

III-185 – RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC) E A MITIGAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO

Maisa Comar Pinhotti Aguiar⁽¹⁾

Professora do Centro Universitário de Votuporanga –UNIFEV e Doutoranda em Geociências e Meio Ambiente pela UNESP- Campus de Rio Claro.

Endereço⁽¹⁾: Rua Pernambuco 4196- Votuporanga-SP – CEP - Brasil - Tel: (17) 99758-9123 - e-mail: maisa3.geo@hotmail.com

RESUMO

Os resíduos de construção e demolição representam cerca de 2/3 dos resíduos sólidos urbanos no Brasil e sua disposição constitui um problema ambiental grave a ser considerado pelo municípios e pelos geradores. O grande volume gerado decorre da falta de projetos detalhados, erros construtivos, falta de mão de obra especializada e ausência de mecanismos de controle e execução das obras civis. Os Resíduos da Construção Civil (RCC) são conceituados segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) como: “os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis”. Esse mesmo diploma legal prevê que os resíduos gerados pelas atividades econômicas sejam, preferencialmente, reciclados em detrimento do seu lançamento em aterros.

O município de Votuporanga (SP) possui uma Usina de Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição instalada na Estrada Municipal Fabio Cavalari. O local é licenciado pela CETESB e recebe resíduos de construção e demolição transportados até a Usina pela Secretaria de Obras a partir de pontos de coleta da Prefeitura bem como de caçambas estacionárias alugadas pelos construtores e particulares. Na Usina o material coletado passa por uma triagem visando a retirada de materiais que não podem ser reciclados como matéria orgânica, plásticos, isopor, madeira entre outros. O material considerado adequado segue para a estrutura de trituração e são gerados 4 tipos de agregados, conforme granulometria do material britado, que tem aplicação principalmente em pavimentação.

O aproveitamento do material é de cerca de 50 % do volume, o que representa um peso de material estimado variou de 64.400 ton/ano (índice Sudeste Sinduscon) a 27.000 ton/ano, este último uma estimativa baseada em informações fornecidas pela Prefeitura do Município. Apesar da recuperação parcial deste material, a reciclagem ainda representa uma forma eficiente de evitar que milhares de toneladas de resíduos sejam descartados de forma irregular ou fiquem simplesmente depositados em aterros de inertes, sem qualquer reaproveitamento.

PALAVRAS-CHAVE: Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição, Mitigação de Impactos Ambientais, Reutilização.

INTRODUÇÃO

A geração e disposição de resíduos constituem um problema ambiental, social e econômico grave, pois os grandes volumes gerados pela sociedade e seu desenvolvimento exigem esforços redobrados para sua redução e prevenção de riscos.

A construção civil é uma das atividades geradoras de grande volume de resíduos, que advêm do processo construtivo, demolições e reformas em geral, sendo que esse material denominado como entulho pode representar 50% ou mais dos resíduos sólidos urbanos produzidos, segundo Marques Neto (2005). Entre os fatores que contribuem para a geração de resíduos no setor da Construção Civil, Ferreira *et al* (2014) destacam a falta de definição e detalhamento, nos projetos arquitetônicos, estruturais, instalações entre outros; a baixa qualidade dos materiais e componentes de construção disponíveis no mercado bem com o controle de qualidade nas obras civis e a falta de mão-de-obra qualificada.

Os Resíduos da Construção Civil (RCC), segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) são: “os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis”. De acordo com Sinduscon –SP (2012) e ABRELPE (2014) a massa de resíduos de construção civil (RCC) gerado representa 2/3 da massa dos resíduos sólidos municipais ou em torno do dobro dos resíduos sólidos domiciliares, o que demonstra claramente a necessidade de reutilizar esses materiais, mitigando o impacto ambiental causado pelo seu lançamento no meio. Cumpre destacar que a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12305/2010) prevê um incremento da reciclagem e reutilização dos resíduos em detrimento de seu lançamento em aterros.

O conceito de impacto ambiental encontra-se na Resolução CONAMA nº 01/1986 (CONSELHO, 1986).

Artigo 1º - Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II - as atividades sociais e econômicas;
- III - a biota;
- IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V - a qualidade dos recursos ambientais.

O presente trabalho aborda a reciclagem desses resíduos no município de Votuporanga (SP), que são coletados pela Prefeitura e empresas particulares e posteriormente processados na Usina de Reciclagem de Resíduos da empresa Mejan, um dos poucos locais licenciados na região noroeste paulista.

A reciclagem é o processo de transformação dos resíduos sólidos com a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos (Câmara, 2016). Esse processo é o empregado na Usina em questão, que transforma os restos de construção em material de granulometria menor para aproveitamento principalmente em pavimentação.

Dos resíduos de construção civil e demolição

Os resíduos de construção civil/demolição (“entulhos”) são aqueles 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., de acordo com o artigo 2º da Resolução CONAMA 307/2002.

Pucci (2006) coloca que o manejo dos resíduos de construção civil e demolição (RCC/RDD), historicamente esteve a cargo do poder público, que efetuava o recolhimento dos RCC depositados em locais inapropriados, como áreas públicas, canteiros, ruas, praças e margens de rios.

Uma mudança no gerenciamento desses resíduos ocorreu em 2002 quando a Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama (Brasil, 2002), alterada pela Resolução no 348 de 2004 (BRASIL, 2004), determinou que o gerador seria o responsável pelo gerenciamento desses resíduos, estabelecendo responsabilidades para este como a segregação dos resíduos em diferentes classes e o seu encaminhamento para reciclagem e disposição final adequada. Essa mudança inicial na responsabilidade do gerador levou a um aumento da coleta a coleta dos RCC/RCD pelos municípios em 4,1% de 2013 para 2014, segundo ABRELPE (2014).

A exemplo de outros resíduos, os resíduos de construção civil devem ser dispostos em áreas licenciadas pelo gerador ou pela Municipalidade, onde as medidas de controle ambiental impostas pelo licenciamento sejam atendidas. A legislação aplicável à disposição de resíduos de construção civil e inertes é clara no sentido de que se opte preferencialmente por sua reciclagem e reaproveitamento. Na região noroeste do Estado de São Paulo, onde se situa a área de estudo observa-se a quase inexistência de áreas licenciadas por particulares ou por Prefeituras para disposição e reciclagem desses resíduos.

Os resíduos de construção civil/demolição são normalmente classificados como inertes e podem ter várias origens. Eles são classificados conforme Artigo 3º da Resolução Conama nº 307/2002 em:

I – 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;

II – Classe B – são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;

III – Classe C – são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;

IV – 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 (BRASIL, 2002).

A correta disposição dos RCC/RDC depende de sua caracterização em termos de periculosidade (risco a saúde e ao meio ambiente), toxicidade (produto pode provocar, em maior ou menor grau, efeito adverso em consequência de sua interação com o organismo), inflamabilidade, corrosividade ou reatividade, sendo que essa classificação deve ser feita com base em ensaios conforme preconiza a NBR 10004/2004 (BRASIL, 2004).

De acordo com essa norma da ABNT, os RCD são classificados na Classe II B – Inertes definidos como:

“quaisquer resíduos que, quando amostrados de forma representativa, segundo a ABNT 10007, e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor”.

Apesar de não representar risco ambiental grave, em função da classificação como Inerte, os resíduos de construção/demolição são gerados em grandes quantidades, devendo-se por isso privilegiar sua reciclagem em detrimento de sua disposição.

Quanto a quantificação do RCD, segundo Pinto (1999), três formas podem ser utilizadas para a mensuração deste contingente (RCD): 1-por área construída, 2-pela movimentação de cargas em coletores e 3-pelo monitoramento de descargas. Devido a falta de fiscalização eficiente, esse último é de difícil realização, pois é facilmente camuflado no ambiente urbano.

A geração desses resíduos varia em função do tipo de sociedade, seu desenvolvimento econômico e métodos construtivos. Segundo Silva (2014) os volumes podem variar de 1,2-6 Mton/ano na Suécia (136-680 kg/hab), 12,8-20,2 Mton/ano (820/1300 kg/hab) na Holanda, 136-171 Mton/ano (880-1120 kg/hab) nos EUA e 230-660 kg/hab no Brasil.

Menezes *et al* (2011) destacam que a fração cerâmica representa cerca de 63% da fração dos RCC/RCD, enquanto os solos e outros (metais, orgânicos etc) representam respectivamente frações de 32 e 5%. Bernardes (2006) destaca ainda que na composição dos RCD predomina a fração mineral e que a variabilidade na sua composição apresenta características diferentes entre país, estados, cidades e até mesmo entre os bairros de uma mesma cidade.

Lima (2014) e Menezes *et al* (2011) colocam que a composição dos RCC/RCD possui características bastante peculiares que dependem dos processos produtivos e metodologias de produção, sendo fundamental ressaltar

ainda, a importância de classificar ou conhecer a fonte geradora desse entulho (construção, reforma, demolição ou desastres naturais) e ainda, o porte da obra sem deixar de mencionar a tipologia da construção (industrial, residencial, comercial etc).

Quanto às características físicas, os RCC/RCD apresentam-se em geral, na forma sólida e são constituídos por tijolos, blocos cerâmico, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações e fiação elétrica, podendo incluir ainda árvores, solo, rochas procedentes da limpeza, preparo e escavação de terrenos e ainda portas, janelas, tubulações, os quais são reaproveitados em outras obras. Eles podem tanto apresentar-se em dimensões e geometrias já conhecidas dos materiais de construção (como a da areia e a da brita), como em formatos e dimensões irregulares, em função do tipo de material utilizado.

A composição média dos materiais encontrados no RCC/RCD no Brasil encontra-se expresso na Tabela 1.

Tabela 1- Composição média dos materiais de RCC de obras no Brasil (em %)

Componentes	Porcentagem
Fração cerâmica -Argamassa	63
Concreto e blocos	29
Outros	07
Orgânicos	01
Total	100

Fonte (IPEA, 2012).

Segundo Menezes *et al* (2011) os materiais na fração cerâmica podem ser assim analisados:

Tabela 2- Materiais na fração cerâmica dos RCC/RCD (%)

Frações	Porcentagem
Argamassa (cimento e cal endurecida)	40
Concreto e blocos	13
Cerâmica (tijolos, telhas, cerâmicas, azulejo, vidro, gesso)	47

Fonte: Menezes *et al* (2011)

Observa-se a partir das Tabelas 1 e 2 que os resíduos de construção e demolição apresentam grande potencial para reciclagem, comprovando ser esta a única indústria capaz de absorver quase que totalmente os resíduos que produz (BERNARDES 2006).

A presença marcante de argamassas associa-se ao seu emprego em quase todas as fases da construção, atingindo grandes quantidades no lançamento de alvenarias, no revestimento e no acabamento.

Para viabilizar o manejo correto dos resíduos em áreas específicas deve-se observar a NBR 15112:2004: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação, que possibilita o recebimento dos resíduos para posterior triagem e valorização e apresenta papel importante na destinação adequada dos resíduos.

Estudos feitos pelo Sinduscon-SP (2005) mostram que as usinas de reciclagem particulares são os principais destinos dos resíduos de construção civil e demolição, mesmos os recolhidos pela Municipalidade, como é o caso do município de Votuporanga (SP).

A heterogeneidade composicional desses resíduos gera algumas preocupações de saúde, pois como destacam Emmanue & Aigbavboa (2014), a co-disposição dos resíduos de construção civil com outros elementos da construção e demolição que contem elementos tóxicos tem provocado aumento na preocupação com a saúde. Dessa forma, a separação inicial destes resíduos antes da reciclagem diminui a possibilidade de que elementos tóxicos sejam incorporados aos materiais resultantes da reciclagem.

OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é abordar aspectos da reciclagem dos resíduos de construção civil e demolição (RCC/RDC) no município de Votuporanga (SP), mostrando que a reciclagem e reutilização desses resíduos são possíveis, pois há um grande volume gerado continuamente e essa reutilização pode ser feita pela própria construção civil, minimizando assim seus impactos no meio ambiente.

O trabalho também visa levantar alguns questionamentos quanto aos índices utilizados para estimativa dos volumes desses resíduos bem como da existência de poucas áreas licenciadas para disposição e reciclagem desses resíduos, bem como limitações à reciclagem desses materiais.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho foram desenvolvidas as seguintes etapas:

- Revisão bibliográfica sobre os temas de disposição, reciclagem dos resíduos de construção civil/demolição e reaproveitamento dos resíduos em questão bem como da legislação e normas técnicas e/ou manuais relacionados ao tema;
- Levantamento dos tipos de resíduos e volume recolhido e processado na Usina de reaproveitamento de resíduos em Votuporanga (SP);
- Comparação entre volumes gerados pela construção civil e os processados na Usina, em termos de informações preliminares disponibilizadas pela Prefeitura e os índices fornecidos pela literatura;
- Análise da viabilidade desta reciclagem como medida de proteção ambiental, uma vez que após processamento, os materiais são utilizados em outras atividades da construção civil, gerando economia de energia e de insumos

RESULTADOS

A disposição irregular de resíduos de construção civil e demolição em Votuporanga (SP) é um dos problemas apontados no Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PMGIRS (2014) elaborado pela Prefeitura de Votuporanga (SP). Esse Plano apontou em 2013 mais de 35 pontos de descarte irregular desses resíduos, o que demonstra a importância da disposição regular desses resíduos.

A existência de área para reciclagem desses resíduos é fundamental para atendimento aos objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos e para diminuição do impacto ambiental causado pelo descarte inadequado desses resíduos no meio ambiente, ainda que as características desses resíduos classifiquem-nos como resíduos inertes.

A Usina de Transbordo e Reciclagem de Resíduos de Entulho da empresa Mejan Ambiental em Votuporanga (SP) é licenciada para receber e processar os resíduos gerados pela construção civil e reforma. Está instalada em uma área de 2.413.100,00 m² e tem a capacidade para processar 2 mil m³ por mês, 25 toneladas por hora, conforme Licença de Operação. O recolhimento dos resíduos é feito pelas caçambas da própria empresa e de empresas como a Vanderlei Ferreira da Silva Caçambas.

Para volumes de resíduos inferiores a 1 (um) m³ o município disponibiliza pontos de coleta distribuídos na cidade e esse material é coletado pela Secretaria de Obras e levado à Usina. No entanto, se houver geração de volume de resíduos superior a 1m³, o gerador deve locar as caçambas estacionárias e dispor os resíduos nas mesmas, possibilitando sua coleta posterior por parte da locadora (PMGIRS, 2014).

Conforme informações fornecidas pelas 2 (duas) empresas que operam em Votuporanga o sistema de locação de caçambas, a Mejan & Mejan Ltda e Vanderlei Ferreira da Silva Caçambas no PMGIRS, de janeiro a julho de 2013 foram coletados, no município, uma média de 4.503 toneladas/mês, que somadas ao montante coletado pela Secretaria de Obras e Serviços Urbanos, chega a uma média de 4.523,5 toneladas/mês, sendo

543,0 ton/mês da ASP caçambas, 3.960 ton/mês da Meján e 20,5 ton/mês dos pontos de descarte irregulares totalizando 4.523,5 ton/mês (PREFEITURA, 2014).

Observa-se pelos dados fornecidos que a empresa proprietária da Usina de Beneficiamento de resíduos é a que responde pela maior parte da coleta dos RCC/RCD, através das caçambas estacionárias e coleta própria bem como da recepção de coleta de outras empresas, inclusive empresas de outros municípios que para lá se dirigem em função da regularidade ambiental da área.

Informações da Usina indicam que o volume recolhido pela mesma varia ao longo do mês e em função da atividade econômica, sendo que a coleta diária situa-se em torno de 50 m³ de resíduos (atualmente).

Considerando que a composição dos resíduos recebidos nas caçambas é heterogênea, com materiais cerâmicos, madeira, telhas, metais, plásticos entre outros, é realizada uma triagem dos materiais separando tijolos, telhas e outros materiais que podem ser britados de outros como plásticos, sacolas de lixo, material orgânico, papelão, sacos de cimento e reboco etc.

Merece destaque a madeira recolhida, que participa da composição desses resíduos de construção civil e que também é reciclada, passando por um processo de trituração e posteriormente prensada.

Entre os resíduos que não podem ser reciclados na usina têm-se fragmentos de cimento amianto em quantidades expressivas, solo, vegetação e matéria orgânica; papel, papelão, plástico, isopor e similares; tecidos, borracha, espuma e demais materiais sintéticos; metais; vidro; tintas, impermeabilizantes e asfalto; líquidos em geral, sendo separados na triagem. Se o resíduo estiver com umidade alta ele não é imediatamente levado para o processamento, devendo passar por uma secagem prévia

Os resíduos separados para triagem e que serão processados são compostos basicamente de argamassa, concreto, material cerâmico (telhas, tijolos). A composição desses resíduos é compatível com a bibliografia técnica consultada (Sinduscon-CE (2011), IPEA (2012), Pinto (1999), ABRELPE (2014) entre outros).

Para processamento dos resíduos, no entanto, não se separa o material cinza (concreto, argamassa) do material vermelho (cerâmicas em geral), o que gera um resíduo misto.

Após a triagem o material é levado por uma escavadeira para o Britador de Impacto, que faz a cominuição do material. Um ímã permanente integra essa etapa recolhendo pedaços de metais agora separados do concreto. O material britado é transportado por correias que fazem a separação do material por granulometria do resíduo em ração, areia reciclada, brita e pedrisco. A geração de particulado no processo de moagem dos resíduos deve ser minimizada com a aspersão de água através do uso de um nebulizador.

O solo que integra os resíduos de construção civil e demolição não é reutilizado, sendo armazenado em pilhas. A Figura 1 mostra uma visão geral da Usina em questão, com os equipamentos e área de estocagem dos resíduos produzidos.



Figura 1- Usina de reciclagem de resíduos da construção civil e demolição (Fonte: PREFEITURA, 2014)

A Figura 2 ilustra o ciclo gerador dos RCC/RCD e sua reciclagem e reutilização, considerando os pontos de coleta (onde são dispostos volumes menores que 1m³), passando pelas caçambas estacionárias coletadas pelas empresas que fazem sua locação até o processo de trituração e reciclagem dos mesmos

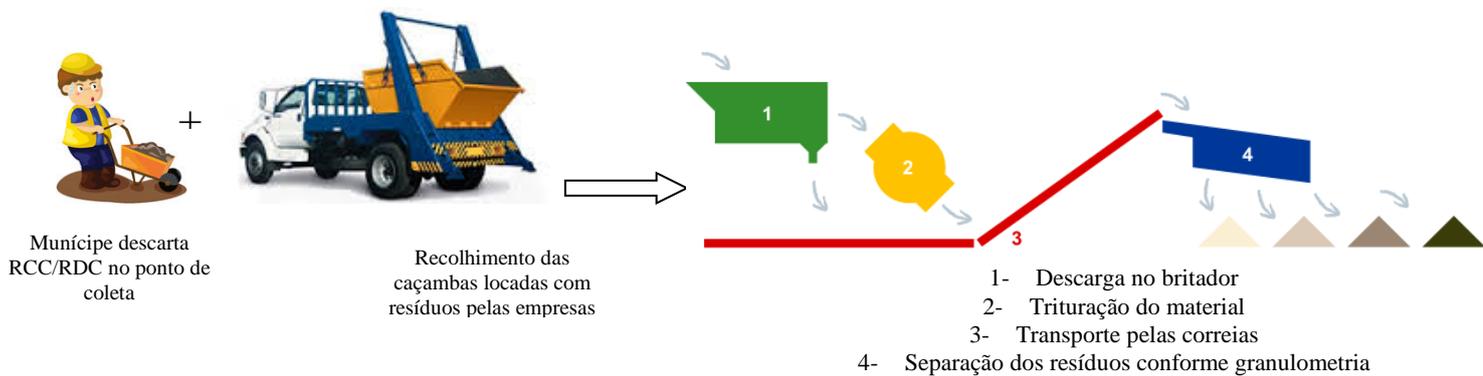


Figura 2- Ciclo gerador do RCC/RC- Fonte: Autoria própria

O material britado e triturado na Usina gera quatro (04) tipos de produtos, cujas características e aplicações são indicadas pela ABRECON (2017):

Tabela 3- Resíduos reciclados e suas características

Produto	Características	Uso recomendado
Areia reciclada	Material com dimensão máxima característica inferior a 4,8 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto	Argamassas de assentamento de alvenaria de vedação, contrapisos, solo-cimento, blocos e tijolos de vedação
Brita (pedra 1)	Material com dimensão máxima característica inferior a 39 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto	Fabricação de concretos não estruturais e obras de drenagens.
Rachão	Material com dimensão máxima característica inferior a 150 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto	Obras de pavimentação, drenagens e terraplenagem.
Pedrisco reciclado	Material com dimensão máxima característica de 6,3 mm, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Obras de pavimentação, drenagens e terraplenagem.

Fonte: ABRECON (2017)

Dentre as aplicações desses resíduos reciclados tem-se:

- Produção de Artefatos de Concreto.
- Produção de argamassas e concretos não estruturais.
- Pavimentação e recuperação de estradas rurais.
- Controle de erosão.
- Enchimento de fundações de construção e aterro de vias de acesso, etc.

Estimativas da geração de resíduos

A estimativa de geração dos resíduos da construção civil/demolição são feitos por vários órgãos e estudiosos. O Sinduscon-SP (2012) considera uma taxa de geração entre 0,4 a 0,7 t/hab.ano e a Abrelpe (2014) uma taxa de geração de 0,746 kg.hab/dia na região Sudeste e uma taxa de 0,603 kg/hab.dia como média nacional .

Para estimativa do volume gerado de resíduos de construção civil no município de Votuporanga, considerou-se a população de 92.000 habitantes (IBGE, 2016), 22 dias úteis por mês e os volumes informados de 50m³/dia (Usina) e 4.523,5 ton/mês (PREFEITURA, 2014) .

A estimativa foi feita utilizando-se o índice mínimo (0,4 t/hab.ano) e máximo (0,7 t/hab.ano) da Sinduscon e o índice de 0,746 kg.dia/hab e 0,603 kg.hab/dia da Abrelpe (2014), como se observa na Tabela 4 bem como os valores informados pela Prefeitura (2014) e pela Usina.

Tabela 4- Estimativa do peso de resíduos gerados conforme diferentes índices ao longo de um ano (

Índices/Parâmetros	Estimativa
Minimo Sinduscon- 0,4 ton/hab.ano	36.800 t/hab.ano
Maximo Sinduscon- 0,7 ton/hab.ano	64.400 t/hab.ano
Abrelpe- Indice Nacional 0,603 kg.hab/dia (0,01326 ton/hab/mes)	0,159 ton/hab.ano x população= 14.645,66 ton/ano
Abrelpe- Indice Sudeste 0,746 kg/hab.dia (0,0146 ton/hab/mês)	0,197 ton/hab.ano x população= 18.118,85 ton/ano
Usina- 50m ³ /dia= 1.100m ³ /mês (x 50% de aproveitamento)= 0,018 ton/hab.mês	19.800 ton/ano
Prefeitura (2014) 4.523,5 ton/mês (Prefeitura, 2014) (x 50% de aproveitamento)= 0,025 ton/hab.mes	27.141 ton/ano

Fonte: Autoria propria

Os valores obtidos para a Usina de Reciclagem aproximam-se dos dados obtidos segundo os Índices da ABRELPE (2014), enquanto os valores obtidos a partir dos índices do Sinduscon-SP (2012) são menores que os calculados segundo os valores informados no Plano Municipal de Resíduos Sólidos (Prefeitura, 2014) e pela Usina. Os valores estimados pelas informações fornecidas pela Prefeitura (2014) superam, em geral, os indicadores da ABRELPE (2014).

Os valores obtidos pela geração informada pela Prefeitura (2014) e pela Usina consideram a perda média de 50% enquanto os outros índices foram utilizados em sua totalidade, pois não informam se já consideram ou não o não reaproveitamento.

Apesar da proximidade de valores obtidos a estimativa de geração de resíduos de construção civil e demolição entre os índices do município e da Abrelpe (2014), os estudos envolvendo o reaproveitamento desses resíduos deve contemplar um estudo do tipo de obra e uma caracterização dos resíduos produzidos, a fim de proporcionar uma visão efetiva do potencial de geração e conseqüente aproveitamento desses resíduos.

O município de Votuporanga (SP), por exemplo, apresenta na composição dos resíduos gerados grande contribuição dos materiais cerâmicos (tijolos, telhas, argamassas entre outras) e quantidades menores de concreto e outros materiais cinza.

Destaca-se ainda que, embora haja divergência nos valores calculados, o processo de reciclagem desses resíduos revela-se como fundamental e imprescindível, uma vez que, se não fossem transformados em outros materiais e reaproveitados, estariam ocupando amplas áreas ou ainda, córregos e áreas irregulares dentro do município.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Analisando as características dos resíduos de construção civil e demolição em geral (Classe A e B), observa-se o grande potencial de reciclabilidade dos mesmos, uma vez que o processamento desses resíduos gera agregados para uso em atividades de construção e pavimentação. Esses materiais atualmente são cada vez mais considerados um recurso, especialmente por sua reciclagem e recuperação, atendendo assim, aos princípios de proteção ambiental preconizados na legislação brasileira.

Embora considerados como inertes e não perigosos, determina a Resolução 307 do CONAMA que os RCC/RCD não podem ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares e principalmente em áreas irregulares

(“bota fora”, em encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei) devendo ser preferencialmente reciclados.

No entanto, observa-se um numero pequeno de áreas licenciadas aptas a receber esses resíduos e processá-los, principalmente áreas licenciadas pela Municipalidade pois a maioria dessas Usinas de Reciclagem é particular. Alie-se a isso a falta de consciência dos geradores desses resíduos quanto à necessidade de disposição adequada dos mesmos.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Brasil, 2010) prevê uma destinação adequada para todos os resíduos, aqui incluída os de construção e demolição que, conforme dados de diversos autores, representam cerca de 50-60% dos resíduos sólidos domiciliares.

O presente estudo realizou um levantamento preliminar das características do empreendimento constituído por uma Unidade de Reciclagem de Resíduos de Construção Civil em Votuporanga (SP). Dados preliminares mostram que a reciclagem promovida retira do ambiente cerca de 20.000 toneladas por ano de materiais que poderiam estar irregularmente dispostos no meio ambiente. Nesta Usina os resíduos de construção civil/demolição (RCC/RCD) passam por uma seleção prévia e são processados, gerando materiais que tem aplicações em pavimentação ou geotecnica.

Sua simples disposição demandaria áreas cada vez maiores, com custos elevados considerando-se a locação de aterros ou área de transbordo cada vez mais distantes das fontes geradoras que são as áreas urbanas.

Há que se tecer algumas considerações sobre a melhoria na separação entre os tipos de resíduos gerados, separando-se anteriormente á britagem os materiais cinza e vermelho, de modo a permitir um melhor aproveitamento dos mesmos. Além disso, para elaboração e implantação dos planos de gerenciamento de resíduos da construção civil e para a gestão correta dos resíduos gerados pela atividade, é fundamental que se conheça os fatores de geração e a composição físico-química dos RCC gerados nos canteiros de obras, o que deverá ser feito em etapas posteriores a essa pesquisa inicial.

Cumprir destacar que a reciclagem de RCC/RCD possibilita ainda a inserção de novos materiais de construção de baixo custo junto ao mercado consumidor, favorecendo classes menos favorecidas da população. Miranda *et al* (2009) destacam a obtenção de agregados reciclados cerca de 40% mais baratos que os naturais (considerando uma média de R\$ 21,00/m³ o preço dos reciclados contra R\$ 35,00/m³ dos agregados naturais), o que representa uma economia não só para população de baixa renda mas também para os órgãos públicos, devendo-se observar a qualidade do material fornecido.

O uso desse material reciclado, no entanto, ainda enfrenta algumas barreiras dada a falta de normatização e a resistência oferecida por empreiteiras e construtores a esses novos materiais, o que demonstra a necessidade de aprimorar os mecanismos de educação ambiental, normatização de materiais e implementação de melhorias na coleta, reciclagem e aproveitamento desse recurso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004**: resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004
2. ABRECON. Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição. Entulho: Mercado. Disponível em <http://www.abrecon.org.br/mercado/>, acesso em 25/05/17
3. ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil: 2014**, 120 p.
4. BERNARDES, Alexandre. **Quantificação e classificação dos resíduos da construção e demolição no Município de Passo Fundo-RS**. Passo Fundo, 2006. Dissertação. Universidade de Passo Fundo – Faculdade de Engenharia e Arquitetura
5. BRASIL. **Lei n. 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências

6. .BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da União**, Brasília, 17 jul. 2002.
7. _____. Ministério do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 348, de 16 de agosto de 2004. Altera a Resolução Conama no 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 17 ago. 2004.
8. CAMARA DOS DEPUTADOS. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Serie Legislação, 3ª Ed, 2016
9. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 1 de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.
10. EMMANUE, Agbenyeku E.& Aigbavboa, Clinton. Recycling of Construction and Demolition Waste (CDW) Towards Sustainable Beneficial Outcomes. **Scientific ooperations Workshops on Engineering Branches** 12-13 September 2015, Istanbul – Turkey
11. FERREIRA, A.C.A ; COSTA, F.M.V; DIAS, I.C.T; SANTOS, S. Gestão de Resíduos Sólidos na Construção Civil, **Revista Pensar Engenharia**, v.2, n. 2, Jul./2014
12. IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil: Relatório de Pesquisa**. 2012
13. MARQUES NETO, José da Costa. Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil. São Carlos: RIMA, 2005. 142p
14. MENEZES, Mayko de Souza; Pontes, F. V M.; Afonso, J. C. Panorama dos Resíduos de Construção e Demolição. **Rev de Química Industrial**, p.17-21, 2011
15. MIRANDA, Leonardo Fagundes Rosembach; Ângulo, Sérgio Cirelli; Careli, Élcio Duduchi. A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008. *Revista Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 9, n. 1, p. 57-71, jan./mar. 2009.
16. PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS – PMGIRS Prefeitura Municipal de Votuporanga e Superintendência de Água e Abastecimento de Votuporanga (SAEV), 184 p., 2014
17. PINTO, Tarcisio de Paula. **Metodologia para a Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana. Tese (Doutorado)**- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999, 218 p.
18. PUCCI, R. B. **Logística de resíduos da construção civil atendendo à Resolução Conama 307**. 2006. 154 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo
19. SINDUSCON-CE. Sindicato da Indústria da Construção Civil do Ceará. **Manual sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil**, 2011
20. SINDUSCON – Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo. **Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil A experiência do SindusCon-SP** Coordenador: Tarciso de Paula Pinto. Obra Limpa: I&T: 2005
21. _____. **Resíduos da Construção Civil e o Estado de São Paulo**, 85 p, 2012
22. SILVA, Margarete Bernal de Lima e. **Novos Materiais à Base de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) e Resíduos de Produção de Cal (RPC) para Uso na Construção Civil**. Dissertação (Mestrado), UFPR, 84 p.2014