

## **AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DE RESÍDUOS DE SACOS DE CIMENTO E CAL E SUA IMPORTÂNCIA PARA A SUSTENTABILIDADE DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Daniel Augusto de Moura Pereira (UFCG) – danielmoura@ufcg.edu.br

Cícero Marciano da Silva Santos (IFPB)

Pedro Marcelletti da Cruz Ribeiro (FBV)

Raiana Maria Teixeira Luz de Souza (FBV)

Rafael Barbosa Rodrigues (FBV)

### **Resumo**

Este artigo tem por objetivo o mapeamento da destinação final dos sacos de cimento e cal que são usados nas empresas de construção civil situadas na região metropolitana de João Pessoa. Diante dos problemas gerados pelo crescente número de resíduos sólidos urbano, o reaproveitamento ou o descarte consciente são ações que não devem ser ignoradas. No âmbito da construção civil, que é responsável por 40% de todo resíduo produzido, há o papel kraft que é o material dos sacos ditos acima e é, comumente, descartado. A metodologia foi a descritiva, explicativa e participante que foi viabilizada através do levantamento de campo. A coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas legitimadas na literatura abordada. Identificou-se que há reciclagem do kraft quando a embalagem é defeituosa, mas em outras etapas do ciclo, como produção e consumo, não existe a prática de reciclagem, reutilização ou logística reversa. Práticas essas que precisam estar inseridas nos processos, pois aliam às exigências do mercado e podem proporcionar avanços na redução daquele passivo ambiental.

**Palavras-chave:** Logística reversa; Resíduos; Sacos de cimento.

### **1. Introdução**

O resíduo sólido urbano é um problema cada vez maior, pois, diariamente, grandes volumes de resíduos de toda a natureza são descartados no meio urbano, necessitando uma destinação final adequada. A sociedade moderna enfrenta a poluição da água, ar e vários problemas de âmbito social e econômico, em virtude do descarte de produtos e resíduos no meio-ambiente. Um exemplo deste resíduo é o papel kraft (sacarias de cimento e cal), que, ao ser descartado aleatoriamente, pode prejudicar o meio-ambiente e a sociedade de diversas maneiras.

O setor da construção civil, embora ainda responda por 40% de todo o resíduo produzido pela atividade humana e 75% do consumo de recursos naturais no país (LAURIANO,

2013) vem buscando reverter essa realidade. A nova norma de desempenho juntamente com as leis de proteção ambiental tem se apresentado como aliada na busca pela sustentabilidade na construção à medida que estabelece as obrigações de cada participante dentro da cadeia construtiva. Quanto à mitigação dos impactos gerados pelos resíduos, esforços devem voltar-se primeiramente para não geração e, em seguida, para reutilização. No entanto, no que se refere a reutilização, grande parte dos resíduos passíveis de reaproveitamento acabam ociosos por falta de informação, gerando assim o aumento do passivo ambiental.

Para Nohara *et al.* (2006), o passivo ambiental, representado pelo acúmulo de detritos sólidos, cuja quantificação carece de precisão, além dos problemas ambientais, pode resultar em ameaça séria à saúde da população, expressa em vetores de doenças tropicais, tais como dengue, malária e leptospirose. Segundo a Agenda 21, a sociedade precisa desenvolver formas eficazes de lidar com o problema da eliminação de um volume cada vez maior de resíduos. Os Governos, juntamente com a indústria, as famílias e o público em geral devem envidar um esforço conjunto para reduzir a geração de resíduos e de produtos descartados (CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES..., 2001).

O método de reciclagem é utilizado há séculos, mas só recentemente o gerenciamento do resíduo sólido se tornou um aspecto importante do desenvolvimento sustentável. Atualmente, a reciclagem forma uma parceria com o gerenciamento do resíduo sólido, em que um não existe sem o outro (HUMAN, 2005). Neste sentido, uma forma de amenizar o impacto do descarte do papel kraft é a utilização das metodologias de reciclagem e reaproveitamento, através da logística inversa. O objetivo deste estudo é mapear a destinação final dos resíduos de saco de cimento, utilizados por empresas de construção civil, ao longo do ciclo de vida do produto na região metropolitana de João Pessoa

## **2. Logística inversa: conceitos e relevância**

A Logística Inversa (LI) é definida como sendo o processo de planejamento, implementação e controle eficiente de matérias-primas, materiais em processo, produtos acabados e informações relacionadas do ponto de consumo para o ponto de origem, para atender às necessidades de recuperação de valor e/ou obter a deposição correta/controlada. (ROGERS e TIBBEN-LEMBKE, 1999).

Fleischmann (2001) define LI como o processo de planejamento, implementação, e controle eficiente e eficaz do fluxo de entrada e armazenagem de materiais secundários e

informações relacionadas, opostas à direção tradicional da cadeia de abastecimento, com o propósito de recuperar valor ou depositar corretamente materiais.

O objetivo da LI é reutilizar os produtos advindos do consumidor final em um novo consumo e/ou reaproveitamento, e sua principal atividade consiste no recolhimento, recuperação, reprocessamento e redistribuição de produtos. (FREIRES, 2007).

Ao longo da década passada, a logística inversa adquiriu importância. Stock (1992) apresentou um estudo que reconhecia, de uma forma genérica, a relevância da LI para a sociedade e para os negócios. Outro estudo desenvolvido por Kopicki (1993) já apontava as vantagens da reciclagem e recuperação dos produtos. Jahre (1995a, 1995b) discutiu a gestão dos canais inversos, e explorou o conceito de postponement aplicado ao problema da recolha dos resíduos domésticos. Rogers e Tibben-Lembke (1999) apresentaram uma extensa recolha de melhores práticas da LI, fornecendo especial atenção à experiência norte-americana. Um dos pontos principais da LI é a reciclagem de produtos. Logo, a utilização desta técnica pode gerar boas perspectivas quanto à redução na origem, ao reuso e à reciclagem dos resíduos sólidos, por minimizar as perdas e, conseqüentemente, diminuir a quantidade de resíduos a serem descartados.

### **3. Conceituação de Resíduos**

Segundo uma definição proposta pela Organização Mundial de Saúde, um resíduo é algo que seu proprietário não mais deseja, em um dado momento e em determinado local, e que não tem um valor de mercado (VALLE, 1995).

Desta forma, a análise do ciclo de vida completo dos produtos ajuda na compreensão dos custos envolvidos e no esclarecimento sobre o seu destino final. Segundo Demajorovic (1995) o termo “lixo” foi substituído pelo termo “resíduos sólidos”, porque, enquanto o primeiro não possui qualquer tipo de valor, tratando-se de tudo aquilo que é descartado, o segundo possui valor econômico agregado por possibilitar o aproveitamento no processo produtivo.

A tecnologia, sem dúvida sempre trouxe grandes benefícios à sociedade, proporcionando o seu desenvolvimento. Mas não é possível ignorar os efeitos colaterais negativos que ela também proporcionou como problemas ecológicos (esgotamento progressivo da base dos recursos naturais) e ambientais (redução da capacidade de recuperação dos ecossistemas). Entre os efeitos ambientais negativos que as inovações tecnológicas podem originar estão (CHRISTIE *et al.*, 1995):

- Geração de subprodutos tóxicos;
- O impacto cumulativo dos novos produtos na demanda de energia e materiais nos estágios de produção e consumo;
- O impacto cumulativo de novas tecnologias de produto e de processo na capacidade de disposição de resíduos.

Os resíduos gerados devem ser caracterizados e cadastrados, para que então seja encontrado o tratamento ou destino final. A NBR 10004 classifica-os em três classes: Resíduos perigosos, resíduos não inertes e resíduos inertes.

Para ABNT (1987, NBR10004) resíduos perigosos, apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente ou uma das seguintes características: Inflamabilidade, corrosividade, toxicidade, reatividade e patogenicidade. Não inertes, apresentam propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade e resíduos inertes, não se decompõe prontamente. Entretanto, esses resíduos gerados no processo produtivo das empresas, depois de encontrado o destino final mais adequado, pode gerar um benefício financeiro e econômico ambientalmente correto.

### **3.1 Minimização de resíduos sólidos**

Para Serra e Leite (2007), a indústria de reciclagem de resíduos sólidos no Brasil vem crescendo vigorosamente, impulsionada tanto pela ação reguladora do Estado quanto pela expansão de um mercado que se articula em torno da coleta e da transformação de quantidades crescentes desses resíduos.

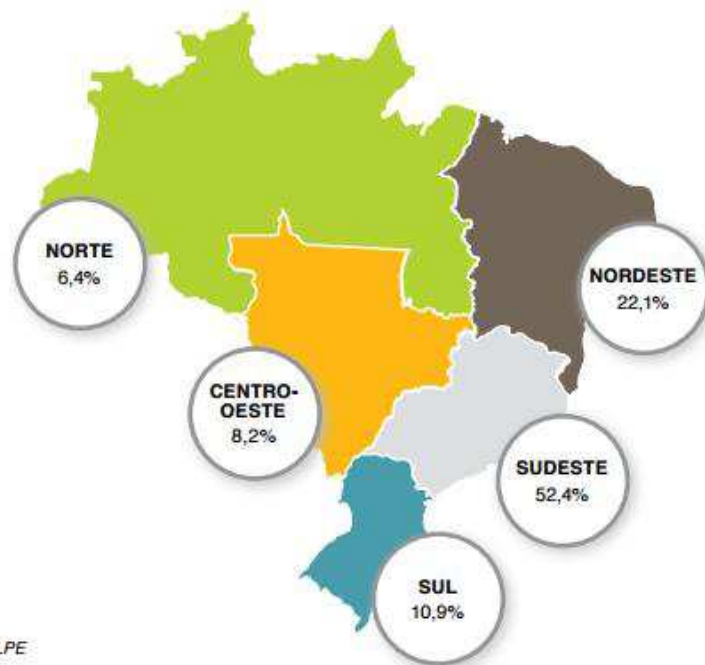
Entretanto, este crescimento vem ocorrendo com fortes desequilíbrios entre os elos das cadeias produtivas de reciclagem. Neste contexto, a cadeia de reciclagem de pneus inservíveis é das que apresentam os mais baixos graus de adensamento no Brasil, o que é motivado não só por dificuldades técnicas, mas também pela ainda baixa difusão das possibilidades de reciclagem e, sobretudo, pela inexistência de um sistema logístico de coleta, armazenamento e destinação em larga escala do resíduo sólido em questão (SERRA e LEITE, 2007).

Segundo Teixeira (2000), a minimização dos resíduos sólidos é obtida por meio da redução na fonte, da reutilização e da reciclagem, diminuindo, desta forma, a quantidade de resíduos gerada e a que deve ser disposta adequadamente, bem como seu potencial de contaminação.

Para Teixeira e Zanin (1999), a reciclagem de materiais é o processo através do qual os constituintes de um determinado corpo ou objeto passam, num momento posterior, a ser componentes de outro corpo ou objeto, semelhante ou não ao anterior. Já para Santos (2002), a redução, o reuso e a reciclagem se propõem a ativar as propriedades sistêmicas do ciclo produtivo, de forma que, cada vez mais, o resíduo sólido potencial seja reduzido ou transformado em insumo, substituindo, até o limite do possível, as preciosas matérias-primas naturais.

Dados publicados pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE– no ano de 2013 revelam que a geração total de RSU no Brasil em 2013 foi de 76.387.200 toneladas, o que representa um aumento de 4,1%, índice que é superior à taxa de crescimento populacional no país no período, que foi de 3,7%. Ainda de acordo com ABRELPE, a comparação entre a quantidade de RSU gerada e a coletada em 2013, mostra que diariamente mais de 20.000 toneladas deixaram de ser coletadas no país e, por consequência, tiveram destino impróprio. A distribuição percentual do total de RSU coletado em 2013 entre as diversas regiões é apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Participação das regiões no total de RSU coletados



#### 4. Metodologia.

A presente pesquisa é descritiva, explicativa e participante, viabilizada por meio do levantamento de campo. A amostra foi a não probabilística e intencional, ou seja, dirigi-

se a pesquisa para um estudo multicaso, tendo em vista, o pequeno número de empresas, e, compatíveis com os anseios da pesquisa.

Para alcançar o objetivo da pesquisa, fizeram parte da amostra uma indústria cimenteira e 5 (cinco) empresas construtoras, todas cadastradas no SINDUSCON-PB e com atuação no setor de edificações verticais, situadas na cidade de João Pessoa. A caracterização das empresas é apresentada na Tabela 1, a indústria cimenteira que fez parte da amostra, atua na região desde 1933 e produz em média 2,5 milhões de toneladas de cimento por ano. Empresas que fazem parte da comercialização do cimento, como por exemplo, lojas de materiais de construção e distribuidores, não foram incluídos na amostra em virtude do baixo índice de desperdício de sacos de cimento, já as usinas de concreto da cidade, mesmo com um expressivo consumo de cimento, inerente ao seu processo, também ficaram fora da pesquisa, pelo fato de que o cimento utilizado no processo produtivo, não vem embalado no Kraft, objeto de nosso estudo.

Tabela 1 - Caracterização das Empresas Construtoras que fizeram parte da pesquisa

<b>Dados</b>	<b>Empresa 1</b>	<b>Empresa 2</b>	<b>Empresa 3</b>	<b>Empresa 4</b>	<b>Empresa 5</b>
<b>Cargo/ Função na empresa</b>	Engenheiro Civil	Engenheiro Civil	Tecnólogo em Construção de Edifícios	Engenheiro Civil	Engenheiro Civil
<b>Tempo de atuação</b>	18	20	30	35	32
<b>Nº de Funcionários</b>	660	750	100	200	380
<b>Área de atuação</b>	João Pessoa Campina grande e Mossoró	João Pessoa Campina Grande e Natal	João Pessoa	João Pessoa	João Pessoa e Natal

A coleta de dados foi realizada entre maio e julho de 2015, por meio de entrevistas estruturadas consoante literatura pesquisada. Foram entrevistadas pessoas chaves no processo, tanto na indústria cimenteira (Engenheiro responsável pelo setor na qualidade) como nas construtoras (Gestores de obras). Os questionários tiveram como eixo temático o manejo dos resíduos de saco de cimento (Kraft), nos canteiros de obras (empresas

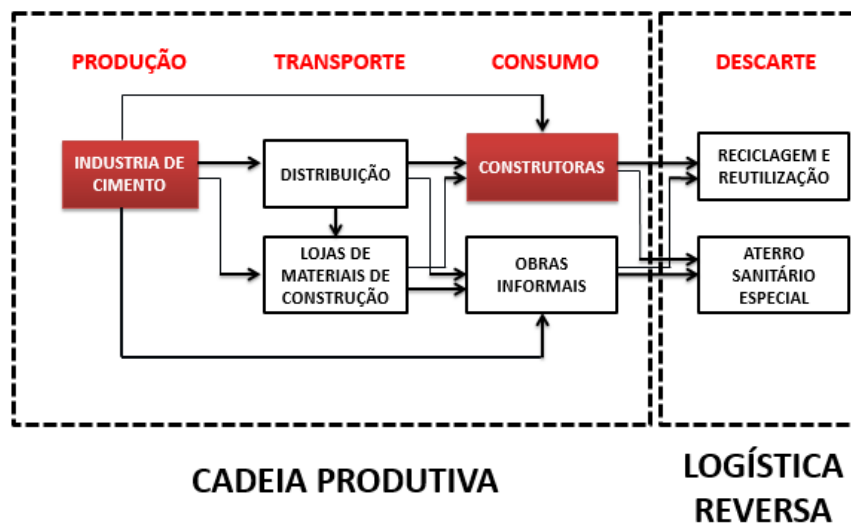
construtoras), no chão de fábrica (indústria cimenteira) e em ambos os casos, sua destinação final.

## 5. Resultados e Discussão

### 5.1 Reciclagem de sacos de cimento

O papel que é usado nas embalagens de sacos de cimento é de boa qualidade, portanto pode se transformar em papel ou papelão novamente, podendo ser feito através do processo de reciclagem industrial ou pelo processo de reciclagem artesanal. O saco de cimento está classificado como kraft III, em uma grande lista de tipos de papel, então é bom não misturá-lo com outros tipos, assim preserva-se o valor das outras aparas de papel. A Figura 2 mostra a análise do ciclo de vida dos sacos de cimento.

Figura 2 – Análise do ciclo de vida dos sacos de cimento



Fonte: Os autores

Após o corte correto do saco, para não estragar ou espalhar pequenos resíduos de papel (além de não desperdiçar cimento), as embalagens devem ser separadas dos outros resíduos e lavadas em um tanque com água de chuva, por exemplo. Após a secagem, o papel deve ser estocado até alcançar o maior volume possível, pois recicladores compram toneladas de papel. A borra obtida na lavagem do papel pode se transformar em esculturas. É importante ter visão ampla e reutilizar o que for possível. A água utilizada no processo pode ser usada inúmeras vezes. A grande maioria dos resíduos são recicláveis, mas às vezes não são reciclados por estarem contaminados e misturados. Como em todo empreendimento, é muito importante a elaboração de um plano de negócios e uma pesquisa de mercado, para conhecer o público alvo e avaliar os investimentos necessários (SOUZA *et al.*, 2013).

## 5.2 Análise do Ciclo de vida dos sacos de cimento

**Produção:** Antes de iniciar o processo produtivo do cimento, o saco de cimento (kraft) é produzido em uma empresa especializada na produção de papelão de alta resistência. A empresa situada na região da serra do mar possui quatro unidades, sendo duas no estado do Paraná e outras duas no estado de Santa Catarina. O material é reciclável e apesar dos baixos índices de falhas, o produto volta a ser inserido no processo. Além disso a empresa tem certificação ISO 9001, ISO 14001, que são certificações de qualidade e ambiental, respectivamente. No tocante a produção do kraft a empresa é certificada pela FSR, reconhecida internacionalmente, garante a Cadeia de Custódia e o Manejo Florestal da empresa respeitando os princípios de preservação ambiental e o cumprimento de todas as leis e tratados nacionais e internacionais. Ademais, no processo produtivo do kraft, quatro tipos de resíduos (lama de cla, cinza de caldeira, lodo da estação de tratamento de efluentes e casca de pinus), passam por processos de reciclagem e reaproveitamento, a empresa possui sistema de tratamento terciário de efluentes, monitoramento hídrico da qualidade da água bruta que cerca as regiões de manejo, na geração de energia a empresa gera 45 % de toda energia que consome, sendo boa parte por biomassa gerada a partir de materiais vegetais (cascas, galhos de eucalipto e outros resíduos de eucalipto e pinus).

Ao chegar na linha de produção da indústria cimenteira, o saco de cimento é inspecionado para avaliar se há falhas no produto, caso seja detectada embalagem defeituosa, o produto defeituoso é enviado novamente para o fornecedor. Na sequência, feita a inspeção de recebimento, o produto segue para a última etapa do processo produtivo do cimento que é o ensacamento, nesse sentido, ensacadeiras automáticas embalam o cimento em sacos de 25 kg e 50 kg para comercialização com pequenos consumidores. Durante o ensacamento, o percentual de perdas de saco de cimento sempre são inferiores a 1%, entretanto, não há mecanismos de reuso e reciclagem desse resíduo, pois o mesmo apresenta resíduos de material cimentício e, conseqüentemente, é encaminhado para incineração *in loco*.

**Transporte:** Durante o transporte e distribuição, as perdas são mínimas. Essa etapa do ciclo de vida do produto é confusa, em virtude de ocorrer vários fluxos ao longo do ciclo de vida do saco de cimento. No fluxo inicial, entre o fornecedor de saco de cimento e a indústria cimenteira, as perdas que ocorrerem tanto em função de falhas na linha de produção da fábrica de papel, como durante sua entrega, são devolvidas ao fornecedor e recicladas em sua linha de produção. No entanto, no fluxo entre indústria e consumo, as perdas são mínimas e em função de manejo e estocagem inadequada, em alguns casos,



conforme ilustra a figura 2, o consumidor adquire na própria indústria o produto, o que reduz ainda mais as perdas.

**Consumo:** Devido ao vasto público que consome cimento, foram considerados apenas as construtoras que atuam no setor de edificações verticais e desse universo, foram investigadas 5 empresas da cidade. Para a efetividade de qualquer programa de gestão de resíduos, a coleta seletiva é fundamental, nesse sentido, foram consultadas as 5 (cinco) empresas para verificar se há práticas de coleta seletiva, e as empresas A, B e E afirmam fazer a coleta seletiva de resíduos em seus canteiros de obras, já as empresas C e D não possuem tal prática. Além da coleta seletiva, para promover a reciclagem e reutilização do Kraft, é necessário que o mesmo seja separado dos demais resíduos de classe B, no entanto, nenhuma das empresas consultadas separaram o kraft dos demais resíduos gerados no canteiro de obras.

**Descarte:** Com relação a destinação dos resíduos de saco de cimento, as empresas A e E tem parceria com uma empresa de transporte cadastrada na prefeitura municipal. A empresa cobra uma tarifa que varia de acordo com o tipo de resíduo transportado, cada caçamba estacionária vai sendo preenchida com um determinado tipo de resíduo e só depois transportado para seu destino final. As empresa B, C e D, mesmo sem fazer a coleta seletiva, fazem o transporte de seus resíduos em parceria com a empresa de limpeza urbana municipal.

## **6. Considerações finais**

Nesta pesquisa, foi possível identificar o manejo e destinação dos sacos de cimento (Kraft) em toda cadeia produtiva do cimento. Durante a produção, mesmo em baixos percentuais de geração de resíduos de saco de cimento, observou-se prática de reciclagem de embalagens defeituosas bem como dos resíduos gerados durante o processo produtivo do kraft. Foram registrados mecanismos de logística reversa entre a indústria cimenteira e o fornecedor de Kraft, por meio da devolução de embalagens defeituosas para posterior reciclagem, no entanto, entre a produção e o consumo (construtoras) não se observa nenhuma prática de reciclagem, reutilização ou logística reversa.

Com relação ao manejo dos sacos de cimentos nos canteiros de obra, observa-se que mesmo as empresas que praticam a coleta seletiva, não costumam fazer uma separação do kraft dos demais resíduos de papel, o que mostra a falta de valorização desse resíduo, frente as empresas que fizeram parte de pesquisa.

Conforme resolução CONAMA manuais (2002), os princípios básicos da gestão dos resíduos de construção são em ordem de prioridade: a não-geração, a redução, reciclagem/reaproveitamento e a destinação adequada. No entanto, apenas o fornecedor de kraft se enquadra nas premissas de tal resolução, já as empresas que fizeram parte da pesquisa, todas optaram pela destinação adequada, não se observa práticas de reciclagem e reúso nos canteiros de obras.

Por fim, as empresas construtoras na região, devem optar por sistemas construtivos limpos, como estruturas metálicas, pré moldadas e concreto usinado, para reduzir a geração de resíduos em seus canteiros de obras. Algumas dessas práticas já são consagradas na indústria da construção local, a exemplo do concreto usinado, amplamente utilizado pelas empresas. Porém outras práticas devem ser inseridas nos sistemas construtivos que associadas a políticas de reciclagem e reaproveitamento podem proporcionar sustentabilidade aos canteiros de obra.

#### **Referências**

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**. Rio de Janeiro, 2004.
- CHRISTIE, I., ROLFE, H., LEGARD, R.. **Cleaner Production in Industry: integrating business goals and environmental management**. London, Policy Studies Institute, 1995.
- CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE E O DESENVOLVIMENTO – UNICED/RIO-92. Agenda 21. In: SMA. Agenda 21 Global. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/agenda21/apresentacao.html>>. Acesso em: 15.jul. 2015.
- Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução n ° 307, de 05 de julho de 2002**: Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 jul. 2002.
- DEMAJOROVIC, J. **Da política tradicional de tratamento do lixo à política de gestão de resíduos sólidos**. Revista de Administração de Empresas. São Paulo, v. 35, n. 3, p. 88-93 mai./jun. 1995.
- FLEISCHMANN, M. (2001). **Quantitative Models for Reverse Logistics**. Tese de Doutorado, Erasmus Research Institute of Management, Erasmus University of Rotterdam, Holanda.
- FREIRES, F.G. M. **A influência dos componentes físicos e da cooperação entre os actores sobre o desempenho de sistemas logísticos inversos – o caso do pneu-resíduo. (tese doutorado)**. Universidade do Porto. Porto – Portugal, 2007.
- HUMAN, E. H. **Solid waste reduction mangement with special reference to developing countries. (tese doutorado)**. University of South Africa, 2005.

- JAHRE, M. (1995a). **Logistics Systems for Recycling - Efficient Collection of Household Waste. Tese de Doutorado**, Department of Logistics and Transportation, Chalmers University of Technology, Suécia.
- JAHRE, M. (1995b). **Household waste collection as Reverse Channels – a theoretical perspective**. International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, Vol. 25, N.º 2, pp. 39-55.
- KOPICKI, R. BERG, M; LEGG, L. (1993). **Reuse and Recycling - Reverse Logistics Opportunities**. Oak Brook, IL: Council of Logistics Management.
- LAURIANO, L. A. **Como anda a gestão da sustentabilidade no setor da construção?** 2013. Relatório de Pesquisa, Fundação Dom Cabral, Nova Lima, 2013.
- LIMA, L. M. Q. **Lixo: Tratamento e Biorremediação**. 3 ed. São Paulo: Hemus, 1995.
- .
- NOHARA, J.J, *et al.* **GS-40 - Resíduos Sólidos: Passivo Ambiental e Reciclagem de Pneus**. Revista Thesis São Paulo, ano I, v .3 , p. 21-57, 2º Semestre, 2005.
- ROGERS, D., & TIBBEN-LEMBKE, R.S. **Going Backwards: Reverse Logistics trends and practices**. Reverse Logistics Council, The University of Nevada, 1999.
- SANTOS, A.L.T. **Plano de gerenciamento do pneu-resíduo: metodologia**. (dissertação mestrado). Universidade estadual de Campinas. Campinas – SP, 2002.
- SERRA, N; LEITE, C. A. G. **Gestão ambiental de pneus inservíveis no Brasil: identificação de fluxos e contribuição para políticas públicas de destinação**. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/iswa2005/brasil2.pdf>>. Acesso em 15.jul.2015.
- SOUZA, A.P. *et al.* **Resíduos industriais e sua destinação final: análise e proposta para o principal resíduo de uma fábrica de pré- moldados de concreto**. In: XXXIII Encontro Nacional De Engenharia De Producao: A Gestão dos Processos de Produção e as Parcerias Globais para o Desenvolvimento Sustentável dos Sistemas Produtivos Salvador, BA, Brasil, 08 a 11 de outubro de 2013.
- STOCK J. R. (1992). **Reverse Logistics**. Oak Brook: Council of Logistics Management.
- TEIXEIRA, B. A. N.; ZANIN, M. **Reciclagem e reutilização de embalagens**. In: **Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Lixo: metodologia e técnicas de minimização, reciclagem, e reutilização de resíduos urbanos**. Rio de Janeiro: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1999. Cap 4.
- TEIXEIRA, E. N. **Resíduos sólidos: minimização e reaproveitamento energético**. In: **Seminário Nacional Sobre Reuso/Reciclagem de Resíduos Sólidos Industriais**, 29 a 31 ago. 2000, São Paulo. Anais... São Paulo: SEMA, 2000.
- VALLE, C.E. **“Qualidade Ambiental: Como Ser Competitivo Protegendo o Meio Ambiente: (como se preparar para as Normas ISO 14000)”**. São Paulo: Pioneira, 1995.
- .