



COPROCESSAMENTO DE PNEUS INSERVÍVEIS EM PLANTAS DE CIMENTO

Autores: Alexandre de Oliveira Lopes

Rogério José da Silva

Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI



CBC
6º CONGRESSO
BRASILEIRO
DO CIMENTO



Associação
Brasileira de
Cimento Portland

SNIC
SINDICATO NACIONAL DA
INDÚSTRIA DO CIMENTO

19 a 21 maio 2014 • São Paulo/SP • Brasil



Introdução

- Este trabalho apresenta uma análise da destinação de pneus inservíveis a partir de dois aspectos: o energético e o ambiental. Relaciona o aumento dos volumes coletados de pneus inservível com as regulamentações e a recente instituição da Política Nacional de Resíduos Sólidos, PNRS. O estudo avalia os resíduos a partir do aspecto energético, considerando-se o seu potencial como combustível para fornos de cimento. O ambiental, que de acordo com a PNRS e a regulamentação da atividade de coprocessamento através das resoluções CONAMA Nº 264/1999 e a CONAMA 316/2002 determinam que os resíduos não podem ser tratados como rejeitos até esgotar todas as possibilidades de reaproveitamento. A combustão em fornos de cimento é apresentada como uma alternativa adequada para a destruição desses resíduos, pois, devido ao tempo de residência dos gases no interior do forno aliado a alta temperatura. Desta forma, um forno de clínquer é um local com condições ótimas para uma queima ou destruição eficaz de qualquer resíduo orgânico e metais, através da incorporação e fixação no produto final.
- A utilização deste resíduo como combustível torna-se interessante a medida que são conhecidas suas características termo-químicas, as cinzas e os efluentes atmosféricos sob condições controladas, para assim possibilitar o melhor aproveitamento energético durante a sua destruição térmica.
- O presente plano de teste de queima tem como base as resoluções CONAMA n. 264/1999 salvo a disposição sobre dioxinas e furanos, que deverá obedecer a resolução CONAMA 316/2002. São pré-requisitos para a obtenção da LO o Estudo de Viabilidade de Queima, denominado EVQ, o plano e o relatório de teste em branco, o plano e relatório de teste queima, denominado PTQ e a Análise de Risco. Estes devem ser apresentados com o objetivo ao cumprimento da exigência técnica pré-estabelecida bianalmente na licença de coprocessamento em fornos de cimenteira.
- O objetivo principal deste trabalho é apresentar uma análise da destinação de pneus inservíveis a partir dos aspectos energético e o ambiental, e o arcabouço legal para a obtenção da Licença de Operação, LO.



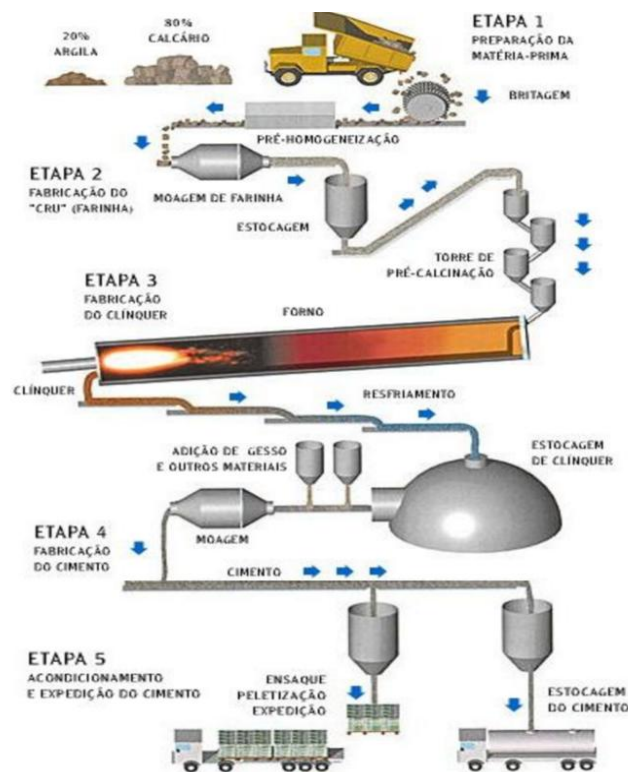
Legislação Ambiental

- Para a destinação dos resíduos, o processo deve seguir os princípios impostos e sancionados pelas leis. A Lei nº 12.305/2010 institui a PNRS, que dispõe sobre os princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. Entre os conceitos introduzidos em nossa legislação ambiental pela PNRS estão a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a logística reversa e o acordo setorial.
- A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos é o "conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei".
- Logística reversa: "Perspectiva estratégica: refere-se às decisões de logística reversa no macro ambiente empresarial constituído pela sociedade e comunidades locais, governos e ambiente concorrencial. Portanto, levará em consideração as características que garantirão competitividade e sustentabilidade às empresas nos eixos econômico e ambiental por meio de diversificados objetivos empresariais: recuperação de valor financeiro, seguimento de legislações, prestação de serviços aos clientes, mitigação dos riscos ou reforço de imagem de marca ou corporativa e demonstração de responsabilidade empresarial".
- Os pneus são classificados como Classe II, A, não inertes, por apresentarem teores de metais (zinco e manganês) no extrato solubilizado superiores aos padrões estabelecidos pela NBR 10.004/2004. Esses resíduos têm alto grau de toxicidade à saúde humana e ao meio ambiente.



Processo Produtivo do Cimento

- O processo de produção é realizado nas seguintes etapas: extração da matéria prima, britagem, pré-homogeneização e dosagem, moagem do cru, homogeneização, pré-aquecimento, clínqueirização, resfriamento, moagem e adições, embalagem e expedição. Segue abaixo a figura que representa o processo produtivo do cimento.





Plano Teste de Queima

- A partir do plano de teste de queima completo, onde são avaliados as características termo-químicas e resíduos para incorporação, ou seja, as cinzas, será possível sintetizar um relatório para fins de cumprimento das exigências técnicas estabelecidas na resolução CONAMA n. 316/02 e CONAMA n. 264/99. Este ramo da indústria, as cimenteiras, tem como pré-requisito a apresentação de um plano de teste de queima para atendimento às condicionantes estabelecidas em sua Licença de Operação. A resolução 416/2009 Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada. Considerando a necessidade de disciplinar o gerenciamento dos pneus inservíveis.
- Segue abaixo os dados sobre a composição da matéria prima

Proporção de utilização de Matéria-Prima	
Matéria-prima	Proporção (%)
Calcário	90
Argila	8
Minério de Ferro	0,7
Bauxita	1,3

Composição química média da farinha	
Ensaio	% Massa
Perda ao Fogo - PF	34,09
Dióxido de Silício Total - SiO ₂	12,87
Óxido de Alumínio - Al ₂ O ₃	3,45
Óxido de Ferro - Fe ₂ O ₃	2,33
Óxido de Cálcio Total	42,59
Óxido de Magnésio - MgO	1,63
Anidrido Sulfúrico - SO ₃	0,2
Óxido de Sódio - Na ₂ O	0,13
Óxido de Potássio - K ₂ O	0,68

Composição média dos metais	
Parâmetros	Composição (%)
Cádmio (Cd)	<0,0000097
Mercúrio (Hg)	< 0,0002
Tálio (Tl)	< 0,00001
Arsênio (As)	<0,001809



Combustível

- O combustível utilizado no forno da Unidade em questão é o coque de petróleo, material sólido e de coloração negra resultado do processo de craqueamento de petróleo.
- Para coprocessamento do pneu no forno de clínquer, a unidade em questão recebe e continuará a receber o pneu inteiro e o mesmo será desgaseificado na câmara, denominada Hot Disc, os gases conduzidos ao pré-calcinador e as cinzas lançadas no início do forno rotativo

Composição centesimal e PCI do coque de petróleo

COMPOSIÇÃO QUÍMICA		TEORES	
Carbono	(C)	%	81,1
Hidrogênio	(H)	%	2,93
Nitrogênio	(N)	%	1,55
Enxofre	(S)	%	5,53
Cinzas	(Z)	%	5,41
Umidade	(U)	%	0,32
Materiais Voláteis	(MV)	%	12,5
Poder Calorífico Superior	(PCS)	kcal/kg	7.908
Poder Calorífico Inferior	(PCI)	kcal/kg	7.760

Composição química e PCI do pneu

COMPOSIÇÃO QUÍMICA		TEORES	
Carbono	(C)	%	80,97
Hidrogênio	(H)	%	7,5
Nitrogênio	(N)	%	N.D.
Enxofre	(S)	%	1,44
Cinzas	(Z)	%	3,49
Umidade	(U)	%	0,28
Poder Calorífico Superior	(PCS)	kcal/kg	8.808
Poder Calorífico Inferior (1)	(PCI)	kcal/kg	8.428
Poder Calorífico Inferior (2)	(PCI)	kcal/kg	6.727

Composição aproximada dos poluentes do pneu

Cianetos (CN-)	Cádmio (Cd)	Mercurio (Hg)	Tálio (Tl)	Arsênio (As)	Cobalto (Co)	Níquel (Ni)	Selênio (Se)	Telúrio (Te)	Antimônio (Sb)
< 0,00005	<0,0002	< 0,000002	0,00001	0,000064	0,006124	0,0001063	< 0,000002	< 0,000003	0,000059

Composição aproximada dos poluentes do pneu

Chumbo (Pb)	Cromo (Cr)	Cobre (Cu)	Manganês (Mn)	Estanho (Sn)	Berílio (Be)	Zinco (Zn)	Cloro (Cl)	Fluór (F)
< 0,0008	0,01142	0,00971	0,015575	<0,004	<0,00015	1,25	0,04	0,01



Sistema de Monitoramento de Poluentes

- Os métodos de coleta, número de amostras e análise da amostragem dos efluentes gasosos na chaminé principal são importantes para a avaliação dos efluentes gasosos. Na tabela 10 são apresentados os limites de detecção para cada parâmetro a ser amostrado e estão expressos com suas respectivas unidades. Durante as coletas gasosas de Metais, de Mercúrio, de Cloro e Flúor serão coletadas amostras de matéria-prima, combustível e resíduos para os ensaios de caracterização laboratorial, conforme a norma ABNT 10007/2004. Para cada coleta gasosa, serão coletadas amostras dos materiais no início, após 50% do intervalo de tempo necessário para cada parâmetro gasoso e ao final da coleta gasosa.
- O monitoramento do processo produtivo com objetivo de garantir a estabilidade do processo de queima do resíduo será realizado mediante o registro dos seguintes parâmetros: vazão de alimentação de farinha, vazão de alimentação de pneus, temperatura e pressão da zona de queima (pré-calcinador), teor de oxigênio e CO.

Limites de Detecção dos Parâmetros amostrados no efluente gasoso

Parâmetros	Volume de Prep. (ml)	Limite de Detecção (mg/l)	Limite de Detecção na Coleta (mg/Nm ³)
Óxidos de Enxofre (SO _x)	500	5	1,6667
Ácido Clorídrico (HCl)	500	0,1	0,0333
Cloro (Cl ₂)	500	0,1	0,0333
Ácido Fluorídrico (HF)	500	0,1	0,0333
Fluoretos (F)	100	0,1	0,0067
Cianeto (CN)	500	0,1	0,0333
Óxidos de Nitrogênio (NO _x) (*)	50	0,3	10
Antimônio (Sb)	100	0,04	0,0027
Arsênio (As)	100	0,05	0,0033
Berílio (Be)	100	0,05	0,0033
Cádmio (Cd)	100	0,005	0,0003

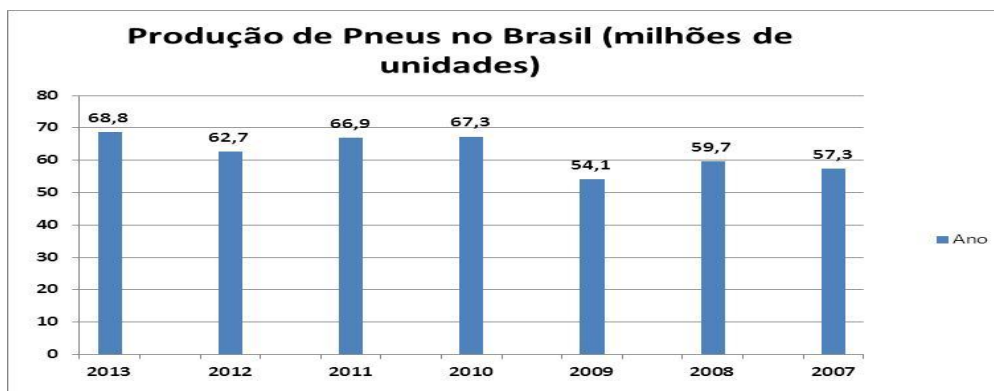
Limites de Detecção dos Parâmetros amostrados no efluente gasoso

Parâmetros	Volume de Prep. (ml)	Limite de Detecção (mg/l)	Limite de Detecção na Coleta (mg/Nm ³)
Chumbo (Pb)	100	0,01	0,0007
Cobalto (Co)	100	0,05	0,0033
Cobre (Cu)	100	0,05	0,0033
Cromo (Cr)	100	0,05	0,0033
Estanho (Sn)	100	0,05	0,0033
Manganês (Mn)	100	0,05	0,0033
Mercúrio (Hg)	200	0,001	0,0001
Níquel (Ni)	100	0,05	0,0033
Selênio (Se)	100	0,02	0,0013
Tálio (Ta)	100	0,05	0,0033
Telúrio (Te)	100	0,05	0,0033
Zinco (Zn)	100	0,05	0,0033

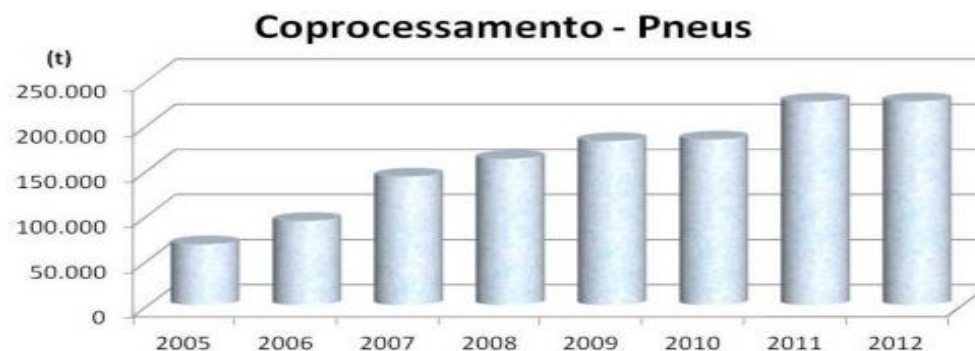


Números de Produção e Coprocessamento de Pneus no Brasil

- Número de produção de pneus no Brasil.



- Evolução do coprocessamento de pneus no Brasil.





Conclusão

- De acordo com a proposta de limites de emissões da Norma Técnica NT-001/99 do CONAMA (baseado no texto submetido para discussão em plenário, oriundo da Câmara Técnica), as emissões máximas de gases nos fornos de clínquer destinados ao coprocessamento, tanto no teste em branco quanto no teste de queima, não deverá ultrapassar os limites de emissões conforme Tabela abaixo reproduzida da referida norma.
- Na tabela de composição química do combustível verifica-se que o PCI (1) é 25.29% maior que o PCI(2), ou seja, se utilizarmos um processo de separação de resíduos ferrosos teremos um aumento significativo de energia térmica. E com o resíduo ferroso é necessário ao processo de clínquerização poderemos integrá-lo à farinha crua.
- Sendo assim, nota-se que no coprocessamento de pneus, nos níveis de substituição propostos, as estimativas obtidas indicam que não haveria problemas em relação aos limites estabelecidos para as concentrações de mercúrio, cádmio e tálio. Porém, na substituição energética de 30%, o chumbo ultrapassaria o limite aceitável. Analisando as estimativas de emissões para uma substituição da ordem de 40%, a soma das emissões dos metais controlados totalizariam cerca de 1,566 mg/Nm³. Sendo portanto um valor abaixo do limite máximo aceitável. Portanto, baseado nos estudos preliminares relativa do coprocessamento dos pneus inservíveis, pode-se afirmar que o nível de substituição de 12% garantirá que os efluentes gasosos estarão dentro dos limites previsíveis na norma técnica.

Poluente	Limites Máximos de Emissão
Mercúrio (Hg)	0,05 mg/Nm ³ corrigido a 7% de O ₂ (base seca)
Chumbo (Pb)	0,35 mg/Nm ³ corrigido a 7% de O ₂ (base seca)
Cádmio (Cd)	0,10 mg/Nm ³ corrigido a 7% de O ₂ (base seca)
Tálio (Ti)	0,10 mg/Nm ³ corrigido a 7% de O ₂ (base seca)
As+ Be+Co+ Ni+Se+Te	1,40 mg/Nm ³ corrigido a 7% de O ₂ (base seca)
As+Be+Co+Cr+Cu+Mn+Ni +Pb+Sb+Se+Sn+Te+Zn	7,00 mg/Nm ³ corrigido a 7% de O ₂ (base seca)



Fim da Apresentação

Obrigado a todos.

Email: lopesxande@yahoo.com.br

Telefone: (35) 9907-7237