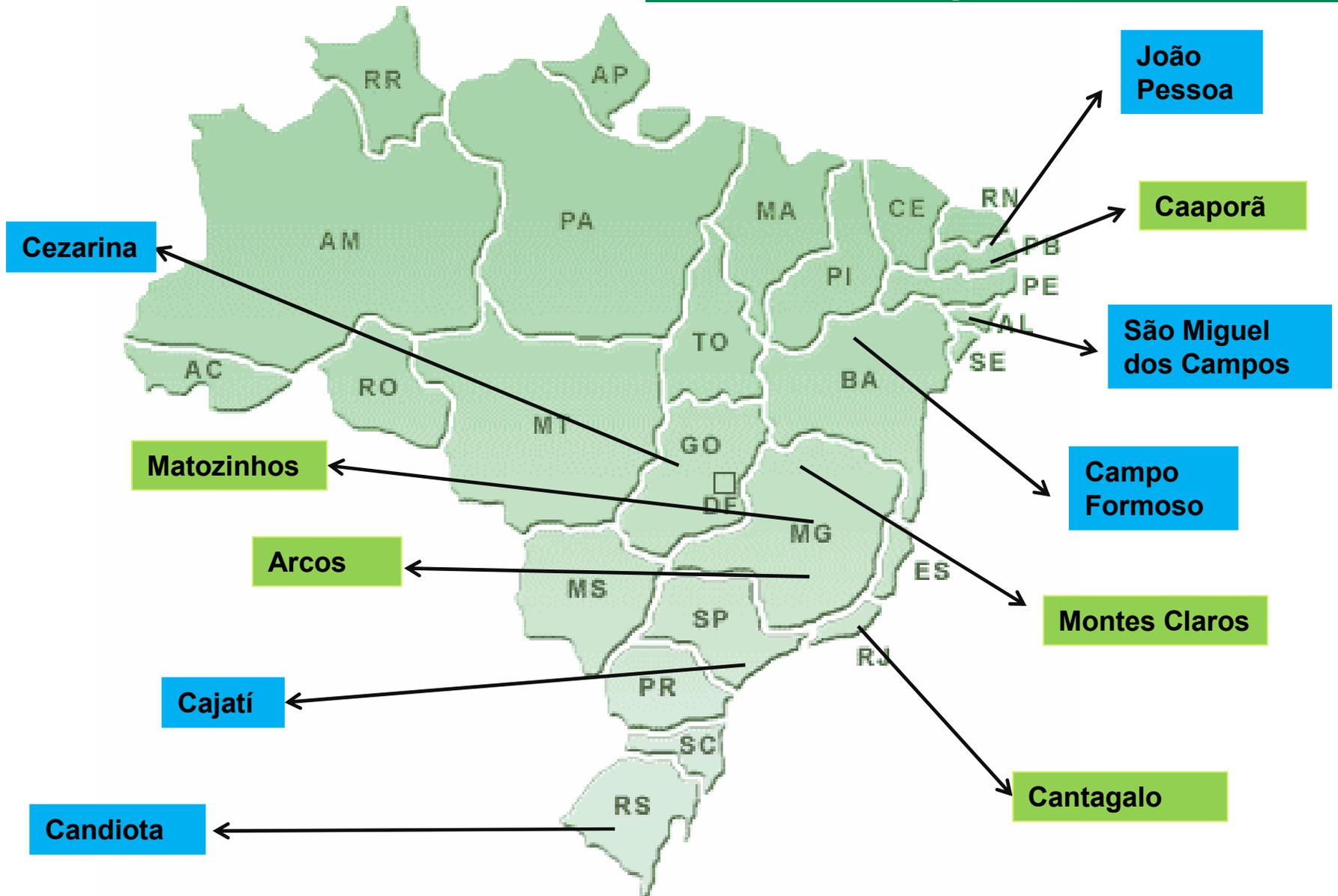
Produção de Cimento: > 200Mt/ano

Décimo Produtor Mundial, com Presença em 14 países



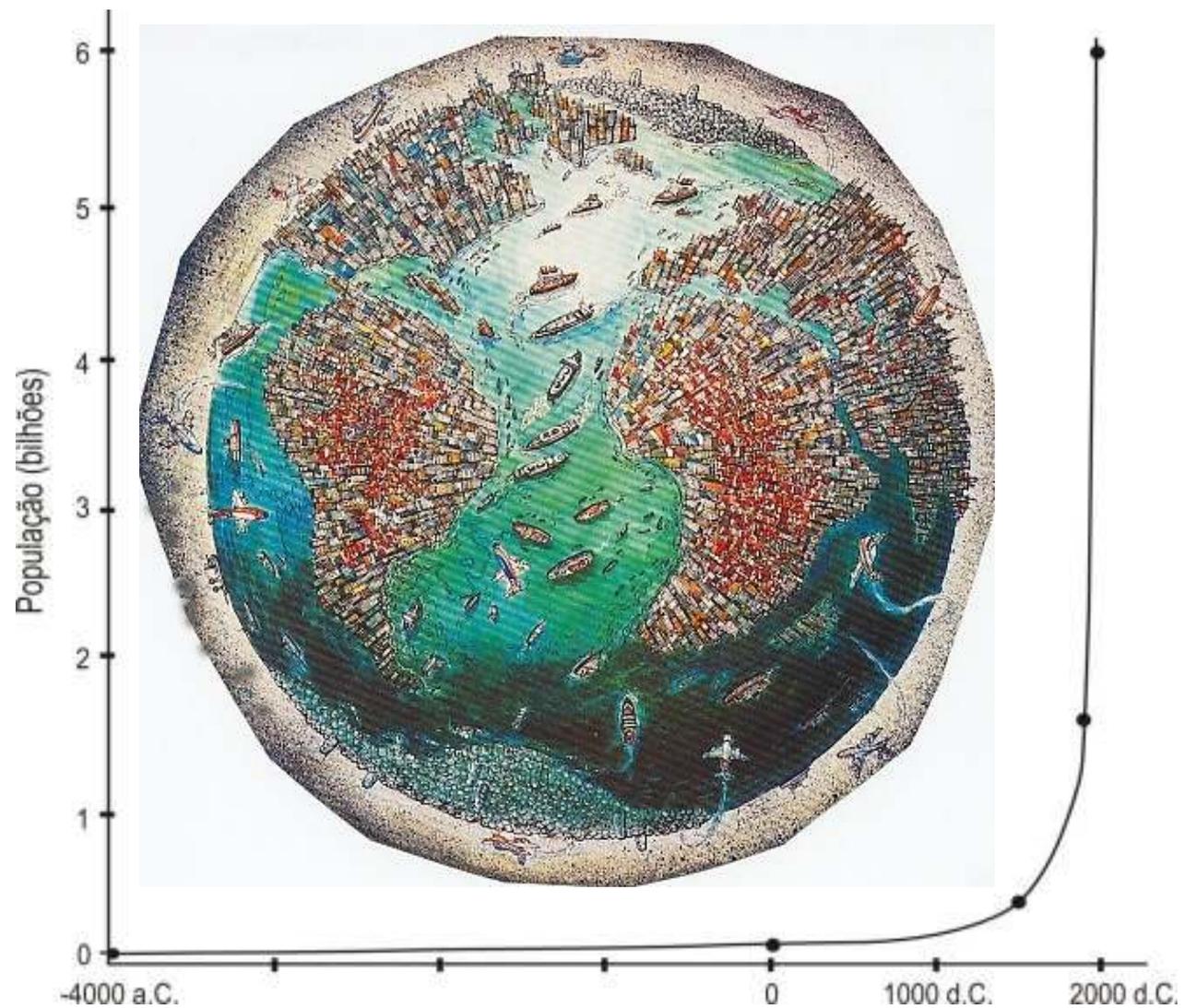
**Produção de Cimento: 30 Mt/ano**

# Presença Nacional



Mais de 420.000 t. de pneus inservíveis coprocessados

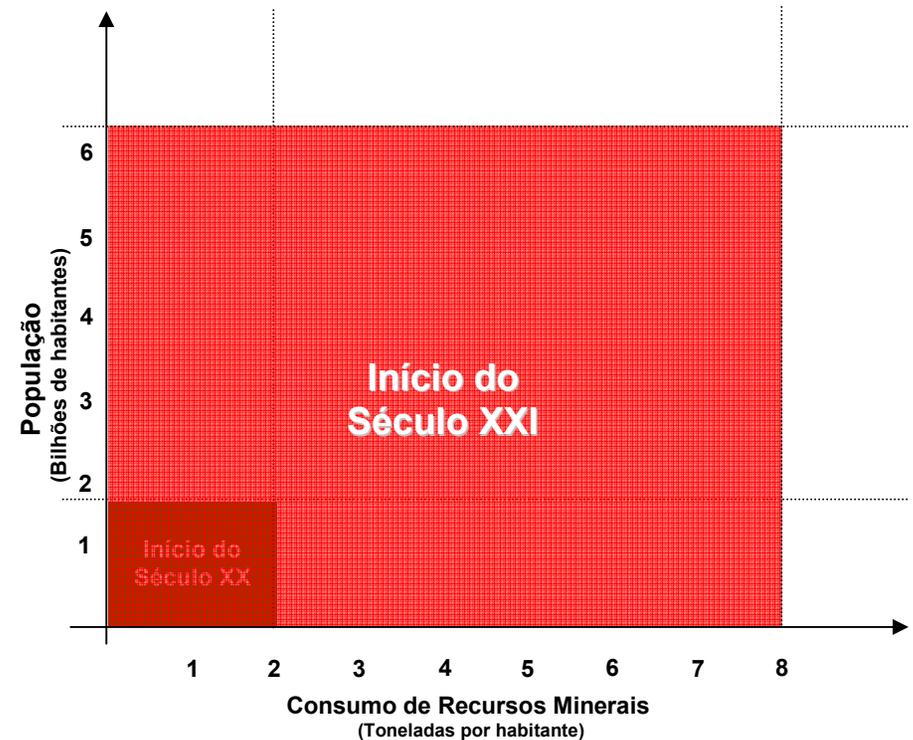
# Crescimento Populacional



A população mundial deve crescer de 6,1 para 8,5 bilhões em 2025

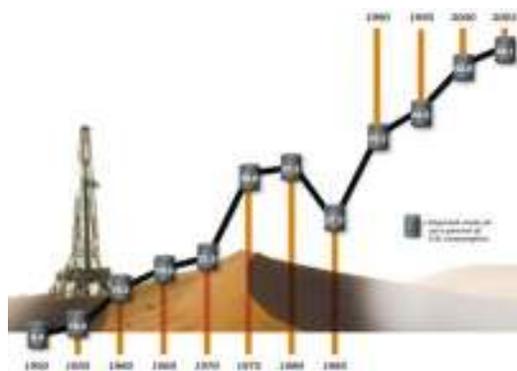
## Consumo mundial de recursos minerais

**“A ação do homem no planeta já é comparável à ação exercida pelas forças naturais.... Existem hoje 6 BILHÕES de pessoas na Terra e cada uma consome, em média 8 toneladas de recursos minerais por ano. Há um século, a população era de 1,5 bilhão e o consumo menor que 2 toneladas per capita, logo o impacto total é 16 vezes maior”.**



Professor José Goldemberg, segundo colunista Sonia Racy – Jornal Estado São Paulo 11/09/2007.

*Somente em  
Petróleo, o  
mundo consome  
13 bilhões de  
litros por dia.*



## Explosão no Consumo



Embrapa - Napoléon Beltrão set/07

Fonte:

Agência Internacional da Energia (AIE)

Oil Market Report – 12/03/2010

## Consumo mundial de cimento

- **340 kg/ hab**
- **Cada 1000 kg de cimento requer para produzir 1.790 kg de recursos naturais.**
- **Portanto cada habitante consome via cimento 609 kg de recurso naturais por ano.**

# RESÍDUOS URBANOS COLETADO

## Cidade de SÃO PAULO (2009)

Tipo de Resíduo	Quantidade Diária (t)
Varrição	266
Domiciliares	9.930
Entulhos	2.841
Resíduos de Saúde	91
Resíduos Inertes	2.366
Podas de Árvores, Feiras Livres e Grandes Objetos	1.096
Coleta Seletiva	120
TOTAL	16.710

## Remoção de Detritos Rio Tiete -2002-2006

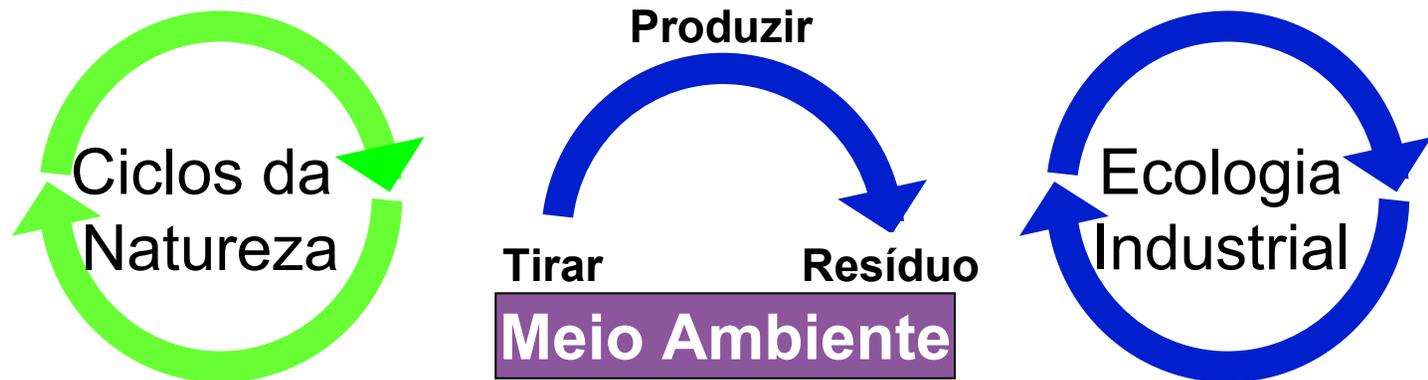
**12.000.000 t**

- **1.000.000 de caminhões**
- **120.000 pneus**
- **1.500.000 t de PET, sacos plásticos, moveis, .....**

**Fonte:  
O Estado de São Paulo**

## Solução Ecologia Industrial

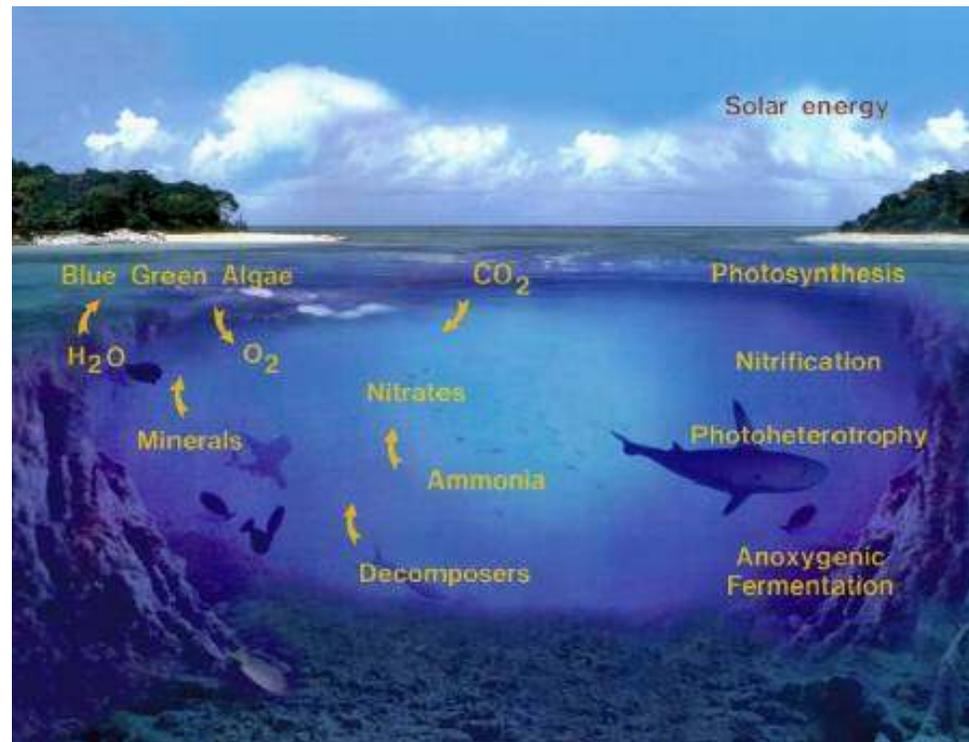
**Ecologia Industrial tem como objetivo tentar reproduzir os ciclos de vida inerentes da natureza. Em fazendo isto, a Indústria poderá ser menos danosa ao meio ambiente.**



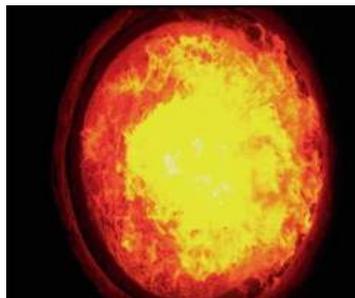
# Ecologia Industrial : uma maneira pratica de contribuir para o Desenvolvimento Sustentável

A Natureza recicla totalmente seus resíduos

A Natureza recompensa a cooperação entre as espécies



“The traditional model of industrial activity should be transformed in a more integrated model: an **industrial ecosystem**”



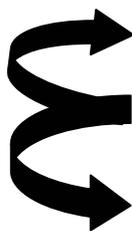
## Coprocessamento



Reciclar

***Técnica de destinação e destruição de resíduos de maneira definitiva, não gerando Passivos Ambientais, aproveitando o potencial energético e da matéria -prima.***

**Operação  
combinada:**



**Produzir Cimento com qualidade  
Utilizar o forno de Cimento  
para a destruição resíduos**

***Coprocessamento, uma destinação final de resíduos em linha com os princípios da Ecologia Industrial.***

# Fabricação do Cimento

ELEMENTO	FONTE	
CaO	Calcário ( $\text{CaCO}_3$ )	85%
$\text{SiO}_2$	Argila, Areia	
$\text{Al}_2\text{O}_3$	Argila, Bauxita, Caolim	15%
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	Argila, Minério de Ferro	

**Resíduos**

Calor:  
1450°C

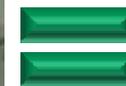
- Carvão
- Coque
- Gás
- **Resíduos**

Clínquer

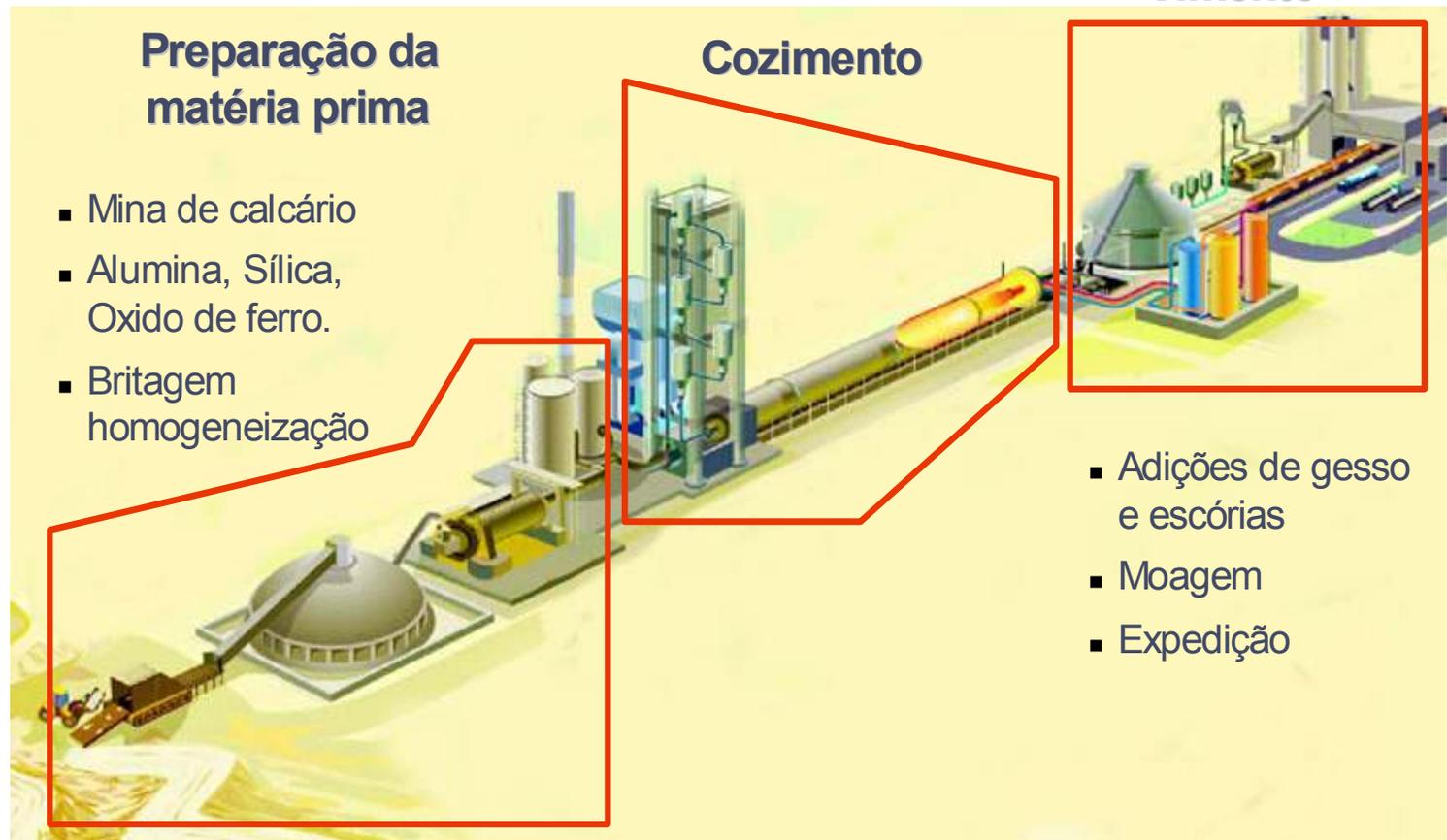


CIMENTO

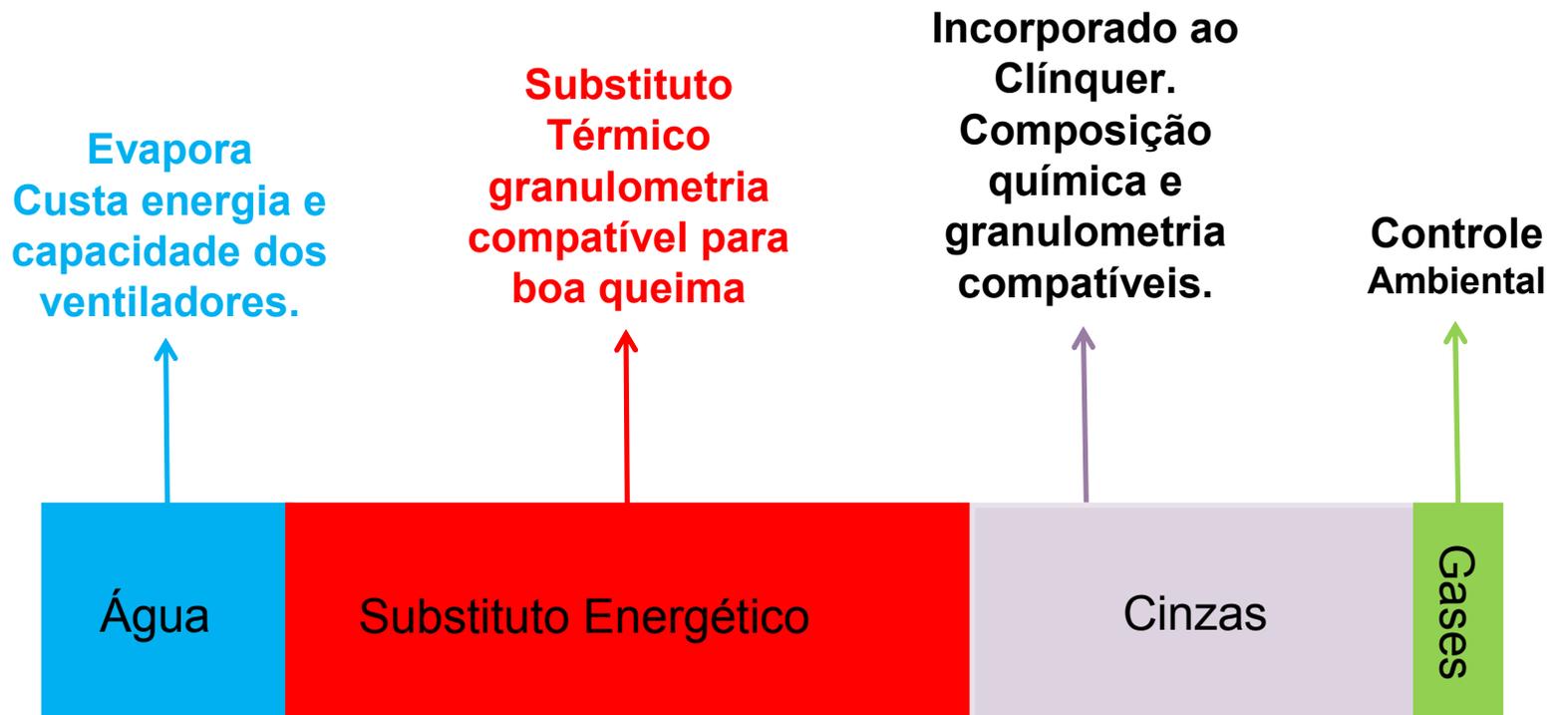
Gesso  
Escória  
Fly Ash

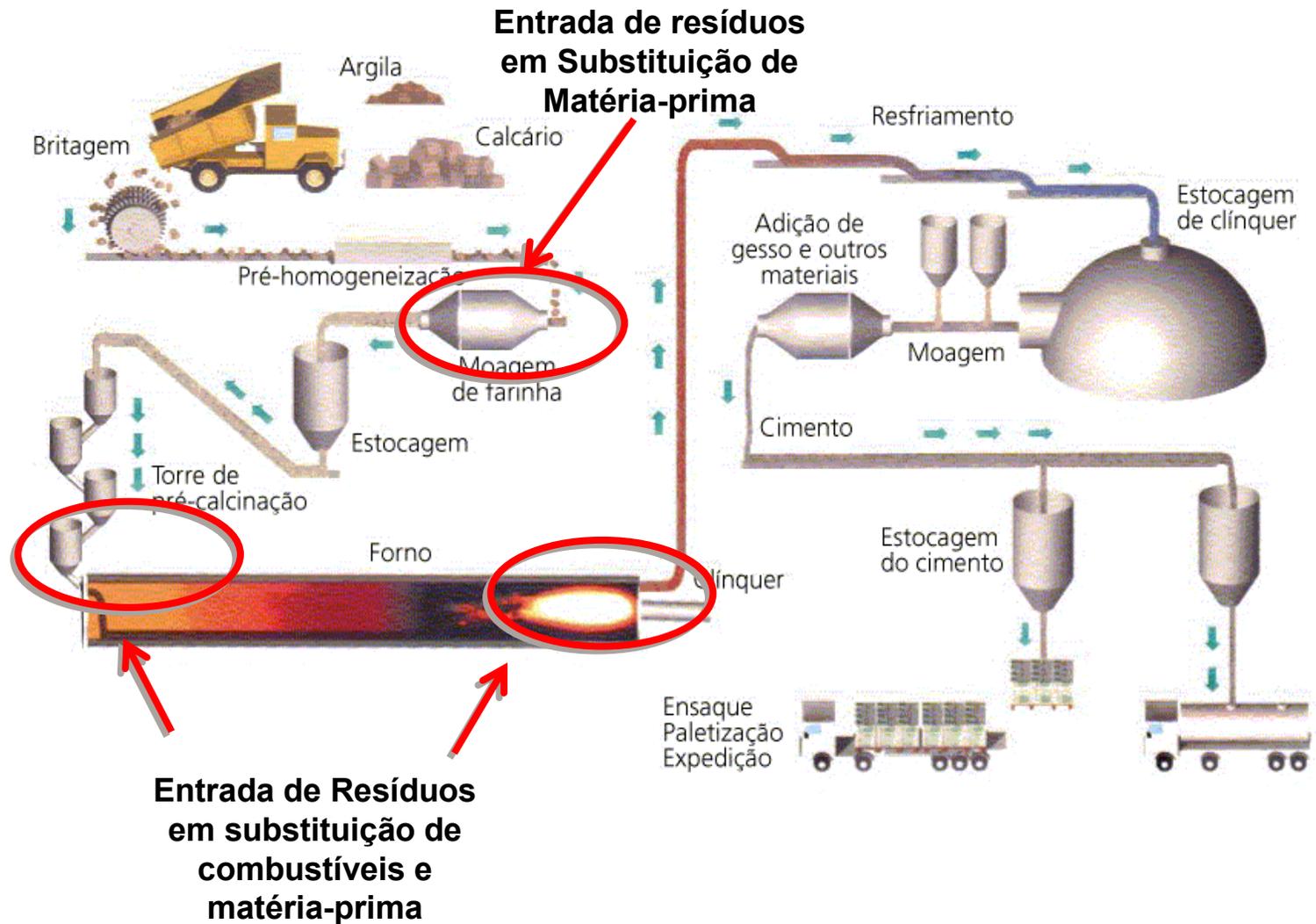


## O processo cimenteiro



## Substituto de Combustível no Processo Cimenteiro





## Segurança da Atividade

- Eficiente sistema de filtros
- Monitoramento on line -24 horas /dia
- Altas temperaturas 1450 a 2000 0C
- Alta permanência dos gases 4 - 6 seg e do material até 30 min.
- Matérias-primas em contra-corrente com os gases de exaustão
- O turbilhonamento favorece a incorporação das cinzas no clínquer e a plena destruição da matéria orgânica.
- Ambiente alcalino



### O que não pode ser coprocessado

- Resíduos hospitalares não-tratados
- Lixo doméstico não-classificado
- Explosivos
- Elementos radioativos
- Pesticidas
- Fossas orgânicas
- Materiais com alto teor de metais pesados
- Materiais com alto teor de Cloro
- Materiais com baixo poder calorífico ou sem contribuição na substituição de matérias-primas

### Exemplos de resíduos coprocessáveis:

- Catalisadores usados
- Substâncias oleosas
- Resinas, colas e látex
- Pneus e emborrachados
- Madeiras contaminadas
- Solventes
- Borrachas
- Lodos de ETE
- Terras contaminadas
- Papel e outros
- Resíduos da indústria química/farmacêutica.
- Resíduos sólido Urbano tratado.

**Desde que substituam matéria-prima ou combustíveis.**

## Eficiência

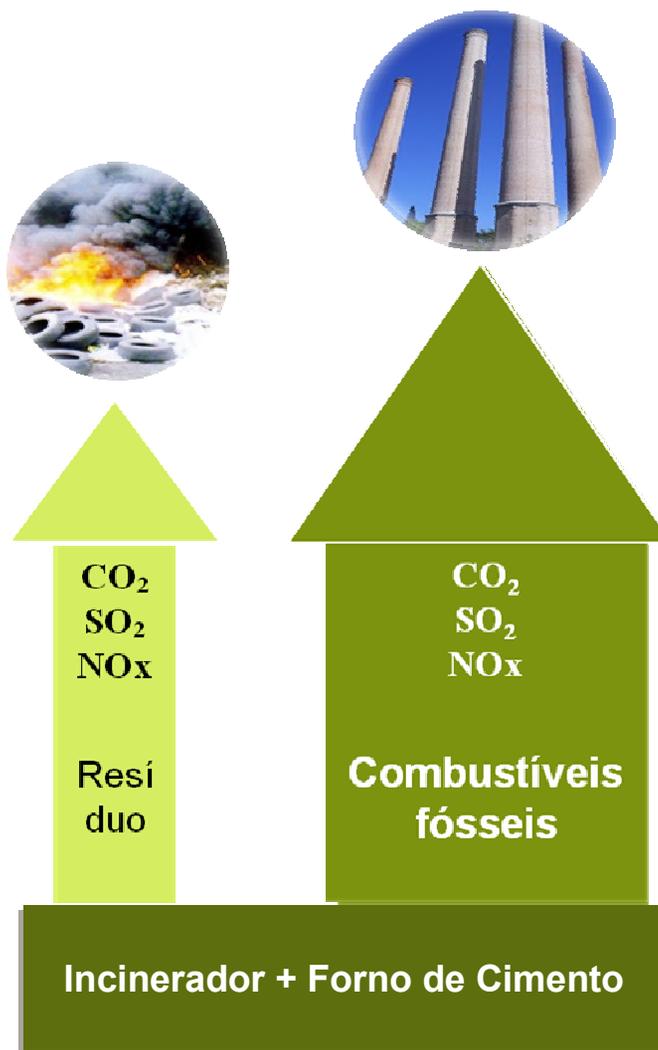
### Coprocessamento: o processo é qualificado

**A destruição de componentes orgânicos no forno de cimento pode ser monitorada por análise DRE (Eficiência de Destruição e Remoção de componentes orgânicos).**

POHC	Wet process	Dry process
Freon 113	> 99,999	> 99,999
Methylethylketone	99,988	99,998
Toluene	99,961	99,995

Source : SINTEF Formation and release of POP's in the cement industry

## Redução de Gases do Efeito Estufa



**Adição**

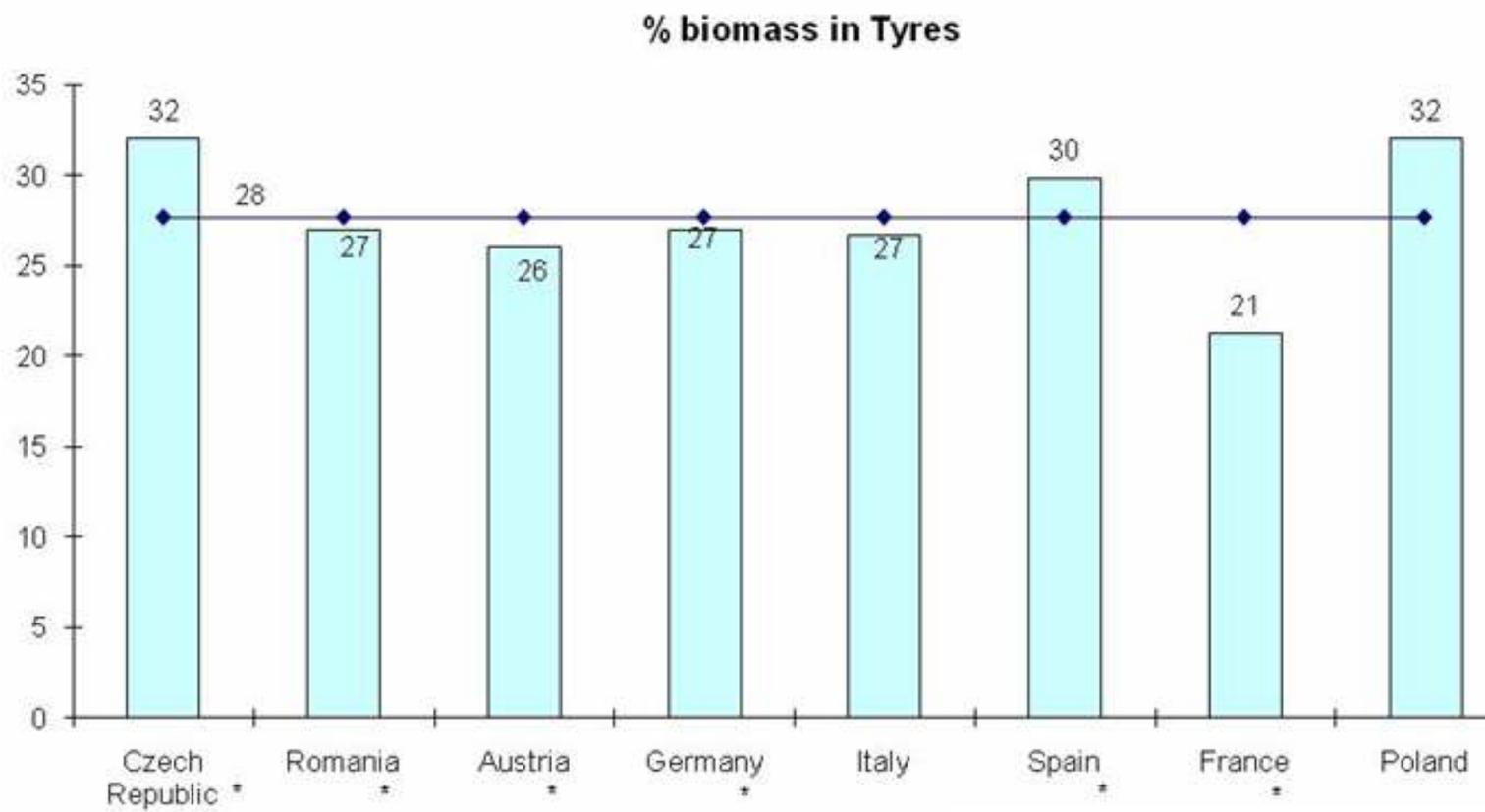


**Substituição**

# Coprocessamento de Pneus Emissões

## CO<sub>2</sub>

- Idêntica à sem coprocessamento: calor necessário é igual.
- 28% da composição do Pneu é combustível renovável (Biomassa).



FONTE: CEMBUREAU  
The European Cement Association

# Coprocessamento de Pneus

## Emissões

### SO<sub>x</sub>

- Idêntica à emissão sem coprocessamento:  
capacidade de absorção do Forno é muito grande.

Enxofre Coque  $\cong 6,0\%$

Enxofre Pneu Calor Equivalente  $\cong 1,7\%$

Equivalência Enxofre: 1 t Coque  $\cong 3,5$  t Pneu

# Coprocessamento de Pneus

## Emissões

### Nox

- Injeção de resíduos, como Pneus, na câmara de fumaça provoca a combustão no interior do forno, criando uma atmosfera redutora (radicais livres) perto do leito do material, agindo como redutor de NO<sub>x</sub>.

	<b>Sem pneus</b>	<b>Com pneus</b>
<b>NO<sub>x</sub></b> (mg NO <sub>2</sub> /kg clínquer)	3.200	1.450
<b>Redução de NO<sub>x</sub></b> (%)	–	55

## Eficiência

**Coprocessamento: o processo é qualificado**

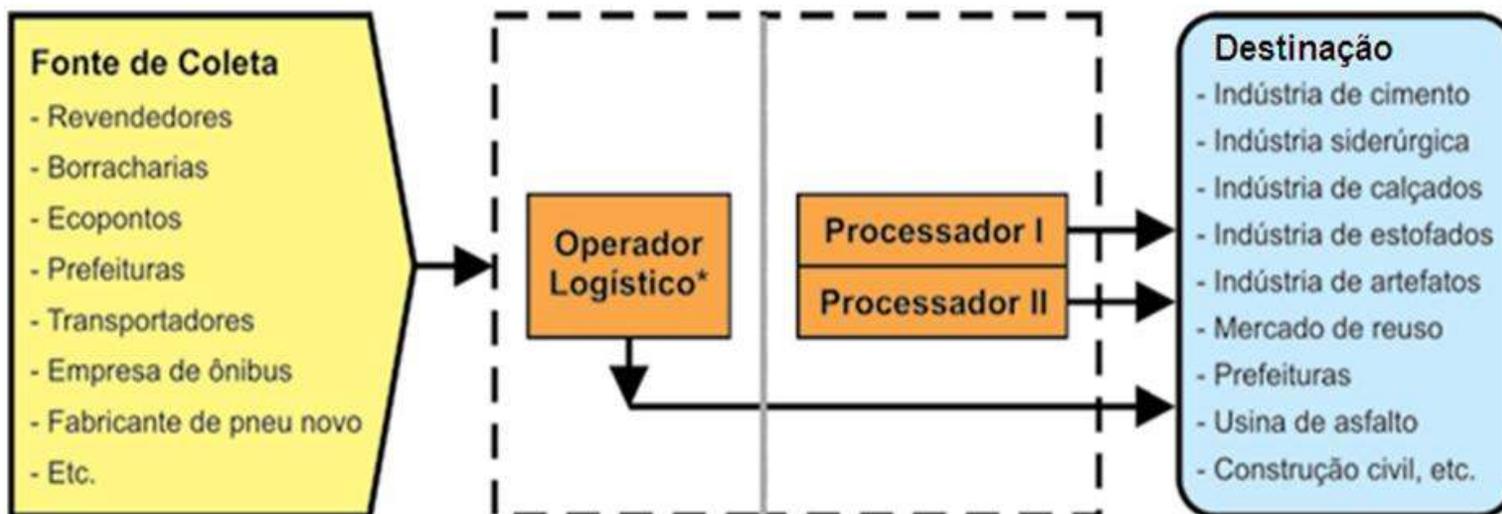
**Os metais pesados estão incluídos na estrutura do clínquer por mecanismos de fixação bem conhecidos**

<b>Elementos</b>	<b>Tipo de reação</b>
Cd, Hg, Co, Ni, Mn, Sr, Cr(III)	Precipitação de hidróxidos insolúveis
Cr(VI), AS, V, B	Fixação do cristal nas fases do concreto
Zn, Sr, Ba, Pb	Absorção no e em torno do Silicato de Calcio hydrate -gel (C-S-H- gel)
Mo	Criação de fases com solubilidade limitada

Resolução CONAMA 258 – 02/12/1999

Resolução CONAMA 416 – 03/09/2009

Investimento – Coleta – Transporte – Armazenagem – Triagem  
Estoque – Destino – Desenvolvimento – Controle



# Números do Setor

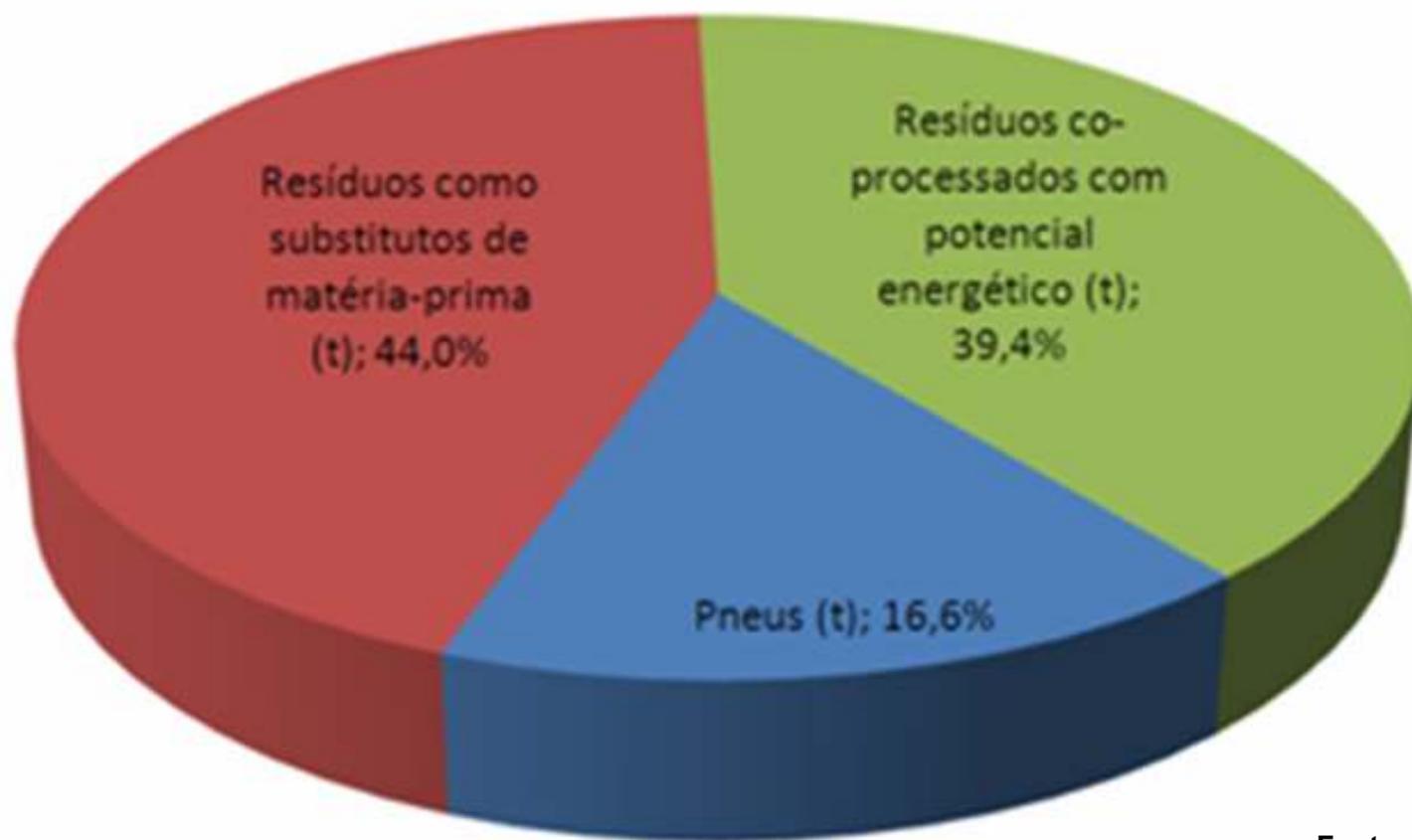
50 empresas atuam diretamente, não inclui transportadores  
Mais de 1500 empregos diretos  
Mais de 12000 empregos indiretos

# Associados

20 empresas associadas  
27 unidades produtivas  
Mais de 700 empregos diretos  
Mais de 6000 empregos indiretos  
Investimentos acumulados em mais de R\$ 50Mi  
Capacidade - superior a 300.000t.

Fonte:

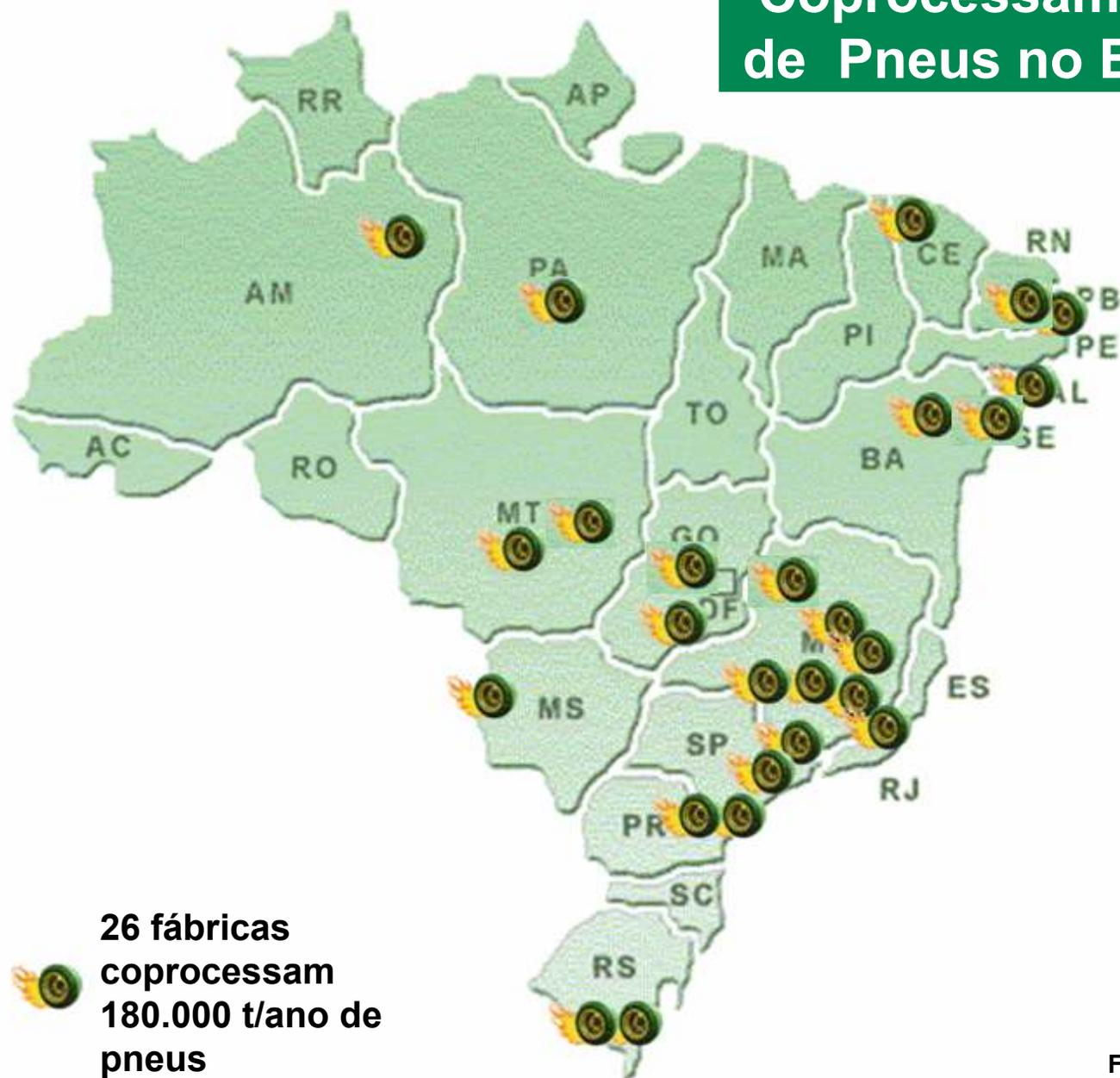
## Perfil do Coprocessoamento no Brasil



**1.100.000 t/ano de resíduos coprocessadas**

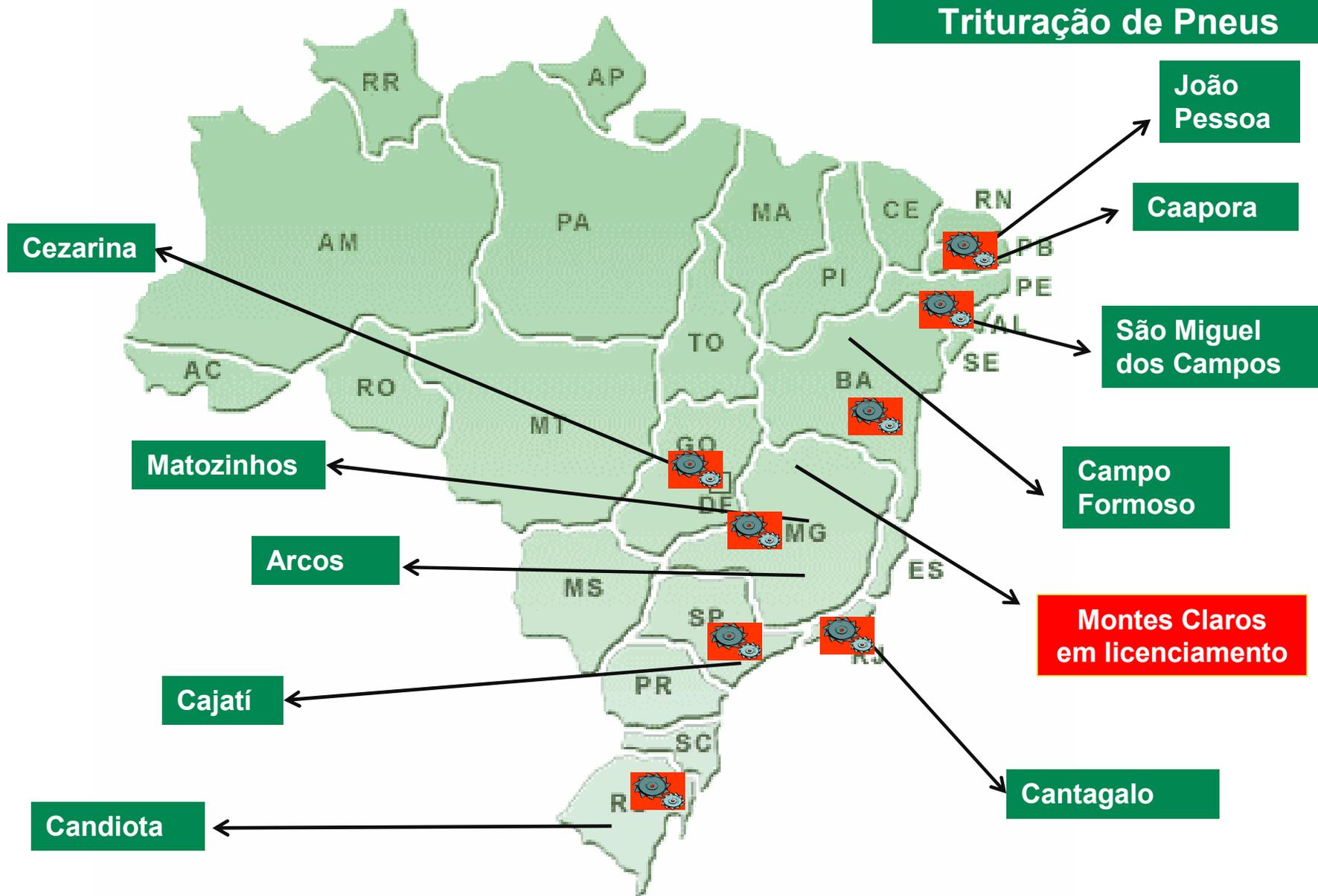
Fonte:

# Coprocessamento de Pneus no Brasil



# Eco-Processa

## Coprocessamento e Trituração de Pneus



80.000 t/ano de pneus inservíveis

# Matozinhos - MG

Triturando 10.000 pneus por dia



**Investimentos:  
R\$ 3.000.000**

# Cantagalo - RJ

## Coprocessando 10.000 pneus por dia

**Investimento fabril:  
R\$ 3.000.000**

# Coprocessamento de Pneus Inteiros X Triturados



	<b>Triturado</b>	<b>Inteiro</b>
Impacto na produtividade do forno	Moderado	Alto
Substituição Térmica	Alta	Limitada
Compatibilidade Outros Resíduos	Alta	Limitada
Triturador	Sim	Não
Instalação na fábrica	Compatível com outros resíduos	Específica para pneus
Estocagem	Baixo Risco	Risco

**As associadas da Eco-Processa já destruíram em seus fornos mais de 1.200.000 toneladas de resíduos industriais.**

**Esse volume corresponde a 60 mil caminhões de resíduos, que deixaram de ser passivos ambientais e preservaram:**

- **500 mil toneladas de coque de petróleo;**
- **600 mil toneladas de minérios.**

**As quais foram mantidos para as gerações futuras.**

85 MILHÕES DE PNEUS  
COPROCESSADOS



## Consumo de pneus em rodovias

### **Pavimento Rígido- Concreto**

**1 Km / rodovia = 2.800 pneus**

**(1km rodovia = 800 t. cimento = 640 t. kk = 15% Sub. Term. Pneus = 2800 pneus)**

**BR-101 Natal RN- Recife PE = 348Km= 650.000 pneus**

**Atravez do cimento consumido**

**Estes pneus que já trouxeram tantos benefícios à sociedade durante sua vida útil através do coprocessamento tiveram seu fim de ciclo de maneira digna**

## Consumo mundial de cimento

- **340 kg/ hab**
- **Cada 1000 kg de cimento requer para produzir 1.790 kg de recursos naturais.**
- **Portanto cada habitante consome via cimento 609 kg de recursos naturais por ano.**

**Em Matozinhos – MG, em uma de nossas fabricas 85% dos recursos minerais já são substituídos por “resíduos de outras industrias”**

Do livro **COLAPSO**:

*“Como as sociedades escolhem o fracasso ou o sucesso”.*

Editora Record

*“...o futuro está em nossas mãos. Não precisamos de novas tecnologias para resolver nossos problemas, embora elas possam fazer alguma diferença, em sua maior parte, só precisamos de vontade política para aplicar soluções já disponíveis...”*

***Jared Diamond***

**Visite os sites:**

**[WWW.ECOPROCESSA.COM.BR](http://WWW.ECOPROCESSA.COM.BR)**

**[WWW.LAFARGE.COM.BR](http://WWW.LAFARGE.COM.BR)**

**Contatos:**

**[comercial@ecoprocessa.com.br](mailto:comercial@ecoprocessa.com.br)**