

## **Reaproveitamento do Entulho da Construção Civil**

Jerônimo Pierezan (1); Rogério Antochaves (2)(coordenador)

*(1) Jerônimo Pierezan, Universidade Federal do Pampa/UNIPAMPA*

*(2) Rogério Antochaves, Universidade Federal do Pampa/UNIPAMPA  
jeronimopierrezan@hotmail.com*

### **Resumo**

Buscam-se tecnologias que aumentem a eficiência do uso de energia, reduzindo o consumo de recursos naturais e gerem menos resíduos e poluição. Por ser uma questão social devem-se propor soluções que possam ser executadas com rapidez, mas que assegurem a qualidade, a quantidade e o custo de construção e de manutenção. Através da reciclagem de resíduos de construções, demolições e reformas, apresentam-se também soluções desenvolvidas e disponíveis no Brasil. Porém, vale lembrar, que mesmo que se melhore a qualidade do processo, sempre haverá perda e, portanto, resíduo.

Apesar de causar tantos problemas, o entulho deve ser visto como fonte de materiais de grande utilidade para a construção civil. Seu uso, além de material para pavimentação, serve também para substituir materiais normalmente extraídos de jazidas ou pode se transformar em matéria-prima para componentes de construção, de qualidade comparável aos materiais tradicionais. Do ponto de vista social, a tecnologia de reciclagem é apontada como uma das alternativas para a geração de emprego e renda.

A reciclagem de entulho pode ser realizada com instalações e equipamentos de baixo custo, apesar de existirem opções mais sofisticadas tecnologicamente. Contudo, é necessário estimular a reciclagem, facilitando o acesso a locais de deposição regular estabelecidos pela prefeitura. A partir de uma coleta eficaz é possível introduzir práticas de reciclagem para o reaproveitamento do entulho.

O aproveitamento de resíduos é uma das ações que devem ser incluídas nas práticas comuns de produção de edificações, visando a sua maior sustentabilidade. São citadas algumas possibilidades de reciclagem para este resíduo e as vantagens específicas de cada uma.

*Palavra-Chave: resíduos, reciclagem, sustentabilidade.*

## **1 Introdução**

É urgente a identificação das características técnicas que propiciem a execução de um edifício ecologicamente correto tais como: condicionamento de ar, posicionamento de fachada em relação ao nascente/poente do sol, destinação de resíduos sólidos, reuso de água dentre outros. Também, uma profunda reflexão das principais causas de um estudo preliminar inadequado ou apressado da fase inicial do projeto, tais como: análise incoerente quanto ao correto uso da edificação, preocupação somente com questões financeiras construtivas sem projeção de custos de manutenção desta edificação.

O desenvolvimento sustentável tem como objetivo atender às necessidades do presente, sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades. Para isto, três grandes desafios devem-se sustentar: garantir a disponibilidade de recursos naturais através dos produtos renováveis, respeitando sua velocidade de renovação, e dos não renováveis, utilizando-os de forma a garantir que tecnologias alternativas sejam desenvolvidas a tempo de substituí-los quando começarem a ficar escassos; não ultrapassar os limites da biosfera para assimilar resíduos e poluição; reduzir a pobreza no mundo. Através destes três itens o referido artigo busca tecnologias que aumentem a eficiência do uso de energia, reduzindo o consumo de recursos naturais e gerem menos resíduos e poluição.

A autoria do trabalho, consciente do problema e a fim de apresentá-lo em uma disciplina da Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, decidiu abordar o presente tema para desenvolver um documento sobre reutilização do entulho gerado por construções, demolições ou reformas. Por ser uma questão social, o problema deve ser tratado além das questões técnicas e econômicas, abrangendo requisitos de desempenho do ambiente construído e de rapidez, certamente sem deixar de lado a economicidade, no sentido de propor soluções que possam ser executadas com rapidez, mas que assegurem a qualidade, a quantidade e o custo de construção e de manutenção. O presente artigo traz uma síntese dessa abordagem, apresentando também soluções desenvolvidas e disponíveis no Brasil.

O aproveitamento de resíduos é uma das ações que devem ser incluídas nas práticas comuns de produção de edificações, visando a sua maior sustentabilidade, proporcionando economia de recursos naturais e minimização do impacto no meio-ambiente. O potencial do reaproveitamento e reciclagem de resíduos da construção é enorme, e a exigência da incorporação destes resíduos em determinados produtos pode vir a ser extremamente benéfica, já que proporciona economia de matéria-prima e energia.

## **2 Problema mundial**

Em relação à quantidade de materiais, (SOUZA, et al. (2006)) estima que em um metro quadrado de construção de um edifício são gastos em torno de uma tonelada de materiais, demandando grandes quantidades de cimento, areia, brita, etc. Ainda, são gerados resíduos devido às perdas ou aos desperdícios neste processo, mesmo que se melhore a qualidade do processo, sempre haverá perda e, portanto, resíduo.

O resíduo sólido de construção e demolição é responsável por um grande impacto ambiental, e é frequentemente disposto de maneira clandestina, em terrenos baldios e outras áreas públicas, ou em bota fora e aterros, tendo sua potencialidade desperdiçada.

Estima-se 70 milhões de toneladas de resíduos que são despejados anualmente em aterros ilegais, nas margens de rios, córregos, estradas ou em terrenos baldios.

O custo do desperdício pesa no bolso da população, não só pelo aumento dos gastos do empreendimento como também os encargos pela remoção e tratamento do entulho. Agora, o custo social é praticamente impossível de ser colocado na calculadora, uma vez que o acúmulo de resíduos provoca degradação ambiental e prejudica a qualidade de vida da população. Em lugares que são atingidos pelo entulho, é comum ocorrer enchentes, poluição visual e proliferação de doenças.

Os índices de perda de matérias-primas na construção civil são bastante elevados. Muitos autores divergem sobre as quantidades, mas o certo é que são quantidades elevadas. Este fato tem duas consequências imediatas e inevitáveis: o setor repassa sua ineficiência para os preços dos imóveis, que os proprietários irão pagar. O setor produz um impacto ambiental desnecessário ao utilizar matérias-primas naturais em quantidade superior ao necessário, registrando uma contabilidade sócio ambiental negativa.

As obras de reforma, pela falta de uma cultura de reutilização e reciclagem, geram muitos entulhos. Em todas as cidades a geração de entulho se equivale à quantidade de geração de resíduos sólidos urbanos domésticos. E quando as cidades são submetidas a grandes intervenções urbanas, como novas avenidas, túneis ou obras de saneamento, geralmente a proporção de geração de entulhos fica muito maior.

### **3 Geração de empregos**

Muito se tem ouvido falar em sustentabilidade nos dias atuais, e embora a maior parte das abordagens, até agora, tenha privilegiado o impacto no meio-ambiente (biodiversidade, nível de tolerância da natureza e dos recursos), esta começa a mudar (ou a ser ampliada), especialmente nos países não desenvolvidos, entre eles o Brasil, devido à necessidade de priorização também de aspectos econômicos, sociais e culturais.

Do ponto de vista social, a tecnologia de reciclagem é apontada como uma das alternativas para a geração de emprego e renda. O resultado é que além da economia de matéria-prima e energia na produção de novos agregados, o uso e a reciclagem de resíduos da construção e demolição proporcionam novas oportunidades de emprego para uma parcela da população que frequentemente é excluída, que passa a se organizar em grupos e efetivamente a gerar renda, tanto na coleta (catadores) quanto em cooperativas de reciclagem (na produção de novos materiais e componentes). É inegável, portanto, o benefício trazido para a indústria, sucateiros e catadores em geral.

### **4 Caracterização do material**

O resíduo de construção e demolição ou simplesmente entulho, possui características bastante peculiares. Por ser produzido num setor onde há uma gama muito grande de diferentes técnicas e metodologias de produção e cujo controle da qualidade do processo produtivo é recente, características como composição e quantidade produzida dependem diretamente do estágio de desenvolvimento da indústria de construção local (qualidade da mão de obra, técnicas construtivas empregadas, adoção de programas de qualidade, etc.). Dessa forma, a caracterização média deste resíduo está condicionada a parâmetros específicos da região geradora do resíduo analisado.

## 4.1 Composição Química

O entulho é, talvez, o mais heterogêneo dentre os resíduos industriais. Ele é constituído de restos de praticamente todos os materiais de construção (argamassa, areia, cerâmicas, concretos, madeira, metais, papéis, plásticos, pedras, tijolos, tintas, etc.) e sua composição química está vinculada à composição de cada um de seus constituintes. No entanto, a maior fração de sua massa é formada por material não mineral (madeira, papel, plásticos, metais e matéria orgânica).

## 4.2 Apresentação do Material

O entulho se apresenta na forma sólida, com características físicas variáveis, que dependem do seu processo gerador, podendo apresentar-se tanto em dimensões e geometrias já conhecidas dos materiais de construção (como a da areia e a da brita), como em formatos e dimensões irregulares: pedaços de madeira, argamassas, concretos, plástico, metais, etc.

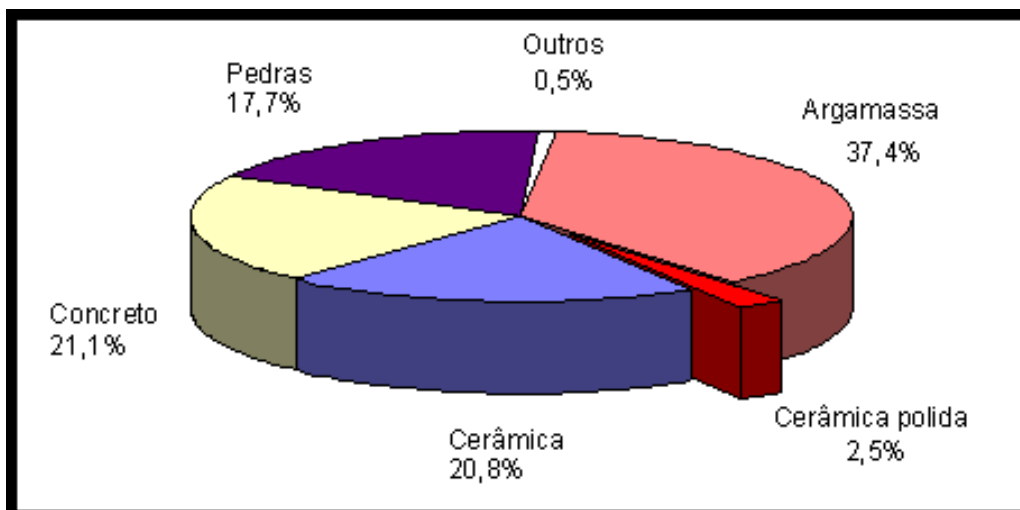


Figura 1 – Porcentagem média dos constituintes do entulho (PINTO et al)

## 5 Reciclagem

Apesar de causar tantos problemas, o entulho deve ser visto como fonte de materiais de grande utilidade para a construção civil. Seu uso mais tradicional - em aterros - nem sempre é o mais racional, pois ele serve também para substituir materiais normalmente extraídos de jazidas ou pode se transformar em matéria-prima para componentes de construção, de qualidade comparável aos materiais tradicionais.

É possível produzir agregados, areia e brita, para uso em pavimentação, contenção de encostas, canalização de córregos e uso em argamassas e concreto. Da mesma maneira, podem-se fabricar componentes de construção, como blocos, tubos para drenagem,

placas, entre outros. Para todas estas aplicações, é possível obter similaridade de desempenho em relação a produtos convencionais, com custos muito competitivos. De qualquer forma, a compatibilidade entre as aplicações e os materiais e componentes produzidos deve ser levada em conta. A produção de componentes deve considerar a necessidade de cuidados especiais para que a composição do entulho não prejudique o produto final. Além disso, o controle da composição e do processamento do material é indispensável.

A reciclagem de entulho pode ser realizada com instalações e equipamentos de baixo custo, apesar de existirem opções mais sofisticadas tecnologicamente. Havendo condições, pode ser realizado na própria obra que gera o resíduo, eliminando os custos de transporte.

É possível contar com diversas opções tecnológicas, mas todas elas exigem áreas e equipamentos destinados à seleção, trituração e classificação de materiais. As opções mais sofisticadas permitem produzir a um custo mais baixo, empregando menos mão-de-obra e com qualidade superior. Exigem, no entanto, mais investimentos e uma escala maior de produção. Por estas características, adequam-se, normalmente, a cidades de maior porte.

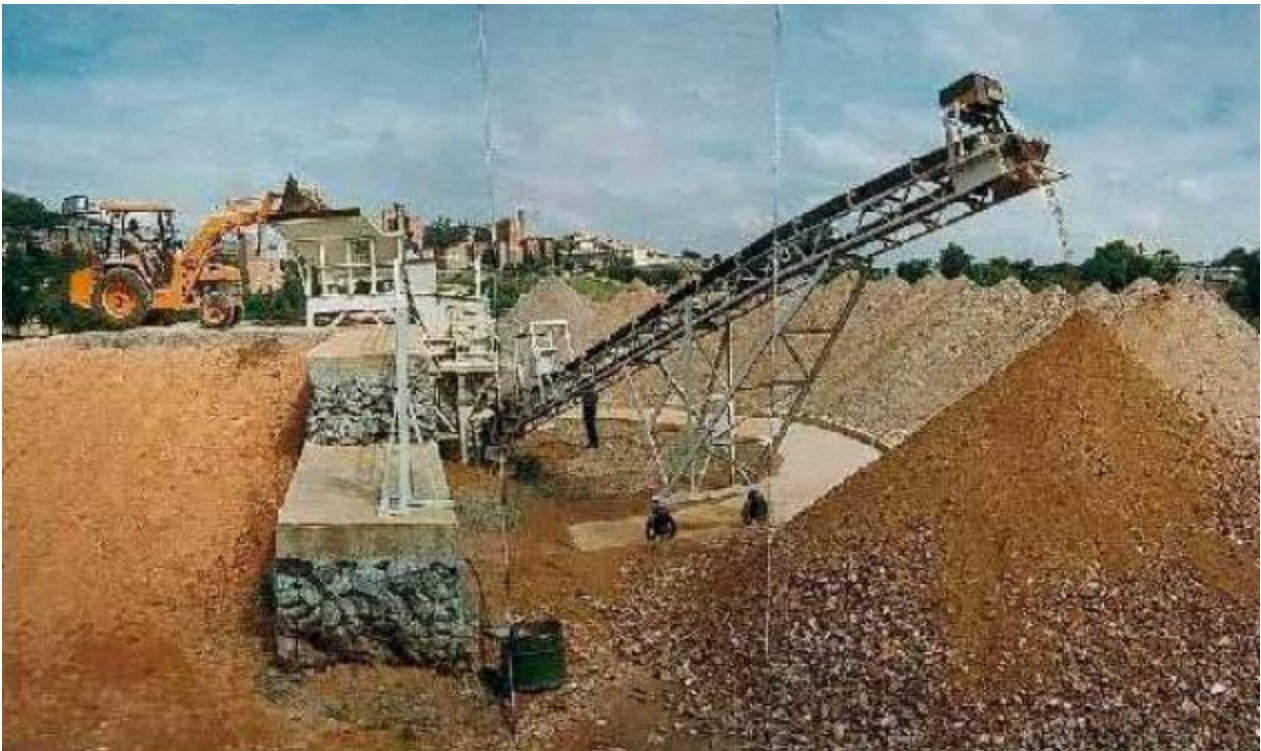


Figura 2 – Estação de reciclagem de entulho “Estoril” em Belo Horizonte (PMBH, 1998)

## 5.1 Coleta

Para resolver o problema do entulho é preciso organizar um sistema de coleta eficiente, minimizando o problema da deposição clandestina. É necessário estimular, facilitando o

acesso a locais de deposição regular estabelecidos pela prefeitura. A partir de uma coleta eficaz é possível introduzir práticas de reciclagem para o reaproveitamento do entulho. A concentração dos resíduos torna mais barata a sua reciclagem, reduzindo os gastos com transporte, que, em geral, é a variável mais importante num processo de reciclagem. Há, portanto, uma equação a ser resolvida, envolvendo custos e quantidade de locais para deposição regular. Estabelecer dias de coleta por bairro, onde a população pode deixar o entulho nas calçadas para ser recolhido por caminhões da prefeitura é uma prática já adotada em alguns municípios. Entretanto, só é eficaz se for possível manter a regularidade do atendimento, sem perder a confiança da população. A divulgação dos locais e dias de recolhimento e o estabelecimento de medidas rigorosas de fiscalização não podem ser dispensados. Porém, este sistema de coleta, apesar de muito prático para os produtores do entulho, implica altos custos para a prefeitura.

## 6 Estatísticas

Estimativas da quantidade do entulho produzido no país e no exterior são apresentadas abaixo.

Tabela 1 – Estimativa de entulho produzido (PINTO et al).

LOCAL GERADOR	
Local	Geração Estimada (t/ano)
São Paulo	372.000
Rio de Janeiro	27.000
Brasília	85.000
Belo Horizonte	102.000
Porto Alegre	58.000
Salvador	44.000
Recife	18.000
Curitiba	74.000
Fortaleza	50.000
Florianópolis	33.000
Europa	16.000 a 25.000
Reino Unido	6.000
Japão	7.000

## **7 Resultados**

### **7.1 Ambientais**

Os principais resultados produzidos pela reciclagem do entulho são benefícios ambientais. A equação da qualidade de vida e da utilização não predatória dos recursos naturais é mais importante que a equação econômica. Os benefícios são conseguidos não só por se diminuir a deposição em locais inadequados como também por minimizar a necessidade de extração de matéria-prima em jazidas, o que nem sempre é adequadamente fiscalizado. Reduz-se, ainda, a necessidade de destinação de áreas públicas para a deposição dos resíduos.

### **7.2 Econômicos**

As experiências indicam que é vantajoso também economicamente substituir a deposição irregular do entulho pela sua reciclagem. O custo para a administração municipal é alto por metro cúbico clandestinamente depositado. A produção de agregados com base no entulho pode gerar economias de mais de 80% em relação aos preços dos agregados convencionais. A partir deste material é possível fabricar componentes com uma economia de até 70% em relação a similares com matéria-prima não reciclada. Esta relação pode variar, evidentemente, de acordo com a tecnologia empregada nas instalações de reciclagem, o custo dos materiais convencionais e os custos do processo de reciclagem implantado. De qualquer forma, na grande maioria dos casos, a reciclagem de entulho possibilita o barateamento das atividades de construção.

### **7.3 Sociais**

O emprego de material reciclado em programas de habitação popular traz bons resultados. Os custos de produção da infraestrutura das unidades podem ser reduzidos.

## **8 Utilização do entulho**

A seguir são citadas algumas possibilidades de reciclagem para este resíduo e as vantagens específicas de cada uma.

### **8.1 Pavimentação**

A forma mais simples de reciclagem do entulho é a sua utilização em pavimentação (base, sub-base ou revestimento primário) na forma de brita corrida ou ainda em misturas do resíduo com solo.

O entulho, que pode ser usado sozinho ou misturado ao solo, deve ser processado por equipamentos de britagem/trituração até alcançar a granulometria desejada, e pode apresentar contaminação prévia por solo – desde que em proporção não superior a 50% em peso.

A eficiência desta prática, já comprovada cientificamente, vem sendo confirmada pela utilização, na prática, por diversas administrações municipais como São Paulo e Belo Horizonte.

### 8.1.1 Vantagens

- é forma de reciclagem que exige menor utilização de tecnologia o que implica menor custo do processo;
- permite a utilização de todos os componentes minerais do entulho (tijolos, argamassas, materiais cerâmicos, areia, pedras, etc.), sem a necessidade de separação de nenhum deles;
- economia de energia no processo de moagem do entulho (em relação à sua utilização em argamassas), uma vez que, usando-o no concreto, parte do material permanece em granulometrias graúdas e
- possibilidade de utilização de uma maior parcela do entulho produzido, como o proveniente de demolições e de pequenas obras que não suportam o investimento em equipamentos de moagem/ trituração.

## 8.2 Agregado para Concreto

O entulho processado pelas usinas de reciclagem pode ser utilizado como agregado para concreto não estrutural, a partir da substituição dos agregados convencionais (areia e brita).

### 8.2.1 Vantagens

- utilização de todos os componentes minerais do entulho (tijolos, argamassas, materiais cerâmicos, areia, pedras, etc.), sem a necessidade de separação de nenhum deles;
- economia de energia no processo de moagem do entulho (em relação à sua utilização em argamassas), uma vez que, usando-o no concreto, parte do material permanece em granulometrias graúdas;
- possibilidade de utilização de uma maior parcela do entulho produzido, como o proveniente de demolições e de pequenas obras que não suportam o investimento em equipamentos de moagem/ trituração e
- possibilidade de melhorias no desempenho do concreto em relação aos agregados convencionais, quando se utiliza baixo consumo de cimento.

### 8.2.2 Desvantagens



- a presença de faces polidas em materiais cerâmicos (pisos, azulejos, etc.) interfere negativamente na resistência à compressão do concreto produzido e
- consumo de água em quantidade bastante superior devido à grande absorção do entulho.

### 8.3 Agregado para Argamassa

Após ser processado por equipamentos denominados "argamasseiras", que moem o entulho, na própria obra, em granulometrias semelhantes as da areia, ele pode ser utilizado como agregado para argamassas de assentamento e revestimento.

A partir da mistura de cimento, areia e água, a fração mineral do entulho é adicionada a uma caçamba de piso horizontal, onde dois rolos moedores girando em torno de um eixo central vertical, proporciona a moagem e homogeneização da mistura que sai do equipamento pronto para ser usada.

#### 8.3.1 Vantagens

- utilizado do resíduo no local gerador, o que elimina custos com transporte;
- efeito pozolânico apresentado pelo entulho moído;
- redução no consumo do cimento e da cal, e
- ganho na resistência a compressão das argamassas.

#### 8.3.2 Desvantagens

- as argamassas de revestimento obtidas apresentam problemas de fissuração, possivelmente pela excessiva quantidade de finos presentes no entulho moído pelas argamasseiras.

### 8.4 Outros Usos

- Preenchimento de vazios em construções;
- Preenchimento de valas de instalações;
- Reforço de aterros (taludes) e
- Entre outros.

## 9 Considerações finais

O aproveitamento de resíduos é uma das ações que devem ser incluídas nas práticas comuns de produção de edificações, visando a sua maior sustentabilidade, proporcionando economia de recursos naturais e minimização do impacto no meio-ambiente. O potencial do reaproveitamento e reciclagem de resíduos da construção é

enorme, e a exigência da incorporação destes resíduos em determinados produtos pode vir a ser extremamente benéfica, já que proporciona economia de matéria-prima e energia.

Observa-se que a quantidade destes resíduos é elevada, requerendo um manejo ambientalmente adequado, com alternativas para a sua redução, reutilização e reciclagem. Isto pode ser viabilizado pela criação de um sistema eficiente de gestão municipal, incluindo a coleta seletiva em canteiros de obra e a oficialização de áreas adequadas para a disposição e reciclagem dos resíduos.

O conceito de desenvolvimento sustentável está criando profundas raízes na sociedade e, certamente, deverá atingir as atividades do macro complexo da construção civil, da extração de matérias primas, produção de materiais de construção, chegando ao canteiro e as etapas de operação/manutenção e demolição. Os engenheiros civis deverão ser preparados para o desenvolvimento destas atividades.

O processo de implantação de programas de qualidade pelo qual passa a indústria da construção, certamente contribuirá para a redução do volume de resíduos gerados por esse setor. No entanto, a quantidade de entulho produzida não diminuirá de uma hora para outra.

Além disso, por mais eficaz que sejam as mudanças introduzidas nos processos construtivos, com o objetivo de reduzir os custos e a quantidade de resíduos gerados, sempre haverá um montante inevitavelmente produzido, que somado aos resíduos de demolição, ainda representará um volume expressivo.

Dessa forma, o estudo de soluções práticas que apontem para a reutilização do entulho na própria construção civil, contribui para amenizar o problema urbano dos depósitos clandestinos deste material, proporcionando melhorias do ponto de vista ambiental, e introduz no mercado um novo material com grande potencialidade de uso.

## **9 Referências**

CORRÊA, L. R.. **Sustentabilidade na Construção Civil**. UFMG, Minas Gerais, 2009.

JOHN, V. M.. **Desenvolvimento Sustentável, Construção civil, Reciclagem e Trabalho Multidisciplinar**. USP, São Paulo, 1999.

MOTTA, L. M. G. ; FERNANDES, C. **Utilização de Resíduo Sólido da Construção Civil em Pavimentação Urbana**. 12ª Reunião de Pavimentação Urbana, ABPv, Aracaju, Sergipe. 2003.

PINTO et al, T. P.. **Perda de Materiais em Processos Construtivos Tradicionais**. São Carlos: Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos, 1999.

SOUZA et al, F. R. **Estudo da eco-eficiência de argamassas e concretos reciclados com resíduos de estações de tratamento de água e de construções e demolições**. Programa de Pós-Graduação em Construção Civil. Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. São Carlos, SP. Dissertação (Mestrado). 2006.

SPOSTO, R. M.. **Os Resíduos na Construção: Problema ou Solução?** - Revista Espaço acadêmico nº 61, Junho/2006.

VAZ, J. C.. **O Entulho, com a Reciclagem, Passa de Vilão a Aliado da Administração Municipal**

ZORDAN, S. E.. **Entulho da Indústria da Construção Civil**. USP, São Paulo, 1999.

ZORDAN et al, S. E.. **A Utilização do Entulho como Agregado na Confecção do Concreto**. Campinas: Departamento de Saneamento e Meio Ambiente da Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. Dissertação (Mestrado), 1997.