

HUM@NÆ

Questões controversas do mundo contemporâneo

Edição Especial SETA 2015

ESTUDO COMPARATIVO DOS CUSTOS DOS RESÍDUOS RECICLADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: agregados graúdos e miúdos

Débora VIANA¹

Ianê D'ANGELO²

Resumo

Na indústria da construção Civil se gasta muito material e gera-se uma grande quantidade de resíduos sólidos, os quais, segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente, correspondem a um percentual significativo dos sólidos produzidos nas áreas urbanas. Por isso, emprego da logística reversa e das normas estabelecidas por entidades governamentais é importante para determinar como a racionalização desses resíduos deve ser feita e, assim, diminuir o impacto ao meio ambiente. Contudo, há um custo associado à reciclagem desses resíduos, fazendo-se necessário a realização de um estudo comparativo entre os preços dos agregados reciclados e dos comuns, observando qual o mais viável para ser utilizado segundo cada aplicação, de modo a estabelecer um equilíbrio entre o custo da obra e a gestão ambiental.

Palavras chave: *Logística, Resíduos, Agregados, Reciclagem.*

1 Graduanda em Arquitetura e Urbanismo – ESUDA. Email: debora_dedeu10@hotmail.com.

2 Mestre em Educação, professora do Curso de Arquitetura e Urbanismo – ESUDA. Email: ianealmeidadangelo@gmail.com

Abstract

The civil construction industry uses a considerable amount of material and generates a lot of solid wastes, which, according to National Environmental Council, represent a significant percentage of solid wastes produced in urban areas. Therefore, the use of reverse logistics and norms established by governmental entities is useful to determine how to reuse those wastes correctly and so diminish the impact on the environment. However, there is a cost associated to recycling those wastes, what requires that a study must be made to compare prices between aggregates from recycled and natural source considering their viability, according to application, in order to establish a balance between construction costs and environmental management.

Keywords: *Logistics, Wastes, Aggregates, Recycling.*

1. INTRODUÇÃO

A forma mais usual para se chamar o resíduo, é lixo, algo que aos olhos de muitos não serve, mas, na verdade é só um material que cumpriu o seu tempo de vida útil, ou foi descartado por desuso ou por alguma falha. Contudo, esse detrito ainda não é totalmente obsoleto, pois através da reciclagem eles podem voltar ao mercado. O ato de pegar um objeto que antes fora descartado, de transformá-lo e agregar valores ao mesmo, se chama logística.

A logística é um conceito que surgiu dentro da Administração de Empresas, consiste em planejar a movimentação de recursos para que a empresa possa funcionar bem. Vendo que no ambiente da construção civil havia muito gasto de material, as construtoras e pessoas que trabalham nesse ramo, resolveram implantar uma logística no canteiro de obras para que esses resíduos fossem reduzidos.

Para isso, foi implantado o CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA 307, que visa à redução de resíduos sólidos na construção, como também a correta separação dos mesmos, em classes, que posteriormente serão estudadas com o foco voltado para a classe A, e sua destinação.

Observando estes fatos foi criado um tipo de logística que abrangesse todo o processo de movimentação de resíduos no canteiro de obras, a logística reversa.

Através dela se obtêm redução na quantidade de detritos, no qual seriam levados a aterros e com o uso dessa tecnologia são reciclados e reutilizados, diminuindo então o impacto que dantes teriam sobre o meio ambiente.

2. RESÍDUOS

É usual se nomear por resíduo tudo aquilo que já não tem proveito, que vulgarmente se apelida de lixo - alimentos, ramos, dejetos. A sua origem, seja ela qual for - urbana, agrícola, industrial - estabelece um tipo de classificação, assim como o fato de provir de fonte biológica ou não, orgânico ou inorgânico. Se nada for feito a tendência é acumular estes resíduos em aterros. Porém ao usar a logística reversa, os resíduos podem deixar de ser o fim e passar a ser o início de um novo ciclo. (RESIDUOS, 2009).

2.1 RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo a Ciclo Ambiental, Resíduo da Construção Civil (RCC) é todo resíduo gerado no processo construtivo, de reforma, escavação ou demolição. Esses resíduos estão presentes dentro dos entulhos das obras. O entulho de construção compõe-se de restos e fragmentos de materiais, enquanto o de demolição é formado apenas por fragmentos, tendo por isso maior potencial qualitativo, comparativamente ao entulho de construção.

Os resíduos que predominam no entulho o qual são reciclados para produção de agregados pertencem a dois grupos. O grupo I, compostos por cimento, cal areia e brita: concretos, argamassas, blocos de concreto e o grupo II, compostos de materiais cerâmicos: telhas, tijolos azulejos.

3. RECICLAGEM

Segundo Pesquisa (2013) da empresa Ciclo Ambiental, reciclar constitui-se em alterar artefatos usados em novos produtos para o consumo. E esta necessidade foi despertada pelos seres humanos a partir do momento em que se verificaram os benefícios que este procedimento traz para o planeta Terra. Muitos governos e [ONGs](#) estão cobrando de empresas posturas responsáveis: o crescimento econômico deve estar aliado à preservação do meio ambiente. Um dos exemplos destas atitudes é a coleta seletiva. A importância da reciclagem é enorme tanto para o meio ambiente, quanto para as pessoas que vivem no meio, pois contribui para significativa diminuição da poluição do solo, ar e água.

De acordo com a empresa Ciclo Ambiental (2013) os primeiros registros de reutilização de materiais para construção de novas obras se deu no Império Romano. Porém esse tipo de reaproveitamento só foi utilizado em maior escala após a Segunda Guerra Mundial, quando as cidades estavam se reerguendo de seus próprios escombros.

4. LOGÍSTICA

A palavra logística vem do Grego “LOGISTIKOS”, derivado do latim “LOGISTICUS”, se traduzindo como o cálculo e raciocínio no sentido matemático (PIMENTA, 2014). Um conceito que surgiu dentro da Administração de Empresas, consiste em planejar a movimentação de recursos para que a empresa possa funcionar bem, em outras palavras, é a área responsável pelo transporte e armazenamento de mercadorias para as empresas (MESTRA, 2014).

“Pode-se perceber o quanto, hoje, profissionais e organizações, sentem e demandam pelas práticas de planejamento logístico para manterem-se competitivas e saudáveis financeiramente. Logística hoje é a grande alternativa de ganhos para as organizações.” (PIMENTA, 2014, on-line).

Segundo Barboza, Muniz e Urias (2010), a má administração dos materiais, a falta de mão-de-obra qualificada, a tecnologia da informação pouco desenvolvida no setor e as alterações de projetos, contribuem para um baixo índice da produtividade e aumento dos custos de produção. De acordo com Silva e Cardoso (1998), a competitividade tem modificado o comportamento das empresas de construção civil, havendo uma maior valorização dos processos produtivos e uma maior atenção à racionalização construtiva, gestão da qualidade, produtividade da mão-de-obra e perdas de materiais. Uma importante ferramenta que aplicada a uma obra visa garantir o abastecimento, armazenagem, processamento e a disponibilização dos recursos nas frentes de trabalho, bem como o dimensionamento das equipes de produção e a gestão dos fluxos físicos de produção é a logística,

que proporciona melhores resultados em todos os processos, trabalhando de forma integrada e coordenada. (VIEIRA, 2010).

4.1 LOGÍSTICA REVERSA

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2014): A logística reversa é um instrumento de desenvolvimento econômico e social que se caracteriza por um conjunto de atos, métodos e elementos que se dedicam a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação.

Segundo José Floriano (2007, on-line) “a logística reversa é responsável por tornar possível o retorno de materiais e produtos, após sua venda e consumo, aos centros produtivos e de negócios, por meio dos canais reversos de distribuição agregando valor aos mesmos”.

4.1.2 LOGÍSTICA REVERSA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo José Floriano (2007) as ações que se relacionam com a logística reversa tem trazido retornos consideráveis para as empresas. A utilização da logística reversa está sendo estimulada através dos ganhos da economia das embalagens plásticas e/ou do reaproveitamento de materiais para produção. Portanto esse sistema tem se revelado como uma grande oportunidade de se desenvolver a sistematização dos fluxos de resíduos, bens e produtos descartados – sendo fim do tempo de vida útil ou outro motivo qualquer – já o reaproveitamento desse material, em qualquer que seja sua etapa, dentro ou fora da cadeia produtiva que o originou, terá menos impacto em relação ao meio ambiente, pois menos recurso natural será retirado dele. O sistema logístico reverso consiste em uma ferramenta organizacional com o intuito de viabilizar técnica e economicamente as cadeias reversas, de forma a contribuir para a promoção da sustentabilidade de uma cadeia produtiva.

5. CONAMA

Visando uma boa logística no ambiente da construção, para evitar gastos excessivos e uma boa destinação dos resíduos no final da obra, o CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, resolução nº307 (2002) estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para gestão de resíduos na construção civil. Considerando a necessidade de implementação de critérios para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil, visto que estes materiais quando armazenados em locais inadequados contribuem para a degradação da qualidade ambiental, acrescentando que os mesmos representam um significativo percentual dos sólidos produzidos nas áreas urbanas. É da responsabilidade de seus geradores os resíduos das atividades de construção, reformas, reparos e demolições de estruturas e estradas, bem como por aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos, de acordo com viabilidade técnica e econômica de produção e uso de materiais provenientes da reciclagem de resíduos da construção civil, além de que a gestão integrada de resíduos da construção civil deverá proporcionar benefícios de ordem social, econômica e ambiental.

5.1 CLASSE DOS RESÍDUOS

Segundo o Art. 3º, do CONAMA nº307, os resíduos da construção civil deverão ser classificados em classes; **A** - para resíduos reutilizáveis ou recicláveis; **B** - para outras destinações; **C** - para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação e **D** - perigosos, os oriundos do processo de construção ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde, oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Contudo nesta pesquisa será abordada em especial a classe A, que são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação, e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem. De construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto. De processo de fabricação e/ou

demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras.

De acordo com o artigo 10, deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos para classe A de preservação de material para usos futuros.

6. NBR 15116 – AGREGADOS RECICLADOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.

Ciente da necessidade da gestão e do manejo correto dos resíduos sólidos da construção civil, de forma a viabilizar destinos mais nobres para os resíduos resultante nesta atividade foi criado o CONAMA 307. Além deste, outras normas foram estabelecidas com intuito de tratar especificamente de cada tipo de resíduo.

A NBR 15116 trata designadamente os agregados reciclados de resíduos sólidos da construção para área de pavimentação e concreto sem função estrutural, que é o foco nesta pesquisa. A utilização no preparo de concretos com função estrutural depende ainda de estudos que viabilizem esta tecnologia e que serão tratados em normalização específica.

De acordo com esta norma, agregado reciclado é o material granular derivado do beneficiamento (ato de submeter um resíduo a operações e/ou processos que tenham por objetivo dotá-lo de condições que permitam que seja utilizado como matéria-prima ou produto) de resíduos de construção ou demolição de obras civis, que apresenta características técnicas para a aplicação em obras de edificação e infraestrutura. “O agregado reciclado pode ser utilizado em concreto sem função estrutural, desde que proveniente de material classe A.” (RIO DE JANEIRO, 2004, pág.5).

Concreto de cimento Portland sem função estrutural mais agregado reciclado está sujeito somente a esses usos, no momento: enchimentos, contrapiso, calçadas e fabricação de artefatos não estruturais, como blocos de vedação, meio-fio (guias), sarjeta, canaletas, mourões e placas de muro.

7. ESTUDO DE CASO

A Ciclo Ambiental é uma empresa pernambucana, pioneira no tratamento de Resíduos da Construção Civil (RCC) localizada em Camaragibe, com capacidade para processar 900 toneladas por dia. Equipada com tecnologia de ponta, a Central de Tratamento “Hugo Vilela” é a primeira unidade do Estado de Pernambuco a tratar, através de britagem e separações balísticas os resíduos da construção civil atendendo a Resolução CONAMA 307.

7.1 ENTREVISTA

Durante o desenvolvimento do projeto de pesquisa, foi realizada uma visita à empresa Ciclo Ambiental, onde foi elaborado um questionário para melhor obtenção dos dados.

1.A. Gostaria de saber taxas de reaproveitamento de três empresas que destinam o resíduo e compram de volta os agregados.

Ciclo Ambiental – Maiorias das empresas só destinam mesmo assim a taxa é irrisória.

1.B. Quanto elas economizariam se além de destinar comprassem o agregado reciclado?

Ciclo Ambiental – Economizariam pelo menos de 30% a 40% do valor total dos agregados e ainda diminuiriam o impacto sobre o meio ambiente.

1.C. Qual o nível de resistência do concreto feito com os agregados reciclados?

Ciclo Ambiental – Os agregados possuem certificados de utilização, mas dependendo da obra, da aplicação os mesmos são levados para laboratórios onde são feitos testes. No geral podem ser aplicados em chapiscos, rebocos, contrapisos. Porém não possuem certificação para partes estruturais como bases e fundações.

8. RESULTADOS E DISCUSSÕES

8.1 OBTENÇÃO DOS RESÍDUOS

O gerador (obra) contrata um transporte para recolher os resíduos, que são agregados miúdos e graúdos, em obra e destinar os resíduos à Ciclo (receptor), o material é pesado ainda no caminhão e logo após é descarregado gerando um ticket de entrada/saída.

8.2 TRATAMENTO DOS RESÍDUOS

O resíduo é pesado (Ilustração 2); depois as caçambas são esvaziadas na área de transbordo e triagem, onde possíveis contaminantes são retirados; então, o resíduo passa pelo processo de britagem – sua dimensão é reduzida pela britadora e um sistema de peneiras mecânicas separa os agregados pelo seu tamanho comercial.

Ilustração 2 - Resíduos sendo pesados



Fonte: Ciclo Ambiental

8.3 TRANSFORMAÇÃO - OBTENDO O AGREGADO

Hoje, a Ciclo Ambiental produz areia grossa, expurgo para aterro, brita cascalhinho, brita 19 e brita 25 – agregados reciclados que são utilizados de acordo com as normas ABNT NBR 15115 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos e NBR 15116 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. (Ilustração 3).

Ilustração 3: Agregados Reciclados



Fonte: Ciclo Ambiental

8.4 APLICAÇÃO DOS AGREGADOS RECICLADOS

Os agregados reciclados são usados para diversas funções como aterro, chapisco, reboco e argamassa para assentamento de blocos. Porém não possuem certificado para as partes estruturais como bases, estruturas e fundações.

8.5 ESTUDO COMPARATIVO DOS AGREGADOS

Para realizar um estudo comparativo dos agregados reciclados com não reciclados, foi realizada uma cotação para obtenção de preços desses materiais.

Tabela 1 - Custos dos Agregados

Empresa	Material (m³)	Preço
Ciclo Ambiental	Areia Grossa	R\$9,00
	Brita 19	R\$37,00
Ferreira Pinto	Areia Grossa	R\$190,00
	Brita 19	R\$220,00
Armazém Grego	Areia Grossa	R\$80,00
	Brita 19	R\$110,00
Armazém Serraria Oliveira	Areia Grossa	R\$66,00
	Brita 19	R\$89,00

Fonte: Autor

A Tabela 1 mostra a cotação entre o agregado reciclado, da Ciclo Ambiental, e os agregados comuns, de 3 armazéns distintos.

Tabela 2 – Comparativo de Custo do Material Reciclado com a Média dos Demais

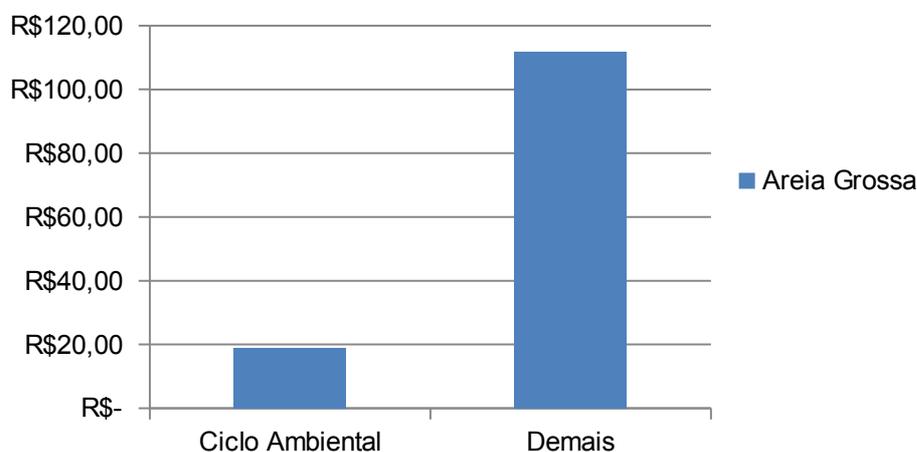
Empresa	Material (m ³)	Preço
Ciclo Ambiental	Areia Grossa	R\$19,00
	Brita 19	R\$37,00
DEMAIS	Areia Grossa	R\$112,00
	Brita 19	R\$139,67

Fonte: Autor

A Tabela 2 faz um comparativo entre o custo do reciclado com a média dos três armazéns mostrados na Tabela 1.

Gráfico 1 – Comparativo de Custo da Areia Grossa reciclada, Ciclo Ambiental, com a Comum, Demais

Areia Grossa

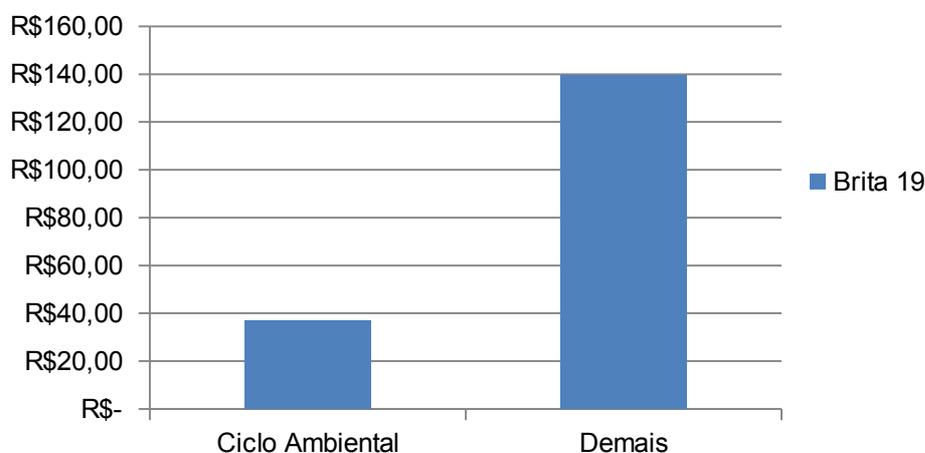


Fonte: Autor

O Gráfico 1 mostra claramente a diferença (R\$ 93,00) entre os preços da areia grossa reciclada e da areia grossa comum.

Gráfico 2 – Comparativo de Custo da Brita 19 reciclada, Ciclo Ambiental, com a comum, Demais

Brita 19

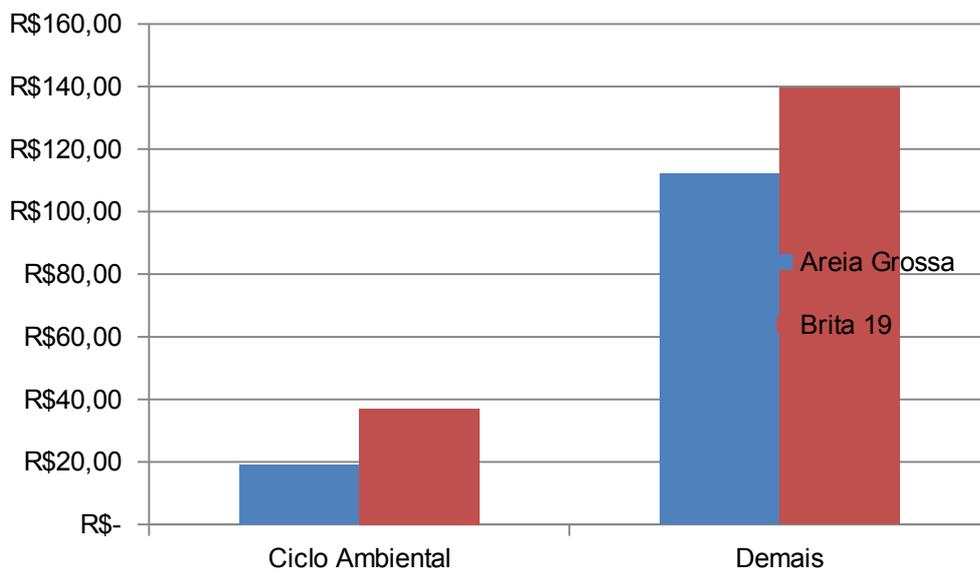


Fonte: Autor

O Gráfico 2 mostra a diferença (R\$ 102,67) entre os preços da brita 19 reciclada e da brita comum.

Gráfico 3 – Comparativo de Custo da Areia Grossa e Brita 19 com Média dos Preços de Três Empresas

Comparativo de Custo dos Materiais



Fonte: Autor

O Gráfico 3 mostra o comparativo entre os dois agregados reciclados, a areia grossa e a brita 19, da Ciclo Ambiental com os agregados comuns, Demais.

Diante dos valores citados acima é possível observar que o custo dos insumos reciclados é menor que os demais. E a diferença de custo entre eles é de 17%, para a Areia Grossa e 26%, para a Brita 19.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os fatos verificados durante a pesquisa, pode-se concluir que os agregados reciclados são uma alternativa para empresas e pessoas físicas que desejam economizar e promover a sustentabilidade. Pois a areia grossa e brita 19 recicladas custam, respectivamente, 17% e 26% mais baratos que os agregados comuns. Porém, infelizmente, muitos empreendimentos não aplicam esse tipo de material em sua obra, nem implantam nenhum tipo de logística que favoreça o espaço natural, muitas vezes preferem superfaturar e degradar o próprio local onde vive. Acrescentando que boa parte destas firmas destina o seu resíduo por obrigação, pois está contido no Artigo 10 do CONAMA nº307.

REFERÊNCIAS

- AMBIENTAL, Ciclo. **Entulho**. 2013. Disponível em:
<<http://cicloambientalrcc.com.br/site/conteudo/?id=15>>. Acesso em: 05 nov. 2014.
- AMBIENTAL, Ciclo. **Quem Somos**. 2013. Disponível em:
<<http://cicloambientalrcc.com.br/site/conteudo/?id=1>>. Acesso em: 03 nov. 2014.
- AMBIENTAL, Ciclo. **Serviços Prestados**. 2003. Disponível em:
<<http://cicloambientalrcc.com.br/site/conteudo/?id=3>>. Acesso em: 03 nov. 2014.
- BRASIL. Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002, **CONAMA**: edição federal, São Paulo, 2002. Disponível em:
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>>. Acesso em: 09 set. 2014.
- BRASÍLIA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. . **Logística Reversa**. 2014. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-perigosos/logistica-reversa>>. Acesso em: 07 out. 2014.

MESTRA, Comunicação. **Logística, afinal para que serve?** 2014. Disponível em: <<http://mestracampinas.com.br/blog/2014/04/11/logistica-afinal-para-que-serve/>>.

Acesso em: 08 set. 2014.

PESQUISA, Sua. **Reciclagem.** 2013. Disponível em:

<<http://www.suapesquisa.com/reciclagem/>>. Acesso em: 07 nov. 2014.

PIMENTA, Viviane. A história e evolução da Logística. 2014. Disponível em:

<<http://laboratoriodaconsultoria.com.br/site/a-historia-e-evolucao-da-logistica-2/>>.

Acesso em: 08 set. 2014.

RESÍDUOS. **Resíduos:** O que é um resíduo?. 2009. Disponível em:

<<http://residuosresiduos.blogspot.com.br/2009/05/o-que-e-um-residuo.html>>. Acesso em: 22 set. 2014.

RIO DE JANEIRO. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.

Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. 2004.

Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAesSoAl/nbr-15116>>. Acesso em: 13 nov. 2014.

SILVA, José Floriano Pinheiro. **O valor da logística reversa na construção civil.**

2007. Disponível em: <<http://br.monografias.com/trabalhos3/valor-logistica-reserva-construcao-civil/valor-logistica-reserva-construcao-civil.shtml>>. Acesso em: 08 out. 2014.

VIEIRA, Priscilla Araújo. **LOGÍSTICA APLICADA À CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO DE CASO NA.** 2010. Disponível em:

<<http://bibliotecadigital.uniformg.edu.br:21015/jspui/bitstream/123456789/93/1/PriscillaAraujoVieira-EP.pdf>>. Acesso em: 08 set. 2014.