

# MÉTODOS DE DEPOSIÇÃO FINAL E RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD)

**JUNQUEIRA, Tiago Guilherme dos Santos<sup>1</sup>**

Faculdades Integradas Maria Imaculada  
[tiago.junqueira@hotmail.com](mailto:tiago.junqueira@hotmail.com)

**VECCHI, Daniel<sup>2</sup>**

Faculdades Integradas Maria Imaculada  
[daniel-vecchi@hotmail.com](mailto:daniel-vecchi@hotmail.com)

**MORELATO JR., Romildo<sup>3</sup>**

Faculdades Integradas Maria Imaculada  
[romildo@mariaimaculada.br](mailto:romildo@mariaimaculada.br)

## RESUMO

O crescimento da infraestrutura dos setores público e privado impacta diretamente o setor da construção civil. Este setor é o principal consumidor de recursos não renováveis e com grande geração de resíduos e desperdícios de materiais. Estes resíduos são denominados de Resíduos de Construção e Demolição (RCD). A Resolução CONAMA 307/02 foi criada especificamente para a sua gestão. Os RCD são caracterizados pela Resolução provenientes de construções, reparos, reformas, contendo tijolos, concreto, blocos em geral, cerâmicas, solo, etc., podendo conter diferentes composições, dependendo de uma região. Solo, concreto, argamassa, cerâmicas, materiais orgânicos compõem esses resíduos. Sua destinação e deposição final são feitas conforme a classificação do CONAMA 307/02 como A, B, C e D. A NBR ainda classifica os resíduos como perigosos e não perigosos. Os RCD devem ser destinados ao local apropriado para sua deposição final, como exemplo: bacias de captação de resíduos ou aterros sanitários de construção civil classe A. Uma forma de resolver parte do problema com a geração dos RCD é a reciclagem que pode ser feita em usinas de reciclagem, das quais possuem equipamentos que moem e trituram os resíduos, transformando-os em agregados de diferentes tamanhos que poderão ser reutilizados. O trabalho relata a geração, a classificação e reciclagem dos RCD em uma usina de reciclagem denominada Paulo Locação de Caçamba e Usina de Reciclagem de Entulho, localizada no município de Mogi Mirim, onde faz a coleta, reciclagem e comércio de agregados da construção civil com o uso equipamentos de moagem e trituração dos RCD.

---

<sup>1</sup> Engenheiro Civil pelas FIMI

<sup>2</sup> Engenheiro Civil pelas FIMI

<sup>3</sup> Diretor do Centro de Mogi Guaçu das FIMI

## 1 INTRODUÇÃO

A expansão da infraestrutura, tanto do setor público quanto do privado, tem impactado de forma direta as atividades do setor da construção civil e também de outros setores como: cimento, aço, tintas e produtos químicos, vidro, madeira e equipamentos de terraplenagem e máquinas. Nesse sentido, o setor de construção civil pode ser considerado estratégico para o crescimento de uma determinada economia, com fortes encadeamentos produtivos (BON, 1988, 1992; BON; PIETROFORTE, 1990; PARK, 1989 apud PEROBELLI, 2016). Tais encadeamentos ocorrem, principalmente, com os setores de fabricação e uso de materiais, energia, finanças e equipamentos (HILLEBRANDT, 1985 apud PEROBELLI, 2016).

Ocupando 13,5% de toda a força de trabalho do país, a cadeia da construção movimentou, nos três primeiros meses do ano de 2015, R\$ 253,6 bilhões, segundo o levantamento do Departamento da Indústria da Construção Civil (DECONCIC) apud FIESP (2015).

Segundo John (2001) a cadeia produtiva da construção civil, também denominada *construbusiness*<sup>4</sup>, apresenta importantes impactos ambientais em todas as etapas do seu processo: extração de matérias primas, produção de materiais, construção, uso e demolição.

Ângulo; Zordan; John (2001) citam que no modelo atual de produção, os resíduos sempre são gerados, seja para bens de consumo duráveis (edifícios, pontes e estradas) ou não duráveis (embalagens descartáveis). Neste processo, a produção quase sempre utiliza matérias-primas não renováveis de origem natural. A indústria da construção civil chega a consumir até 75% de recursos naturais na produção de seus insumos.

Azevedo; Kiperstok; Moraes (2006) relatam que praticamente todas as atividades desenvolvidas na construção civil são geradoras de resíduos, comumente chamado entulho ou resíduo de construção e demolição (RCD), ou, ainda, como atualmente tem sido denominado, resíduo da construção civil (RCC). Segundo Pinto (2003) apud Azevedo; Kiperstok; Moraes (2006) é aceitável a afirmação de que a perda varia entre 20 e 30% da massa total de materiais para a construção empresarial (construção residencial em edifícios), a depender do nível tecnológico do construtor.

---

<sup>4</sup>Engloba bens de capital, materiais de construção, mobiliário e serviços (JOHN 2001)

Segundo a Resolução Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) número 307, de 05 de julho de 2002, são definidos em seu Artigo 2º como resíduos da construção civil:

I - Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e 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, caliça ou metralha;

A composição dos resíduos de construção e demolição é diferente em cada país, em função da diversidade de tecnologias construtivas utilizadas. A madeira é muito presente na construção americana e japonesa, tendo presença menos significativa na construção europeia e na brasileira; o gesso é fartamente encontrado na construção americana e europeia e só recentemente vem sendo utilizado de forma mais significativa nos maiores centros urbanos brasileiros. O mesmo acontece com as obras de infraestrutura viária, havendo preponderância do uso de pavimentos rígidos em concreto nas regiões de clima frio. O autor salienta ainda, que no Brasil ocorre predominância de resíduos de construção em relação aos gerados em demolições. Isto ocorre em razão do desenvolvimento recente das áreas urbanas (Pinto, 1999 apud Silva; Souza; Silva, 2010, p. 5).

Segundo John; Agopyan (2000) os resíduos de construção são constituídos de uma ampla variedade de produtos, que podem ser classificados em:

- Solos;
- Materiais “cerâmicos”: rochas naturais; concreto; argamassas a base de cimento e cal; resíduos de cerâmica vermelha, como tijolos e telhas; cerâmica branca, especialmente a de revestimento; cimento-amianto; gesso – pasta e placa; vidro;
- Materiais metálicos: como aço para concreto armado, latão, chapas de aço galvanizado, etc.;
- Materiais orgânicos: como madeira natural ou industrializada; plásticos diversos; materiais betuminosos; tintas e adesivos; papel de embalagem; restos de vegetais e outros produtos de limpeza de terrenos.

John; Agopyan (2000) ainda relatam que a proporção entre estas fases (fase de construção (canteiro), fase de manutenção e reformas, demolição de edifícios) é muito variável e depende da origem. Resíduos produzidos por manutenção de obras de pavimentação, naturalmente, vão apresentar composição compatível com os materiais empregados, revelando especialmente asfaltos.

A tabela 1 demonstra exemplos da composição e porcentagem típica dos resíduos recebidos no aterro de Itatinga em São Paulo (SILVA; SOUZA; SILVA, 2010). Estes entulhos são originados predominantemente de atividades de construção de edifícios:

**Tabela 1 - Composição média dos resíduos depositados no aterro de Itatinga, São Paulo.**

Resíduo	Porcentagem (%)
Argamassa	25
Concreto	08
Cerâmica	30
Orgânicos	01
Solos	32
Outros	04

Fonte: Modificado de BRITO FILHO, 1999 apud SILVA; SOUZA; SILVA, 2010.

Nota: Dados trabalhados pelo autor

Além da composição dos RCD, de acordo com Resolução CONAMA nº 307/02 cita em sua Art. 3º que os RCD são classificados da seguinte forma:

- Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:
  - a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
  - b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
  - c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
- Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias 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 - são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros 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 (CONAMA, 2002).

Embora o gesso tenha sido reclassificado como resíduo classe B, este ainda necessita ser depositado em recipiente próprio, não sendo permitido a sua mistura com os demais resíduos classe B, muito menos com os das outras classes (CABRAL; MOREIRA, 2011).

A Resolução CONAMA nº 307/02 ainda cita em seus caputs 1 e 2 deste artigo que:

1º No âmbito dessa resolução consideram-se embalagens vazias de tintas imobiliárias, aquelas cujo recipiente apresenta apenas filme seco de tinta em seu revestimento interno, sem acúmulo de resíduo de tinta líquida.

2º As embalagens de tintas usadas na construção civil serão submetidas a sistema de logística reversa, conforme requisitos da Lei nº 12.305/2010, que contemple a destinação ambientalmente adequados dos resíduos de tintas presentes nas embalagens. (Redação dada pela Resolução nº 469/2015) (CONAMA, 2002).

Conforme a NBR 10.004 (2004) a classificação dos resíduos sólidos está relacionada com a atividade que lhes deu origem e com seus constituintes. Desta forma, os resíduos sólidos são classificados em:

- A) Resíduos classe I
  - Perigosos;
- B) Resíduos classe II
  - Não perigosos;
    - Resíduos classe II A – Não inertes.
    - Resíduos classe II B – Inertes.

John; Agopyan (2000) relatam que os RCD são classificados por exceção na NBR 10.004 como inertes<sup>5</sup>. Embora em sua grande maioria se submetidos á análise, os RCD típicos provavelmente seriam classificados como não inertes, especialmente devido ao seu pH e dureza da água absorvida, em alguns casos eles podem conter contaminações importantes. Estas contaminações podem tanto ser oriundas da fase de uso da construção a partir dos quais foram gerados quanto do seu manuseio posterior. Estes contaminantes podem afetar tanto a qualidade técnica do produto contendo o reciclado quanto significar riscos ambientais.

No Brasil, estima-se que, para cada tonelada de lixo urbano recolhido, são coletadas duas toneladas de entulho originado do setor de construção civil (MARQUES NETO, 2005 apud GONÇALVES, 2016).

Segundo Gonçalves (2016), por causa desse crescente aumento de RCD e os impactos causados no meio-ambiente, o CONAMA formulou a resolução nº 307, que responsabiliza os geradores de resíduos pela destinação final dos mesmos. Sua vigência começou a partir de julho de 2002, e estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da

---

<sup>5</sup> Quaisquer resíduos que quando amostrados de forma representativa, [...] e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente [...], não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor (ABNT NBR 10.004, 2004).

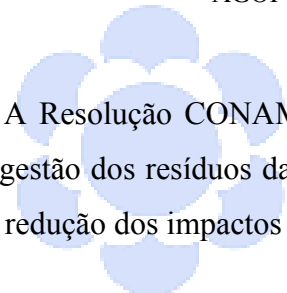
construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais.

John; Agopyan (2000) citam que o resíduo da construção é gerado em vários momentos do ciclo de vida das construções: a) fase de construção (canteiro); b) fase de manutenção e reformas; c) demolição de edifícios:

A geração do resíduo durante a fase de construção é decorrência das perdas dos processos construtivos. Parte das perdas do processo permanece incorporada nas construções, na forma componentes cujas dimensões finais são superiores àquelas projetadas. Este é o caso de argamassas de revestimento, concretos, etc.

A geração de resíduo na fase de manutenção está associada à vários fatores: (a) correção de defeitos (patologias); (b) reformas ou modernização do edifício ou de partes do mesmo, que normalmente exigem demolições parciais; (c) descarte de componentes que tenham degradado e atingido o final da vida útil e por isso necessitam ser substituídos.

A redução dos resíduos causados pela demolição de edifícios depende (a) do prolongamento da vida útil dos edifícios e seus componentes, que depende tanto de tecnologia de projeto quanto de materiais; (b) da existência de incentivos para que os proprietários realizem modernização e não demolições; (c) de tecnologia de projeto e demolição ou desmontagem que permita a reutilização dos componentes (JOHN; AGOPYAN, 2002, p..6).



A Resolução CONAMA nº 307/2002 estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil por meio da implementação de diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil.

Art. 4º Os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final.

Art. 5º É instrumento para a implementação da gestão dos resíduos da construção civil o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, a ser elaborado pelos Municípios e pelo Distrito Federal, o qual deverá incorporar:

- I - Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil; e
- II - Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (CONAMA, 2002).

Os RCD podem ser reutilizados ou reciclados, dependendo da sua composição podem ter uma destinação diferente. O Artigo 10º da Resolução CONAMA nº 307/2002 estabelece sobre as classes do RCD e sua destinação final mais adequada.

Art. 10. Os resíduos da construção civil deverão ser destinados das seguintes formas:  
I - 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;

II - 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;

III - Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

IV - Classe D: deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas (CONAMA, 2002)

Em alguns municípios os RCD são coletados gratuitamente pela Prefeitura e levado ao aterro, já em outros municípios essa coleta pode ser realizada tanto pela Prefeitura como por empresas particulares cadastradas, como é o caso de Pelotas/RS citado por Tessaro; Sá; Scremin (2012).

Segundo Tessaro; Sá; Scremin (2012) relatam em seu trabalho que a prefeitura disponibiliza gratuitamente caçambas para a população, que são deixadas por 24 h no local solicitado e, após esse prazo, são recolhidas. As solicitações de caçamba são realizadas por telefone e, no momento do pedido, é preenchida uma ficha com os dados do local da coleta. Os tijolos e as telhas em bom estado são recolhidos e encaminhados para o pátio da prefeitura, e depois são disponibilizados para a população carente, para ser utilizados em reformas e construções que necessitem de pouco material.

Tessaro; Sá; Scremin (2012) ainda citam que foram coletados pelas empresas licenciadas e pelo serviço público de coleta 98.305 m<sup>3</sup> de RCD. Assim, tem-se uma geração mensal no município de 8.192,08 m<sup>3</sup> ou 315,08 m<sup>3</sup>/dia (considerando 26 dias úteis no mês). A taxa de geração *per capita* foi de 1,23 kg/hab.dia comparado ao índice brasileiro de 0,605 kg/hab.dia em 2015 segundo a ABRELPE (2015).

O serviço de remoção dos RCD pode ser realizado por caminhões equipados com poli guindaste, por caminhões com caçambas basculantes ou com carrocerias de madeira e transportados até aterros adequados ou locais chamados como bota-fora. Para evitar que os RCD tenham uma destinação final inadequada, existem, segundo Soares (2010), "bacias de captação de resíduos" que são áreas de características relativamente homogêneas, com dimensão tal que permita o deslocamento dos pequenos coletores de seu perímetro até o respectivo ponto de entrega voluntária, inibindo, assim, o despejo irregular dos resíduos.

Soares (2010) cita que o projeto desse ponto de entrega deve seguir os ditames da NBR 15.112:2004 e incorporar os seguintes aspectos:

- Prever a colocação de uma cerca viva nos limites da área, para reforçar a imagem de qualidade ambiental do equipamento público;
- Diferenciar os espaços para a recepção dos resíduos que tenham de ser triados (resíduos da construção, resíduos volumosos, resíduos secos da coleta seletiva etc.), para que a remoção seja realizada por circuitos de coleta, com equipamentos adequados a cada tipo de resíduo;



- Aproveitar desnível existente, ou criar um platô, para que a descarga dos resíduos pesados — resíduos da construção — seja feita diretamente no interior de caçambas metálicas estacionárias;
- Garantir os espaços corretos para as manobras dos veículos que utilizarão a instalação — como pequenos veículos de geradores e coletores, além dos veículos de carga responsáveis pela remoção posterior dos resíduos acumulados;
- Preparar placa, totem ou outro dispositivo de sinalização que informe à população do entorno e a eventuais passantes sobre a finalidade dessa instalação pública, como local correto para o descarte do RCD, de resíduos volumosos, da coleta seletiva e da logística reversa.

Soares (2010) ainda cita que para locais de grandes volumes de deposição de RCD é necessária uma análise aprofundada de diversos fatores, como:

- Regulamentação do uso do solo no município;
- Localização das regiões com maior concentração de geradores de grandes quantidades de resíduos (áreas residenciais ou comerciais com população de maior renda e que estejam em processo de adensamento);
- Existência de eixos viários, para agilizar o deslocamento de veículos de carga de maior porte.

Soares (2010) ainda relata que essa análise servirá como suporte para o trabalho de articulação, com os agentes privados, da estratégia de gestão para o processamento de grandes volumes de RCD, contemplando as seguintes instalações, todas já normatizadas pela ABNT (NBR 15.112:2004, NBR 15.113:2004 e NBR 15.114:2004).:

- Áreas de triagem;
- Áreas de reciclagem de resíduos classe A;
- Aterros de resíduos classe A da construção civil.

As áreas destinadas ao processamento de grandes volumes de RCD podem ser públicas ou privadas. Pelas diretrizes da Lei Nacional de Saneamento Básico as áreas públicas só poderão operar com resíduos privados caso sejam estabelecidos preços públicos que recomponham os custos do processo. As possibilidades de concentração de operações em mesmas áreas deverão ser analisadas caso a caso, mas havendo sempre o respeito a esta diretriz da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) (SOARES, 2010).

As vantagens econômicas da reciclagem em substituição às deposições irregulares de RCD são claramente notadas nos custos de limpeza urbana para as administrações municipais devido ao alto custo do descarte irregular, correção da deposição com aterramento e controle de doenças que custam em média U\$ 10/m<sup>3</sup> de RCD, contra um custo 25% menor para a reciclagem (CARNEIRO *et al.*, 2001 apud TESSARO; SÁ; SCREMIN, 2012).

A reciclagem no canteiro de obras, com responsabilidade ambiental e redução de custo, é uma alternativa para a minimização de resíduos (PINTO, 2000 apud CUNHA, 2007).



Os resíduos no canteiro de obra podem ser gerados por quebras de produtos, erros execução de serviços e projetos, estocagem e armazenagem, transporte entre outros. É possível começar uma reciclagem no próprio canteiro com a reutilização dos materiais recicláveis, como exemplo de pedaços de tijolos em reutilização em etapas posteriores; argamassas e concreto podem ser triturados e utilizados como agregados; madeira pode ser reutilizada por novos consumidores, metais podem ser destinados a coletores, sucateiros e processadores; plásticos, vidros e papel também podem ser destinados as sucateiros e coletores; solo, no caso limpo, pode ser reutilizado em paisagismo; resíduos perigosos e rejeitos devem ter remoção e destinação adequadas.

Segundo Cunha (2007) outra solução são as usinas de reciclagem de RCD ou (central de reciclagem ou recicladora ou área de reciclagem, como definida na NBR 15.114/2004) é o espaço físico constituído de equipamentos que irão beneficiar o RCD classe A. O espaço físico constitui-se de pátios para estocagem, recebimento, manuseio e armazenamento dos materiais produzidos, de acessos para manobras de veículos e de área para administração.

Cunha (2007) ainda cita que em linhas gerais, o RCD classe A, ao passar pelo processo de reciclagem, é britado e peneirado, resultando em agregados reciclados classificados. O fato de o agregado reciclado ter apenas uma aparência bem graduada e limpa não assegura a qualidade do processo de reciclagem; vários fatores podem interferir sobre esse aspecto, desde a implantação da usina até a estocagem final. Os equipamentos utilizados em uma usina de RCD e os tipos de produção de agregados são:

- Britador de mandíbula – agregado graúdos ideal para a produção de concretos
- Cone de britagem – agregado graúdo; equipamento utilizado para processar material com mais de 200 mm.
- Moinhos de martelos rotativos ou britador de cilindros – agregado miúdo; esse equipamento raramente é utilizado, pois só produzem material de granulometria fina.
- Britadores de impactos – agregado graúdo; esses equipamentos são utilizados para conseguir agregados para obras de rodovias.
- Moinhos de rolo – agregados nesse equipamento tem granulometria controlada em função do tempo e moagem. O processo de moagem e de produção de argamassa é simultâneo (CUNHA, 2007, p. 34).

O objetivo deste trabalho é coletar dados bibliográficos e pesquisa de campo sobre o gerenciamento de resíduos de construção e demolição (RCD), visando às necessidades de disposição e tratamento final destes resíduos e também realizar visitas à usina de reciclagem de RCD: Paulo Locação de Caçamba e Usina de Reciclagem de Entulho com o objetivo de relatar os métodos utilizados para reciclar e destinar esses resíduos.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi produzido por meio de estudo campo e revisão bibliográfica, onde foram pesquisados em meio eletrônico: artigos, dissertações, teses, periódicos, revistas especializadas e legislação.

Na parte prática desse trabalho os autores realizaram visitas à Usina de Reciclagem de RCD, a Paulo Locação de Caçamba e Usina de Reciclagem de Entulho. O escritório situa-se a rua: José Falcete, 139 JD. Silvânia – Mogi Mirim – SP. A empresa conta com o aluguel de caçambas estacionárias para deposição de entulhos (RCD) em obras, área de descarte de entulhos (RCD) licenciada e logística reversa, ou seja, a reciclagem dos RCD transformando em agregados para que possam ser comercializados e utilizados na construção civil. A usina de reciclagem fica instalada a Rodovia Amador Jorge Siqueira Franco, km 45, onde é feita a reciclagem dos resíduos, transformando em agregado para revenda, como: areia, bica corrida, brita, pedrisco e rachão.

Os autores registraram por meio fotográfico: as máquinas, os equipamentos, os resíduos recebidos, as etapas de reciclagem e os produtos obtidos (agregados). Foi feita uma breve entrevista com os colaboradores da usina para a obtenção de dados sobre como é realizada a reciclagem dos RCD e vendas dos agregados, buscando dados qualitativos para uma possível comparação de dados com resultados já obtidos de outros trabalhos realizados. Além dos dados coletados na usina de reciclagem, os autores ainda buscaram dados qualitativos sobre a atual situação dos resíduos do município de Mogi Mirim.

O município de Mogi Mirim está localizado a leste do Estado de São Paulo a uma altitude 611m. Com uma população estimada de 91.929 habitantes o município com uma área da unidade territorial 497,708 km<sup>2</sup> e densidade demográfica 173,77 hab/km<sup>2</sup>, segundo dados estimado do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2017).

A pesquisa bibliográfica buscou relatar sobre o assunto em questão, ou seja, RCD, trazendo o que são, suas qualificações, classificações e métodos de reciclagem e deposição.

A parte teórica analisou etapas do assunto com a citação de vários autores.

1. Relato do crescimento da indústria da construção civil no ano de 2015, trazendo benefícios à economia brasileira e o alto consumo de insumos de bens não renováveis, gerando desperdícios e geração de resíduos entre 20% a 30% dos materiais utilizados.
2. A definição e caracterização e composição dos RCD.
3. Descrição das classificações dos RCD conforme legislação Resolução CONAMA nº 307 e norma técnica NBR 10.004.
4. Descrição dos gerados dos RCD.
5. Descrição da destinação correta dos RCD, segundo Resolução CONAMA nº 307 conforme suas classes.
6. Descreve sobre a coleta e transporte dos RCD.
7. Descreve sobre os locais de deposição final dos RCD.
8. Descreve sobre a importância da reciclagem destes resíduos.
9. Descreve sobre a forma de reciclagem dos RCD em usinas.

### 3 RESULTADOS

O município de Mogi Mirim, em seu Plano Municipal de Saneamento Básico (2014) descreve sobre os RCD, onde a coleta regular de resíduos de construção civil no município, que é gerenciada pela prefeitura, porém o sistema de coleta de RCD realizado consiste na disposição de até 0,5 m<sup>3</sup> de resíduos pelo munícipe junto ao passeio público para coleta por caminhões da Secretaria de Obras e Planejamento em datas definidas conforme calendário anual de coleta de resíduos do município.

Existe a regra de que volumes de resíduos de construção civil até 0,5 m<sup>3</sup> podem ser solicitados para que a prefeitura recolha e acima disso o proprietário tem o dever de prover destinação adequada aos resíduos.

Os resíduos inertes (resíduos de construção civil) gerenciados pela Prefeitura Municipal têm disposição final realizada de 03 maneiras distintas:

- Parte utilizada na manutenção de estradas rurais;
- Parte utilizada para aterramento de áreas particulares;
- Parte destinada ao Aterro Municipal de Resíduos da Construção Civil – Classe A (Resolução CONAMA 307/02).

Este aterro Municipal de Resíduos Sólidos da Construção Civil está localizado na Fazenda Jacuba (coordenadas 22°23'7, 24" de latitude sul e 46°52'56,59" de longitude oeste) e é devidamente licenciado pela CETESB (licença de operação válida até 17/06/2016) com capacidade total de 30.000 m<sup>3</sup>.

A prefeitura de Mogi Mirim não dispõe de dados da quantidade gerada dos RCD no município, o Plano de Saneamento disponibiliza apenas dados dos resíduos sólidos domiciliares.

A coleta dos RCD realizada no município é feita por empresas particulares que não dispõem de dados de quantidade de coleta.

O município de Mogi Mirim conta com uma usina de reciclagem de entulho particular que recebe em média uma quantidade de 200 m<sup>3</sup>/dia de entulho a serem reciclados.

Esses resíduos são recebidos por meio de caçambas estacionárias, das quais são alugadas por proprietários de obras particulares e construtoras que fazem parceria com a usina. O proprietário da usina relatou aos autores que anteriormente eram recebidos os resíduos de todas as empresas particulares coletoras de entulho do município, porém a composição dos resíduos recebidos era diversificada, dificultando o trabalho da reciclagem, tendo que ser disponibilizado 03 funcionários apenas para a separação e destinação destes.

A usina recebe os resíduos em caçambas estacionárias, das quais são alugadas por proprietários de obras e essas ficam disponíveis em um período de 04 a 07 dias ou até ter sua capacidade totalmente utilizada. A figura 1 mostra as caçambas estacionárias utilizadas pela usina.

**Figura 1 - Caçambas estacionárias.**



**Fonte: Autores, 2107.**

Os RCD são recebidos na usina e acondicionados próximos aos britadores, como pode ser visto na figura2.

**Figura 2 - RCD acondicionado próximo ao britador.**



**Fonte: Autores, 2017.**

Os RCD serão triturados em diversos tamanhos para que possam ser reutilizados novamente. A figura 3 mostra o material já triturado pelo britador e separado em dois tamanhos granulométricos, a areia e o pedrisco.



**Figura 3 - Material separado após trituração (areia e pedrisco).**



**Fonte: Autores, 2017.**

Os RCD são processados em vários tamanhos granulométricos pelos britadores. A figura 4 mostra os produtos finais processados e comercializados pela usina.

**Figura 4 - Materiais processados na usina.**



**Fonte: Autores, 2017.**

Os materiais processados na usina são chamados de agregados, ou seja, materiais granulares, geralmente inertes, sem tamanho e forma definidos, que compõem argamassas e concretos.

Os agregados produzidos pela usina são:

- Areia: muito utilizada no assentamento de tijolos, blocos cerâmicos e blocos de concreto, essa areia tem uma liga melhor que a areia comum;
- Pedrisco: usados em diversas formas na construção civil;
- Pedra 01: pedra britada mais utilizada na construção civil;
- Pedra 02: utilizada para concreto de alta espessura;
- Bica corrida, mistura de pedra 03 e areia, usada em aterramentos e estradas rurais, como pode ser visto na figura 5.

**Figura 5 - Utilização do RCD reciclado (bica corrida) na terraplanagem de um estacionamento.**



**Fonte: Autores, 2017.**

Outros materiais como madeira e ferro são vendidos. A madeira é processada e vendida a empresas para alimentação e geração de energia de caldeiras, já o ferro é separado nas máquinas de reciclagem através de ímãs e revendido para empresas que reciclam ferro.

O valor de comercialização desses produtos na usina varia em aproximadamente R\$ 30 o metro cúbico para ser retirado e R\$ 45 para ser entregue.

Os autores fizeram uma média do valor arrecadado com a reciclagem dos RCD, conforme dados disponibilizados pelo proprietário da usina. Numa média diária de 200 m<sup>3</sup> recebidos pela usina, em 01 ano seriam 72.000 m<sup>3</sup> comercializados com um valor médio de



R\$ 38 ( $R\$ 30 + R\$ 45 = R\$ 75 = R\$ 75/2 = R\$ 38$ ), a usina arrecadaria em torno de R\$ 2.73.000/ano (tabela 2).

A reciclagem de RCD traz benefício ao meio ambiente, ou seja, economia de novos materiais e insumos, e a econômicos, como pode ser visto o exemplo da usina de reciclagem citada pelos autores.

**Tabela 2 - Volume e valores aproximados de reciclagem de RCD.**

Volume reciclado aproximado m <sup>3</sup> /dia	Volume reciclado aproximado m <sup>3</sup> /mês	Volume reciclado aproximado m <sup>3</sup> /ano	Valor aproximado com a venda dos produtos processados (R\$/ano)
200	6.000	72.000	2.736.000,00

Fonte: Autores, 2017.

## 5 CONCLUSÃO

A pesquisa bibliográfica trouxe conhecimento aos autores em relação às normas e leis referentes ao RCD, onde tratam da gestão e destinação final destes, citando que os municípios são responsáveis pelo Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

A prefeitura municipal de Mogi Mirim faz o gerenciamento dos RCD, coletando até uma quantidade de 0,5m<sup>3</sup> por residência, porém não disponibiliza dados sobre a quantidade gerada pela população. Os autores realizaram visitas técnicas acompanhada de um estudo de campo a uma usina de reciclagem no município, onde foi possível coletar dados aproximados da geração, disposição e reaproveitamento dos resíduos do município de Mogi Mirim.

A usina de reciclagem Paulo Locação de Caçamba e Usina de Reciclagem de Entulho realiza um trabalho onde gera benefícios financeiros e ambientais. Os métodos utilizados na usina de reciclagem transformam os RCD em agregados. A técnica de moagem e trituração dos RCD permite transformá-los em diferentes tamanhos granulométricos e outros compostos, como: ferro e madeira são separados e colocados à venda, onde poderão ser reutilizados em várias formas no setor da construção civil.

A reciclagem e reutilização dos RCD trazem benefícios ao meio ambiente, economiza custos com gestão de aterros, diminui a exploração de matérias primas e ainda gera ativos

para quem faz a reciclagem, ou seja, a reciclagem desses materiais é altamente recomendada e deve ser incentivada pelos gestores públicos.

A implantação de uma usina de reciclagem em Mogi Mirim traria grandes benefícios ao município, já que a prefeitura realiza a coleta de parte desses resíduos, com a viabilidade de uma usina de poder público, a população seria beneficiada com; o baixo custo para a disposição final dos seus resíduos, a prefeitura faria a reciclagem e comércio dos agregados, gerando ativos aos cofres públicos que poderiam servir para trazer benefícios a esse setor, sejam com a melhoria de um aterro apropriado e obras necessárias ao patrimônio público, pois como foi citado nesse trabalho a usina Paulo Locação de Caçamba e Usina de Reciclagem de Entulho fatura o valor aproximado de R\$ 2.736.000,00/ano com a reciclagem e vendas de RCD, sendo que não recebe todos os resíduos do município, então com a implantação a prefeitura arrecadaria recursos necessários a melhorias contínuas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÂNGULO, S. C.; ZORDAN, Sérgio Edurado; JOHN, Vanderley Moacyr. Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil. **São Paulo: SP**, 2001. Disponível em: <<http://www.pedrasul.com.br/artigos/sustentabilidade.pdf>> Acesso em: 05 Mai. 2107.

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2015**. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>> Acesso em: 13 Jun. 2017.

AZEVEDO, G. O.D.; KIPERSTOK, Asher; MORAES, Luiz Roberto Santos. Resíduos da construção civil em Salvador: os caminhos para uma gestão sustentável. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro , v. 11, n. 1, p. 65-72, Mar. 2006 . Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522006000100009&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522006000100009&lng=en&nrm=iso)> Acesso em: 05 Mai. 2017.

BRASIL. **ABNT NBR 10.004. 2º ed., 2004**. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Disponível em: <<http://www.unaerp.br/documentos/2234-abnt-nbr-10004/file>> Acesso em: 07 Mai. 2017.

BRASIL. **Cidades: São Paulo - Mogi Mirim**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2017. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=353080>> Acesso em: 16 Mai. 2017.

BRASIL. **Resolução N° 307, DE 5 de Julho de 2002**. Conselho Nacional Do Meio Ambiente-Conama. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>> Acesso em: 04 Abr. 2017.

CABRAL, A. E. B. **Modelagem de propriedades mecânicas e de durabilidade de concretos produzidos com agregados reciclados, considerando-se a variabilidade da composição do RCD**. 2007. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlo, 2007. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-21102007-164548/publico/ANTONI OEDUARDOModelagemPropConcretocomRCD.pdf>> Acesso: 01 Abr. 2017.

CABRAL, A. E. B.; MOREIRA, K. M. V. Manual sobre os resíduos sólidos da construção civil. **Fortaleza: Sinduscon CE**, 2011. Disponível em: <<http://www.sinduscon-ce.org/ce/downloads/pqvc/Manual-de-Gestao-de-Residuos-Solidos.pdf>> Acesso em: 07 Mai. 2017.

CUNHA, N. A. **Resíduos da Construção Civil: Análise de Usinas de Reciclagem**. Dissertação (Pós-Graduação). Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2007. Disponível em: <[http://www.ietsp.com.br/static/media/media-files/2015/01/23/Dissert\\_Neuma\\_Cunha.pdf](http://www.ietsp.com.br/static/media/media-files/2015/01/23/Dissert_Neuma_Cunha.pdf)> Acesso em: 12 Mai. 2017.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (FIESP). **PIB do setor de construção civil caiu 2,7% no 1º trimestre do ano, mostra estudo da FIESP**, 2015. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/noticias/pib-do-setor-de-construcao-civil-caiu-27-no-1o-trimestre-do-ano-mostra-estudo-da-fiesp/>> Acesso em 03 Abr. 2017.

GONÇALVES, D. B. A GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE SOROCABA-SP. **REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 11, n. 2, 2016. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/reec/article/download/35791/pdf>> Acesso em: 06 Mai. 2017

JOHN, V. M. Aproveitamento de resíduos sólidos como materiais de construção. In: CARNEIRO, A. P.; BRUM, I. A. S.; CASSA, J. C. S. (ORG). **Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção**. Projeto entulho bom. Salvador: EDUFBA, Caixa Econômica Federal, 2001. Disponível em: <[http://www.pick-upau.org.br/mundo/reciclagem\\_entulho/reciclagem\\_entulho/capitulo\\_01.pdf](http://www.pick-upau.org.br/mundo/reciclagem_entulho/reciclagem_entulho/capitulo_01.pdf)> Acesso em: 05 Mai. 2017.

JOHN, V.M.; AGOPYAN, V. Reciclagem de resíduos da construção. **Seminário Reciclagem de Resíduos Sólidos Domésticos**, 2000. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/V\\_Agopyan/publication/228600228\\_Reciclagem\\_de\\_residuos\\_da\\_construcao/links/0046352af919c1984c000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/V_Agopyan/publication/228600228_Reciclagem_de_residuos_da_construcao/links/0046352af919c1984c000000.pdf)> Acesso em: 06 Mai. 2017.

PEROBELLI, F. S. et al. Avaliação do setor da construção civil para as principais economias mundiais: uma análise sistêmica a partir de uma abordagem de insumo-produto para o período de 1995 a 2009. **Ensaios FEE**, v. 37, n. 2, p. 331-366, 2016. Disponível em: <<http://revistas.fee.tche.br/index.php/ensaios/article/view/3570/3764>> Acesso em: 05 Mai. 2017.

SILVA, W.; SOUZA, L. O.; SILVA, A. M. Utilização de resíduos da construção civil na cidade de Goiânia–GO. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico**

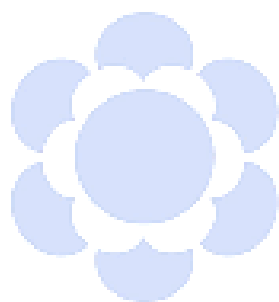
**Conhecer-Goiânia**, v. 6, n. 10, 2010. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2010b/utilizacao.pdf>> Acesso em: 05 Mai. 2017.

SOARES, R. H. (Coord.). **Manual para implantação de sistema de informação de gestão de resíduos sólidos em consórcios públicos**. Projeto internacional de cooperação técnica para a melhoria da gestão ambiental urbana no Brasil BRA/OEA/08/001. Ministério do Meio Ambiente-Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. Brasília, 2010. Disponível em:

<[http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu\\_urbano/\\_arquivos/4\\_manual\\_implantao\\_sistema\\_gestao\\_resduos\\_construo\\_civil\\_cp\\_125.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/_arquivos/4_manual_implantao_sistema_gestao_resduos_construo_civil_cp_125.pdf)> Acesso em: 12 Mai. 2017.

TESSARO, A. B.; SÁ, J. S.; SCREMIN, L. B. Quantificação e classificação dos resíduos procedentes da construção civil e demolição no município de Pelotas, RS. **Ambiente Construído**, v. 12, n. 2, p. 121-130, 2012. Disponível em:

<<http://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/download/20395/18760>> Acesso em: 12 Mai. 2017.



**IMACULADA**

FACULDADES MARIA IMACULADA