

## Coprocessamento na Produção de Cimentos

Autor (1) Karolayne Silva Braz; Orientador (2) Ariane Zambon Miranda

(1) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Rondônia – IFRO,  
karolayne1brazvha@hotmail.com

(2) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Rondônia – IFRO, ariane.miranda@ifro.edu.br

### Resumo do artigo:

A sociedade contemporânea tem em seus resíduos um grande problema, sendo necessário buscar formas de destinação adequadas e ainda reduzir a extração de matéria-prima em geral, visando manter a qualidade de vida que a modernidade trouxe às pessoas, contudo mitigando as ações negativas desta. O coprocessamento em indústrias cimentícias pode ser uma alternativa de destinação final para muitos materiais, como cascas de arroz, bagaço de cana, lenha e pneus, dentre outros. Este artigo tem como objetivo auxiliar na compreensão da produção de cimentos com a tecnologia do coprocessamento, em que resíduos com grande poder calorífico são utilizados para a produção de energia ou como matéria-prima para o clínquer. Através de uma revisão sistemática acerca do tema, busca-se apresentar questões inerentes ao funcionamento do processo, como a seleção de materiais, a segurança ambiental e a qualidade do produto final, dentre outros. Intenta-se aqui compreender as vantagens e as desvantagens que o coprocessamento pode trazer à produção cimentícia. Tem-se que o coprocessamento diminui o volume de resíduos que chegam ao aterro sanitário, produz renda aos grupos de catadores, contudo pode poluir a atmosfera e o processo requer muito cuidado quanto à saúde dos trabalhadores envolvidos, não tendo sido encontradas informações quanto à resistência do cimento produzido com coprocessamento. Ressalta-se ainda que uma grande parcela dos pneus inservíveis no Brasil já é destinada à essa função atualmente. Em muitos aspectos não foi possível obter informações, destacando que o processo apresenta características positivas, mas a área ainda precisa de muita pesquisa para torná-lo seguro.

**Palavras-chave:** Resíduos no cimento, queima de resíduos, coqueificação, clínquer.

## INTRODUÇÃO

A sociedade contemporânea cada dia mais percebe a necessidade de buscar meios sustentáveis de vida, neste intuito a questão dos resíduos é um assunto de pouco destaque, contudo de grande relevância.

Observa-se ainda que existe um modelo de vida, questões sociais e econômicas, que por mais que haja uma preocupação voltada ao meio ambiente, a sociedade não está disposta a alterar. O desenvolvimento sustentável pede que busquemos novos meios de destinação aos resíduos, assim como materiais alternativos aos que não são renováveis. Existem várias correntes que analisam esta situação e fazem proposições, dentre elas a de Produção Mais Limpa (P+L) que é uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica para a diminuição de matérias-primas, água e energia, prevendo a minimização, reuso e a reciclagem dos resíduos.

Nesse intuito, o coprocessamento visa mudar um processo dentro dos muitos existentes na construção civil, que é um dos setores que mais produz resíduos, utilizando materiais residuais como parte da matéria prima utilizada no processo de produção do cimento.

Este é um método relativamente novo e com muitos aspectos ainda sendo estudados e discutidos, de forma que este artigo reúne trabalhos e análises distintas na intenção de apresentar o tema coprocessamento e organizar estas análises no cenário atual.

## METODOLOGIA

Este trabalho é uma revisão sistemática de bibliografias em meio digital abordando o tema coprocessamento, voltado à construção civil. Para tanto foram utilizadas as plataformas de pesquisa Scielo, Redalyc e Google Acadêmico; os termos de busca foram: coprocessamento, resíduos no cimento, cimento, queima de resíduos no cimento, e pneus inservíveis no Brasil (Tabela 01). O último termo, pneus inservíveis no Brasil, foi acrescentado, pois durante a elaboração do artigo houve a necessidade de maiores esclarecimentos neste aspecto.

Tabela 01 – Resultados para as buscas e artigos selecionados

| Plataforma de busca | Termo de busca                | Total de resultados | Artigos selecionados para leitura |
|---------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| SciELO              | Coprocessoamento              | 09                  | 05                                |
|                     | Cimento                       | 300                 | 24                                |
|                     | Resíduos no cimento           | 60                  | 07                                |
| Redalyc             | Coprocessoamento              | 24                  | 06                                |
| Google Acadêmico    | Queima de resíduos no cimento | 271000              | 09                                |
|                     | Pneus inservíveis no Brasil   | 131000              | 05                                |

Todos os artigos encontrados foram analisados primeiramente a partir do título e em seguida pela leitura dos resumos, de forma a selecionar apenas aqueles que tratavam do tema em questão, para o último local de busca, como o número de resultados foi alto, foram analisadas apenas os cem primeiros resultados. Após a leitura, foram selecionados dezoito artigos, demonstrados na Tabela 02, considerando ainda que algumas fontes foram encontradas em mais de uma plataforma de busca, de forma que estas foram citadas como do primeiro local em que foram visualizadas.

Tabela 02 – Artigos selecionados

| Base de dados            | Ano de publicação | Autores                                   | Título  |
|--------------------------|-------------------|---|---|
| SCIELO                   | 2011              | Rocha; Lins; Espirito Santo.              | Aspectos do coprocessamento de resíduos em fornos de clínquer   |
| SCIELO                   | 2009              | Pinto Júnior; Braga.                      | Trabalho e saúde: a atividade da queima de resíduos tóxicos em fornos de cimento de Cantagalo, Rio de Janeiro |
| LUME-REPOSITÓRIO DIGITAL | 2013              | Costa, E.B.                               | Aproveitamento do resíduos de anodização do alumínio na produção do cimento sulfoaluminato de cálcio belítico |
| ESCOLA DE QUÍMICA        | (s.d.)            | Carvalho, D.D.                            | Gerenciamento e tratamento de resíduos sólidos urbanos e industriais.   |
| COPROCESSAMENTO          | 2015              | Associação Brasileira de Cimento Portland | Panorama do coprocessamento- Brasil 2015  |
| SLIDESHARE               | 2013              | Ortiz, G.                                 | Resíduos Sólidos  |
| SCIELO                   | 2014              | Freitas; Nóbrega.                         | Os benefícios do coprocessamento de pneus inservíveis para a indústria cimenteira                             |
| SCIELO                   | 2008              | Motta, F.G.                               | A cadeia de destinação dos pneus inservíveis – o papel da regulação e do desenvolvimento tecnológico          |
| SCIELO                   | 2013              | Costa; Nobre; Guerreiro.                  | Clínquer Portland com reduzido impacto ambiental.   |

Continuação Tabela 02 – Artigos selecionados

| Base de dados                               | Ano de publicação | Autores                       | Título   |
|---|-------------------|-------------------------------|--|
| Centro Universitário de Araraquara – UNIARA | 2012              | Amaral, J. E.M.               | Análise das dificuldades das associadas ao uso de pneus inservíveis na construção de habitações: o estudo de caso de GO.               |
| MONOGRAFIAS. POLI                           | 2013              | Loques, R.                    | Avaliação do ciclo de vida simplificada do cimento Portland  |
| AVM   | 2003              | P.R.P. Amim.                  | O coprocessamento e a incineração como tecnologias de trabalho de resíduos sólidos   |
| Biblioteca digital                          | 2009              | W.D. Lemos                    | Impactos do coprocessamento de resíduos em um forno de clínquer.   |
| REDALYC                                     | 2008              | Lagarinhos; Tenório           | Tecnologias utilizadas para a reutilização, reciclagem e valorização energética de pneus no Brasil.                                    |
| PERIODICOS                                  | 2016              | Tavares; Leite.               | Operacionalização da logística reversa entre uma empresa eólica e uma cooperativa de catadores.  |
| MONOGRAFIAS. POLI                           | 2013              | Rocha; Lemme.                 | Inventário de ciclo de vida do pneu inservível como combustível em fornos de cimenteiras sob a ótica das emissões de CO <sub>2</sub> . |
| PERIODICOS                                  | 2015              | Godecke; Walerko.             | Gestão de resíduos sólidos urbanos: estudo do caso da reciclagem em Pelotas-RS.  |
| RESOL                                       | 2010              | Gardin; Figueiró; Nascimento. | Discussões sobre três alternativas de reciclagem para este passivo ambiental.  |

Os artigos selecionados são base para a fundamentação teórica deste artigo, através dos quais foi composto o cenário quanto ao coprocessamento, demonstrando várias abordagens sobre o tema e ideias comuns ou divergentes entre autores.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Um dos maiores desafios do Brasil é a diminuição dos variados tipos de resíduos. Ao queimar os resíduos para a obtenção de combustíveis o nome mais adequado seria “coincineração”, porém quando os resíduos são usados como matérias-primas ou fontes de calor, essa ação pode ser chamada de queima de resíduos, destruição térmica, adoção de insumos energéticos alternativos ou o termo mais usado coprocessamento (ROCHA, 2011 e PINTO JUNIOR, 2009).

O coprocessamento é a queima de resíduos industriais em processos complexos, pois são introduzidos em fornos rotativos com altas temperaturas que chegam a alcançar 1450°C (ROCHA, 2011), há ainda condições específicas dos processos como o ambiente alcalino, atmosfera

oxidante, ótima mistura de gases e produtos que por sua vez contém um alto poder calorífico, que são utilizados como combustíveis para a própria produção dos cimentos ou até mesmo na substituição de algumas matérias-primas na produção do clínquer, que é o principal composto na fabricação do cimento, contribuindo para a preservação do ambiente natural, pois o processo não gera novos resíduos (FREITAS, 2014; MARINGOLO, 2001 *apud* COSTA, 2013; e ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 2015).

De acordo com a Associação Brasileira de Cimento Portland (2015) se o resíduo tiver o destino de matéria-prima ele será posto juntamente com o calcário e a argila, mas se o resíduo tiver a finalidade de combustível ele será misturado no forno com óleo e carvão para a geração de energia.

Rocha (2011) identifica que são várias as matérias-primas que podem ser incorporadas no clínquer ou utilizadas como combustíveis para a fabricação do cimento, são elas bagaço de cana, cascas de arroz, casca de coco, resíduos de madeira, lenha, moinha de carvão vegetal, pneus, alcatrão, coque e petróleo, moinha de coque, turfa, rejeitos de carbonosos e gás proveniente de processos de pirólise que são derivados de resíduos sólidos, líquidos, municipais e industriais, ou seja, todos os materiais que tenham características similares as matérias-primas do cimento e com alto índice energético podem ser usadas (Tabela 03), ressaltando que cada material tem poder calorífico diferente.

Tabela 03 – Materiais e Poder Calorífico

| Material                          | Poder calorífico (kcal/kg) |
|-----------------------------------|----------------------------|
| Polietileno (PE)                  | 10382                      |
| Óleo combustível                  | 10000                      |
| Poliestireno (PS)                 | 9122                       |
| Plásticos diversos                | 7833                       |
| Carvão betuminoso                 | 7778                       |
| Pneus                             | 7667                       |
| Carvão antracito                  | 7500                       |
| Folhas (10% umidade)              | 4436                       |
| Jornal                            | 4417                       |
| Papel Corrugado                   | 3913                       |
| Papel                             | 3778                       |
| Revistas                          | 2917                       |
| Resíduo de Serviço de Saúde – RSS | 2667                       |
| Turfa                             | 2000                       |
| Folhas (50% de umidade)           | 1964                       |
| Resíduos de alimentos             | 1317                       |
| Madeira verde                     | 1167                       |
| Gás natural                       | 620                        |

Fonte: LAGARINHOS, 2008.

Resíduos como graxas, solventes, serragem, resíduos plásticos e papeis, também tem poder calorífico para a substituição de combustíveis (CONAMA, 1999 apud ROCHA, 2011; e ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 2011).

Segundo Amaral (2012), os resíduos que não podem ser coprocessados são os domiciliares, resíduos na área da saúde, radioativos, explosivos, organoclorados e agrotóxicos. Portanto, os resíduos que tiverem a mesma composição ou proximidades não podem ser utilizados no processo (SCORECO, 2000 apud LEMOS, 2009).

São várias as vantagens que o coprocessamento oferece especificamente em duas áreas do conhecimento como na economia e também no meio ambiental. Dessa forma Rocha (2011) afirma que além das vantagens econômicas que o processo apresenta, ele contribui ao regular a alteração ambiental causada pela cadeia produtiva.

As indústrias se preocupam com o seu desenvolvimento econômico e nesse cenário também podemos enquadrar a responsabilidade da mesma com o meio ambiente e também com o social (PINTO JUNIOR, 2006).

Uma vantagem do coprocessamento é o fato deste usar os resíduos em diferentes processos na produção do cimento coprocessado, pois ajuda na obtenção de energia e substituição dos componentes do cimento (COSTA, 2013).

Outras vantagens são destacadas como a redução dos resíduos industriais que contaminam o solo, a água, entre outros, pois está contribuindo para a limpeza das comunidades e a sua despoluição, haverá a mitigação dos impactos quanto ao meio ambiente (RIBEIRO, 2000 apud LEMOS, 2009). De acordo com a Associação Brasileira de Cimento Portland (2015) podemos citar também a preservação de jazidas, devido à menor extração de matéria prima, com redução da pegada ambiental das atividades extrativas, além da geração de empregos para os catadores que contribuem para o desenvolvimento social, ambiental e industrial.

O coprocessamento tem como limitação a seleção de resíduos que podem ser aproveitados na técnica (alguns não são adequados), além da necessidade do volume de resíduo necessário para a execução do cimento (AMIM, 2003).

Outro ponto negativo é que o coprocessamento na queima de resíduos industriais ele pode gerar emissões de gases poluentes, como o dióxido de carbono (MALHOTRA, 1999; MEHTA, 2002; e MONTEIRO, 2006 apud COSTA, 2013). Para que os riscos ambientais possam ser controlados existem órgãos que fiscalizam, como o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA), além de

outros órgãos envolvidos com a questão do coprocessamento dos resíduos (ROCHA, 2011).

Há controvérsias quanto à qualidade do cimento, pois de acordo com Costa (2013), o fato de introduzir traços de certos materiais nas matérias-primas e como combustíveis alternativos pode trazer implicações ao clínquer, ou melhor dizendo ao cimento em si. Ressaltando assim, a necessidade de realização de estudos laboratoriais com o cimento, visando verificar se há alterações devido a modificação e se afetam a qualidade do cimento. Por outro lado Loques (2013), afirmam que o coprocessamento não traz malefícios para a qualidade do cimento.

Desse modo, o coprocessamento pode ser praticado, pois em partes é uma técnica benéfica ao meio econômico, social e ambiental, mas deve haver um monitoramento eficaz para as emissões dos gases, e instruções específicas proporcionando maior segurança ao processo (WININGHAM, 1993 apud ROCHA, 2011).

Para a produção de cimento os processos com coprocessamento são iguais aos tradicionais, acrescentando o processo de Blendagem (mistura de resíduos que serão utilizados), em que poderão ser inseridos materiais com poder calorífico idênticos ou distintos. Em outros processos são apenas acrescentados as matérias-primas ou os combustíveis. No início do processo de produção do cimento, ocorre a extração de argila e calcário, que passam por uma homogeneização que fornece a mistura destas matérias-primas, que são em seguida moídas, se transformando em “farinha” (ORTIZ, 2013), podem ainda ser colocados resíduos que substituirão, em parte, qualquer uma das matérias-primas principais (OLIVEIRA, 2006 apud CARVALHO).

Depois do processo de homogeneização a farinha é bombeada para o forno de síntese, as matérias-primas principais e as secundárias (resíduos) são queimadas juntas, nesse processo há um grande gasto de combustível, pois é nele que se obtém o clínquer. Nesta etapa podem ser inseridos materiais para o coprocessamento novamente, porém em forma de combustíveis alternativos. Por fim o clínquer é levado para a moega onde irá ser misturado com o gesso e a escória, além de ser moído, estocado e ensacado (ORTIZ, 2013; OLIVEIRA, 2006 apud CARVALHO).

Um dos materiais utilizados no coprocessamento é o pneu, após o descarte. De acordo com Lagarinhos (2008), os pneus são produzidos em grandes escalas, sendo que em 2006 foram reciclados 240,62 mil toneladas de pneus inservíveis que equivalem a cerca de 48,12 milhões de pneus automobilísticos. Como já citado os pneus tem grandes poderes caloríficos em relação a outros materiais que também constituem excelentes formas de aproveitamentos no coprocessamento, nesses aspectos a matéria-prima é

aproveitada de todas as formas possíveis (LAGARINHOS, 2008).

Existem muitas discussões quanto ao coprocessamento de pneus, se este polui ou não a atmosfera. Acredita-se que os pneus liberam gases tóxicos como os SO<sub>x</sub> e CO<sub>2</sub> na queima, além de outros poluentes que podem ser destinados para a atmosfera de acordo com a composição dos pneus que estão sendo queimados, onde sua composição pode haver a liberação de enxofre tendo que investigar a fundo a sua origem, pois quando ele tem linhagens de minérios sulfetados podem ocorrer também a contaminação por arsênio e pode causar sérios problemas ao meio atmosférico (SANTI, 2003; MOORE, 1995; MAINIER e ROCHA, 2003 *apud* ROCHA, 2011).

Lagarinhos (2008) afirma que o coprocessamento de pneus inservíveis emite gases tóxicos, mas em proporções menores que na queima de combustíveis convencionais, como o óleo, gás natural, carvão. Existem ainda dois tipos de queima dos pneus, as peças podem ser picadas ou queimadas inteiras. A queima dos pneus inteiros pode aumentar a emissão de CO, neste caso é necessária a introdução de ventiladores adicionais nos fornos para o fornecimento de oxigênio, para evitar altos índices poluição atmosférica, (SILVESTRAVICIUTE e KARALIUNAITE, 2006 *apud* ROCHA, 2013).

A reciclagem é de grande importância para o coprocessamento e através dela que as cooperativas de catadores ou os pontos de coletas arrecadam os resíduos para queima, fator que reduz os gastos do município com a limpeza pública, aumentando ainda a vida útil dos aterros sanitários e contribuindo para a diminuição da extração de recursos naturais (BONIN, 2012 *apud* TAVARES, 2016). No Brasil são reciclados em média quatro milhões de pneus inservíveis por mês, dos quais 80% irão para as fabricas cimenteiras para uso como combustível ou como matéria-prima (GARDIN, 2010).

A Justiça Ambiental afirma que a pratica do coprocessamento gera poluentes tóxicos no processo de produção do cimento, que podem afetar à saúde dos trabalhadores. Em 1995 os jornais brasileiros já destacavam os riscos que os trabalhadores poderiam sofrer com o contato de produtos químicos, que poderiam ocasionar várias doenças, inclusive denunciaram suspeitas de intoxicação e alergias de pele nos trabalhadores da indústria de cimento de Cantagalo (ROCHA,2011).

Milanez (2007) *apud* Rocha (2011) afirma que os trabalhadores podem sofrer de doenças graves, o envolvimento com dioxinas e furanos podem aumentar a probabilidade de câncer, problemas reprodutivos, deficiência imunológica e problemas endócrinos. Destacando ainda que em países não desenvolvidos os funcionários

trabalham em áreas insalubres sem equipamentos de proteção individual adequados, sendo que muitas vezes quando estes equipamentos são oferecidos os operários não são treinados para o uso correto.

O autor Pinto Junior (2009), ao fazer uma entrevista com trabalhadores de indústrias cimenteiras que realizam o coprocessamento, afirmou que os trabalhadores relatavam más condições quanto aos EPIs, que deveriam ser trocados mensalmente, mas a substituição demorava muitos meses, devido a uma contenção de gastos da empresa.

São muitos os cuidados necessários para realizar o coprocessamento em uma indústria cimenteira, pois existem gases poluentes perigosos à atmosfera, as emissões precisam ser minimizadas e a fiscalização da emissão de gases é realizada anualmente por empresas especializadas, que quantificam a liberação de dioxinas e furanos (FREITAS, 2014).

Pinto Junior (2008) relata ainda que existem sistemas em que ao queimar os resíduos as emissões dos gases são medidas por equipamentos, os quais desligam o sistema de queima se as emissões de gases extrapolarem os volumes definidos como aceitáveis.

Além desses monitoramentos de gases o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) recomenda que sejam proporcionadas condições técnicas e ambientais à fábrica para que seja feita a queima dos resíduos:

produção moderna, processo de fabricação estável, regulado e otimizado; dispositivos altamente eficientes de retenção de material particulado e de lavagem de gases gerados na combustão; e queimadores especialmente projetados para os diversos tipos de combustível.  
(BRASIL, 2005 *apud* COSTA, 2013).

## CONCLUSÃO

O coprocessamento propõe a utilização de energia e matérias-primas através da queima dos resíduos, contudo os autores tem pensamentos contraditórios sobre o assunto, já que muitos reprovam o uso certos materiais, como os pneus inservíveis, acreditando que aumentam a quantidade de gases tóxicos na atmosfera e há ainda aqueles que defendem o coprocessamento considerando o aproveitamento da capacidade calorífica de resíduos que seriam um problema se descartados ao meio ambiente.

Quanto aos cuidados relacionados ao coprocessamento ainda faltam muitos estudos relacionados a contribuição da queima dos resíduos, além de estabelecer limites nos gases gerados pelo processo e seus riscos. É necessária fiscalização, para tornar o processo de coprocessamento do cimento seguro.

Ainda existem muitas lacunas quanto ao coprocessamento sem análise, não foram encontrados esclarecimentos quanto à resistência do concreto coprocessado. De forma que ainda é difícil tomar um posicionamento quanto ao benefício ambiental e a segurança deste processo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, J.E.M. **Análise das dificuldades associadas ao uso de pneus inservíveis na construção de habitações: o estudo de caso de Goiatuba – GO.** Centro Universitário de Araraquara- UNIARA. São Paulo, 2012. Disponível em: <[https://www.uniara.com.br/arquivos/file/cursos/mestrado/desenvolvimento\\_regional\\_meio\\_a\\_mambiente/dissertacoes/2012/jose-eduardo-machado-do-amaral.pdf](https://www.uniara.com.br/arquivos/file/cursos/mestrado/desenvolvimento_regional_meio_a_mambiente/dissertacoes/2012/jose-eduardo-machado-do-amaral.pdf)>. Acesso em: 18/04/2017

AMIM, P.R.P. **O co-processamento e a incineração como tecnologias de tratamento de resíduos sólidos.** Universidade Candido Mendes. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <<http://www.avm.edu.br/monopdf/26/PRISCILLA%20REGINA%20PITANGUI%20AMIM.pdf>>. Acesso em: 10/05/2017

CARVALHO, D.D. **Gerenciamento e tratamento de resíduos sólidos urbanos e industriais.** (s.d). Disponível em: <[http://www.eq.ufrrj.br/graduacao/aulas/ema\\_2014.pdf](http://www.eq.ufrrj.br/graduacao/aulas/ema_2014.pdf)>. Acesso em: 01/06/2017

COSTA, E.B. **Aproveitamento do resíduos de anodização do alumínio na produção do cimento sulfoaluminato de cálcio belítico.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 08 de abril de 2013. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/86465>>. Acesso em: 31/05/2017

COSTA, E.B.; NOBRE, T.R.S.; GUERREIRO, A.Q. et al. **Clínquer Portland com reduzido impacto ambiental.** Ambiente Construído. Porto Alegre, v.13 n.2, p. 75-86, abri. / jun. 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.org/php/index.php>>. Acesso em: 15/04/2017

FREITAS, S.S.; NÓBREGA, C.C. **Os benefícios do coprocessamento de pneus inservíveis para a indústria cimenteira.** Eng Sanit Ambient. Paraíba, v. 19 n.3, p. 293-300, jul/set. 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.org/php/index.php>>. Acesso em: 15/04/2017

GARDIN, J.A.C.; FIGUEIRÓ, P.S.; NASCIMENTO, L.F. **Logística reversa de pneus inservíveis: Discussões sobre três alternativas de reciclagem para este passivo ambiental.** Revista Gestão e Planejamento, Salvador, v. 11, n. 2, p. 232-249, jul./dez. 2010. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/textos/775-4624-2-pb.pdf>>. Acesso em: 14/05/2017

GODECKE, M.V.; WALERKO, W.S. **Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos: Estudo do Caso da Reciclagem em Pelotas, RS.** Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 359-373 mai-ago. 2015. Disponível em: <[https://periodicos.ufsm.br/reget/article/download/16179/pdf\\_1](https://periodicos.ufsm.br/reget/article/download/16179/pdf_1)>. Acesso em: 24/05/2017

LAGARINHOS, C. A. F.; TENÓRIO, J. A. S. **Tecnologias utilizadas para a reutilização, reciclagem e valorização energética de pneus no Brasil.** Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol. 18, núm. 2, abril-jun. 2008, p. 106-118 Associação Brasileira de Polímeros São Paulo, Brasil. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47015845017>>. Acesso em: 15/04/2017

LEMOS, W.D. **Impactos do coprocessamento de resíduos em um forno de clínquer.** Centro Universitário de Formiga. Formiga, p.1-91, 2009. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.uniformg.edu.br:21015/jspui/>>. Acesso em: 11/05/2017

LOQUES, R. **Avaliação do ciclo de vida de simplificada do cimento Portland.** Universidade Federal do Rio de Janeiro - Escola Politécnica. Rio de Janeiro Setembro de 2013. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/>>. Acesso em: 02/06/2017

MOTTA, F.G. **A cadeia de destinação dos pneus inservíveis – o papel da regulação e do desenvolvimento tecnológico.** Ambiente e Sociedade, Campinas v. XI, n. 1 p. 167-184 jan.-jun. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v11n1/11.pdf>>. Acesso em: 31/05/2017

ORTIZ, G. **Resíduos Sólidos.** SlideShare, 19 de dez de 2013. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/GiovannaOrtiz/aula-7-coprocessamento>>. Acesso: 01/06/2017

PINTO JÚNIOR, A.G.; BRAGA, A.M.C.B. **Trabalho e saúde: a atividade da queima de resíduos tóxicos em forno de cimento de Cantagalo, Rio de Janeiro.** Ciência e Saúde. Rio de Janeiro, p. 2005-2014, ago. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.org/php/index.php>>. Acesso em: 15/04/2017

PORTLAND, A.B.C. **Panorama do Coprocessamento Brasil 2015.** Disponível em: <<http://coprocessamento.org.br/artigos-e-teses/publicacoes>>. Acesso em: 18/05/2017

ROCHA, M.S.R.; LEMME, R.F.F. **Inventário de ciclo de vida do pneu inservível como combustível em fornos de cimenteiras sob a ótica das emissões de CO<sub>2</sub>.** Engenharia Ambiental da Escola Politécnica, Rio de Janeiro, ago. 2013. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10007704.pdf>>. Acesso em: 13/05/2017

ROCHA, S.D.F.; LINS, V.F.C; ESPÍRITO SANTO, B.C. **Aspectos do coprocessamento de resíduos em fornos de clínquer.** Eng Sanit Ambient. Belo Horizonte, v.16 n.1, p. 1-10, jan/mar. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.org/php/index.php>>. Acesso em: 15/04/2017

TAVARES, N.R.; LEITE, A.O.S. **Operacionalização da logística reversa entre uma empresa eólica e uma cooperativa de catadores.** Rev. Tecnol. Fortaleza, v. 37, n. 1, p. 67-77, jun. 2016. Disponível em: <<http://periodicos.unifor.br/tec/article/view/5694/4634>>. Acesso em: 15/05/2017