

Estudo de viabilidade da utilização de agregados reciclados de resíduos de construção e demolição como alternativa para a mitigação dos impactos ambientais da construção civil

GISELLE W. M. ORCIOLI PIRES

UNINOVE – Universidade Nove de Julho
giselleorcioli@terra.com.br

JOAO ALEXANDRE PASCHOALIN FILHO

UNINOVE – Universidade Nove de Julho
jalexandre@uninove.br

LEVI TORRES

UNINOVE – Universidade Nove de Julho
levi.torres@yahoo.com.br

ESTUDO DE VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE AGREGADOS RECICLADOS DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO COMO ALTERNATIVA PARA A MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

1. INTRODUÇÃO

Nos centros urbanos, responsáveis por agregar a maior parte da população, são muitos os sinais de impactos ao meio ambiente provocados pelo homem. O ritmo imposto pelo crescimento econômico aos diversos setores da cadeia produtiva e o consumo, cada vez mais barato e intenso, têm causado a geração de vultosas quantias de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU).

De uma forma geral, dentre os resíduos que compõem a massa de RSU gerada diariamente, grande parte se deve a atividades ligadas à construção civil. O crescimento deste setor, que é fortemente alavancado pelo panorama econômico e a necessidade de se atender aos *déficits* habitacionais e de infraestrutura, é também responsável por uma considerável pegada ambiental, quer seja pela crescente demanda por matérias primas natural, ou pela geração de resíduos durante a demolição de edifícios antigos ou execução de novas obras. Tal situação retrata um aspecto paradoxal, pois ao se promover, por meio de obras civis, a melhoria das condições urbanísticas de um local, também se promove o aumento da demanda por matérias-primas naturais, e por consequência, a geração de resíduos e impactos ao meio ambiente.

Apesar de a construção civil ser considerada como um dos setores produtivos que mais causa impactos ao meio ambiente, tanto urbano, quanto natural; este também pode ser caracterizado como um dos elos da cadeia produtiva que mais investe em inovação tecnológica e desenvolvimento de ferramentas de gestão e manejo de seus resíduos. Devido aos grandes volumes gerados, os resíduos de construção e demolição têm merecido especial atenção de pesquisadores que buscam não apenas reduzir sua geração, mas também viabilizar a sua reutilização, reciclagem e manejo sustentável, objetivando incrementar nestes materiais valor agregado de mercado. Além de reduzir a demanda por recursos naturais, a utilização de resíduos de construção e demolição em novas obras ajuda a resolver o problema da destinação desses materiais. Ressalta-se que uma considerável parte dos resíduos gerados por pequenas obras é muitas vezes depositada em áreas irregulares e, mesmo as obras que promovem a destinação de seus resíduos de forma correta, também encontram dificuldades em encontrar áreas devidamente preparadas e legalizadas para depositá-los.

Em 2002 entrou em vigor no Brasil a Resolução nº. 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, primeiro instrumento legal que fixou prazos para as administrações municipais elaborarem e implantarem planos de gestão para os RCD. Essa resolução visou estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais. Com vista a diminuir o impacto ambiental causado pela geração de RCD nas atividades da construção civil, a utilização de agregados reciclados constitui-se em uma boa alternativa para reduzir a utilização dos agregados naturais, matéria prima esta cada vez mais escassa.

Diante desse panorama, este trabalho tem por objetivo apresentar uma discussão a respeito da importância da utilização dos resíduos de construção e demolição e na incorporação da variável ambiental na indústria da construção. Também será apresentada uma comparação entre os preços praticados pelo mercado para agregados reciclados e naturais, bem como uma estimativa dos custos de concreto sem função estrutural utilizado como sub-base em uma obra de pavimentação.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A indústria da construção civil é responsável por um consumo considerável de recursos naturais não renováveis, uma vez que muitos dos insumos utilizados na produção dos materiais de construção são obtidos pela extração em jazidas naturais para atender à demanda de mercado. De acordo com Segantini & Wada (2011) a construção civil é uma atividade geradora de grandes volumes de resíduos, tendo como consequência enormes desperdícios de materiais nobres, como areia, pedra, madeira e cimento, entre outros. De acordo com Ulsen *et al.* (2010), cerca de 90% da massa total de resíduos de construção e demolição (RCD) gerada no Brasil e na Europa é composta por concretos, argamassas, solo e gesso. Silva & Fernandes (2012), apontam a construção civil consome cerca de 50% de todos os recursos naturais além de gerar volume elevado de resíduos; cerca de 60% dos resíduos sólidos urbanos produzidos diariamente nas cidades tem origem no setor da construção civil. Além dos impactos causados pelo extrativismo, a construção civil também arca com o ônus de impor ao meio ambiente outras formas de agressão, tais como: poluição do ar, poluição sonora, contaminação de solo etc. Dados nacionais apontam que a quantidade de entulho resultante de atividades da construção civil é superior, em massa, ao lixo doméstico. Morais (2006) cita a relação de 1 tonelada de lixo urbano recolhido para cada 2 toneladas de resíduos de construção e demolição (RCD). Morais (2006) também apresenta dados relativos a algumas cidades brasileiras de médio e grande porte nas quais a massa de RCD, em percentual, varia entre 41% a 70% da massa total de resíduos sólidos urbanos (RSU).

John & Agopyan (2000), comentam que a quantidade de resíduos de construção e demolição gerada por habitante no Brasil varia entre 230 e 660 kg/hab/ano. De acordo com dados da Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2012) a quantidade *per capita* de resíduos de construção e demolição coletada, comparando-se os anos de 2010 e 2011, cresceu aproximadamente 7%, ou seja, de 0,618 kg/hab/dia para 0,656 kg/hab/dia. Este incremento correspondeu a uma massa adicional de 7.195 toneladas/dia recolhida. Ainda segundo a ABRELPE (2012), a região Centro-Oeste destacou-se como aquela que apresentou o maior índice de coleta de resíduos de construção e demolição *per capita*, aproximadamente 0,966 kg/hab/dia. Dentre as regiões prospectadas, a região Norte apresentou o menor índice de coleta, ou seja, apenas 0,330 kg/hab/dia.

No município de São Paulo, a Prefeitura Municipal contabilizou no ano de 2000, a partir dos dados obtidos por John & Agopyan (2000), aproximadamente 280 kg/hab/ano. Schneider (2003) contabilizou cerca 499 kg/hab/ano. Para o Brasil, as estimativas de John & Agopyan (2000) variaram entre 230 kg/hab/ano até 760 kg/hab/ano, resultando em um valor médio de 510 kg/hab/ano.

De acordo com a Resolução nº307 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) de 5 de julho de 2002, os resíduos de construção e demolição recebem a seguinte denominação: “*Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparo de demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, calça ou metralha.*”

Ainda, segundo a resolução CONAMA nº 307/2002, os resíduos de construção e demolição podem ser classificados em quatro grupos, tal como se pode observar por meio do Quadro 1. Em 2004, em complementação à resolução CONAMA nº 307/2002, foi elaborada a resolução CONAMA nº 348/2004, na qual foi incluído o amianto como pertencente à classe de resíduos perigosos.

Quadro 1 – Classificação dos resíduos de construção e demolição de acordo com CONAMA (2002)

Classe	Origem	Tipo de resíduo
Classe A	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados.	De pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de operações de terraplenagem. Da construção, demolição reformas e reparos de edificações (componentes cerâmicos, tijolos, blocos, telhas e placas de revestimento, concreto e argamassa).
Classe B	Resíduos recicláveis como outras destinações.	Plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e outros
Classe C	Resíduos para os quais ainda não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações que permitam a sua reciclagem ou recuperação	Gesso e produtos oriundos deste.
Classe D	Resíduos perigosos oriundos de processo de construção.	Tintas, solventes, óleos, amianto.
	Aqueles contaminado, oriundos de demolições, reforma e reparo, enquadrados como classe I na NBR10004.	Resíduos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Fonte: CONAMA (2002)

Classificação e destinação Final dos Resíduos de Construção e Demolição

De acordo com o artigo 10º da Resolução CONAMA nº 307/2002, os resíduos de construção civil deverão ser destinados de acordo com o apresentado no Quadro 2

Quadro 2 – Destinação do RCD de acordo com CONAMA nº 307/2002

Classe	Destinação
Classe A	Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
Classe B	Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
Classe C	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
Classe D	Deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Fonte: CONAMA (2002)

Utilização de usinas para a reciclagem de RCD

Dada a crescente demanda do setor da construção por insumos, novas formas de obtenção de matéria-prima estão sendo desenvolvidas no intuito de suprir tal necessidade. Uma maneira de se atenuar tal problemática consiste na reciclagem dos resíduos de construção produzidos nas obras, gerando como subproduto agregado reciclado. (MANFRINATO *et al.*, 2008). A reciclagem do RCD para a obtenção de novos agregados se constitui em uma solução interessante para a problemática da destinação final destes resíduos, pois possibilita o retorno do RCD à cadeia produtiva da construção civil, trazendo além de economia, redução da necessidade de matéria prima natural. Segundo Manfrinato *et al.* (2008), a reutilização de agregados manufaturados a partir da reciclagem de RCD consiste em uma das formas mais simples reaproveitamento dos resíduos gerados nas obras de construção civil. Contudo, os autores comentam que esta prática ainda é recente no Brasil e apontam a

utilização de usinas de reciclagem de resíduos como uma solução viável para possibilitar a destinação final e reciclagem dos RCD.

De acordo com Fagury & Grande (2007) o RCD é composto basicamente por: a) concretos e argamassas; b) rochas; c) blocos, tijolos e cerâmicas; d) solos, areias e argilas; e) asfalto; f) metais; e g) madeiras. Devidamente reciclado, o resíduo de construção apresenta propriedades adequadas para seu emprego como material de construção.

3. MÉTODO DA PRODUÇÃO TÉCNICA

No intuito de incrementar as discussões a respeito da importância da minimização da pegada ambiental causada pelo setor da construção civil sugeriu-se o auxílio da utilização de agregados reciclados da própria construção civil e de demolição provenientes de usinas de reciclagem de RCD. Esta pesquisa levantou os custos dos agregados naturais usualmente utilizados na indústria da construção civil. Também foram prospectados os preços que as usinas de reciclagem praticam na venda dos agregados reciclados. Foram escolhidas três usinas, sendo estas situadas em São Paulo, Osasco e Guarulhos. Para possibilitar uma comparação, também foram levantados preços de venda praticados por usinas produtoras de agregado natural, para tal, pesquisaram-se jazidas e pedreiras localizadas nos mesmos municípios que as usinas de reciclagem. Este procedimento teve por objetivo reduzir a influência dos custos referentes ao frete destes materiais, de maneira a possibilitar uma melhor comparação entre os preços levantados.

4. RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISES

Na Tabela 1 são apresentados os preços que as usinas de reciclagem cobram para o recebimento dos resíduos Classe A para posterior processamento e transformação em agregado reciclado, informados por três usinas distintas, cujas identificações foram omitidas, sendo estas denominadas neste trabalho com “X”, “Y” e “Z”.

Tabela 1. Preços por m³ cobrado para a destinação do resíduo Classe A pelas usinas de RCD prospectadas

Resíduo	FORNECEDORES			CÁLCULOS		
	X	Y	Z	Média	Desvio Padrão	Cv
	R\$/m ³	R\$/m ³	R\$/m ³	R\$/m ³	R\$/m ³	%
Classe A Limpo	7,00	9,00	10,00	8,67	1,25	14,39
Classe A (10% contaminação)	7,00	9,00	*	8,00	1,41	17,68

Fonte: Os Autores

Conforme observado na Tabela 1, as usinas de reciclagem cobram uma taxa para o recebimento e a correta destinação do resíduo Classe A, que vem a ser a matéria prima para a geração do agregado reciclado. Estes valores não variaram significativamente entre as usinas. Na Tabela 2 são apresentados os preços de venda dos agregados reciclados informados por três usinas distintas, cujas identificações foram omitidas, sendo estas também denominadas neste trabalho com “X”, “Y” e “Z”.

Tabela 2. Preços por m³ dos agregados reciclados cobrados pelas usinas de reciclagem prospectadas

TIPO DE AGREGADO	FORNECEDORES			CÁLCULOS		
	X	Y	Z	Média	Desvio Padrão	Cv
	R\$/m ³	R\$/m ³	R\$/m ³	R\$/m ³	R\$/m ³	%
Areia Reciclada	22,00	27,00	39,00	29,33	8,74	29,78
Brita 0 (#9,5mm)	22,00	27,00	39,00	29,33	8,74	29,78
Brita 1 (# 19,5mm)	22,00	27,00	38,00	29,00	8,19	28,23
Brita 2 (#25mm)	22,00	27,00	38,00	29,00	8,19	28,23
Bica Corrida	14,00	18,00	38,00	23,33	12,86	55,11
Rachão	22,00	27,00	38,00	29,00	8,19	28,23

Fonte: Os Autores

Nota-se pela Tabela 2 que o preço de venda médio variou entre R\$23,30/m³ (bica corrida) e R\$29,3/m³ (Areia reciclada e brita 0). Dentre todos os agregados investigados, a bica corrida foi aquele que apresentou a maior variação de preço de venda. Na Tabela 3 são apresentados os preços de venda dos agregados naturais levantados em três pedreiras distintas, nas quais tiveram suas identificações também omitidas, sendo estas denominadas nesta pesquisa como “A”, “B” e “C”.

Tabela 3. Preços por m³ dos agregados naturais cobrados pelas pedreiras prospectadas

TIPO DE AGREGADO NATURAL	FORNECEDORES			CÁLCULOS		
	A	B	C	Média	Desvio Padrão	Cv
	R\$/m ³	R\$/m ³	R\$/m ³	R\$/m ³	R\$/m ³	%
Areia artificial/pó de pedra	38,90	51,00	39,00	42,97	6,96	16,19
Brita 0 (#9,5mm)	38,90	51,80	39,00	43,23	7,42	17,16
Brita 1 (# 19,5mm)	38,90	51,80	38,00	42,90	7,72	18,00
Brita 2 (#25mm)	38,90	51,80	38,00	42,90	7,72	18,00
Bica Corrida	37,90	57,80	38,00	44,57	11,46	25,72
Rachão	37,90	55,50	38,00	43,80	10,13	23,13

Fonte: Os Autores

De acordo com a Tabela 3 percebe-se que o preço médio de venda dos agregados naturais variou entre R\$44,57/m³ (bica corrida) e R\$42,90/m³ (brita#1 e brita#2). Observa-se que, em comparação com os valores médios apresentados na Tabela 2, os custos médios dos agregados naturais apresentaram menores percentuais de variação entre fornecedores prospectados.

Tabela 4. Preços por m³ da areia de rio cobrado pelas jazidas prospectadas

TIPO DE AGREGADO	FORNECEDORES			CÁLCULOS		
	D	E	F	Média	Desvio Padrão	Cv
	R\$/m ³	R\$/m ³	R\$/m ³	R\$/m ³	R\$/m ³	%
Areia de rio	70,00	65,00	70,00	68,33	2,89	4,22

Fonte: Os Autores

Na Tabela 4 são apresentados os preços de venda de areia extraída de rio, obtidos em três jazidas distintas, denominadas neste trabalho como “D”, “E” e “F”. Nesta Tabela, pode-se observar que os preços de venda variaram entre R\$65,00/m³ e R\$70,00/m³. Na Figura 1 são apresentados comparativos entre os preços médios/m³ levantados para os agregados reciclados e naturais com base nas informações colhidas das empresas prospectadas.

Preços Médios dos Agregados

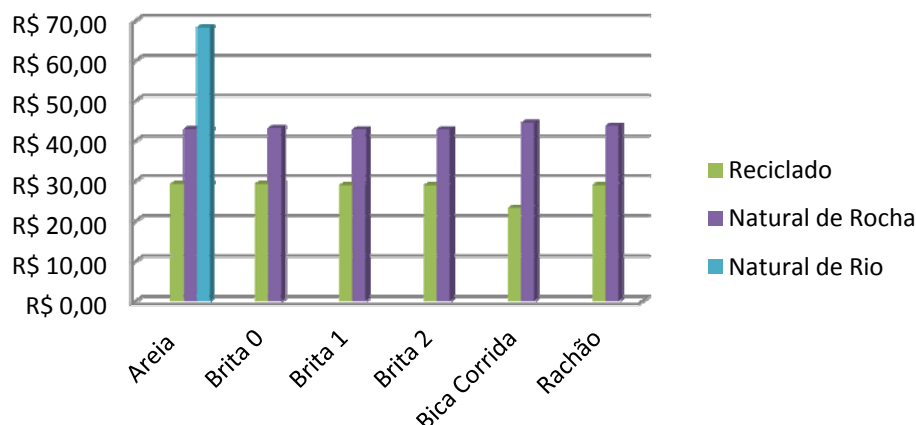


Figura 1. Comparação entre preços médios/m³ obtidos para agregados reciclados, natural de rocha e natural de rio

Fonte: Os Autores

Observando-se a Figura 1 pode-se notar que o agregado reciclado em todas as comparações efetuadas demonstrou menor preço de venda por m³. Os valores médios, considerando-se a brita natural, variaram entre R\$42,90/m³ e R\$43,80/m³, ao se considerar a brita reciclada, esta apresentou preços médios entre R\$29,00/m³ e R\$29,33/m³. Em relação às areias, nota-se que a natural, proveniente da extração de rio, apresentou maior preço/m³, em média, aproximadamente 2,3 vezes superior ao preço do agregado reciclado e 60% superior a areia artificial (pó de pedra). Com base nestes dados, tanto dos agregados naturais, quanto dos agregados reciclados, é possível observar consideráveis diferenças entre os dois grupos, sendo os agregados reciclados em média 47% mais econômicos quando comparados com os agregados provenientes de britagem, e no caso da areia natural de rio, esta tem custo 130% superior a areia reciclada.

Conforme as Normas Brasileiras ABNT: NBR 15.115/2004, e ABNT: NBR 15.116/2004 que regulamentam o uso dos agregados reciclados na construção civil é permitido utilizar tais materiais para a substituição do agregado natural pelo reciclado na produção de blocos de fechamento, concreto para lastro, concreto compactado com rolo (CCR), guias e sarjetas; ou na execução de obras, tais como aterros, berços para tubulações, drenos e reforços de subleito dentre outros.

Pode-se citar o estudo de um concreto sem função estrutural que contempla em sua composição entre 5% e 10% de cimento, entre 5% e 9% de água e em torno de 80 a 90% de agregados. Esse tipo de concreto pode ser utilizado em diversas aplicações na indústria da construção civil. Com base nestas informações constata-se que a parcela de agregados constituinte de 1 metro cúbico do concreto sem função estrutural é superior a 80%, o que por si só já justifica economicamente a utilização de agregados reciclados.

Como exemplo, pode-se considerar uma obra de pavimentação, onde o concreto sem função estrutural que é utilizado para a confecção da sub-base (base anterior a que recebe a camada final de rodagem), normalmente tem uma camada de 20cm, e esse concreto, quando produzido com agregados naturais, apresenta um custo histórico em torno de R\$ 109,00, enquanto que, este mesmo concreto produzido com agregados reciclados, com base em todos os custos levantados, de acordo com a Figura 1 de preços médios, é de R\$ 90,00/m³, gerando uma economia de R\$ 19,00/m³, que em um pavimento de 9m de largura acarretando uma redução de custo de R\$ 34.200,00/km pavimentado.

5. CONCLUSÕES

Com base nas considerações apresentadas neste trabalho, podem-se destacar as seguintes conclusões:

- a) Os resíduos gerados pelo setor da construção civil tem uma parcela percentual significativamente relevante na massa de resíduos sólidos urbanos gerados em diversos municípios brasileiros. Este fato pode ser atribuído à grande expansão que este setor da economia vem apresentando, à crescente necessidade de matéria prima, o grande desperdício durante a execução das obras e à falta de políticas públicas e objetivas que considerem esta situação como um problema a ser solucionado.
- b) A reutilização de resíduos gerados pela construção civil consiste em um importante aspecto de sustentabilidade, considerando os aspectos econômicos, ambientais e sociais envolvidos, possibilitando agregar valor comercial ao resíduo e reduzindo os impactos resultantes da disposição do mesmo. A transformação dos resíduos em novos materiais de construção permite também a utilização racional dos insumos de construção, permitindo maior eficiência de utilização e redução da necessidade de matérias primas convencionais.
- c) Os benefícios são conseguidos não só pela diminuição da deposição de resíduos em locais inadequados, como também pela redução de extração de matéria-prima em jazidas, o que nem sempre é adequadamente fiscalizado.
- d) Os agregados reciclados apresentaram-se mais baratos quando comparados com os agregados naturais convencionais. Ressalta-se que a utilização destes é permitida e padronizada por Normas Técnicas Brasileiras.
- e) Diante deste panorama, considera-se que a utilização do agregado reciclado em substituição ao natural em uma obra de construção levaria a uma economia considerável.
- f) Vale salientar que a utilização de concretos com agregados reciclados é técnica e economicamente viável, além de trazer uma significativa contribuição ambiental, auxiliando na redução do consumo de matérias primas naturais e reutilizando resíduos gerados por construções e demolições.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, São Paulo, Brasil, 116p, 2012.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004: Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

_____: *NBR 15112*: Diretrizes para projeto, implantação e operação de áreas de triagem e transbordo. Rio de Janeiro, 2004.

_____: *NBR 15113*: Diretrizes para projeto, implantação e operação de aterros. Rio de Janeiro, 2004.

_____: *NBR 15114*: Diretrizes para projeto, implantação e operação de áreas de reciclagem. Rio de Janeiro, 2004.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – 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 União, Brasília, DF, 17 de julho de 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/-index.cfm>>.

- FAGURY, S.C.; GRANDE, F.M. Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD)- aspectos gerais da gestão pública de São Carlos (SP). *Revista Exacta*. São Paulo. V.5, n1, p.35-45. 2007.
- FERRAZ, A. L., & SEGANTINI, A. A. Engenharia Sustentável: Aproveitamento de resíduos de. Anais do 5th Encontro de Energia no Meio Rural. Campinas. 2004.
- JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. Reciclagem de resíduos da construção civil. In: *Seminário-Reciclagem de resíduos sólidos*. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. São Paulo, 2000. 13p.
- MANFRINATO, J.W.S., ESGUÍCERO, F.J., MARTINS, B.L. Implementação de usina para reciclagem de resíduos da construção civil como ação para o desenvolvimento sustentável- estudo de caso. In: XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais...**Rio de Janeiro, 12p. 2008.
- MORAIS, G. M. D. *Diagnóstico da deposição clandestina de resíduos de construção e demolição em bairros periféricos de Uberlândia: Subsídios para uma gestão sustentável*. 2006. 220p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Civil. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, MG.
- SEGANTINI, A, A, S; WADA, P, H. Estudo de dosagem de tijolos de solo-cimento com adição de resíduos de construção e demolição. *Acta Scientiarum Technology*, v.33, n.2, p.179-183, 2011.
- SILVA, V, A; FERNANDES, A, L. Cenário do gerenciamento dos resíduos da construção e demolição (RCD) em Uberaba-MG. *Revista Sociedade & Natureza*, v.24, n.2, p. 333-344, 2012.
- SHNEIDER, D.M. (2003). Deposições irregulares de resíduos da construção civil na cidade de São Paulo. 2003. 131p Dissertação (mestrado). Universidade de São Paulo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- ULSEN, C.; KAHN, H.; ÂNGULO, S, C; JOHN, V, M. Chemical composition of mixed construction and demolition recycled aggregates from the State of São Paulo. *Revista de Escola de Minas*, v.63, n.2, p.339-346, 2010.