



60°
CONGRESSO
BRASILEIRO
DO CONCRETO
RIO DE JANEIRO 17 A 21 DE SETEMBRO - 2018

60CBC0549

PANORAMA DO COPROCESSAMENTO DE RESÍDUOS EM FORNOS DE CIMENTO NO BRASIL

Autores:

- Arnaldo Forti Battagin
- Fernando Dalbon Cardoso

Associação Brasileira de Cimento Portland



IBRACON



60°
CONGRESSO
BRASILEIRO
DO CONCRETO
RIO DE JANEIRO 17 A 21 DE SETEMBRO - 2018

Panorama do coprocessamento

Sumário

1. Introdução
2. Conceituação do coprocessamento
3. Tipos de resíduos coprocessados
4. Vantagens técnicas
5. Regulamentação
6. Panorama estatístico
7. O coprocessamento e a qualidade do cimento e concreto
8. Considerações finais

60° CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO
Foz do Iguaçu 17 a 21 de Setembro - 2018

Introdução

A correta destinação dos resíduos representa um dos maiores desafios para desenvolvimento sustentável da sociedade contemporânea.



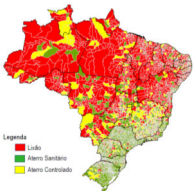
60° CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO
Foz do Iguaçu 17 a 21 de Setembro - 2018

Cenário atual

- Aterros saturados
- Incineradores (sem recuperação energética)
- Coprocessamento : ganha-ganha

O coprocessamento de resíduos em fornos de cimento surge como importante ferramenta de gestão ambiental .





Legenda

- Lixo
- Aterro Sanitário
- Aterro Controlado

- 30 % dos municípios (3.589) depositam em Lixo;
- 31 % dos municípios (3.755) depositam em Aterro Controlado;
- 40 % dos municípios (2.226) depositam em Aterro Sanitário;
- 17 % dos prop. urb. (20 mil) depositam em Lixo;
- 15 % dos prop. urb. (14,2 mil) depositam em Aterro Controlado;
- 68 % dos prop. urb. (118,3 mil) depositam em Aterro Sanitário.

Fonte: PNRS 2008 - 2009, 2010 e 2012

60°
CONGRESSO
BRASILEIRO
DO CONCRETO
POC DO IGUAÇU 17 A 21 DE SETEMBRO - 2018

Conceituação do coprocessamento

Tecnologia de destruição de resíduos em fornos de cimento que não gera novos resíduos e contribui para a preservação de recursos naturais, por substituir matérias primas e combustíveis tradicionais no processo de fabricação do cimento.

Operação combinada

Queimar e destruir resíduos



Produzir cimento de qualidade

60°
CONGRESSO
BRASILEIRO
DO CONCRETO
POC DO IGUAÇU 17 A 21 DE SETEMBRO - 2018

Processo industrial tradicional de fabricação do cimento

calcário + argila + calor = clínquer

Fontes de Ca, Si, Al e Fe

coque
óleo
carvão

adições

cimento

Processo industrial com coprocessamento

calcário + argila + calor = clínquer

Resíduos com Ca Resíduos com Si, Fe e Al Resíduos com poder calorífico

adições

cimento



60° CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO
RIO DE JANEIRO 17 A 21 DE SETEMBRO - 2018

Resíduos com poder calorífico substitutos de combustíveis tradicionais:

- Solventes, resíduos oleosos e resíduos têxteis
- Óleos usados (de carro e fábricas)
- Pneus usados e resíduos de picagem de veículos
- Graxas, lamas de processos químicos e de destilação
- Resíduos de empacotamento e de borracha.
- Resíduos plásticos, de serragem e de papel
- Lama de esgoto, ossos de animais e grão vencidos.
- Resíduos do agronegócio
- Resíduos urbanos (com poder calorífico)



**60º
CONGRESSO
BRASILEIRO
DO CONCRETO**
RIO DE JANEIRO 17 A 21 DE SETEMBRO - 2018

Resíduos substitutos das matérias primas

- 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 e escórias
- Solos contaminados
- Resíduos da perfuração de poços de petróleo



**60º
CONGRESSO
BRASILEIRO
DO CONCRETO**
RIO DE JANEIRO 17 A 21 DE SETEMBRO - 2018

Vantagens técnicas do coprocessamento

Os fornos de cimento reúnem as condições adequadas e necessárias para a destruição de resíduos por meio do coprocessamento.

- Altas temperaturas e longo tempo de residência
- Alta turbulência dos gases
- Ambiente alcalino e oxidante
- Estabilidade térmica
- Utilização de tecnologias e instalações existentes
- Destruição total, sem geração de novos resíduos

60° CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO
RIO DO IGUAÇU 17 A 21 DE SETEMBRO - 2018

Vantagens técnicas do coprocessamento

- Eliminação segura dos resíduos
- Substituição de recursos energéticos não renováveis
- Preservação de jazidas
- Destruição dos pneus velhos (focos da dengue)
- Redução das emissões de CO₂
- Geração de novos empregos

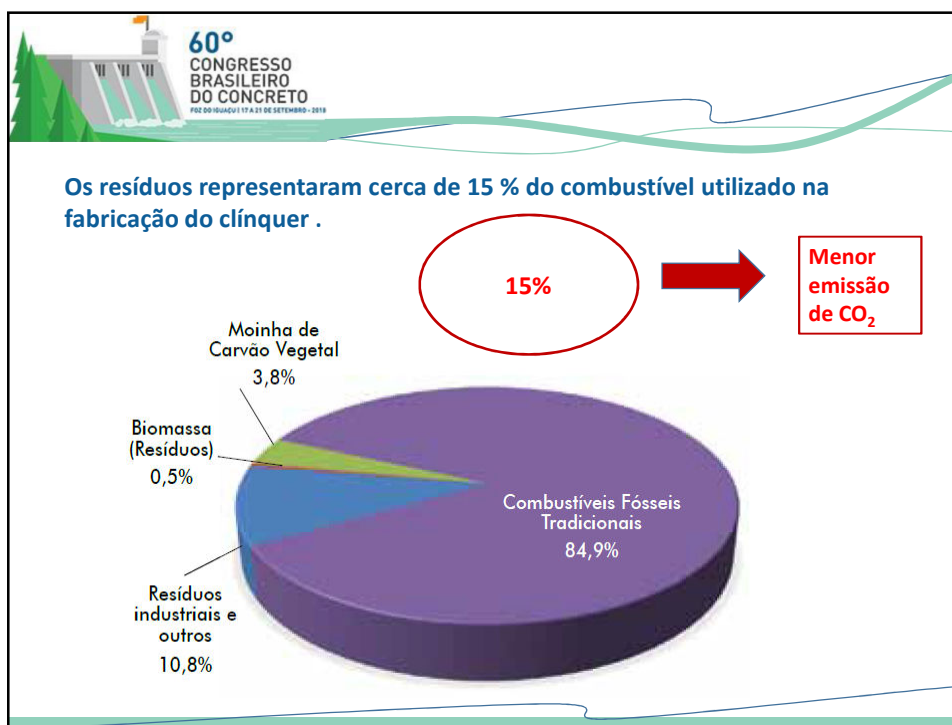
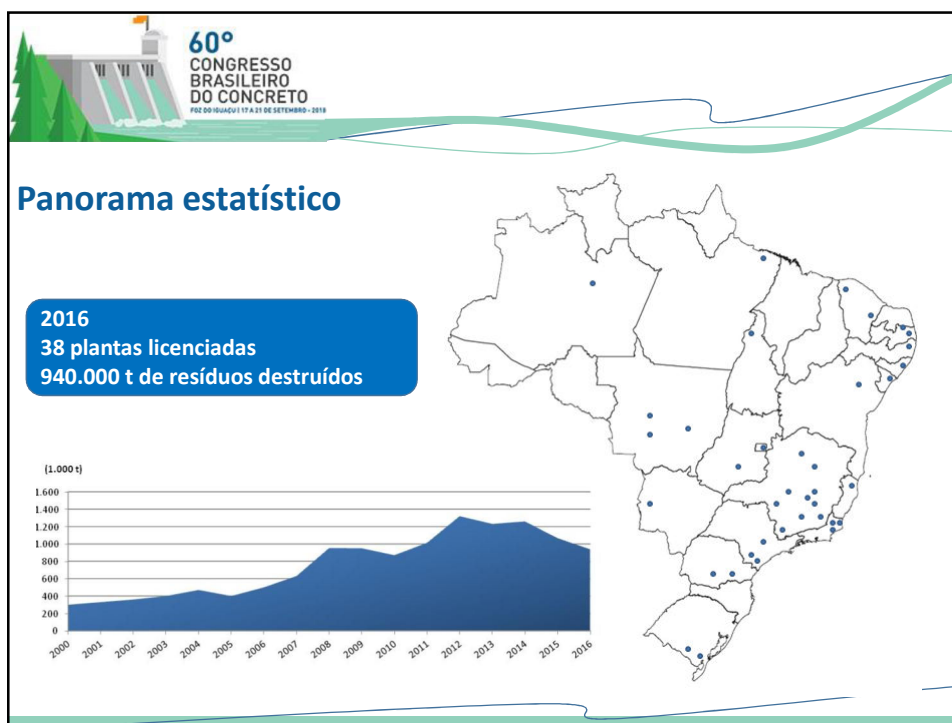
60° CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO
RIO DO IGUAÇU 17 A 21 DE SETEMBRO - 2018

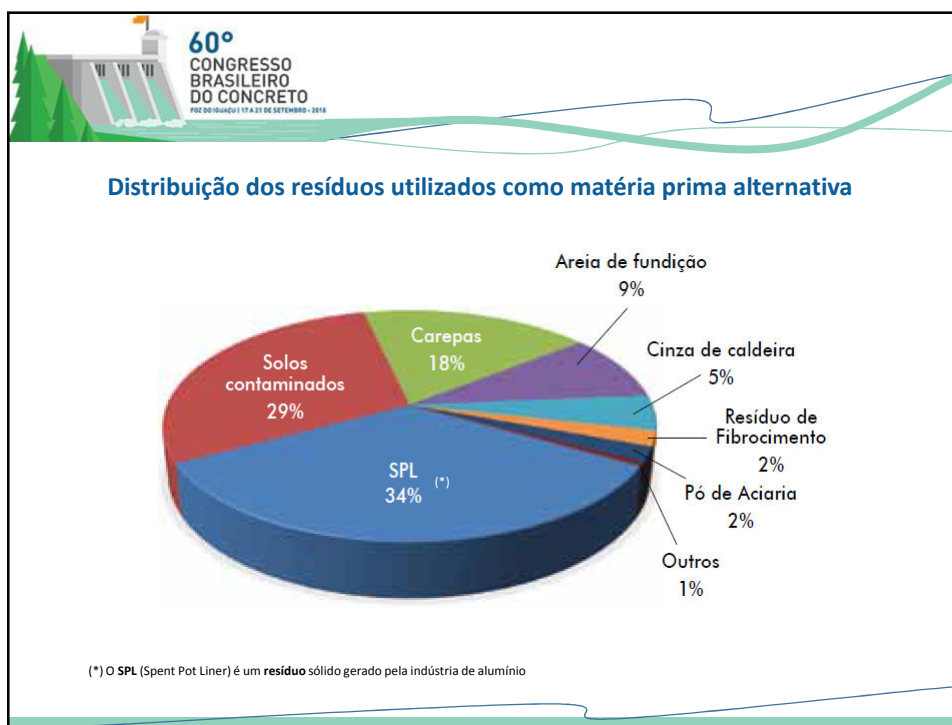
Regulamentação do coprocessamento

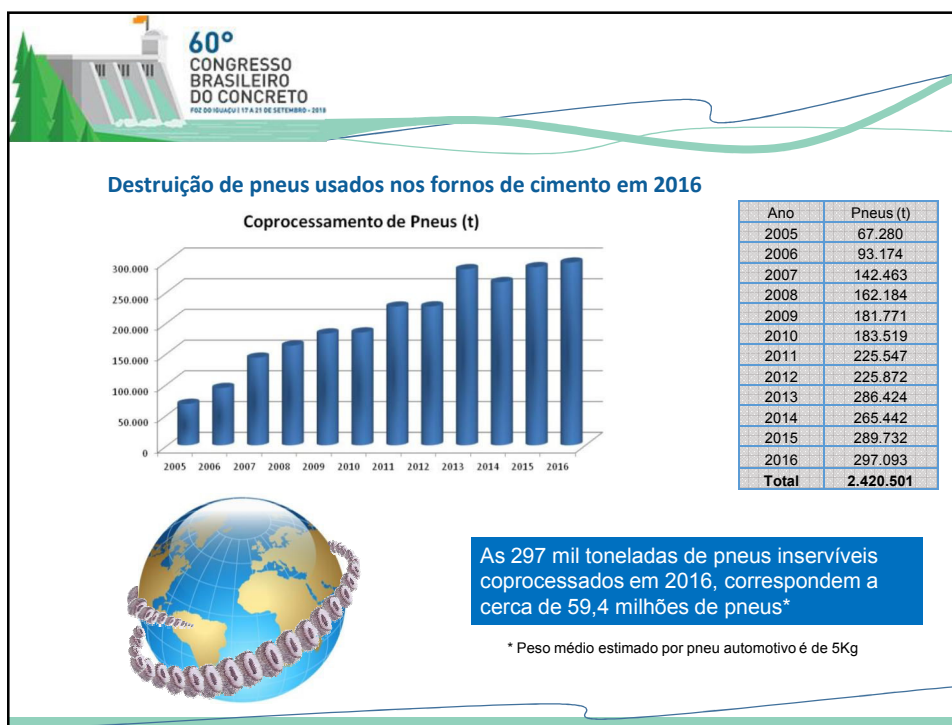
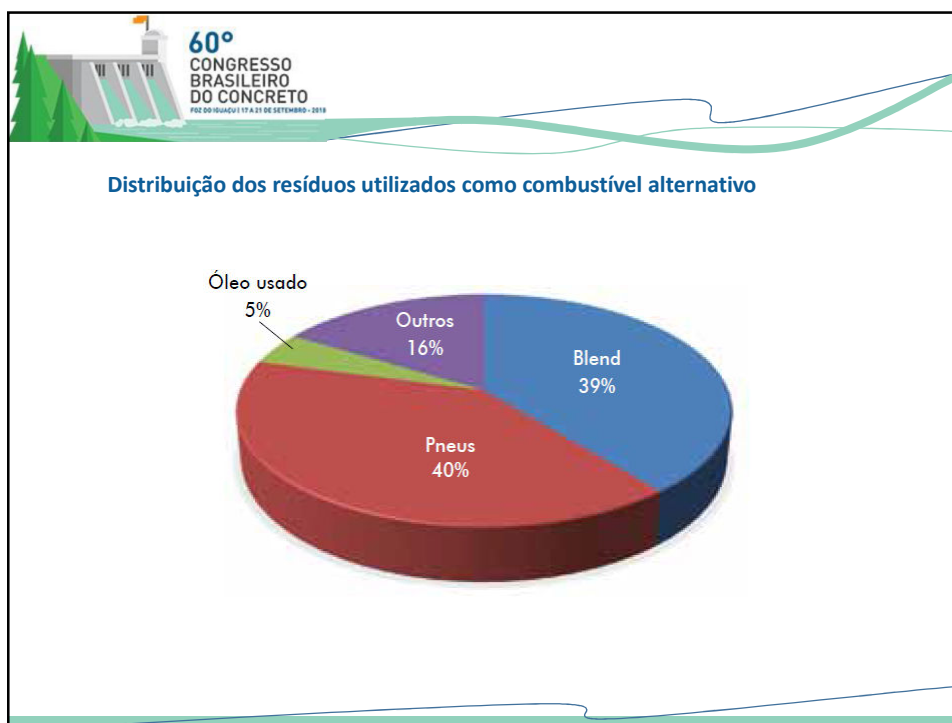
- Federal
 - Resolução CONAMA 264/99:Coprocessamento em Fornos de Clínquer
- Estaduais
 - CETESB (SP)
 - FEAM (MG)
 - FEPAM (RS)
 - IAP (PR)

CRONOLOGIA

Ano	Evento / Resolução
1998	FEAM/MG: Deliberação Normativa DN26
1998	CETESB/SP: Procedimento Coprocessamento
1999	CONAMA: Resolução CONAMA 264 Coprocessamento
1999	FEPAM/RS: Norma Técnica 01/99
2002	CONAMA: Resolução CONAMA 316 Soluções de Tratamento Térmico Resíduos
2003	CETESB: Norma Técnica PA-263
2006	SEMA/PR: Resolução 054
2009	CEMA/PR: Resolução 076
2010	FEAM/MG: Deliberação Normativa DN 154









O coprocessamento e a qualidade do cimento e durabilidade do concreto

- A produção de cimento exige um controle químico rigoroso dos principais compostos: CaO , SiO_2 , Fe_2O_3 e Al_2O_3 , bem como outros constituintes menores, como SO_3 , K_2O , Na_2O , TiO_2) entre outros.
- Estudos mostraram que os elementos menores no cimento ficam em solução sólida na estrutura dos silicatos de cálcio e, dessa forma, não são lixiviados do concreto (CSI, 2014; Cembureau, 2005; CEN, 1999).
- Cloretos : resíduos não são coprocessados
- Sulfatos : limitação por norma
- Requisitos do licenciamento : compromisso com a qualidade
- Doutorado de Vagner Maríngolo : Qualidade ambiental do clínquer coprocessado

Altos níveis de alguns componentes menores podem afetar o desempenho do cimento, a sua cinética de hidratação e o fabricante precisa tomar cuidado para que limites específicos não sejam excedidos.



Considerações Finais

- Existe um potencial atual para coprocessamento de 2,5 milhões de toneladas /ano de resíduos pelas 38 fábricas de cimentos licenciadas para a atividade, o que poderia mais que dobrar a quantidade anual coprocessada.
- De todos os resíduos, os RSU (resíduos sólidos urbanos) aparecem como os com maior potencialidade de crescimento.
- Finalmente, não deve haver preocupação por parte dos usuários quanto à qualidade do cimento que contém clínquer coprocessado, pois uma das premissas para obtenção do licenciamento é a preservação da qualidade do produto final

