

XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

CÁLCULO DA TAXA DE GERAÇÃO DE RCD NA CIDADE DE RIBEIRÃO PRETO

Luiz Paulo da Silva ⁽¹⁾; Gustavo Henrique Vital Gonçalves ⁽²⁾; José da Costa Marques Neto ⁽³⁾

⁽¹⁾ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil (PPGECiv-UFSCar). Rodovia Washington Luís (SP-310), km 235, Monjolinho, São Carlos - SP - CEP: 13565-905. silvaluizpaulo1@gmail.com. (16) 3916-4006; ⁽²⁾ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil (PPGECiv-UFSCar). Rodovia Washington Luís (SP-310), km 235, Monjolinho, São Carlos - SP - CEP: 13565-905. guvital1@hotmail.com. (16) 3620-0095; ⁽³⁾ Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Civil (DECiv) e do Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil (PPGECiv-UFSCar). Rodovia Washington Luís (SP-310), km 235, Monjolinho, São Carlos - SP - CEP: 13565-905. joseneto@ufscar.br. (16) 3306-6589.

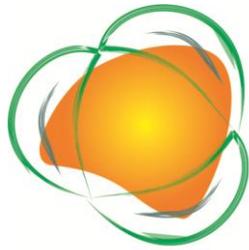
Eixo Temático: Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Líquidos

RESUMO - No mundo em que vivemos hoje, que sofre mudanças diárias, produto da era tecnológica, que oferece a cada dia um emaranhado de informações e que valorizam cada vez mais o consumir, o desfrutar muitos dos bens produzidos, diante de tudo isso, fica em destaque o que fazer com o lixo e os resíduos produzidos pela Era moderna. Na construção civil, para a execução das atividades são produzidos resíduos como: argamassa, restos de tijolos, tintas, plásticos e outros, que muitas vezes por não terem um destino adequado, acabam gerando forte impacto no meio ambiente. O Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, em sua resolução nº 307/2002, estabelece a obrigatoriedade de um plano para o gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil. Em Ribeirão Preto, a partir de trabalhos realizados pelo SindusCon – Sindicato da Indústria da Construção Civil e da AEAARP – Associação de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de Ribeirão Preto, e posteriormente com a implantação do Programa de Gerenciamento dos Resíduos da Construção, estabeleceram-se as bases para um Plano Integrado de Gestão de Resíduos da Construção Civil, que vem sendo implantado pelo Executivo Municipal e com importante participação da iniciativa privada. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo principal, através de cinco obras da cidade de Ribeirão Preto, determinar a taxa de geração do município.

Palavras-chave: Construção civil. Resíduos. Gestão ambiental. Gerenciamento RCD.

ABSTRACT

In the world we live in today, which suffers daily changes, product was techno-logic, which offers every day a tangle of information and value ca-the time the most consuming, the enjoy many of the goods produced, before it is -so, is highlighted what to do with waste and waste produced by mo-was Derna. In construction, for the execution of activities waste is produced as mortar, brick debris, paint, plastics and other, often because they have a suitable destination, end up generating strong impact on the environment. The National Environmental Council - CONAMA, in its Resolution No. 307/2002, establishes the obligation of a plan for the management of residuals



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Re-Construction. In Ribeirao Preto, from work carried out by SindusCon - Union of Construction Industry and AEAARP - Engineering Association, Architecture and Ribeirão Preto of Agronomy, and later with the implementation of the Waste Construction Management Program, established as the basis for an Integrated Plan for Waste Management of Construction, which is being implemented by the Municipal Executive and impose total private participation. In this context, the present work has as its main goal through five works of Ribeirão Preto, determine the rate of municipal generation.

Key words: Construction. Waste. Environmental management. CDW management.

Introdução

Com o crescimento acelerado das cidades brasileiras, os impactos ambientais produzidos pela construção civil, vêm despertando forte interesse em decorrência da elevada quantidade de resíduos gerados. É possível perceber esse fenômeno, verificando que os resíduos da construção civil, são em massa, duas vezes a quantidade de resíduos domiciliares.

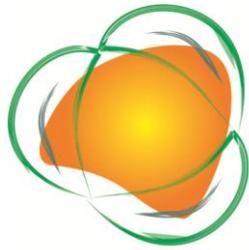
A situação de degradação ambiental vinha sendo agravada pela ausência de uma política que permitisse o gerenciamento dos resíduos da construção civil. Após a promulgação do estatuto das Cidades, esse quadro negativo, começou a mudar, pois foi possível uma nova postura por parte dos órgãos responsáveis pela política ambiental, como, a resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Tal resolução determina as responsabilidades do poder público e dos agentes privados, obrigando a implantação de um plano de gerenciamento dos resíduos gerados. Essa resolução também define que a responsabilidade dos resíduos é do gerador, cabendo a ele, buscar um descarte correto.

Para tanto, uma forma de o gerador assumir essa responsabilidade é na elaboração dos projetos de gerenciamento dos resíduos gerados no canteiro, que começam a ser obrigatório perante o poder público para a aprovação de projetos que envolva a atividade de construção civil.

Outro passo importante foi a aprovação de normas técnicas para o manejo, reciclagem e utilização de agregados, o que possibilitou condições favoráveis para a utilização de agregados reciclados em obras públicas e privadas.

Em países como o Brasil, o setor da construção civil tem um importante destaque no processo de crescimento da economia, favorecendo o desenvolvimento e diminuindo as taxas de desemprego. Porém, é uma atividade que gera fortes impactos ambientais com a produção e descarte irregular dos seus resíduos. Essa geração crescente está vinculada ao elevado desperdício de materiais na realização dos empreendimentos. Com isso, revela a necessidade de políticas para a gestão dos RCD que envolva a coleta, transporte, disposição final e reciclagem dos materiais.

No Brasil, a grande quantidade de resíduos de construção civil retiradas de locais clandestinos e das vias públicas, gera um enorme passivo aos municípios, que não estão preparados com estruturas suficientes e planos de gestão, para um correto gerenciamento do RCD.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

No momento atual, as ações e medidas adotadas pelo legislativo são apenas emergenciais e corretivas, em função do despreparo e falta de informações dos nossos representantes. Por isso, com a ausência de um plano de gestão correto, há a necessidade de implantar novas políticas que favoreça a redução dos resíduos, seu reaproveitamento e a sua reciclagem.

Implantar uma gestão correta dos RCD é um dos principais desafios enfrentado pelos municípios, dessa forma são necessárias diretrizes e indicadores para reduzir os impactos gerados pelos RCD. Portanto diagnosticar a situação dos municípios é um fator importante para a implantação de um plano de gestão integrado dos resíduos de construção civil.

Segundo Bidone (2001) a geração de resíduos sólidos depende de fatores culturais, níveis, hábitos de consumo, renda, fatores climáticos e das características de sexo e idade dos grupos populacionais. Outro fator que influencia muito na geração de resíduos é a economia de uma comunidade, observa-se daí que em épocas de recessão econômica são produzidos menos resíduos, devido ao reaproveitamento e um decréscimo na geração.

Normalmente, os resíduos são definidos segundo sua origem e classificados de acordo com o seu risco em relação ao homem e ao meio ambiente, em resíduos urbanos e resíduos especiais.

Os resíduos urbanos, que podem ser chamados de lixo doméstico, são aqueles gerados nas residências, no comércio, resíduos de logradouros públicos e varrição, podem ser encontrados: papel, papelão, vidro, latas, plásticos, galhos, folhas.

Segundo a ABNT NBR 10.004 (2004) os resíduos são classificados como:

- Classe I - Perigosos: São os resíduos que representam perigo ao meio ambiente ou a saúde pública, por isso exigem uma disposição e tratamentos especiais.

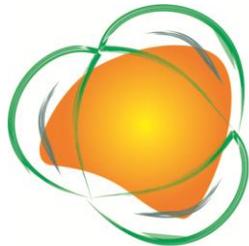
- Classe II – Não Perigosos:

Não Inertes: São os resíduos com características dos lixos domésticos, segundo Bidone (2001) podem apresentar propriedades como biodegradabilidade, solubilidade em água e combustibilidade. Estão incluídos nessa categoria os papeis, papelão, materiais vegetais e outros.

Inertes: São os resíduos que não se degradam ou não se decompõem quando dispostos no solo, se encaixado nessa categoria os resíduos da construção civil, como entulhos de demolições, pedras e areias de escavações.

Os resíduos compreendidos nas Classes II podem ser incinerados ou dispostos em aterros sanitários, desde que preparados para tal fim e desde que sejam submetidos a controle e monitoramento ambiental. Os resíduos sólidos Classe I - Perigosos, somente podem ser dispostos em aterros construídos especialmente para tais resíduos, ou devem ser queimados em incineradores especiais. Nesta classe, inserem-se os resíduos da área rural, basicamente, as embalagens de pesticidas ou de herbicidas, e os resíduos gerados em indústrias químicas e farmacêuticas.

Os resíduos sólidos podem ser ainda classificados por suas características físicas e químicas.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

O entulho é geralmente um material inerte, passível de reaproveitamento, segundo MELLO et al. (2007) definiram-se os RCD como os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos, cerâmicas, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiações e outros comumente chamados de entulho de obras, cólica ou metralha.

A classificação dos Resíduos Sólidos da Construção Civil segundo a resolução CONAMA 307/ 2002 é:

- Classe A: Resíduos oriundos de restos de alvenaria, concreto e argamassa;
- Classe B: plásticos, papel, papelão, vidros, metais, madeiras e gesso;
- Classe C: são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;
- Classe D: Tintas, vernizes, óleos, solventes.

Segundo Marques Neto (2004) os RCD é definido como sendo todo o material que por algum motivo foi rejeitado para a sua utilização na execução de etapas de obras da construção civil.

Segundo The Solid Waste Association of North America (Swana, 1993), os RCD podem ser oriundos de:

- Material de obras;
- Material de escavação;
- Demolição de edificações;
- Construção de edifícios;
- Limpeza de terrenos.

Zordan (2002) em obras de demolição, a quantidade de resíduos de construção gerada não tem uma relação direta com o processo construtivo, uma vez que o entulho gerado faz parte do processo de demolição. Porém, indiretamente, o processo construtivo pode influenciar na qualidade do resíduo, gerando materiais com maior potencial de reciclagem do que outros.

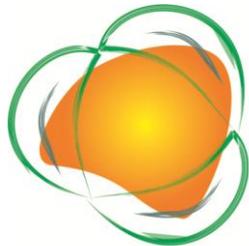
De acordo com Pinto (1999) em cidades brasileiras a geração de RCD pode ser estimada em 500 kg/hab. ano. Em cidades como Ribeirão Preto a produção de RCD pode chegar a 70% na massa total de RSU.

John (2000), o setor da construção civil no Brasil é considerado o maior responsável por gerar resíduos da economia. Considera que 40% dos resíduos gerados são contribuídos pelo construbusiness.

Segundo Pera (1996) na Europa, os RCD atingem uma produção anual entre 0,7 e 1,0 tonelada por habitante, representando o dobro da produção de RSU.

Já nos Estados Unidos segundo World Wastes (1994) os dados sobre a produção dos RCD são imprecisos, pois se baseia em estudos que podem estar ultrapassados, com uma geração de 31,5 milhões de toneladas de RCD anualmente.

O estudo de Picchi (1993) mostrou a geração de RCD em três obras prediais entre 1986 e 1987. Duas dessas obras, os dados foram levantados através de con-



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

tagem de caçambas de entulho retiradas, na terceira foi calculado o volume produzido a partir dos documentos fiscais das empresas coletoras.

Material e Métodos

A metodologia de quantificação de RCD leva a aplicação de um método que fornece indicadores da geração de RCD, por meio de três parâmetros de dados:

- Cálculo da geração de RCD por meio de áreas licenciadas;
- Cálculo do movimento de carga das empresas coletoras;
- Cálculo do volume descartado nos aterros municipais.

Para o cálculo da taxa de geração de RCD será feito um levantamento de informações e dados referentes à geração RCD em cinco obras com diferentes características. Com base nesses dados será calculada a taxa de geração dos RCD, expressando a quantidade produzida em Kg/m². Esse estudo de caso limita-se em calcular a taxa de geração do RCD (primeiro parâmetro apresentado), através de cinco obras da construtora Pedreschi Monteiro Engenharia e Construção Ltda.

Resultados e Discussão

As cinco obras analisadas foram executadas e finalizadas pela empresa Pedreschi Monteiro Engenharia e Construção Ltda, que atua no mercado desde 1995, na cidade de Ribeirão Preto – SP no seguimento de prédios em alvenaria estrutural e casas de alto padrão.

Para o estudo foram coletados dados de cinco obra que foram finalizadas nos últimos 4 anos, sendo apresentadas a seguir:

Obra1: Salão Comercial

Área: 335,02 m²

Local: Nova Aliança – Ribeirão Preto - SP

Obra 2: Casa residencial

Área: 264,92 m²

Local: Cond. Siena – Ribeirão Preto - SP

Obra 3: Edifício Carlos Chagas

Área: 304,21 m²

Local: Jardim Botânico– Ribeirão Preto – SP

Obra 4: Casa residencial

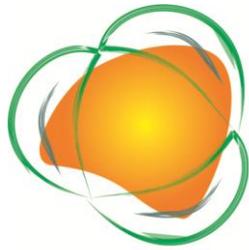
Área: 394,4 m²

Local: Cond. Siena – Ribeirão Preto – SP

Obra 5: Edifício Ilha de São Francisco

Área: 938,5 m²

Local: Sumarezinho – Ribeirão Preto - SP



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

– Cálculo da taxa de geração de RCD na cidade de Ribeirão Preto - SP.

Dados:

Capacidade da caçamba: 3 m³

Massa unitária: 0,6 ton/m³ (Marques Neto, 2004)

1 – Cálculo da somatória das áreas construídas (M2):

Obra 1 – 335,02 m²

Obra 2 – 264,92 m²

Obra 3 – 304,21 m²

Obra 4 – 394,4 m²

Obra 5 – 938,5 m²

TOTAL = 2.237,05 m²

2- Número total de caçambas utilizadas:

Obra 1 – 32

Obra 2 – 38

Obra 3 – 23

Obra 4 – 36

Obra 5 – 44

TOTAL = 173 caçambas

3 – Volume:

Capacidade da caçamba: 3 m³

N° de caçambas: 173

Volume: 519 m³

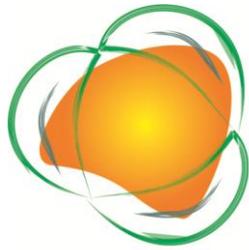
4 – Cálculo da Taxa de Geração de RCD:

Massa de entulho (Vol. x Massa unitária): 519 m³ x 0,60 ton/m³ = 311,4 toneladas = 311.400 Kg

Taxa de Geração de RCD (Massa de entulho / Área total): 311.400 / 2.237,05 = 139,20 Kg/m² – Ribeirão Preto - SP

Marques Neto e Schalch (2010) chegaram à taxa de geração quantificando os RCD de cinco obras, sendo uma delas de reforma. Os mesmos autores consideraram uma massa unitária de 600 kg/m³, chegando à taxa de 137,02 kg/m², valor bem próximo à taxa de geração de 139,20 kg/m² encontrada para Ribeirão Preto.

O Gráfico 1 apresenta a porcentagem de geração de RCD nas diversas fases das obras analisadas. As etapas de alvenaria, revestimento e acabamento são as responsáveis pela maior quantidade de geração de RCD na obra e são aquelas onde tem-se uma grande quantidade de resíduos Classe A presentes em sua composição, como blocos cerâmicos e de concreto, argamassa, pisos, papelão, papel e plástico. Essa característica mostra o grande potencial de reciclagem para o RCD gerado.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

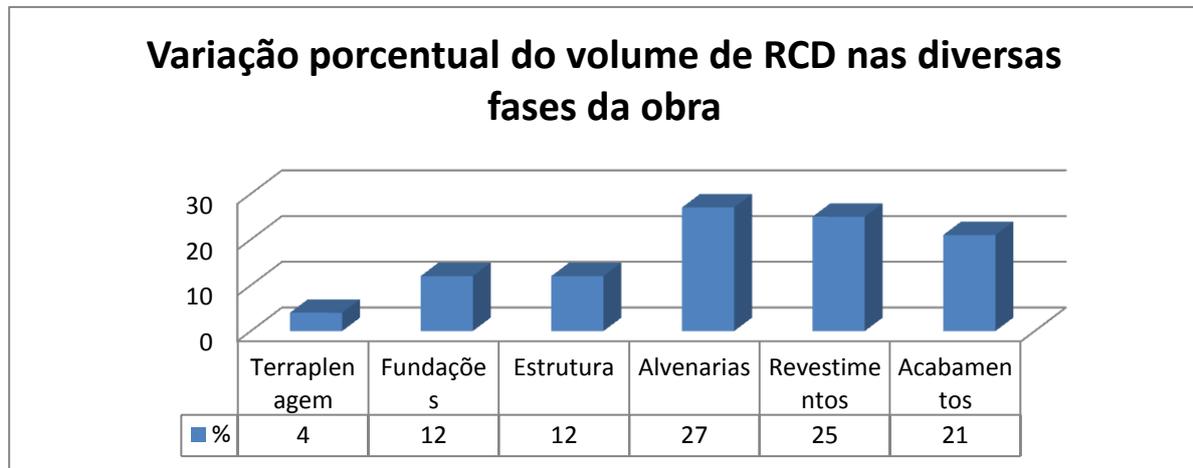


Gráfico 1: Variação porcentual do volume de RCD nas diversas fases da obra.

Conclusões

O estudo de caso das cinco obras permitiu calcular a taxa de geração dos RCD, obtendo uma taxa de 139,20 kg/m², valor bem próximo ao encontrado nos estudos de Marques Neto e Schalch (2010). Tal estudo serve de base com informações para futuros estudos, como o cálculo da geração de resíduos por movimento de empresas coletoras, volume de RCD pelo descarte em aterros. Foi possível verificar também que a maior parte dos RCD gerado foi nas etapas de alvenaria, revestimento e acabamento. Tais resíduos gerados pelas obras são passíveis de reciclagem e levando ainda em conta a sua contínua geração, a reciclagem dos RCD é de fundamental importância ambiental e financeira no sentido de que os referidos resíduos retornem para a obra em substituição a novas matérias-primas extraídas do meio ambiente.

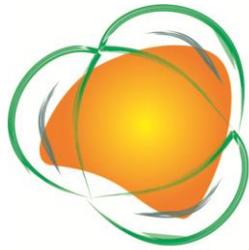
Com isso, foi possível apresentar de forma teórica e prática o assunto dos RCD, levantar um indicador da taxa de geração, contribuindo assim com informações para futuros estudos e apontando as fases de maior geração de RCD.

O presente trabalho é de suma importância uma vez que pode subsidiar a elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGRIS) de Ribeirão Preto, conforme política nacional de resíduos sólidos (Lei 12.305/2010), apresentando elementos para desenvolvimento de uma alternativa sanitária e ambientalmente sustentável para a destinação do RCD.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: Resíduos Sólidos-Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

BIDONE, F. R. A. metodologias e técnicas de minimização, reciclagem e reutilização de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, 2001.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

CONAMA. Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, nº 136, 17 de julho de 2002. Seção I, p. 95-96.

JOHN, V. M. (2000). Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento. 2000. 120 p. Tese (Livre-docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

LEVY, S. M. Reciclagem do entulho da construção civil, para utilização como agregados para argamassas e concreto. 1997. 145 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MARQUES NETO, J. C. Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição no Brasil. São Carlos: Rima, 2004.

MARQUES NETO, J. C.; SCHALCH, V. Diagnóstico Ambiental Para Gestão Sustentável dos Resíduos de Construção e Demolição. In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 12., Figueira da Foz, Portugal, 2006. Anais... Figueira da Foz, Portugal: APRH/ABES, 2006.

MELLO, E. D. ; MONTEIRO, J. A. P., Gestão de Resíduos da Construção Civil. Ribeirão Preto: Painel, AEAARP, 2007.

PERA, J. State of the art report – use of waste materials in construction in western Europe. In: SEMINÁRIO SOBRE RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS COMO MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO, 1996, São Paulo. Anais... São Paulo: Departamento de Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, 1996.

PICCHI, F.A. Sistemas de qualidade: uso em empresas de construção de edifícios. 1993. 462 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

PINTO, T. P. (Coordenador). Gestão Ambiental de resíduos da Construção Civil: A experiência do SindusCon-SP. São Paulo: Obras Limpa I & T e SindusCon, 2005.

PINTO, T. P. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. 1999. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

TEIXEIRA, E. N. Redução na fonte de resíduos sólidos: embalagens e matéria orgânica. In: PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Lixo: Metodologias e Técnicas de Minimização, Reciclagem, e Reutilização de Resíduos Urbanos. Rio de Janeiro: ABES, 1999.

ZORDAN, S. E. Entulho na indústria da construção. Artigo. São Paulo: PCC-EPUSP, 2002. Disponível em: <http://www.reciclagem.pcc.usp.br>. Acesso em: 29 de janeiro de 2016.