

RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO CIVIL EM PARACATU (MG): ANÁLISES DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO E ESTIMATIVAS DE GERAÇÃO

Davi Figueiredo Martins

Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Civil, Uberlândia, MG, Brasil
davimartins@live.com

Nágela Aparecida de Melo

Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Civil, Uberlândia, MG, Brasil
nagela@ufu.br

RESUMO

O gerenciamento eficiente dos resíduos sólidos de construção civil e demolição (RCD) é um desafio para as administrações públicas e demais agentes envolvidos. Os RCD integram importante parcela dos resíduos sólidos gerados no ambiente urbano e possuem significativo potencial de degradação ambiental, se não tratados de maneira adequada. Considerando isso, realizou-se o presente estudo com o objetivo de analisar o sistema de gerenciamento de RCD da cidade de Paracatu (MG). Esse trabalho foi desenvolvido por meio de pesquisas bibliográficas e de campo. Como resultado da avaliação qualitativa do sistema de gerenciamento de RCD de Paracatu, destaca-se a sua fragilidade, o baixo controle por parte do poder público e a ausência leis municipais e de dados. Visto que não existia registro da produção de RCD na cidade em estudo, estabeleceram-se quantificações a partir de informações que foram levantadas nesta pesquisa e por meio de métodos indiretos. Dessa forma, estimou-se para Paracatu: a taxa de geração de RCD de 0,34 t/habitante por ano; que a área de aterramento municipal de RCD esteja recebendo em média 120 t de RCD por dia de operação; e que, em 2017, tenham sido aterradas cerca de 31.748,28 t de RCD na área de disposição final do município.

Palavras-chave: Resíduos sólidos. Construção civil. Quantificação por método indireto. Paracatu.

CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE IN PARACATU (MG): ANALYSIS OF THE MANAGEMENT SYSTEM AND PRODUCTION ESTIMATES

ABSTRACT

The efficient management of solid construction and demolition waste (C&D) is a challenge for public administrations and other agents involved. The RCDs comprise an important part of the solid waste generated in the urban environment and have a significant potential for environmental degradation, if not adequately treated. Considering this, the present study was carried out with the objective of analyzing the RCD management system of the city of Paracatu (MG). The work was developed through bibliographical and field research. As a result of the qualitative evaluation of Paracatu's RCD management system, its fragility, low control by the public power and the lack of municipal and data laws stand out. Since there was no record of C&D production in the study city, quantifications were established based on some information that was raised in this research and through indirect methods. Thus, it was estimated for Paracatu: the C&D production rate of 0.34 ton / inhabitant per year; that the C&D municipal ground area is receiving on average 120 ton of C&D per day of operation; and that in 2017 approximately 31,748.28 ton of C&D were landed in the final disposal area of the municipality.

Keywords: Solid waste. Civil construction. Quantification by indirect method. Paracatu.

INTRODUÇÃO

Os resíduos de construção e demolição (RCD) são um tipo específico de resíduo gerado nos processos construtivos, em reformas, reparos e demolições de obras de construção civil e também nas obras de preparação de terrenos (CONAMA, 2002).

Esse resíduo, apesar de apresentar percentual baixo de materiais perigosos, tem como principal característica o fato de ser, em geral, volumoso. Quando indevidamente gerenciado, o RCD afeta a qualidade do ambiente urbano pelo surgimento de depósitos irregulares, produz danos no solo, na água, na rede de drenagem, gera riscos sanitários, entre outros problemas.

Nas últimas duas décadas, o Brasil passou a contar com instrumentos regulamentadores da gestão dos RCD, entretanto, muitos municípios ainda não possuem um sistema de gestão, conforme é exigido pela Lei Federal nº 12.305 que define a Política Nacional dos Resíduos Sólidos - PNRS (BRASIL, 2010), e por órgãos como o CONAMA, por meio da Resolução nº 307 do ano de 2002, que dispõe diretamente sobre os RCD (CONAMA, 2002).

Ressalta-se que, apesar dos avanços no meio legal e nas políticas públicas, o gerenciamento dos RCD nos municípios e nas cidades brasileiras, em grande parte, ainda é marcado por sistemas precários e por disposições irregulares (CABRAL et al., 2014).

Tendo em vista essas reflexões iniciais, o presente estudo analisa o sistema de gerenciamento de RCD e a apresenta estimativas da geração desses resíduos, em Paracatu (MG).

O município de Paracatu está localizado na mesorregião noroeste do estado de Minas Gerais. De acordo com o último censo realizado pelo IBGE (2010), esse município possuía 84.718 habitantes, sendo a população urbana constituída por 73.772 habitantes e a rural por 10.946 habitantes. Em 2018, a população total desse município foi estimada em 92.430 habitantes (IBGE, 2019). Trata-se de um município e de uma cidade de pequeno porte demográfico, no entanto, com perspectivas de crescimento demográfico e com significativa importância econômica para sua região (SEBRAE, 2017).

Os principais setores de sua economia municipal, segundo valor adicionado no PIB, são os serviços e a indústria. No setor industrial, que responde por mais de 30 % do PIB municipal, tem destaque a indústria de mineração de ouro e as atividades da construção civil (SEBRAE, 2017).

O município de Paracatu apresentou, em 2010, Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) de 0,744, portanto, dentro da faixa considerada como alto IDH. O melhor indicador do IDH-M desse município é o IDH Longevidade. Ressalta-se também que este município apresentou melhorias significativas no IDH-M entre os anos de 1991 e 2010, com crescimento de 17,6% no referido período. Teve, portanto, evolução superior à média registrada em Estado de Minas Gerais, que foi de 17% (PARACATU, 2014).

A construção civil, em Paracatu, tem relativo destaque no potencial de consumo urbano. As despesas com materiais de construção ficaram na quarta posição no *ranking* municipal, na frente de itens como veículo próprio, vestuário e despesas com a saúde (SEBRAE, 2017). Porém, o setor da construção civil nos municípios, em geral, tem uma relação estreita com a dinâmica da economia nacional.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A CONSTRUÇÃO CIVIL E OS RESÍDUOS SÓLIDOS

A construção civil é um setor da atividade econômica de importância inquestionável ao longo da história. É o responsável pela produção de infraestrutura e, de modo geral, pela transformação do espaço em meio construído. A construção civil também tem boa capacidade de gerar emprego e renda, pois absorve grande número de mão de obra.

Por outro lado, a indústria da construção é o setor que mais consome recursos naturais e utiliza energia de forma intensiva, gerando consideráveis impactos ambientais (CBCS, 2014; THOMAS e COSTA, 2017; UN, 2017). A cadeia produtiva da construção civil consome entre 20 e 50% dos recursos materiais extraídos da natureza, no mundo. Os edifícios e as construções juntos representam 36% do consumo de energia global (JOHN, 2000; THOMAS e COSTA, 2017; UN, 2017).

Além dos impactos relacionados ao consumo de matéria e energia, há aqueles associados à geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Estima-se que a construção civil seja responsável por cerca de 13 a 30% do total de resíduos gerados no mundo (WAHI et al., 2015). No Brasil, os RCD coletados, em 2017, representaram em média cerca de 33% do total dos resíduos sólidos coletados no país (ABRELPE, 2017). Entretanto, esse dado é restrito ao material que foi coletado pelo serviço público. Não contempla os números dos resíduos coletados pelas empresas privadas (BRASILEIRO e MATOS, 2015).

Sobre os problemas decorrentes dos RCD, ressalta-se que apesar de não apresentarem grandes quantidades, em massa, de material perigoso, trata-se, em grande parte, de resíduos inertes e volumosos. No ambiente urbano, os RCD acabam desencadeando diversos problemas ambientais. Um desses decorre da disposição irregular dos RCD, o que implica em um grande número de áreas degradadas. Essas disposições irregulares colocam em risco a estabilidade de encostas, comprometem a drenagem urbana, dificultam a passagem de pedestres, além de degradarem a paisagem local. Isto, geralmente, ocorre em bairros de periferia que abrigam uma população de menor poder econômico e que já enfrenta problemas em relação a saneamento básico, por exemplo. No entanto, também acontece, em menor escala, em áreas mais bem equipadas das cidades, quando há lotes vazios e mediante ausência de fiscalização.

Esse cenário é propício para a multiplicação de vetores, como mosquitos e outros insetos, animais peçonhentos e roedores. É importante ressaltar que essas áreas provocam também o lançamento clandestino de outros tipos de resíduos, muitas vezes, não inertes, de origem doméstica e industrial, acelerando a degradação ambiental e dificultando a possibilidade de recuperação da área no futuro.

Os RCD podem ser considerados como um aspecto particular dos impactos ambientais da construção civil, pois relacionam-se com deficiências nos processos construtivos, com perdas de materiais e energia, afetam os custos das edificações e geram significativa poluição ambiental.

Quando não há segregação na fonte geradora, os RCD são designados como entulho, que é um conjunto de materiais que cuja principal característica é a heterogeneidade (NAGALLI, 2014). O entulho apresenta diferenças em sua composição que varia principalmente de acordo com a tecnologia empregada no processo produtivo da construção civil. Em Toronto, por exemplo, 34,8% da composição do RCD gerado corresponde a madeira. Na Bélgica, a porcentagem de madeira no RCD gerado é de 2,1%, sendo a alvenaria o principal tipo de resíduo gerado, chegando a representar 45,2% do total (PINTO, 1999). No Brasil, segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2012), o material com maior porcentagem na composição média dos RCD é a argamassa (63%), isso decorre do tipo de processo construtivo mais empregado no país, estruturas de concreto armado com fechamento em alvenaria de blocos de cerâmica. Outra razão para essa grande porcentagem é a produção de argamassa em quantidade superior à necessária para um dia de trabalho, que é muito comum em obras de pequeno porte.

Os processos construtivos usados no Brasil, em geral, são essencialmente manuais e sua execução é, em sua maioria, no próprio canteiro de obras. Na cultura dos construtores, pedreiros e serventes, não há preocupação com o desperdício de materiais, tampouco é explorado o seu potencial de reutilização. Isso faz com que a construção civil brasileira seja uma grande geradora de resíduos (NAGALLI, 2014).

Parte significativa do RCD gerado nas obras é decorrente de perdas no setor. A quantidade de materiais utilizada nas obras civis é maior do que a teoricamente necessária, o que indica um excesso de consumo de materiais nos canteiros de obra, decorrente de retrabalho e perdas incorporadas, perdas no armazenamento, no transporte interno, entre outras. Por outro lado, isso também reflete no volume e na massa de resíduo gerado por metro construído. E isso se repete em praticamente todos os setores da construção civil, o que leva a conclusão de que um bom planejamento, gerenciamento e monitoramento são fundamentais para reduzir a geração de resíduos e demais impactos da construção civil (SOUZA et al., 2004; NAGALLI, 2014; THOMAS e COSTA, 2017).

Para entender a geração de resíduos decorrentes de perdas nas obras no Brasil, cita-se a pesquisa realizada por Souza et al. (1998) na qual analisaram 85 canteiros de obras de 75 empresas construtoras em 12 estados brasileiros, realizando a medição do consumo e das perdas referentes a 18 materiais e diversos serviços. Foram constatadas perdas de diversas proporções que vão de 2,5%, o que é comparável aos melhores índices internacionais, a 133% devido a uma série de falhas cometidas pela empresa. O desperdício médio encontrado pela pesquisa foi de 8%, esse número reflete as perdas de materiais que se tornaram resíduos ou que ficaram incorporados na obra.

Os desperdícios de materiais durante o processo de construção aumentam o impacto ambiental. Buscar alternativas que reduzam as perdas e reaproveitam recursos deve ser uma responsabilidade conjunta de todos os envolvidos na construção civil (NAGALLI, 2014; BRASILEIRO e MATOS, 2015).

Na construção civil, os resíduos são gerados na fase de construção, mas também nas manutenções e reformas. Cabe ainda lembrar que o produto da demolição de edificações é inteiramente formado por resíduos, sendo esses de diversas naturezas. Segundo Pinto (1999), as reformas e ampliações (que

incluem construção de novos espaços e demolição de antigos) são responsáveis por aproximadamente 52% das remoções efetivadas pelos coletores de RCD. Pinto (1999) ainda afirma que as reformas são uma das maiores atividades geradoras de RCD em áreas urbanas. Essas, em geral, são desenvolvidas de maneira informal, com grande variedade de serviços, fazendo com que a sua quantificação seja difícil de ser estabelecida.

A maior geração de RCD pode ser associada falta de planejamento, gerenciamento e acompanhamento adequados na execução das tarefas nos canteiros de obras. Entretanto, a geração de RCD é inevitável e a política de “zero resíduo” é irrealizável, então as ações práticas e as pesquisas realizadas na área apontam para a minimização. A diretriz de redução da quantidade de resíduos é a técnica mais eficiente, segundo a literatura sobre o assunto, porque apresenta o índice mais baixo de impacto ambiental (NAGALLI, 2014). Desta forma, ao minimizar a geração de resíduos, também diminui a necessidade de adquirir materiais novos nas obras para suprir as perdas, materiais esses que já produziram danos ambientais diversos desde a sua extração até o transporte para a sua utilização.

GESTÃO E GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo Nagalli (2014), gestão e gerenciamento de RCD são processos diferentes. Gestão de RCD é um amplo processo composto por políticas públicas, leis e regulamentos que direcionam a atuação dos agentes do setor. Já o gerenciamento de RCD ocorre em um ambiente mais restrito, onde são relacionadas as atividades operacionais cotidianas e o contato direto com os resíduos. Ou seja, o gerenciamento aborda as ações desenvolvidas diretamente por empreendedores e construtores, no sentido de antever, controlar e manipular os RCD de suas obras.

No âmbito da gestão de RCD no Brasil, tem-se como referência a PNRS (2010) e as Resoluções do CONAMA 307/2002, 348/04, 431/11, 448/12 e 469/2015. Segundo a Resolução CONAMA 307/2002, os geradores devem ter como prioridade a não geração de resíduos e, secundariamente, adotar as medidas cabíveis e ambientalmente adequadas para os resíduos que, inevitavelmente, são gerados. Nesta Resolução estabelece-se também que os RCD não podem ser dispostos em aterros de resíduo sólido urbano (RSU), uma vez que a sua destinação necessita ser feita, conforme o Art. 10º, segundo a classe de cada resíduo.

A Resolução do CONAMA nº 307/2002 estabelece o Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil como instrumento de gestão dos RCD, a ser elaborado pelos municípios e pelo Distrito Federal, em consonância com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. E, também define as responsabilidades dos grandes geradores e dos geradores de pequenos volumes.

Os grandes geradores de resíduos da construção devem elaborar e implementar um plano de gerenciamento de resíduos da construção civil (PGRCC). Nesse documento são estabelecidas as ações necessárias ao adequado gerenciamento dos RCD. O PGRCC deve conter as etapas de caracterização, triagem, acondicionamento, transporte e destinação final dos seus resíduos, conforme a resolução nº 307/2002 do CONAMA. Para os empreendimentos que se enquadram na necessidade de apresentar o PGRCC, para obter o licenciamento ambiental, este deve ser apresentado ao órgão ambiental responsável pela regularização ambiental. Para as atividades e os empreendimentos dispensados de licenciamento ambiental, o PGRCC deve ser apresentado juntamente com o projeto do empreendimento e analisado pelo órgão ambiental competente do poder público municipal, em conformidade com o plano municipal de gestão de resíduos da construção civil.

Os geradores de pequenos volumes, os quais devem ser definidos em lei municipal, são também responsáveis pelos resíduos gerados, no entanto, esses podem usar áreas públicas de entrega voluntária para fazer o descarte dos materiais decorrentes de obras e reformas. Cabe, portanto, ao município apresentar, no seu sistema de gerenciamento municipal de RCD, pontos de recolhimento de pequenos volumes (pontos de entrega voluntária) associados a medidas de viabilização do reaproveitamento, da reciclagem de materiais e da destinação final adequada.

O município deve realizar o cadastramento de empresas transportadoras, o licenciamento de áreas de manejo e destinação final de RCD, ações de orientação, fiscalização, entre outras medidas que deverão constar no Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduo de Construção Civil, conforme Resolução CONAMA 307.

Os geradores de RCD (pequenos e grandes), os transportadores e os destinatários (recicladores e aterros) são agentes que estão mais diretamente envolvidos com os resíduos, ou seja, com a sua manipulação propriamente dita (NAGALLI, 2014).

Sobre os destinatários é possível afirmar que, no Brasil, a sua maioria é composta pelas prefeituras municipais, as quais são responsáveis por 85,7% das áreas de reciclagem e 60,7% dos aterros de RCD. Já as áreas de transbordo e triagem (ATT), 70% delas são operadas por empresas privadas (IPEA, 2012).

No Brasil, embora exista a Resolução nº 307 do CONAMA desde 2002, que regulamenta a gestão dos resíduos da construção, não há evidências de que tais determinações estejam sendo cumpridas. Essa situação torna-se mais visível ao observar os dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2010 *apud* IPEA, 2012), a qual indica que 32,9% dos municípios do país ainda dispunham, nesse ano, os RCD em vazadouros (lixões), enquanto 10,9% deles depositavam tais resíduos em aterros sanitários, juntamente com os demais resíduos sólidos urbanos o que, conforme o Art. 4º da referida resolução, é proibido.

Em Minas Gerais, aproximadamente 13% dos municípios fazem a disposição dos RCD no mesmo local de disposição dos resíduos sólidos urbanos (lixões, aterros controlados, aterros, sanitários ou áreas de triagem e compostagem), ocorrendo de em alguns casos serem dispostos juntamente com os RSU ou utilizados para o seu recobrimento (CABRAL et al., 2014).

Segundo Marchezetti et al. (2011), as justificativas para tal situação em relação aos RCD, incluem, por um lado, insuficiência de recursos para o setor e por outro lado, despreparo e desinteresse das administrações municipais, juntamente com a falta de cobrança da sociedade.

METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado a partir de dois procedimentos principais: pesquisa bibliográfica e pesquisa de campo. O primeiro possibilitou a fundamentação teórica e a documentação indireta do estudo. O segundo permitiu o contato e a familiarização com a realidade do objeto estudado, bem como o levantamento de dados primários.

A pesquisa de campo envolveu visitas técnicas, com fim de obter informações e coletar dados em órgãos públicos e instituições da cidade de Paracatu, sendo: Prefeitura Municipal de Paracatu, Secretaria de Obras de Paracatu, Secretaria do Meio Ambiente de Paracatu, Secretaria do Planejamento, Departamento de Limpeza Urbana de Paracatu (DLU), Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequena Empresas de Minas Gerais (SEBRAE-MG), Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais (CREA-MG), Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) e Aterro Sanitário de Paracatu.

Foram efetivadas entrevistas estruturadas com: dez representantes de empresas geradoras de RCD em Paracatu, as quais atuavam em diferentes ramos da construção civil; cinco representantes de empresas transportadoras de RCD; e, um representante da Secretaria de Meio Ambiente de Paracatu. As empresas incluídas na pesquisa são instituições que estavam em efetivo exercício de suas atividades no ano de 2017, que tinham, na época, pelo menos três anos de atividade no município e que apresentaram disponibilidades para as entrevistas. Excluíram-se, portanto, as empresas dos setores citados cujo tempo de atividade no mercado local era inferior a três anos.

Os dados extraídos nas entrevistas e na observação direta foram analisados de maneira qualitativa. O método qualitativo, segundo Ramires e Pessoa (2009), permite identificar as motivações que levam o sujeito a uma determinada prática, desde que existam elementos que fundamentem a dissertação. Como isto, obteve-se uma avaliação qualitativa do gerenciamento de RCD em Paracatu.

Realizaram-se também análises quantitativas dos dados coletados nos órgãos públicos e nas pesquisas de campo.

Um dado de interesse desta pesquisa é a quantidade de RCD gerada na cidade de Paracatu. No entanto, a Prefeitura Municipal não possui bancos de dados de forma que possa informar isto. A Secretaria de Meio Ambiente de Paracatu forneceu os dados das entradas e saídas de veículos transportadores de resíduos da construção civil no aterro sanitário da cidade, no período de julho a outubro de 2017. Entretanto, os dados não estavam sistematizados e não havia registros do volume recebido em cada entrada.

Em função disso, estimou-se o volume de RCD recebido na área de disposição final que fica dentro do Aterro Sanitário de Paracatu, a partir do número de entradas mensais de veículos transportadores, considerando a capacidade volumétrica das caçambas usadas para o transporte de RCD.

Utilizou-se também o método de quantificação indireta de RCD proposto por Ângulo et al. (2011). Este método considera a produção de resíduos advinda dos agentes informais e formais, os quais, em geral são reformas e novas construções, respectivamente. O método propõe a quantificação dos RCD gerados pela construção a partir da área construída na cidade. A geração anual acumulada de resíduos na construção (C) foi estimada por dados obtidos ao longo dos meses, empregando-se a Equação 1. Esta equação quantifica a massa de resíduo gerado, multiplicando-se a área construída por um índice de geração de RCD, por unidade de área (m² construído).

$$C = A_c \times \rho_c \quad (\text{Equação 1})$$

Na qual,

C: é a quantidade de RCD produzida por mês (t/mês).

A_c: é a área construída por mês (m²/mês).

ρ: é o índice de geração de RCD (0,15 t/m² construído, obtido por Pinto em 1999).

Para a aplicação deste método, realizou-se uma pesquisa na Secretaria de Obras de Paracatu com a finalidade de levantar a área que foi liberada para construção, por meio dos alvarás de construção concedidos no ano de 2016 e no período de janeiro a outubro do ano de 2017.

Para a quantificação dos resíduos gerados por reformas, o método admite que uma reforma residencial não ultrapassa de 25% da área média construída de uma residência, então a área média de reforma considerada foi de 30 m². Como tais construções, na maioria dos casos, não são regularizadas pelos órgãos competentes, o método propõe a identificação dessas atividades por meio de indicadores relacionados a mudanças efetuadas em ligações de água preexistentes. Na maioria dos casos, essas mudanças são correlacionadas às ampliações e reformas realizadas informalmente pelos habitantes. Obteve-se a estimativa da massa de resíduo gerado, relacionando a área média reformada para cada ponto de transformação de ligação água e o índice de geração por m² de área reformada, conforme a Equação 2.

$$R = P \times \eta \times \rho_r \quad (\text{Equação 2})$$

Onde,

R: resíduo na reforma por mês (t RCD/mês).

P: solicitações de transformação nas ligações de água ou de energia (ligações/mês).

η: conversão da área reformada média para cada ligação (30m² reforma/ligação)

ρ_r: índice de geração de resíduo na reforma (0,47 t/m² reforma).

Outro fator levado em conta para estimar o número de reformas, foi o número de alvarás concedidos, no mesmo período, das transformações de ligação de água. Assim, evitou-se a sobreposição de dados, pois foi subtraído do número de ligações, o número de alvarás concedidos para novas construções. Esse processo foi necessário porque a COPASA forneceu dados de ligações de água no geral, ou seja, abrangia o número de novas ligações de água.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO EM PARACATU

A gestão dos RCD em Paracatu ocorre de maneira pouco controlada pelo poder público municipal, justamente por esse município não possuir instrumentos reguladores de tal atividade. Portanto, Paracatu não possui lei municipal que dispõe sobre a gestão e o gerenciamento desses resíduos.

No Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Paracatu (2014), que abrange o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, foi apontada a falta de uma legislação municipal para a regulamentação dos resíduos da construção civil. Na ocasião, foi declarada como de primordial importância a elaboração de um Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil.

Foi recomendada também, no PMSB de Paracatu, a construção de uma usina de reciclagem dos resíduos da construção civil até o ano de 2017. Considerando como fato que 80% dos resíduos contidos em uma caçamba são totalmente recicláveis, tal medida diminuiria significativamente a quantidade de resíduos que é destinada na área de aterramento de resíduos do município, conhecida como “aterro de bota-fora” (BLUMENSCHNEIDER, 2007). Além disso, os produtos gerados pela reciclagem dos resíduos classe A são matéria-prima para novos processos produtivos da construção civil, os quais podem ser empregados em obras públicas, como a pavimentação de vias públicas, por exemplo. Esses mesmos produtos poderiam ser comercializados a terceiros gerando retorno para o município.

O estabelecimento do sistema de fiscalização sobre os grandes geradores é outra recomendação do PMSB de Paracatu que ainda não foi cumprida e cujo prazo venceu no ano de 2017. A aplicação dessa fiscalização pressionaria os grandes geradores a se importarem mais com a questão da geração de resíduos no canteiro de obras, aplicando práticas para a redução e reutilização dos seus resíduos, antes de destiná-los à reciclagem ou à disposição final ambientalmente adequada.

Verificou-se que até dezembro de 2017 não existia nenhuma legislação para regulamentar a gestão do RCD em Paracatu. Da mesma forma, as recomendações do PMSB de Paracatu (2014), referentes aos RCD não foram cumpridas. Observou-se também que não havia nenhum tipo de programa de informação voltado para os geradores e transportadores de RCD, com relação às políticas e práticas que devem ser empregadas no gerenciamento dos RCD no município.

GERENCIAMENTO DE RCD EM PARACATU

O gerenciamento de RCD em Paracatu acontece, basicamente, em três etapas: geração, transporte e disposição final.

Os resíduos são gerados em obras de construção civil, reformas e demolições. Em geral, os geradores contratam as empresas transportadoras de resíduos, as quais fornecem caçambas para o acondicionamento dos resíduos e, posteriormente, fazem a remoção do material da obra.

Verificou-se que, em geral, nos canteiros de obras não são aplicadas práticas de gerenciamento diferenciado para os resíduos gerados. Salvo alguns materiais classe B como papel, plástico e metal, o restante dos resíduos é acondicionado temporariamente nas caçambas estacionárias, sem nenhum tipo de segregação prévia.

As caçambas ficam dispostas na via pública em frente aos canteiros de obra. Não existe, ou não é aplicado, um prazo para a retirada das caçambas, que ficam por tempo indeterminado na via pública, dependendo exclusivamente do acordo entre gerador e transportador.

Práticas de redução da geração de resíduos foram observadas pontualmente em algumas empresas, podendo ser citados como exemplos, a aquisição do meio bloco para evitar a quebra dos blocos inteiros durante serviço de assentamento de alvenaria, a utilização de estruturas metálicas que dispensam o uso de formas e minimizam as perdas, e o emprego do concreto usinado. Cabe ressaltar, que tais práticas não são comuns em obras de pequeno porte, que constituem a maior parte das obras realizadas na cidade.

A coleta na obra e o transporte dos resíduos de construção até a disposição final são realizados, em geral, por empresas transportadoras de resíduos. A retirada dos materiais ocorre com a remoção das caçambas içadas por caminhões poliguindastes com capacidade volumétrica de 3, 4 e 5 m³. Cada caminhão transporta apenas uma caçamba cheia por viagem. Esses serviços são também realizados, em menor proporção, por outros tipos de caminhões, caminhonetes e carroças. Os resíduos removidos das obras, nas caçambas, não passam por triagem alguma pelas empresas transportadoras. Desta forma, os resíduos coletados nos canteiros de construção civil, em Paracatu, seguem diretamente para a única disposição final legalizada em Paracatu que é nomeada como aterro de bota-fora.

A área de disposição final dos RCD é a mesma do antigo aterro controlado de Paracatu, a qual localiza-se junto ao aterro sanitário dessa cidade. Mesmo existindo uma área para destinação dos RCD, encontram-se, na cidade de Paracatu, disposições irregulares em lotes vagos e em bota-foras clandestinos. Foram identificados 17 pontos de lançamento irregular de RCD, em 2014 (PARACATU, 2014) e 18 pontos, em 2017 (PESQUISA DE CAMPO, 2017).

Na área de disposição final dos RCD, as empresas transportadoras despejam os resíduos sobre o solo e, em seguida, é feita uma separação de parte dos resíduos visando obter material (RCD classe A) para ser usado no recobrimento dos resíduos sólidos urbanos domiciliares no aterro sanitário local. Esse processo é realizado de maneira visual, com o uso de um trator de esteira. Após isso, o mesmo trator de esteira é usado para fazer a organização e o aterramento dos demais materiais de RCD.

A prefeitura municipal de Paracatu ainda possui outros gastos no gerenciamento dos RCD como pelo recolhimento e destinação de entulhos dispostos em locais inapropriados como calçadas, vias e botaforas clandestinos e, também pelo controle de zoonose demandado em função da formação de áreas de riscos sanitários. Entretanto, a Prefeitura de Paracatu não apresentou os registros desses custos, ou seja, dos gastos públicos com atividades corretivas decorrentes dos RCD.

A Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Paracatu começou a realizar, no mês de julho de 2016, o controle de entradas e saídas dos veículos transportadores de RCD na área municipal de aterramento desses materiais, por meio do recolhimento do documento chamado Manifesto de Transporte e Destinação Final de Resíduos (MTDR).

A partir da identificação das entradas de resíduos no aterro sanitário, no período de janeiro a outubro de 2017, constatou-se o número de sete empresas que prestam serviços de transporte de resíduos da construção civil na cidade. Sendo que cinco delas apresentam uma maior expressividade no número de entradas no aterro sanitário.

No período analisado, as empresas de transporte de RCD representaram 82,23% das entradas no aterro, já os particulares 7,43% e a Prefeitura Municipal de Paracatu 10,34%. Considerando que cada entrada representa uma caçamba com capacidade volumétrica de 4 m³, a Prefeitura Municipal recolheu e transportou uma média de 256 m³ de RCD por mês, o que corresponde a 307,2 toneladas, considerando a massa unitária do RCD de 1,2 t/m³, conforme Pinto (1999).

Quanto às informações sobre os geradores, os documentos consultados de controle de entrada de veículos transportadores de resíduos indicam apenas os bairros de onde provem os resíduos. Desse modo, não foi possível fazer um levantamento dos principais geradores de RCD na cidade.

É interessante citar que, desde o ano de 2010, observa-se na cidade crescente número de obras de grande porte, em geral, prédios de seis a 15 andares. Também é notória a presença de diversos loteamentos de grande porte no entorno da cidade. Tais fatos apontam para um futuro aumento na geração de RCD.

Nesse cenário, é interessante buscar alternativas para melhorar o gerenciamento dos RCD na cidade de Paracatu e implantar ações preventivas que futuramente poderão evitar, ou atenuar, a necessidade de medidas corretivas, as quais são repetitivas, de custo elevado e não produzem resultados adequados, por isso profundamente ineficientes.

PROBLEMAS IDENTIFICADOS NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO EM PARACATU

Constatou-se, nesta pesquisa, que o sistema de gerenciamento de RCD realizado na cidade Paracatu apresenta algumas fragilidades, cujas identificações podem favorecer para a tomada de decisões assertivas, pelos agentes envolvidos (Quadro 1).

As questões verificadas relacionam-se diretamente com a ausência de instrumentos municipais de gestão dos RCD, visto que Paracatu não possui o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e nem outro instrumento que regulamente como deve ser o manejo desses materiais na cidade e no município. Ressalta-se que a obrigatoriedade deste plano foi definida, em 2002, pela Resolução CONAMA, 307.

O poder público municipal de Paracatu tem baixo controle do gerenciamento de RCD na cidade e não dispõe (ou não divulga) de dados necessários para a devida avaliação da situação, bem como para o planejamento de um sistema mais eficiente. Alguns indicadores disso são: ausência de dados sobre a geração de resíduos; inexistência de cadastro das empresas coletoras e transportadoras de resíduos; incipiente controle da quantidade e natureza dos materiais aterrados no “bota-fora” municipal; falta de dados sobre as áreas de disposição irregular ao longo da área urbana, sobre a quantidade e tipos de materiais recolhidos, frequências das limpezas e sobre os custos envolvidos (PESQUISA DE CAMPO, 2017).

Quadro 1 - Problemas identificados no sistema de gerenciamento de Paracatu (MG), 2017.

Problema	Agentes envolvidos	Impactos
Ausência de instrumentos de gestão	<ul style="list-style-type: none"> - Poder público municipal - Geradores (pequenos e grandes) - Empresas de coleta e transporte de RCD 	<ul style="list-style-type: none"> - Baixo controle do poder público sobre o que é gerado, quanto é gerado e quem gera RCD. - Não há definição de pequeno e grande gerador de RCD, com isso, a Prefeitura assume custos com a destinação final do RCD dos grandes geradores e, ao mesmo tempo, não dispõe de um sistema adequado para atender aos geradores de pequenos volumes. - Ausência de meios para fiscalização. - Gerenciamento deficitário com poluição significativa.
Ausência de práticas de redução de geração e reutilização de RCD nos canteiros de obra	<ul style="list-style-type: none"> - Geradores (pequenos e grandes) 	<ul style="list-style-type: none"> - Extração de mais recursos naturais, para suprir as perdas por geração de resíduos. - Percentual dos resíduos que é destinado para o aterro de bota-fora é muito elevado. - Redução do tempo útil do aterro de bota-fora.
Ausência de reciclagem dos RCD	<ul style="list-style-type: none"> - Poder público municipal - Geradores (pequenos e grandes) 	<ul style="list-style-type: none"> - Perda de material com o potencial de reciclagem. - Percentual dos resíduos que é destinado para o aterro de bota-fora é muito elevado. - Redução do tempo útil do aterro de bota-fora.
Disposições irregulares de pequenos volumes RCD na cidade	<ul style="list-style-type: none"> - Pequenos geradores 	<ul style="list-style-type: none"> - Gastos públicos com o recolhimento e com a destinação dos resíduos. - Degradação da paisagem urbana. - Obstrução de vias públicas e calçadas.
Disposições irregulares com formação de “bota-fora”	<ul style="list-style-type: none"> - Geradores (pequenos e grandes) - Empresas de coleta e transporte de RCD - Carroceiros 	<ul style="list-style-type: none"> - Multiplicação de vetores de doenças, como mosquitos e outros insetos, animais peçonhentos e roedores. - Gastos públicos com controle de zoonose. - Poluição ambiental.
Aterramento de resíduo como única alternativa de destinação	<ul style="list-style-type: none"> - Poder público municipal - Geradores (pequenos e grandes) - Empresas de coleta e transporte de RCD 	<ul style="list-style-type: none"> - Perda de material com o potencial para reaproveitamento e reciclagem. - Poluição ambiental.

Elaboração: Autores (2017).

Pela ausência de lei municipal sobre o gerenciamento de RCD em consonância com a Resolução CONAMA 307/2002, em Paracatu não há definição de pequeno e grande gerador de RCD. Com isso, a prefeitura assume os custos com a destinação final do RCD dos geradores de grandes volumes e, ao mesmo tempo, não dispõe de um sistema adequado para atender aos geradores de pequenos volumes, o que no caso são os pontos de entrega voluntária de materiais. Isso, por sua vez, associa-se à frequente prática da população de dispor de pequenos volumes de RCD nas calçadas e vias públicas, e solicitar ao Departamento de Limpeza Urbana (DLU) a remoção dos resíduos. Segundo o DLU de Paracatu (2017), a alegação mais comum, frente a esse comportamento, é a falta de recursos financeiros para custear uma empresa que faça o gerenciamento dos resíduos.

Outra prática averiguada foi a disposição de RCD em bota-foras, realizada pelos geradores de pequenos e grandes volumes. O DLU (2017) declarou que existem vários bota-foras na cidade e que os mesmos são de difícil controle. Esse departamento afirmou também que realiza o recolhimento de materiais e a limpeza das áreas utilizadas de maneira ilegal como bota-foras e que aplica medidas para evitar a reincidência desses casos. Uma das ações mencionadas, pelo DLU (2017), foi a escavação de valetas para impossibilitar os veículos de se aproximarem dessas áreas. Entretanto, este órgão não dispõe de um banco de dados com a localização desses bota-foras e com a quantidade de resíduo coletada, nem os custos envolvidos.

Representantes de empresas do setor da construção civil de Paracatu informaram que a Prefeitura de Paracatu não exigiu em nenhum momento a apresentação de projeto de gerenciamento dos resíduos da construção civil. Com isso, cada gerador (neste caso especificamente o gerador de grandes volumes) faz o gerenciamento dos seus resíduos da maneira que melhor lhe atenda, mesmo que seja incompatível com o bem comum do município. A falta de instrumentos que orientem os geradores a exercerem um gerenciamento adequado não só permite o desmazelo, como também desmotiva empresários interessados em colaborar com a melhoria da qualidade ambiental da cidade e obter certificações ambientais.

Por fim, a destinação final exclusivamente pela colocação dos resíduos no solo, sem a devida separação ou qualquer medida de controle ambiental, configura-se como uma prática que deveria ter sido eliminada, tendo em vista a Resolução 307/2002 do CONAMA e suas alterações.

As falhas observadas no sistema de gerenciamento de RCD de Paracatu acabam gerando necessidades de o poder municipal intervir, na maioria das vezes, com ações de caráter imediatista. Esse tipo de medida é dispendiosa e gera outros problemas para o município.

A partir dos problemas citados neste estudo e dos seus respectivos impactos, ressalta-se que a questão é ampla e engloba tanto os aspectos legais, ambientais, econômicos e de saúde pública.

Entretanto, é sabido que a melhoria desse sistema vai depender de iniciativas do poder público municipal, da participação da sociedade e de recursos financeiros. Outros estudos sobre esse assunto em Paracatu, precisam ser desenvolvidos, sobretudo para se obter embasamento para a proposição de medidas que tragam benefícios ambientais, sociais e econômicos para a cidade e o município. Para tanto, é fundamental a existência de bancos de dados e informações locais sobre os resíduos de construção civil. Considerando isto, a seguir, apresentam-se estimativas da geração de RCD em Paracatu.

GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM PARACATU

O volume de RCD e sua composição gravimétrica são dados fundamentais para a avaliação de alternativas mais eficientes de gerenciamento desses materiais. No caso de Paracatu, estes conteúdos não têm sido levantados e registrados.

Um dos problemas decorrentes da forma como tem sido realizado o gerenciamento dos RCD em Paracatu é a carência de dados e informações sobre esses processos, conforme se observou no item anterior deste trabalho. Basicamente, o poder público municipal de Paracatu dispõe somente de informações referentes ao controle de entrada de veículos na área de disposição final, no aterro sanitário do município, referente aos meses de janeiro a outubro de 2017, com exceção do mês de junho, que não foi encontrado nenhum o registro.

Nesse controle, consta o nome do motorista, a placa do veículo, o horário de entrada e saída, o nome da empresa que faz o transporte e o nome do bairro de onde foi transportado esse resíduo. Não há o registro do tipo do veículo utilizado em cada transporte e da quantidade de material transportado por cada veículo.

Considerando essas informações, elaborou-se uma estimativa da quantidade de resíduos da construção civil que o aterro de bota-fora de Paracatu pode ter recebido por mês, em 2017 (Tabela 1).

Tabela 1 - Estimativas da quantidade de RCD recebida na área de bota-fora da construção civil, no aterro sanitário de Paracatu, segundo número entradas de veículos e capacidade volumétrica das caçambas, janeiro a outubro de 2017.

Mês	Número de entradas de veículos para descarga (1)	Volume recebido (m ³) considerando todas as caçambas recebidas com capacidade volumétrica de:		
		3	4	5
Janeiro	220	660	880	1.100
Fevereiro	554	1.662	2.216	2.770
Março	596	1.788	2.384	2.980
Abril	644	1.932	2.576	3.220
Mai	566	1.698	2.264	2.830
Junho	Não registrado	Não registrado	Não registrado	Não registrado
Julho	577	1.731	2.308	2.885
Agosto	585	1.755	2.340	2.925
Setembro	582	1.746	2.328	2.910
Outubro	466	1.398	1.864	2.330
Total	4.790	14.370	19.160	23.950

Fonte: Administração do Aterro Sanitário de Paracatu, 2017.

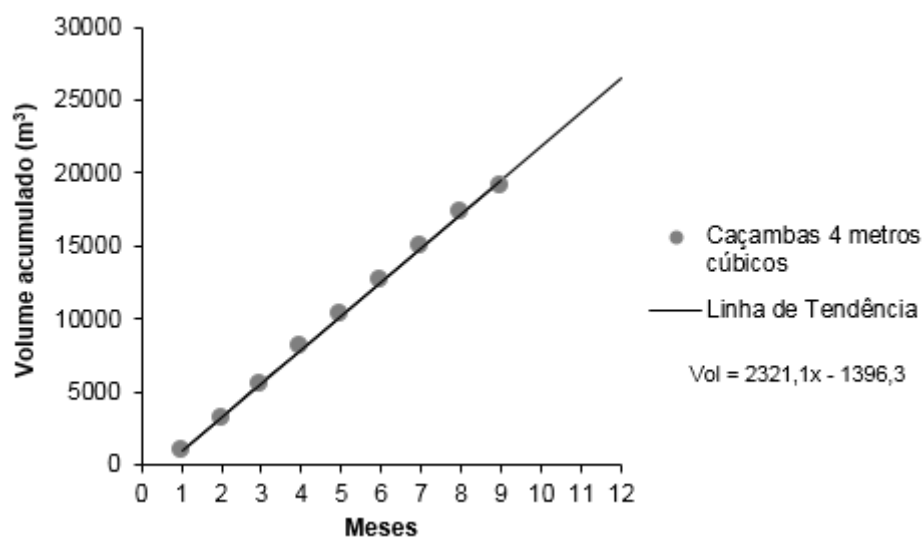
Elaboração: Autores (2017).

Observa-se, na Tabela 1, que o número de entradas de veículos para descarga de RCD no mês de janeiro difere bastante dos demais meses. Devido à essa discrepância, optou-se por analisar a mediana do intervalo, sendo 577 o número adotado para a análise seguinte. Dessa forma, os dados indicam que o aterro de bota-fora de Paracatu recebe no mínimo 1.731 m³ de RCD por mês, considerando todas as entradas como sendo de caçambas com o volume de 3 m³, e no máximo 2.885 m³, se todas as entradas forem de 5 m³ de resíduos. Ou seja, o volume de resíduos recebidos por mês varia na faixa de 1.731 a 2.885 m³.

Conforme proposto por Pinto (1999), a massa unitária do RCD no Brasil é média de 1,2 t/m³. Ao aplicar este valor para o caso de Paracatu, obtém-se que a massa de RCD depositada no aterro de bota-fora da construção civil está na faixa de 2.077,2 a 3.462 toneladas mensais.

Com base nos dados da Tabela 1, elaborou-se a Figura 1 para representar o volume acumulado de RCD na área de aterramento de Paracatu, considerando caçambas com volume de 4 m³. Nesse gráfico não foi considerada a compactação desses resíduos e sim o volume recebido acumulado ao longo dos meses.

Figura 1 - Estimativas volume acumulado de RCD na área de bota-fora da construção civil, no aterro sanitário de Paracatu, ano 2017.



Elaboração: Autores (2017)

Estima-se que a quantidade anual de RCD recebida na área de bota-fora municipal da construção civil de Paracatu seja em torno de 26.456,9 m³ (Figura 1) ou o equivalente a 31.748,28 toneladas de materiais.

Considerando a população total de 92.088 habitantes, calcula-se que a taxa de geração de RCD de Paracatu seja de 0,34 t/hab.ano. Sendo que dessa população, 80.190 pessoas habitam na zona urbana, o resultado é em uma taxa de geração de RCD de 0,40 t/hab. urbano por ano, ou seja, o equivalente a 1,09 kg/hab.dia. Esse valor é compatível com o que foi descrito na literatura por Pinto (1999), Marques Neto (2005), Marques Neto e Schalch (2010) e Córdoba et al. (2019), os quais indicaram uma faixa de geração urbana de RCD de 1 kg/hab.dia a 3 kg/hab.dia.

A taxa de geração *per capita* encontrada para a cidade de Paracatu, comparada com taxas de outras localidades do Brasil, levantadas por Pinto (1999), Marques Neto (2005), Marques Neto e Schalch (2010), pelo IPEA (2012) e por Córdoba et al (2019), não se configura como uma alta taxa de geração de RCD.

Entretanto, cabe lembrar que essa taxa foi calculada considerando apenas os resíduos da construção civil recebidos pelo aterro, ou seja, provavelmente a real taxa de geração de RCD da cidade seja maior. Isso porque não foram quantificados os resíduos que recebem outras destinações finais.

QUANTIFICAÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO CIVIL EM PARACATU

O uso de métodos indiretos é outra forma para estimar a geração de RCD. Nesse estudo, aplicou-se o método indireto proposto por Ângulo et al. (2011) para quantificar a produção de RCD em Paracatu.

Desta forma, obteve-se que a quantidade de RCD gerada pela construção de novas edificações, no período de janeiro a dezembro de 2016, foi de 11.275,491 toneladas, e no período de janeiro a outubro de 2017, consistiu em 12.971,88 toneladas (Quadro 2).

Quadro 2 - Estimativas da quantidade de RCD gerado em Paracatu, a partir de dados da área licenciada para construção, 2016-2017.

Período	Número de alvarás (1)	Áreas licenciadas para construção (m ²)	Quantidade de RCD gerado no período (t)	Quantidade média de RCD gerado por mês (t/mês)
2016 (jan-dez)	126	75.169,94	11.275,491	939,624
2017 (jan-out)	113	86.479,203	12.971,880	1.297,188

Fonte: Secretaria de Obras de Paracatu (2017). Autores (2017).

Elaboração: Autores (2017).

Para a quantificação dos resíduos da construção civil produzidos por reformas, utilizou-se, como referência, o número de solicitações de transformação nas ligações de água. Ao analisar o número de alvarás concedidos no ano de 2016 (126 alvarás) e o número de ligações de água (884 ligações), conclui-se que 758 ligações de água não foram para as novas construções, o que leva a conclusão que tais ligações referem-se a construções informais, consideradas reformas. O mesmo se afirma com relação ao período estudado de 2017, onde 408 ligações de água não se enquadram no número de construções formais. A partir desses dados, calculou-se, conforme a Equação 2 apresentada na metodologia, os resíduos gerados pelas reformas por cada mês.

A quantidade estimada de RCD em Paracatu, gerada pelas reformas, foi de 12.464,4 toneladas no ano de 2016 e, 7.346,1 toneladas no período de janeiro a outubro de 2017 (Tabela 2).

Tabela 2 - Estimativa da quantidade de resíduos de construção civil gerados por reformas, em Paracatu, nos anos de 2016 e 2017.

Meses	Resíduo gerado por reforma em 2016 (t/mês)	Resíduo gerado por reforma em 2017 (t/mês)
Janeiro	296,1	831,9
Fevereiro	747,3	733,2
Março	4568,4	831,9
Abril	1001,1	592,2
Mai	578,1	549,9
Junho	310,2	662,7
Julho	437,1	789,6
Agosto	1536,9	972,9
Setembro	1029,3	747,3
Outubro	789,6	634,5
Novembro	423,0	-
Dezembro	747,3	-
Total de resíduos gerados no ano (t)	12.464,4	7.346,1

Fonte: Autores (2017).

Elaboração: Autores (2017).

O total de RCD produzido, segundo o método usado, é dado pela soma dos resíduos provenientes das construções novas e das reformas. Portanto, a quantidade total de RCD em Paracatu foi de 23.739,891 t no ano de 2016 e 20.317,98 t no período de janeiro a outubro de 2017.

Ao comparar os valores encontrados a partir da análise do controle de entradas e saídas do aterro sanitário com os valores calculados pelo método indireto de quantificação de RCD, percebe-se que a quantidade anual estimada de RCD recebida pelo aterro de bota-fora foi superior a calculada pelo método indireto (Quadro 3).

Apesar da diferença entre os valores encontrados a partir dos cálculos realizados pelos dois métodos, é válido ressaltar que não houve uma disparidade muito grande entre eles. Fato semelhante foi observado por Marques Neto e Schalch (2010) ao estimar a geração de RCD em São Carlos (SP), por métodos indiretos.

Esse resultado pode indicar que a taxa de geração de RCD nas novas construções e/ou nas reformas da cidade seja maior do que as taxas levadas em conta para a realização dos cálculos pelo método proposto por Ângulo et al. (2011). O resultado ainda permite apontar que existem mais construções informais do que o número considerado para a realização dos cálculos por esse mesmo método.

Quadro 3 - Quantidade de RCD calculada pelos diferentes métodos utilizados

Descrição	Métodos		
	Estimativa através do número de entradas no aterro	Método de quantificação indireta (ÂNGULO et al., 2011)	
Período	2017	2016	2017 (jan-out)
Quantidade de RCD (t)	31.748,28	23.739,891	20.317,98
Média mensal de RCD (t/mês)	2.645,69	1.978,324	2.031,798

Fonte: Autores (2017).

Elaboração: Autores (2017).

Cabe lembrar que, como foi constatado em campo, o aterro de bota-fora não recebe puramente os RCD, pois os resíduos chegam misturados nas caçambas e nos caminhões, muitas vezes contendo outros tipos de resíduos, como resíduos domésticos. Fato que também pode influenciar nas diferenças entre os resultados obtidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio deste estudo, evidenciou-se que o sistema de gerenciamento de RCD em Paracatu (MG) não é conduzido por legislação municipal específica para a questão dos RCD. Ocorrem diversas situações na cidade de Paracatu que contrariam os preceitos legais e normativos vigentes no país, como deposições clandestinas, disposições finais de RCD juntamente com resíduos sólidos domésticos, não segregação dos RCD, ausência de sistema que viabilize a reciclagem de materiais, entre outras. Também não é feita a reservação de materiais (classe A) para usos futuros no município, como é orientado pelas legislações do CONAMA.

No caso de Paracatu, sem os instrumentos regulamentadores referentes ao gerenciamento dos RCD, o município assume a responsabilidade sobre os resíduos da construção e demolição derivados das atividades tanto de pequenos quanto de grandes geradores. Entretanto, desde 2002, foi definido pelo CONAMA que os geradores são os responsáveis pelo gerenciamento dos RCD produzidos. Essa condução feita pelo município de Paracatu acarreta custos financeiros evitáveis. De modo semelhante, não é eficiente do ponto de vista ambiental, visto que nenhuma medida de reutilização e reciclagem do material é aplicada, o volume de RCD que poderia ser reaproveitado, é destinado para o aterro de bota-fora.

Estimou-se, neste estudo, que o aterro de bota-fora de Paracatu recebe cerca de 120 toneladas de RCD, por dia de operação, das quais foi constatada uma importante participação dos resíduos recebidos da própria prefeitura municipal (cerca de 10%), em função do serviço de recolhimento de entulhos realizado pelo DLU de Paracatu. Essa atividade desenvolvida pelo DLU de Paracatu pode ser minimizada com a implantação das Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes (URPV), atuando conjuntamente com as outras medidas tais como triagem dos materiais e viabilização de reaproveitamento e reciclagem. Assim, o município reduziria os volumes recebidos no aterro de bota-fora e acumularia matéria-prima para a realização localmente da reciclagem dos RCD classe A.

A comparação realizada entre o volume RCD recebido pelo aterro de bota-fora e o volume gerado estimado da cidade, indicou que o método de quantificação utilizado, de certa maneira, subestimou o volume de RCD gerado. Um dos motivos para tal conclusão é o fato do método calcular apenas os resíduos gerados por obras (novas construções e reformas) que são identificadas formalmente, por meio de dados da prefeitura municipal e das companhias de água e/ou energia, ou seja, não abrange

todas as obras. Outro motivo que pode ter subestimado a geração dos RCD na cidade são os índices de geração de resíduos nas obras utilizados nos cálculos, os quais podem ser maiores na cidade de Paracatu (MG).

Ressalta-se que a documentação e o registro de informações sobre os RCD, em Paracatu, deve ser um procedimento de caráter urgente, visto que a situação local é muito desfavorável para realização de um diagnóstico mais aprofundado que, em geral, é o primeiro ato para a elaboração do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil. Por fim, espera-se que as análises e estimativas aqui realizadas, auxiliem nesse processo.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil, 2017**. ABRELPE, São Paulo, 2017. Disponível em: <www.abrelpe.org.br>. Acesso em 10 de agosto de 2019.

ÂNGULO, S.C. et al. Resíduos de construção e demolição: avaliação de métodos de quantificação. **Eng. Sanitária e Ambiental**. Rio de Janeiro, v. 16, n.3, p. 299-306, jul./set., 2011. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522011000300013>

BLUMENSCHNEIN, R. N. **Manual técnico: gestão de resíduos sólidos em canteiros de obras**. SEBRAE/DF. Brasília, 2007.

BRASIL. República Federativa do Brasil. **Lei Federal 12.305 de 2 agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Brasília, 2010.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria de construção civil. **Cerâmica**, São Paulo, n. 61, 2015, p. 178-189. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ce/v61n358/0366-6913-ce-61-358-00178.pdf>>. Acesso em 10 agosto de 2019. <https://doi.org/10.1590/0366-69132015613581860>

CABRAL, R. E. et al. Panorama da destinação dos resíduos de construção civil nos municípios do estado de minas gerais. **Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais (IBEAS)**, 2014. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2014/III-024.pdf>> Acesso em: 16 de setembro de 2017.

CBS. Conselho Brasileiro de Construção Sustentável. **Aspectos da construção sustentável no Brasil e promoção de políticas públicas**. 2014. Disponível em: <<http://www.cbcs.org.br/website/aspectos-construcao-sustentavel/show.asp?ppgCode=31E2524C-905E-4FC0-B784-118693813AC4>> Acesso em 08 de outubro de 2017.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº. 307 de 5 de julho de 2002**. Dispõe sobre diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília: CONAMA, 2002.

_____. **Resolução nº. 348, de 16 de agosto de 2004**. Altera o inciso IV do art. 3º da Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002. Brasília: CONAMA, 2004.

_____. **Resolução nº. 431, de 24 de maio de 2011**. Altera os incisos II e III do art. 3º da Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002. Brasília: CONAMA, 2011.

_____. **Resolução nº. 448, de 18 de janeiro de 2012**. Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 e revoga os arts. 7º, 12 e 13 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002 do CONAMA, Brasília: CONAMA, 2012.

_____. **Resolução nº. 469, de 25 de julho de 2015**. Altera o inciso II do art. 3º e inclui os § 1º e 2º do art. 3º da Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002. Brasília: CONAMA, 2015.

CÓRDOBA, R. E. et al. Proposta alternativa de método de caracterização de resíduos de construção e demolição. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 1, p. 1-23, jan./fev. 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522019179720>>. Acesso em: 10 de Agosto de 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2010**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9663-censo-demografico-2000.html?edicao=9771&t=downloads>>. Acesso em: 16 de setembro de 2017.

- _____. **Panorama – Paracatu 2018**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/paracatu/panorama>. Acesso em: 10 de agosto de 2019.
- IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico dos resíduos sólidos da construção civil**. IPEA: Brasília, 2012.
- JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. 2000. 102 f. Tese de livre docência – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- MARCHEZETTI, A. L.; KAVISKI, E.; BRAGA, M. C. B. Aplicação do método AHP para a hierarquização das alternativas de tratamento de resíduos sólidos domiciliares. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 173-187, abr./jun. 2011. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/14729/12115>>. Acesso em: 16 de setembro de 2017. <https://doi.org/10.1590/S1678-86212011000200012>
- MARQUES NETO, J. da C. **Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil**. São Carlos: Editora RiMa, 2005.
- MARQUES NETO, J. da C.; SCHALCH, V. Gestão de resíduos de construção e demolição: estudos da situação do município de São Carlos-SP, Brasil. **Revista de Engenharia Civil da Universidade do Minho**, Guimarães, Portugal, n. 36, p. 41-50, 2010. Disponível em: <http://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/n36/Pag.41-50.pdf>
- NAGALLI, A. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.
- PARACATU (Município). Plano municipal de saneamento básico do município de Paracatu/MG. Paracatu. 2014.
- PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 189 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- RAMIRES, J. C. de L.; PESSÔA, V. L. S. (Org.). **Geografia e pesquisa qualitativa: nas Trilhas da Investigação**. Uberlândia: Assis, 2009. 544p
- SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **DataSebrae. Indicadores**. Disponível em: <<http://datasebrae.com.br/pib/#3>>. Acesso em: 10 de setembro de 2017.
- SOUZA, U. E.L. et al. Perdas de materiais nos canteiros de obras: a quebra do mito. **Qualidade na Construção**, v.2, n.13, p.10 -15, 1998.
- SOUZA, U. E. L, et al. Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios uma abordagem progressiva. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 4, p. 33-46, out/dez. 2004.
- THOMAS, N. I. R.; COSTA, D. B. Adoption of environmental practices on construction sites. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 9-24, out./dez. 2017. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212017000400182>
- WAHI, N. et al. Critical review on construction waste control practices: legislative and waste management perspective. In: 6th International Research Symposium in Service Management, IRSSM-6 2015, p. 11-15 August 2015, UiTM Sarawak, Kuching, 2015.
- UN. United Nations Environment and International Energy Agency. Towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector. **Global Status Report 2017**. Disponível em: <<https://www.worldgbc.org/news-media/global-status-report-2017>>. Acesso em: 10 agosto 2019.

Recebido em: 04/02/2019

Aceito para publicação em: 08/10/2019