

WORKSHOP



COPROCESSAMENTO EM FORNOS DE CLÍNQUER

UMA ALTERNATIVA DE GESTÃO DE RESÍDUOS

14/09/2011

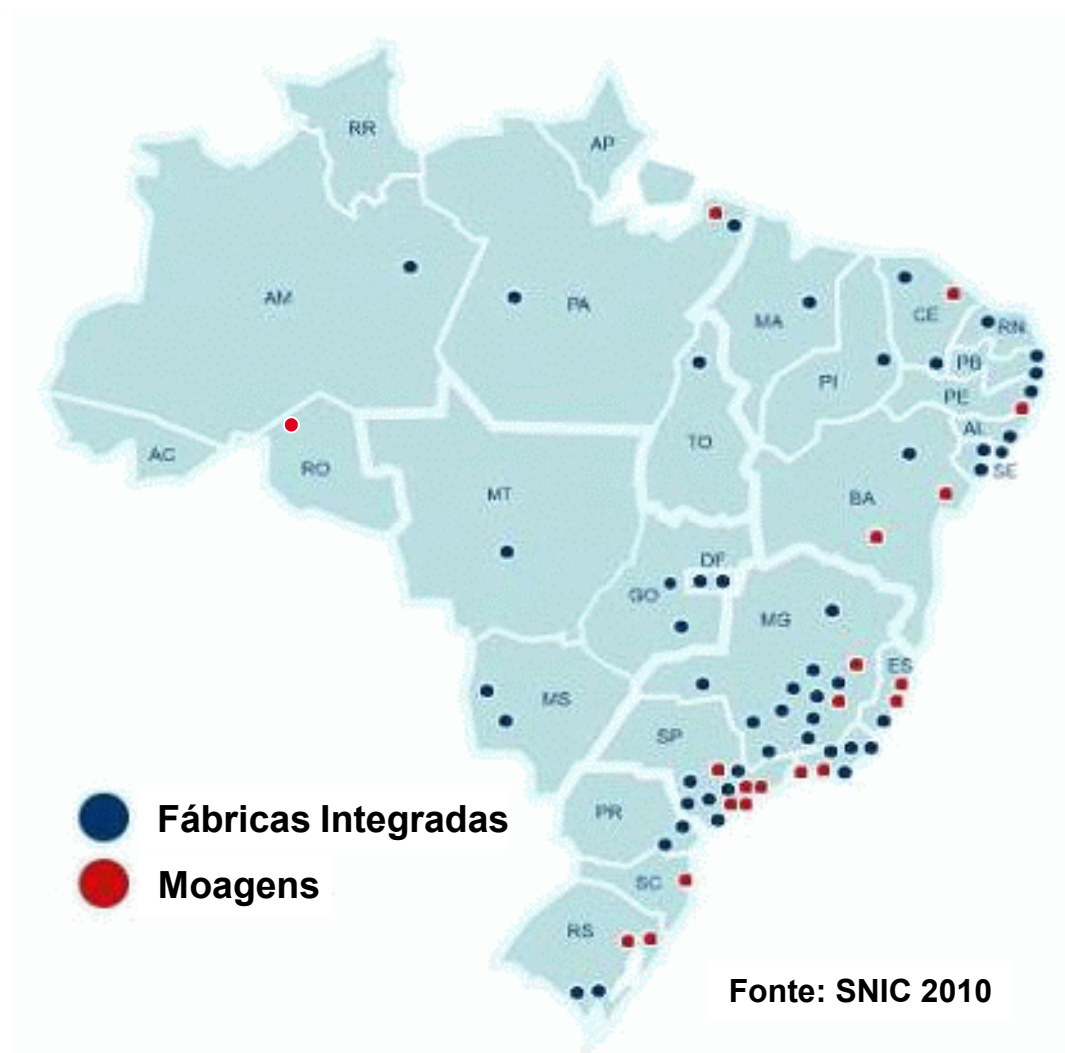
CENÁRIO DO SETOR

Cenário do setor no Brasil

- 14 grupos
- 79 fábricas compreendendo unidades integradas e moagens
- Produção 2010: 59 M tons
- Capacidade: 78 M tons/ano*
- Parque industrial moderno, 99% da capacidade é via seca
- Alto nível de eficiência energética

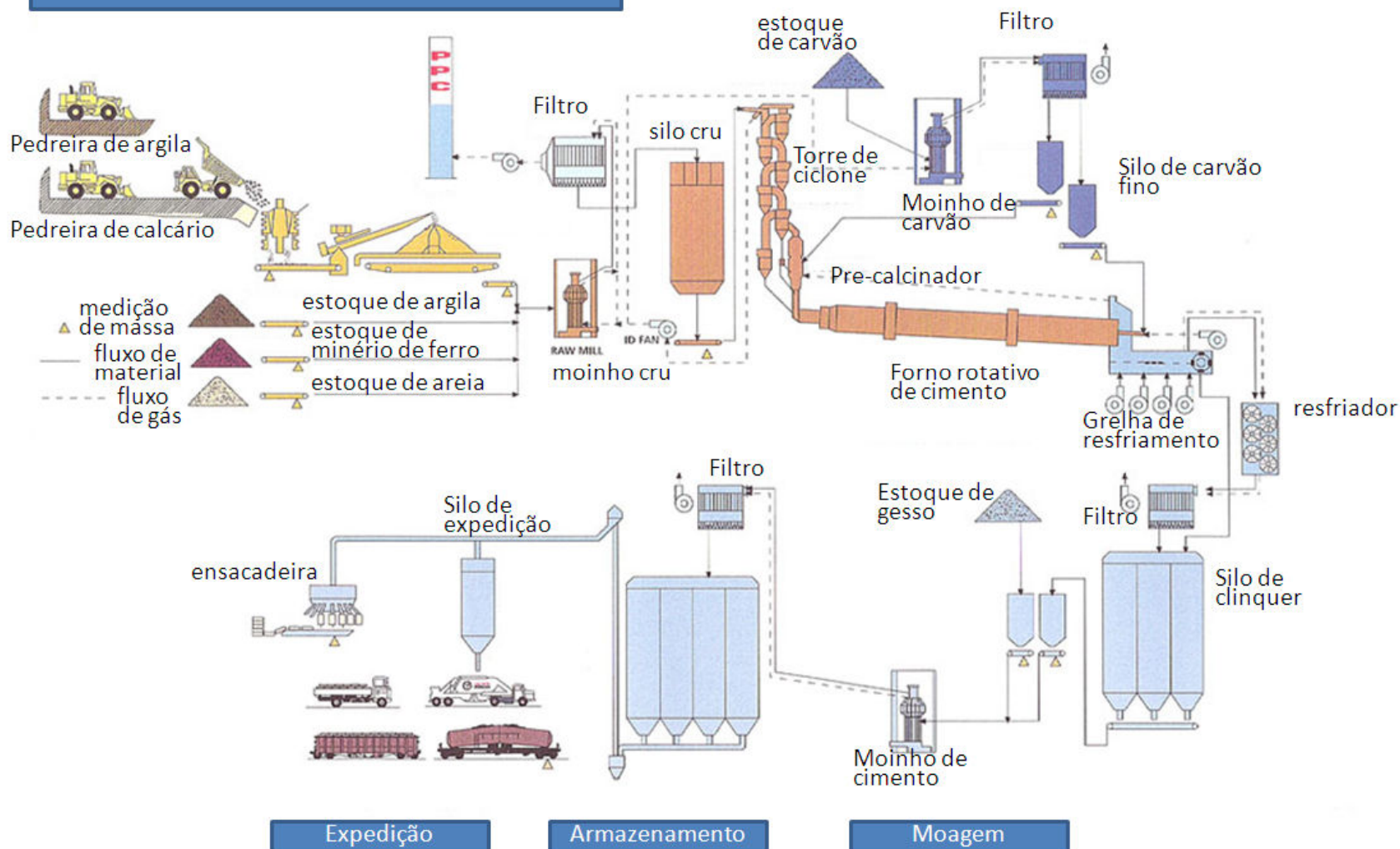
* estimada

Distribuição das fábricas no Brasil



Processo de Fabricação do Cimento

Processo de fabricação do cimento



COPROCESSAMENTO

14/09/2011

Coprocessamento

- ❑ Tecnologia de destinação final ambientalmente adequada de resíduos de maneira responsável e definitiva, sem a geração de passivos ambientais

Operação
combinada



Queimar e destruir resíduos



Produzir clínquer de qualidade

Coprocessamento e a Hierarquia de gestão de resíduos



Alternativas de destinação de resíduos

Resíduos

Aterros
disposição



Geração de passivos

Incineração
disposição



Geração de cinzas

Co-processamento
tratamento



Destruição total

Coprocessamento: Premissas

- **Os resíduos somente poderão ser utilizados em fornos de clínquer desde que substituam matérias-primas ou combustíveis**
 - **Substitutos de matéria-prima: Composição química similar à composição das matérias-primas utilizadas**
 - **Substitutos de combustíveis: comprovação de ganho de energia**
- **Garantia da qualidade ambiental do produto**
- **Evitar danos à saúde e ao meio ambiente**

Coprocessamento: Destruição do resíduo no forno



Incorporação de metais

Componente	% de retenção
Cádmio (Cd)	99,80 a > 99,99
Tálio (Tl)	99,00 a > 99,99
Antimônio (Sb)	99,95 a > 99,99
Arsênio (As)	99,98 a > 99,99
Chumbo (Pb)	99,80 a > 99,99
Cromo (Cr)	99,95 a > 99,99
Cobalto (Co)	99,95 a > 99,99
Cobre (Cu)	99,95 a > 99,99
Manganês (Mn)	99,99 a > 99,999
Níquel (Ni)	99,95 a > 99,99
Vanádio (V)	99,95 a > 99,99

Fonte: Environmental data of the German Cement Industry, 2007

VDZ – Verein Deutscher Zementwerke

Eficiência de destruição e remoção - EDR

- **A destruição de componentes orgânicos no forno de cimento pode ser monitorada por análise EDR. (Eficiência de destruição e remoção de componentes orgânicos)**
- **Avaliação da capacidade do forno de destruir um composto orgânico perigoso (o mais estável) - Estabelece um parâmetro de operação para servir de base para a queima de outros resíduos.**
- **As normas que regulamentam o coprocessamento em fornos de clínquer estipulam um EDR mínimo de 99,99% para o “principal composto orgânico perigoso” - PCOP**

Principal Composto Orgânico Perigoso

■ Seleção do PCOP:

- Deve ser representativo dos compostos orgânicos presentes nos resíduos
 - Composto de difícil destruição
 - Estar presente em concentração suficiente que permita a sua análise
-
- ✓ Se a unidade atender o EDR requerido, todos os outros orgânicos que apresentarem facilidade de destruição maior alcançarão o mesmo EDR ou até um EDR melhor

COPROCESSAMENTO: Segurança da Atividade

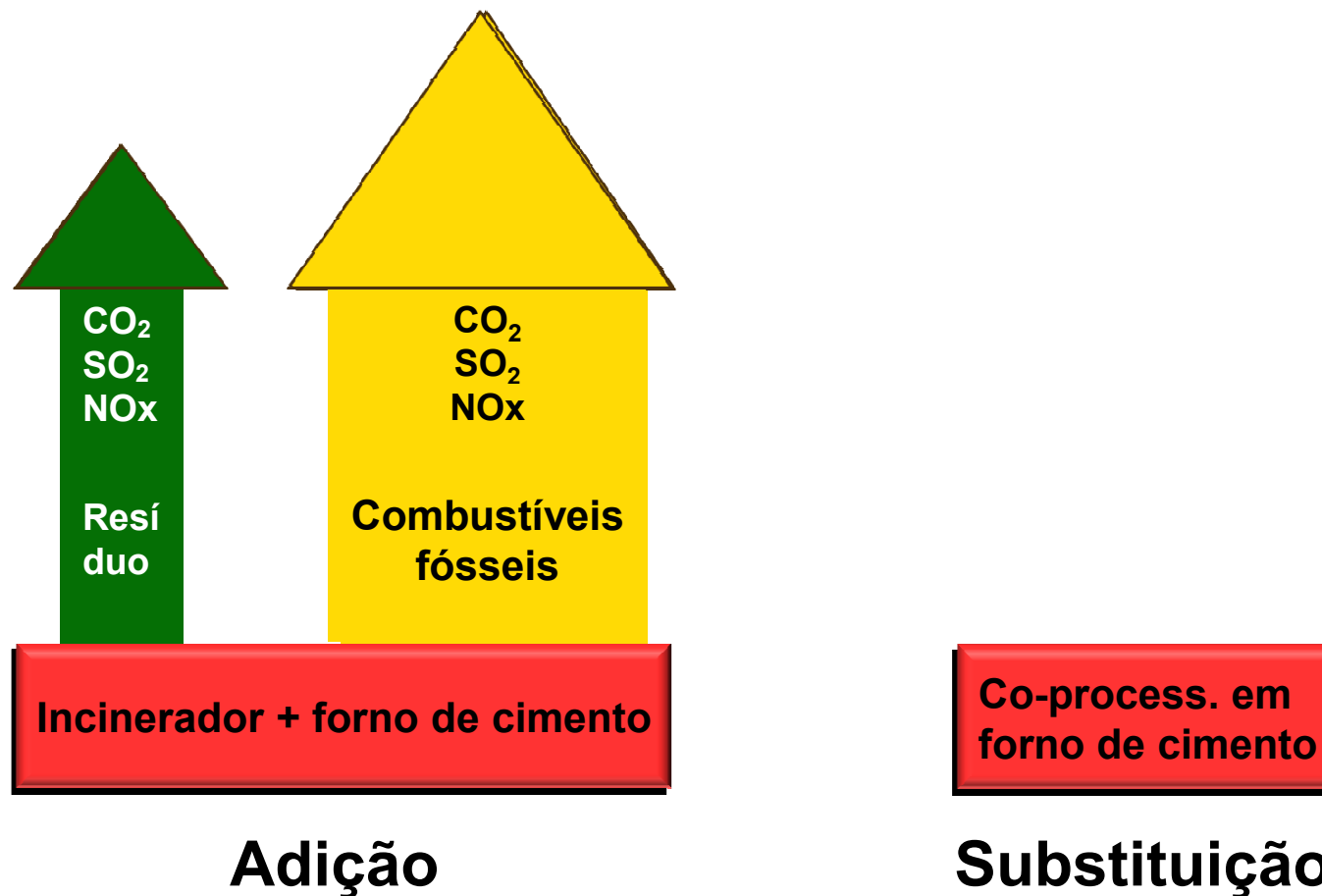
- **Altas temperaturas 1.450 – 2.000 °C**
- **O turbilhonamento favorece a incorporação das cinzas ao clínquer**
- **Ambiente alcalino**
- **Ambiente oxidante**
- **Tempo de residência: alta permanência dos gases quentes (>1.100°C) 6-10 seg. e do material até 40 min.**
- **Estabilidade térmica**
- **Complexo sistema de filtração de gases**
- **Forno e chaminé monitorados 'on line' 24 horas por dia**
- **Atividade regulamentada**

Coprocessamento e o Desenvolvimento Sustentável

- **Preserva recursos não-renováveis (combustíveis fósseis e recursos minerais)**
- **Não gera passivos ambientais.**
- **É útil à sociedade pois realiza um serviço de destruição de resíduos de maneira segura e definitiva, associada com a recuperação de energia e material.**

Coprocessamento e o Desenvolvimento Sustentável

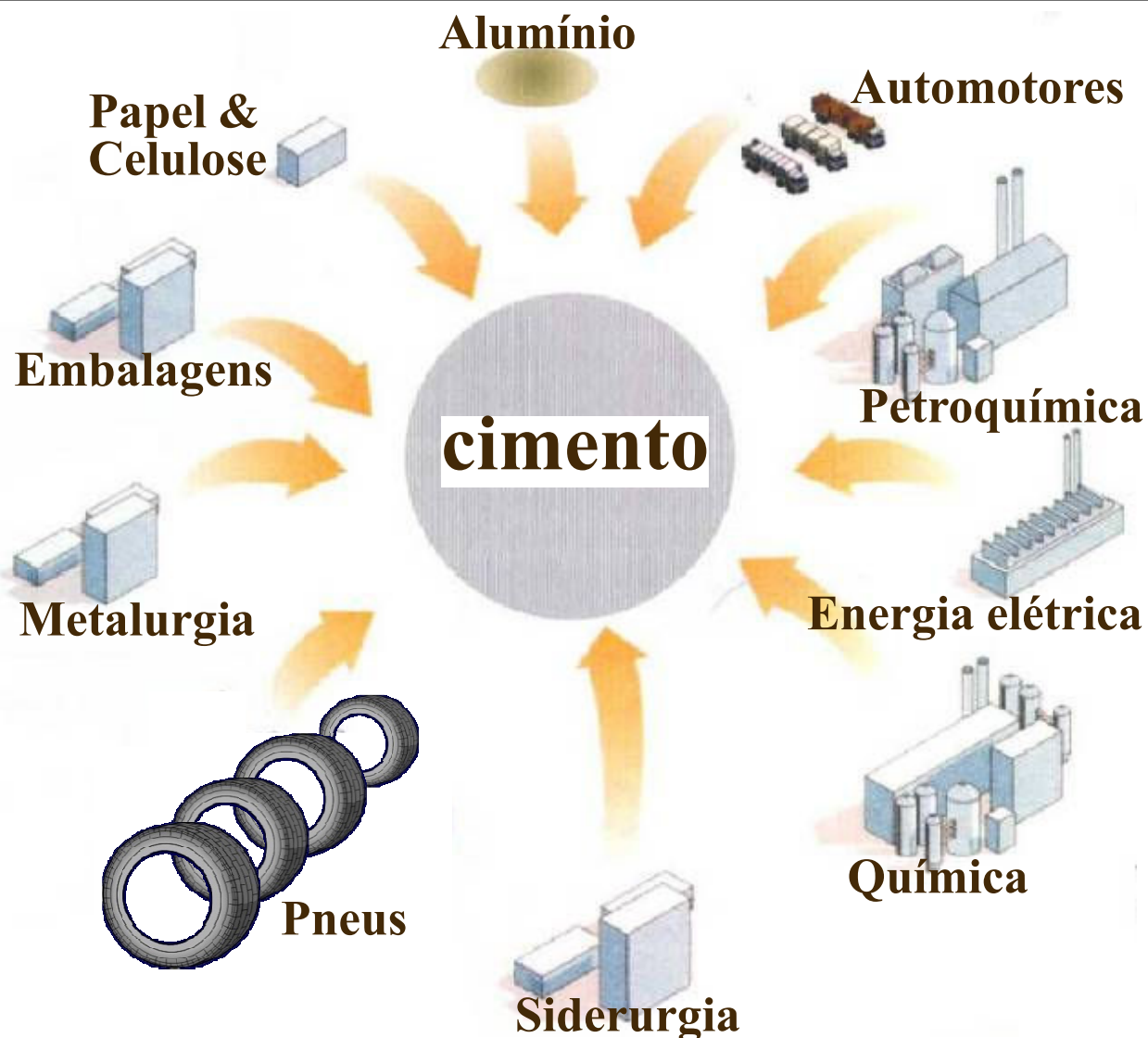
- Reduz as emissões de gases responsáveis pelo Efeito Estufa



COPROCESSAMENTO: GESTÃO DE RESÍDUOS

14/09/2011

Gestão de resíduos de outros setores industriais



Solução para gestão de passivos ambientais



Pneus inservíveis



Plásticos



Borras ácidas



Aterros



Resíduos industriais



Borras

Tipos de resíduos

■ Resíduos com bom valor calorífico

- Solventes
- Resíduos oleosos
- Óleos usados (de carro e fábricas)
- Graxas
- Lama de processos químicos
- Fundos de destilação
- Resíduos de empacotamento
- Resíduos de fábricas de borracha
- Pneus usados
- Resíduos de picagem de veículos
- Resíduos têxteis
- Resíduos plásticos
- Serragem
- Resíduos de fábricas de papel
- Lama de esgoto municipal
- Farinha e ossos de animais
- Grãos de validade vencida

**Resíduos
substitutos de
combustíveis**

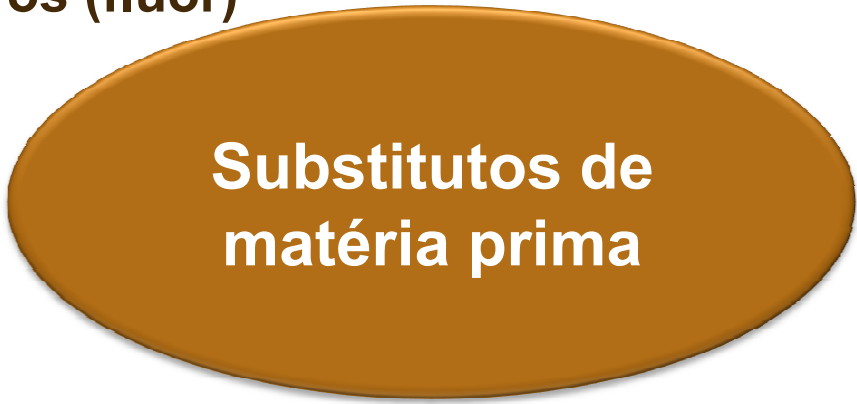
■ Resíduos com baixo valor calorífico

- Resíduos aquosos
- Água poluída com solventes
- Água de processos químicos
- Água de plantas de pintura
- Lama derivada de esgoto industrial

Tipos de resíduos

■ Matérias-primas alternativas

- Lama com alumina (alumínio)
- Lamas siderúrgicas (ferro)
- Areia de fundição (sílica)
- Terras de filtragem (sílica)
- Refratários usados (alumínio)
- Resíduos da fabricação de vidros (flúor)
- Gesso
- Cinzas
- Escórias



**Substitutos de
matéria prima**

Resíduos Proibidos

- Resíduos de serviços de saúde
- Resíduos domiciliares brutos
- Resíduos radioativos
- Substâncias organocloradas
- Agrotóxicos
- Substâncias explosivas



COPROCESSAMENTO: REGULAMENTAÇÃO

Regulamentação Nacional

Nível Federal:

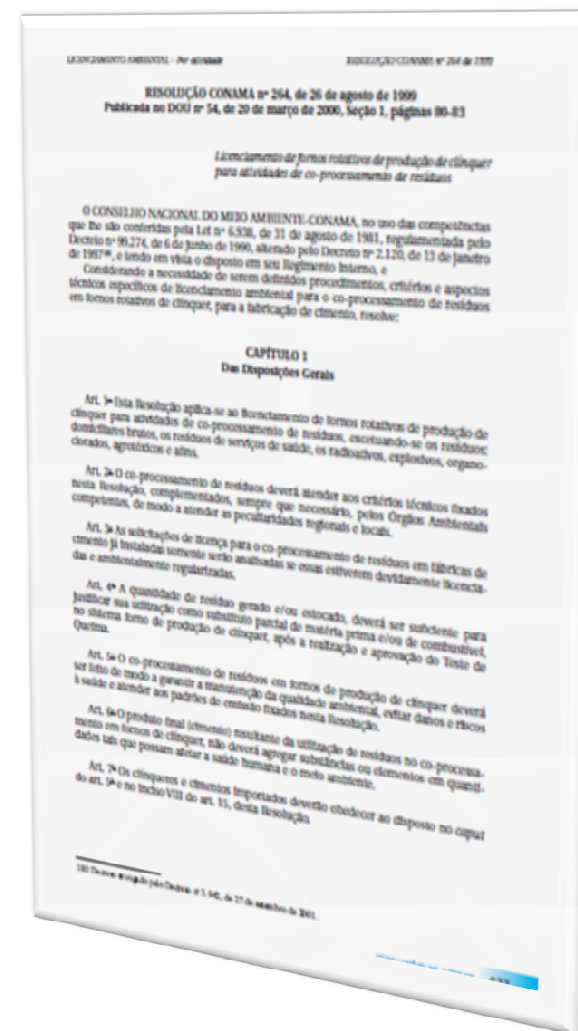
- **CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente: Principal entidade reguladora do tema meio ambiente no Brasil, presidida pelo Ministro de meio ambiente e constituído por representantes do governo, sociedade e indústria**
 - **Resolução CONAMA 264 de 1999 - “Licenciamento de fornos rotativos de produção de clínquer para atividades de coprocessamento de resíduos”**
 - **Resolução CONAMA 316/2002 - “Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos”**

Regulamentação Nacional

■ Resolução CONAMA 264 - Agosto de 1999

— Estabelece:

- Critérios técnicos e operacionais
- Padrões de emissão
- Controle da atividade de coprocessamento.



Regulamentação Nacional

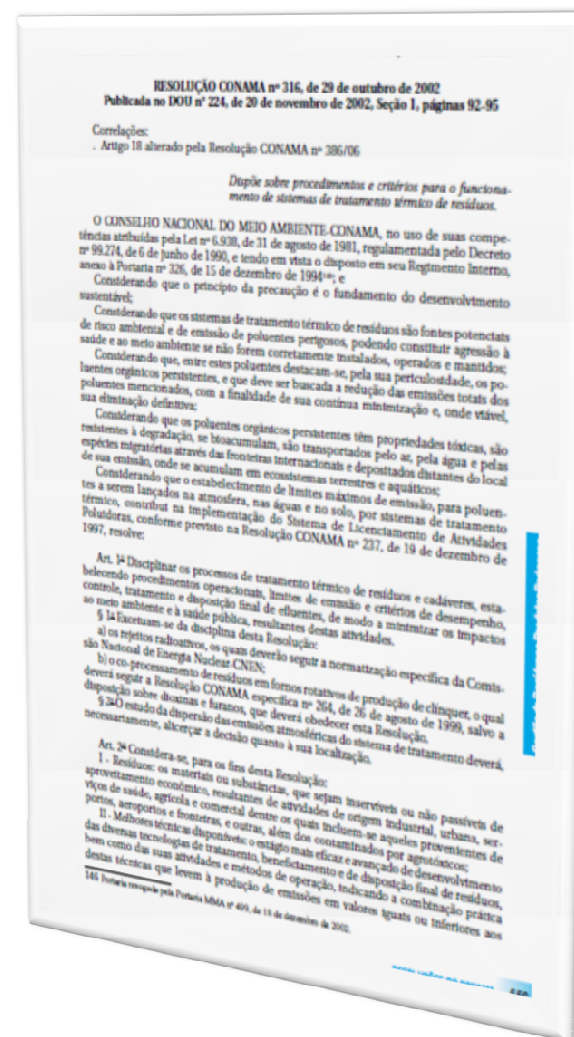
■ Resolução CONAMA 316 - outubro de 2002

— Estabelece:

- Procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos.

— Coprocessamento:

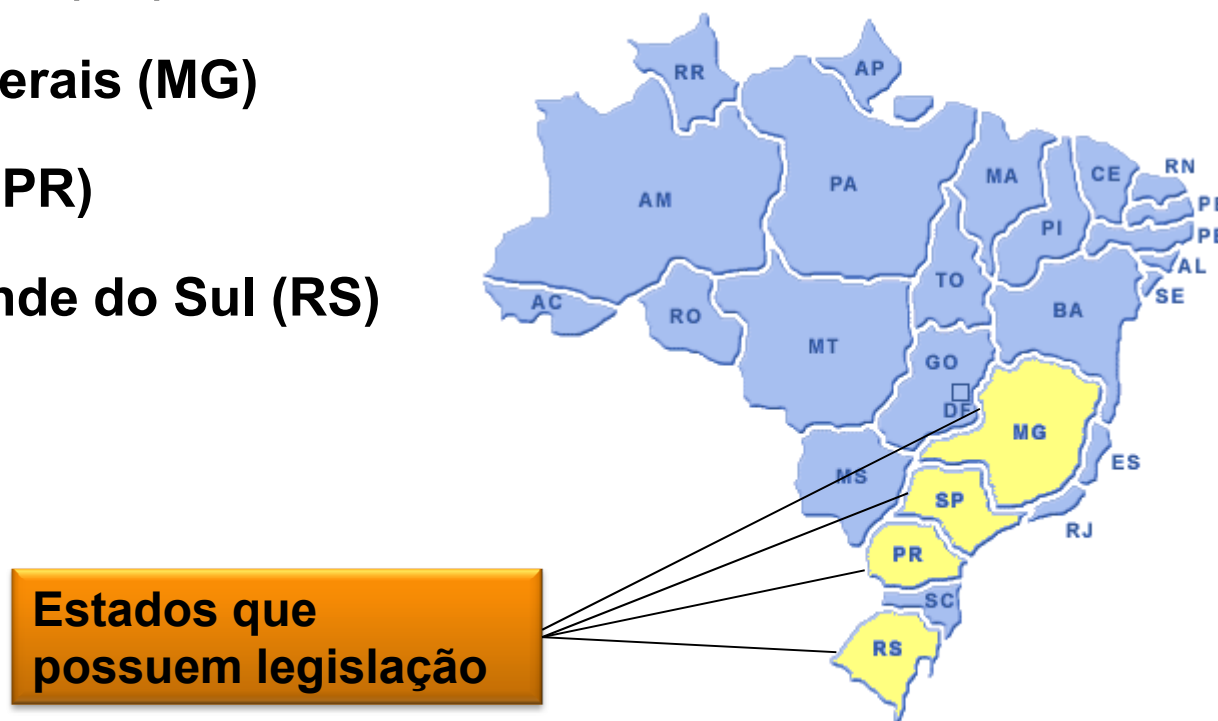
- Limite de emissão de dioxinas e furanos - 0,5 ng/Nm³



Regulamentação Estadual

- **Agências Ambientais reguladoras responsáveis pelo controle, fiscalização, monitoramento e licenciamento de atividades geradoras de poluição**

- São Paulo (SP)
- Minas Gerais (MG)
- Paraná (PR)
- Rio Grande do Sul (RS)



Regulamentação Estadual - São Paulo

■ CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

– Norma Técnica P4.263 - Procedimento que regulamenta a atividade de coprocessamento no estado de São Paulo :

- 1ª versão publicada em 1998, revisada em 2003, estando em vigor até o momento
- Produto foi resultado do trabalho conjunto do setor produtivo e a agência ambiental.



Regulamentação Estadual - São Paulo

CETESB (SP):

■ Principais inovações introduzidas pela revisão:

- Inclusão de lista de materiais considerados combustíveis e matérias-primas alternativas que não necessitam licenciamento (ex: biomassa tais como resíduos vegetais como bagaço de cana, palha de arroz, resíduos de madeira, resíduos têxteis, etc)
- Simplificação do processo de licenciamento para o coprocessamento de pneus inservíveis
- Alteração dos valores dos limites de emissão
- Introdução de limite de emissão de dioxinas e furanos: 0,1ng/Nm³

Regulamentação Estadual - Minas Gerais

FEAM (MG) - Fundação Estadual do Meio Ambiente

■ DN 26 - Deliberação Normativa de 1998

- 1º documento regulamentador do coprocessamento em vigor no Brasil: “Dispõe sobre o coprocessamento de resíduos em fornos de clínquer”
- Estabelecia licenciamento específico de resíduo por resíduo e por gerador ao invés do licenciamento do forno

Regulamentação Estadual - Minas Gerais

- **Revisão DN 26 → Deliberação Normativa DN 154 de agosto de 2010**
 - **Regulamentação mais atual e moderna em vigor no Brasil**

- **Principais inovações introduzidas:**
 - **Licenciamento:**
 - **Agilização do processo de licenciamento**
 - **Introdução do conceito de equivalência: licença baseada na composição química dos resíduos**
 - **Possibilidade de coprocessamento de resíduos sólidos urbanos pré-tratados**
 - **Maior viabilidade para coprocessamento de resíduos de pequenos geradores**

Regulamentação Estadual - Minas Gerais

DN 154

■ Principais inovações introduzidas:

- **Critérios para utilização de resíduos:**
 - **PCI mínimo - de 2800 kcal/kg para 2000 kcal/kg**
 - **Limites de entrada de metais no forno**
- **Monitoramento:**
 - **Ampliação dos parâmetros a serem monitorados**
 - **Disponibilização de dados de monitoramento on-line para as autoridades ambientais**
- **Controle:**
 - **Testes trimestrais de lixiviação do clínquer**

Regulamentação Estadual - Paraná

RESOLUÇÕES SEMA 054/06 E CEMA 076/09

- **Resolução SEMA 054/06 (secretaria de estado do meio ambiente e recursos hídricos) - Define critérios para o controle da qualidade do ar pelo estabelecimento de padrões de emissão e critérios de atendimento para fontes industriais, comerciais e de serviços**
 - **No artigo 32 são estabelecidos os padrões de emissão para o coprocessamento em fornos de clínquer**
- **Resolução CEMA 076/09 (conselho estadual do meio ambiente) - Estabelece as exigências e os critérios na solicitação e emissão de autorizações ambientais para coprocessamento de resíduos em fornos de cimento, com fins de substituição de matéria prima ou aproveitamento energético**

Regulamentação Estadual - Rio Grande do Sul

RESOLUÇÃO CONSEMA 02/2000: Aprova a NT 01/99

- **Norma Técnica FEPAM 01/99 – “Licenciamento ambiental para coprocessamento de resíduos em fornos de clínquer”**
 - **Define critérios, procedimentos e aspectos técnicos de licenciamento para o coprocessamento de resíduos em fornos rotativos de produção de clínquer, para fabricação de cimento, no estado do Rio Grande do Sul**

COPROCESSAMENTO E A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

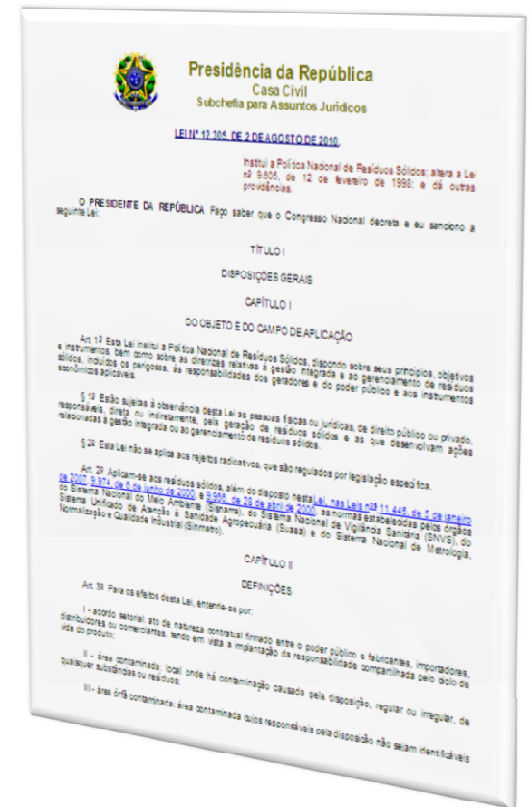
14/09/2011

Política Nacional de Resíduos Sólidos

■ Lei aprovada em agosto de 2010

- Estabelece princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações visando a gestão e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos, observando a ordem de prioridades:

- Não geração
- Redução
- Reutilização
- Reciclagem
- Tratamento
- Disposição ambientalmente adequada



Política Nacional de Resíduos Sólidos

■ Distinção entre resíduos e rejeitos

- **Resíduos Sólidos:** material, substância, objeto ou bem descartado cuja destinação final se procede, se propõe a proceder ou está obrigado a proceder
- **Rejeitos:** resíduos sólidos que depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada

■ Distinção entre destinação e disposição

- **Destinação final ambientalmente adequada:** Inclui a reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação e o aproveitamento energético dos resíduos
- **Disposição final ambientalmente adequada:** distribuição ordenada de rejeitos em aterros

Política Nacional de Resíduos Sólidos

- **DISPOSIÇÃO EM ATERROS SOMENTE RESÍDUOS QUE NÃO POSSAM SER APROVEITADOS**
- **COPROCESSAMENTO COMO ALTERNATIVA DE RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA**



Política Nacional de Resíduos Sólidos

■ Resíduos Sólidos Urbanos

Poderão ser utilizadas tecnologias visando a recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental

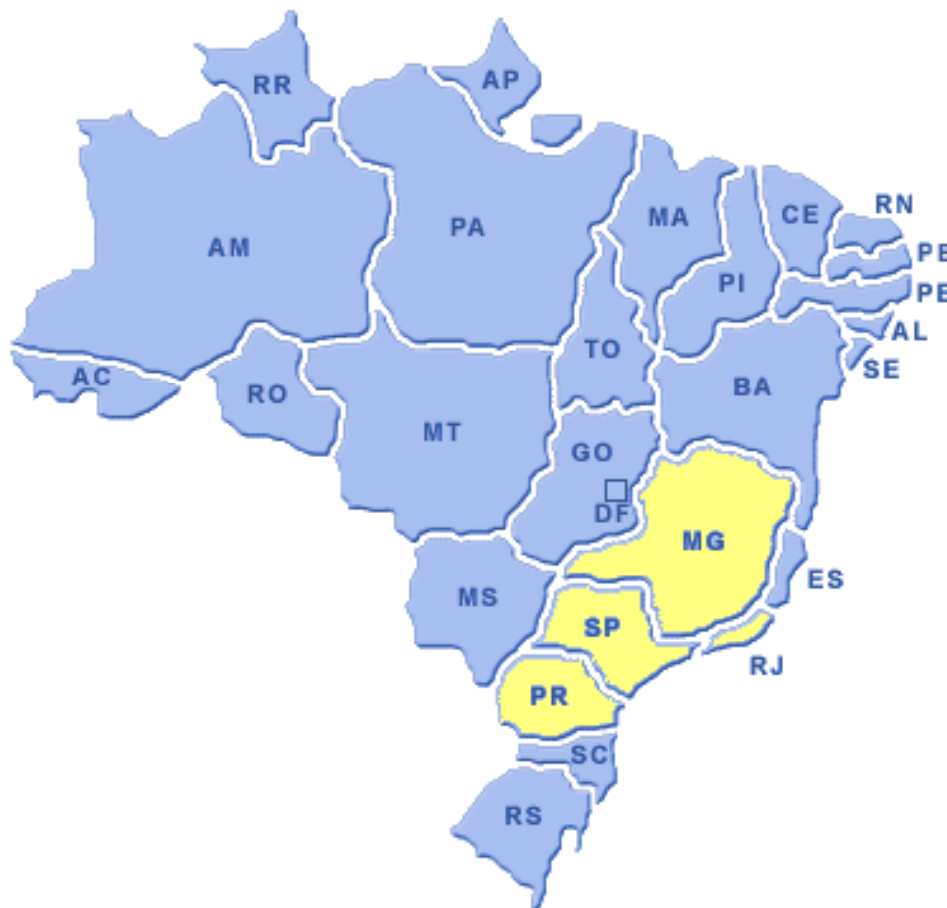
COPROCESSAMENTO: CENÁRIO NACIONAL

14/09/2011

Cenário

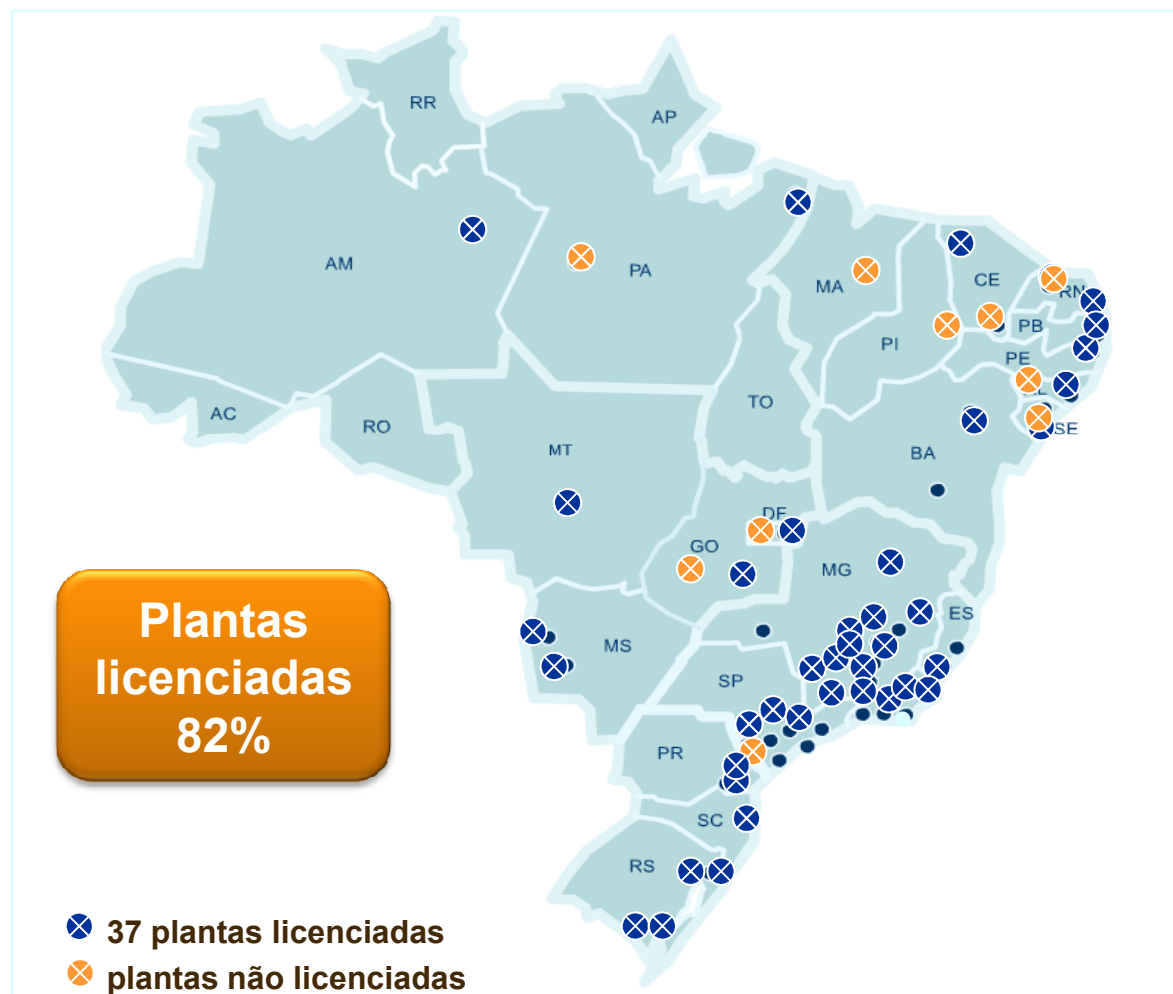
■ Primeiras experiências em 1991: Regiões Sul e Sudeste:

- São Paulo (SP)
- Minas Gerais (MG)
- Paraná (PR)
- Rio de Janeiro (RJ)



Cenário

■ Plantas licenciadas



Fonte: ABCP

Cenário

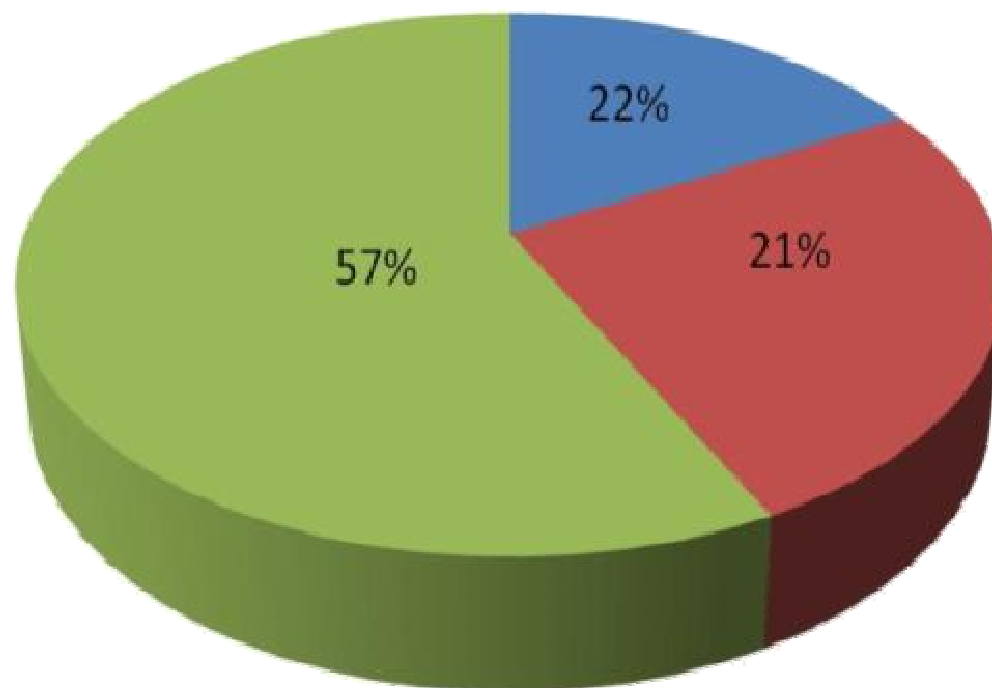
- **Resíduos Coprocessados em 2010 : 870 mil toneladas**
 - Insumos energéticos: 672 mil toneladas
 - Matérias-primas: 199 mil toneladas
 - Substituição térmica: aprox. 10%

- **Resíduos coprocessados 1991 a 2010:**
 - Aprox. 7,3 milhões de toneladas

- **Capacidade Potencial:**
 - 2,5 milhões de toneladas/ano

Cenário

Perfil dos Resíduos Coprocessados

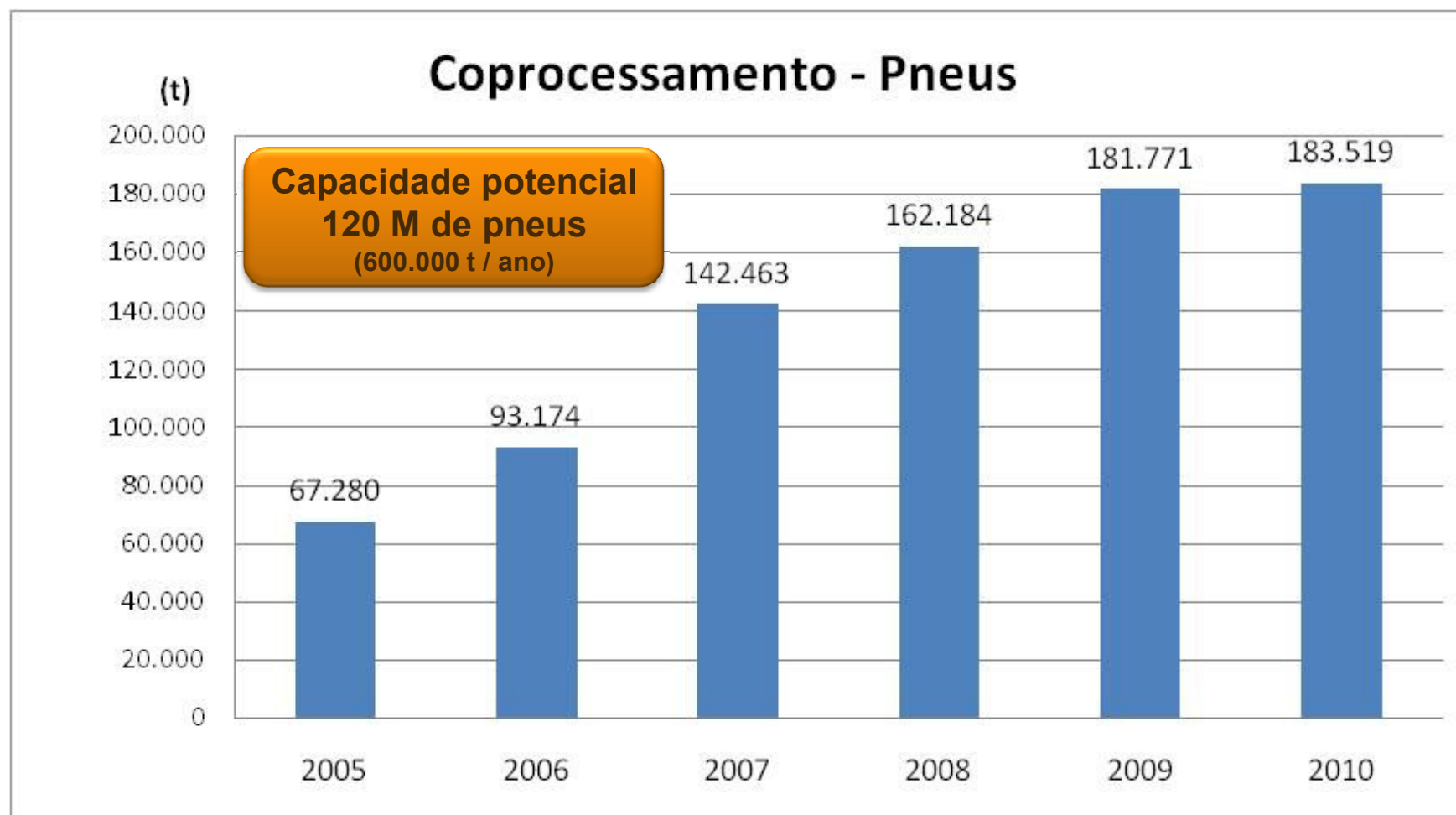


- Pneus (%)
- Resíduos como substitutos de matéria-prima (%)
- Resíduos co-processados com potencial energético (%)

Fonte: ABCP - 2011

**ANO BASE
2010**

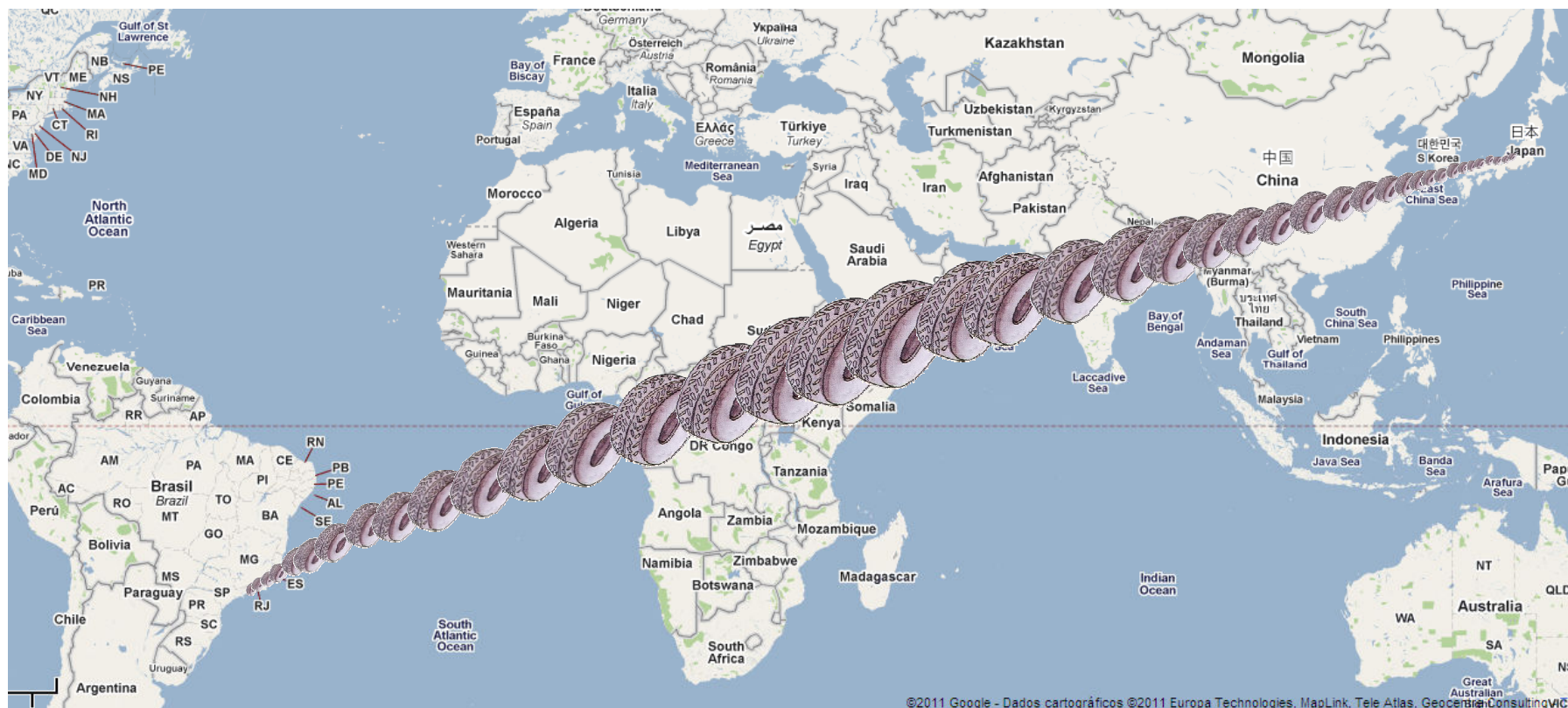
COPROCESSAMENTO DE PNEUS



Fonte: ABCP

COPROCESSAMENTO DE PNEUS

■ Pneus coprocessados em 2010: 36 milhões



36 milhões de pneus equivalem a 21.600 Km

COPROCESSAMENTO: CENÁRIO INTERNACIONAL

14/09/2011

Panorama internacional

■ EUA

- 1,2 milhões t/ano resíduos perigosos co-processados
- 19% do consumo de energia térmica

■ Japão

- Indispensável o uso de materiais secundários pelas fábricas de cimento
- Programa de cooperação ambiental do setor cimenteiro com o governo, efetivando o papel do co-processamento na gestão de resíduos

COPROCESSAMENTO: RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

14/09/2011

Coprocessamento de resíduos sólidos urbanos: Projeto Piloto

- Projeto pioneiro com a prefeitura com início em agosto de 2007
- Suporte da UFRJ e autorizado pelo INEA (instituto Estadual do Ambiente/RJ)
- Resíduo da compostagem do resíduo urbano
- Coprocessamento: 30 t/mês (janeiro 2009)
- Fábrica: Lafarge Brasil/Cantagalo-RJ

Coprocessamento de resíduos sólidos urbanos: Projeto Piloto



Características:

PCS = 2832 kcal/kg 4043 kcal/kg (*) PetCoke 8500 kcal/kg

(*) – após secagem

Cinzas = 12,55% ; Cloro = 0,23% ; H₂O = 50,92%

COPROCESSAMENTO RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

❑ Projeto Piloto



COPROCESSAMENTO

■ CONCLUSÕES

- O coprocessamento de resíduos industriais em fornos de cimento é um processo de destruição definitiva, realizado de forma segura e monitorada.
- Contribui para preservar recursos naturais não-renováveis e para a economia na medida que gera empregos e impostos.
- O cimento produzido com ou sem o coprocessamento possui o mesmo desempenho, portanto a mesma qualidade.
- O coprocessamento é realizado de acordo com regulamentações nacionais e internacionais