

Eixo Temático ET-02-011 - Saneamento Ambiental

ESTUDO DE CASO: DISPOSIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO NO MUNICÍPIO DE CARAÚBAS-RN

Kleber de Sousa Batista¹, Bruno Cardoso de Andrade¹, Adelânia de Oliveira Souza¹,
Sampson Tavares Telles¹, Maria Aparecida Bezerra Oliveira²

¹Acadêmicos do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil – Faculdade Santa Maria de Cajazeiras/PB. ²Bacharela em Ciência e Tecnologia e Engenharia Civil, pela UFERSA – Campus Caraúbas/RN.

²Mestra em Sistemas Agroindustriais, com linha de pesquisa em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande. Professora Universitária do curso de Bacharelado em Engenharia Civil – Faculdade Santa Maria de Cajazeiras/PB.

RESUMO

A construção civil é uma das áreas que apresentam constante crescimento e contribui para a valorização e desenvolvimento de uma região. A implantação de novas edificações ocasiona mudanças e impactos econômicos, sociais e ambientais. Este trabalho teve como objetivo realizar um diagnóstico dos resíduos sólidos de construção e demolição do município e identificar os impactos ambientais ocasionados pelo mesmo. A avaliação foi realizada por meio de levantamento de dados *in loco* pela zona urbana e coleta de amostras de resíduos. Há uma disposição inadequada dos RCD, ou seja, estão dispostos de forma irregular proporcionando diversos impactos ambientais como: problemas com o tráfego de transporte e pessoas nas ruas onde estes estavam dispostos; local propício à atração de animais peçonhentos e vetores de doenças; além de problemas relacionados com a drenagem urbana em dias de chuva. O reaproveitamento dos resíduos para confecção de aterro surge como uma questão econômica e não por uma preocupação ambiental. Os resíduos da classe A se apresentaram com maior frequência em relação às demais, destacando-se os tijolos e argamassas. A classe C apresentou-se superior a classe B, tornando um fato preocupante, pois esta classe não possui tecnologias aplicáveis para a reciclagem e reutilização de seus componentes. Foram encontrados resíduos da classe D nas amostras, resíduos considerados como uma classe perigosa. A taxa de geração média calculada para as três obras correspondeu a 197 kg/m². O maior índice calculado correspondeu a uma obra de reforma, sendo este igual a 260 kg/m².

Palavras-chaves: Gestão de resíduos; Caracterização; Disposição final.

INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das áreas que apresenta constante crescimento e contribui para a valorização e desenvolvimento da região. Apesar desse reconhecimento como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social. Este setor é tido como um grande gerador de impactos, tanto ambientais, que seja pelo consumo de materiais naturais, quanto pela modificação da paisagem natural ou pela geração de resíduos (ANGULO, 2015). De acordo com John (2004) a construção civil é um dos maiores consumidores de matérias-primas naturais, estima-se que esse setor utiliza algo entre 20 e 50% do total de recursos naturais consumidos pela sociedade. O setor consome, por exemplo, enormes quantidades de materiais com significativo conteúdo energético, que necessitam ser transportados a grandes distâncias.

No Brasil, a questão dos resíduos gerados em ambientes urbanos atinge contornos gravíssimos, pela ínfima presença de soluções adequadas, quer para os efluentes líquidos ou resíduos sólidos, este não deixa de ser um quadro típico dos países em desenvolvimento, mas nem por isso deve permitir qualquer postura condescendente da sociedade.

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABELPRE), em 2012, foram gerados 64 milhões de toneladas de resíduos sólidos no Brasil, o que equivale a uma geração per capita de 383 kg/ano. Do total gerado, cerca de 55% são Resíduos de Construção e Demolição (RCD), porém, a Associação afirma que esse volume tende a ser ainda maior, considerando que os municípios, via de regra, coletam apenas os resíduos lançados nos logradouros públicos.

Como exposto, o volume gerado de RCD no País é imenso e a principal preocupação ambiental hoje é com a disposição final, uma vez que os mesmos são geralmente descartados em áreas irregulares, conhecidas como bota fora. Esse tipo de disposição acarreta uma série de problemas ambientais, como: contaminação de mananciais; prejuízo na drenagem superficial do solo; assoreamento de córregos e rios e áreas de proliferação de vetores, entre outros.

Há ainda um agravante quando tratamos de resíduos de construção e demolição, como o profundo desconhecimento dos volumes gerados, dos impactos que eles causam, dos custos sociais envolvidos e, inclusive, das possibilidades de seu reaproveitamento (PINTO, 1999). Portanto, políticas públicas podem e devem ser iniciadas, visando conscientizar todos os indivíduos envolvidos no processo que impactam o meio em que vivem.

Diante da problemática e preocupação com os resíduos da construção civil e demolição estabeleceu-se a Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), em 5 de julho de 2002, a qual propõe diretrizes para a gestão dos mesmos. Essa resolução classifica os resíduos da construção civil em quatro classes (classe A, B, C e D) distintas tendo como principal meio de classificação o potencial de reutilização, reciclagem e periculosidade dos componentes referente cada classe.

O município de Caraúbas - RN localizado na região Médio Oeste do Rio Grande do Norte, possui cerca de 19.576 habitantes (IBGE, 2010), a qual vem sendo aumentada provavelmente devido à migração de estudantes e servidores, com a chegada da Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA). Um contexto social que favorece e proporciona a expansão da indústria da construção civil no município, porém aumenta a geração de resíduos sólidos oriundos do desperdício e demolições realizadas nas obras.

Oliveira (2014), estudando a identificação dos resíduos sólidos mais frequentes no lixão no município de Caraúbas - RN, nos anos de 2012 e 2013, verificou que houve um aumento de 15% na identificação na quantidade do lixo proveniente da construção civil (telha, tijolo, concreto, gesso e compensado) de um ano para outro, acompanhado dos insumos como o ferro e papelão, que obtiveram um aumento de 2%, e as embalagens em geral de 14%. Desta forma, percebeu-se a crescente geração de resíduos da construção civil, evidenciando que a população construiu e ou reformou nestes anos estudados.

Os resíduos sólidos do município são depositados de forma irregular em um lixão a céu aberto, próximo à cidade, em terrenos baldios, sem qualquer preocupação social e ambiental. Diante esta problemática, o presente trabalho teve por finalidade realizar um diagnóstico dos resíduos sólidos da construção civil e demolição do município de Caraúbas - RN, realizando a identificação das áreas de construção e demolição; inventariar o tratamento dado aos resíduos gerados na construção civil; identificar áreas de disposição irregular dos resíduos e coletar amostras dos resíduos e caracterizar de acordo com a Resolução nº 307 do CONAMA em suas Classes A, B, C e D e calcular o índice de geração de RCD no município.

METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido no município de Caraúbas no Estado do Rio Grande do Norte, localizado na Mesorregião do Oeste Potiguar (Figura 1), no qual apresenta um Índice de Desenvolvimento Humano - IDH médio e distante da capital do estado 296 km (IBGE, 2010). Geograficamente, apresenta área de 1.095,006 km², com densidade 17,88 hab./km² e uma população de 19.576 habitantes (IBGE, 2010).



Figura 1. Localização do município de Caraúbas-RN. Fonte: Autor.

O trabalho se desenvolveu com a identificação das obras no município sendo essas identificadas aleatoriamente através de visitas realizadas nas ruas do município. Em seguida foram coletadas amostras de resíduos em vários pontos do município, essa coleta ocorreu de forma aleatória nos entulhos espalhados em diferentes pontos, antes de retirar a amostra realizou-se uma pré-homogeneização dos resíduos presentes no corpo do entulho, retirando-se cinco amostras individuais e posteriormente juntou tornando-a em uma amostra composta, para melhor representação do entulho como um todo. Ao total foram coletados 520,5 kg. Essas amostras foram armazenadas em sacos plásticos de 60 kg e acomodadas em uma sala da Universidade Federal Rural do Semi-Árido para posterior separação e classificação.

Em seguida os resíduos foram separados através do método de segregação, ou seja, ocorreu a separação de forma manual, e identificada de acordo com os seguintes componentes: argamassa, armaduras e metais, cerâmicos (azulejos), tijolo, gesso, madeira, papéis, plásticos, resíduos perigosos, materiais finos (argamassa e tijolos) e lixa, granito e esponja.

Depois de realizada a identificação dos tipos de resíduos, esses foram quantificados (em massa) utilizando-se uma balança com capacidade máxima 200 kg. Finalmente, os RCD foram classificados de acordo com a Resolução nº 307 do CONAMA (BRASIL, 2002) em suas Classes A, B, C e D e estimado sua frequência em percentual nas coletas por meio do método gravimétrico. Para analisar a composição gravimétrica dos resíduos gerados pelas construções estudadas, foram utilizados os seguintes materiais: sacos plásticos com capacidade de 60 kg para armazenagem dos resíduos; enxada e pá para o rompimento dos sacos plásticos; balança para realizar o peso dos resíduos e equipamento de proteção individual (luvas, botas, protetor respiratório).

A determinação da composição gravimétrica foi obtida relacionando a massa total de cada categoria após a separação em relação à massa total das amostras coletadas em cada setor, de acordo com a Equação 1:

$$\text{CATEGORIA (\%)} = \frac{F1}{F2} \times 100 \text{ (Equação 1)}$$

Onde,

F1 = massa da fração da categoria (kg);

F2 = massa total da amostra coletada (kg).

O índice de geração de resíduos foi determinado para três obras visitadas, sendo duas reformas de casa (resíduo de demolição) e outra uma nova edificação. Não foi possível calcular os índices para as demais obras visitadas, por as mesmas estarem em fase de finalização e seus resíduos já terem sido coletados. Inicialmente determinou-se o volume da pilha de entulho que

estava disposta no terreno da obra, para isso foram medidas (com uma trena) todas as dimensões da mesma, lembrando que a forma da pilha se assemelhou á um trapézio. Á área da obra foi fornecida pelo responsável que estava no local, com todos os dados o índice foi calculado a partir da Equação 2:

$$IG = \frac{V_e}{A} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde;

IG: índice de geração (m^3/m^2);

V_e : volume do entulho (m^3);

A: área da obra (m^2).

Com o objetivo de obter o índice de geração de resíduos da construção e demolição, em quilos por metro quadrado de área, utilizou-se o coeficiente de transformação proposto por Carneiro et al. (2000), igual á $1.156 \text{ kg}/m^3$. A Equação 3 mostra a relação:

$$IG \left(\frac{Kg}{m^2} \right) = \frac{V_e}{A} * 1156 \text{ kg}/m^3 \quad (\text{Equação 3})$$

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Disposição dos resíduos da construção civil e demolição no Município de Caraúbas-RN

O Município de Caraúbas-RN está entre os municípios que não possui um sistema adequado para disposição dos resíduos geridos na cidade, sendo que todos os resíduos são destinados ao lixão ao céu aberto ou dispostos em terrenos baldios em vários pontos na cidade, tal pratica é preocupante pois acarreta sérios problemas a sociedade e ao meio ambiente.

Diante das visitas as obras, percebeu-se que os geradores não se preocupam com a disposição final adequada dos resíduos, tal afirmação é reforçada diante do tratamento dado aos resíduos que será expresso no parágrafo seguinte.

O tratamento e descarte final dos resíduos gerados na construção civil são de grande importância para qualidade do meio ambiente e bem-estar da sociedade em geral, porém no município, não existe tratamento para os resíduos gerados, os mesmos em alguns casos são utilizados na própria obra como aterro ou então são dispostos de forma irregular no solo da própria obra ou em terrenos baldios próximos a mesma, e depois coletados pela Prefeitura e dispostos no lixão do município.

Os responsáveis pelas obras ainda afirmaram que parte dos resíduos também são utilizados na própria obra, como aterro. A Figura 2 mostra o acúmulo de resíduos dentro da obra e a Figura 3 refere aos resíduos destinados ao serviço de aterro.



Figura 2. Resíduos acumulados em obra. Fonte: Autor.



Figura 3. Resíduos destinados ao serviço de aterro. Fonte: Autor.

Como descrito anteriormente a Figura 3 representa entulhos destinados ao aterro, nesta situação esses entulhos seriam destinados a aterrar parte da entrada da cidade de Caraúbas-RN.

Caracterização dos resíduos

A composição gravimétrica das amostras coletadas e a classificação segundo a Resolução CONAMA nº 307/2002 estão apresentadas na Tabela 1, analisando a mesma percebe-se uma variabilidade na composição dos resíduos, destacando-se os resíduos da classe A com maior participação na composição gravimétrica, com percentual de 91,24%, essa classe é classificada como resíduos recicláveis e reutilizáveis. Esse dado pode ser comparado com estudos realizados por Lima e Cabral (2013) que obtiveram em sua pesquisa uma maior participação na composição gravimétrica dos resíduos da classe A, com percentual médio de 93,4%.

O tijolo e argamassa foram os materiais que estiveram mais presente com uma média de 69,70 %, seguido do agregado miúdo (areia e solo) com 11,37% e as telhas com 5,96%.

Os resíduos de Classe B apresentaram percentual médio de 2,90%, constituindo por plástico, madeira, metal e papelão, os percentuais em relação a estes resíduos estão variando de 0,31 – 1,06 %, onde a madeira é o principal material que caracteriza a amostra. O plástico e papelão são tipos de materiais que estão em percentual baixo, este fato pode ser justificado pelo seu alto poder de reciclagem, portanto, considerável parte desses é recolhido por catadores da região.

Os componentes da classe A e B poderiam ainda se apresentar em quantidades menores caso os responsáveis pelas obras apresentassem e utilizassem técnicas construtivas adequadas e eficientes de forma a gerir menos resíduos.

Tabela 1. Classificação dos resíduos da construção civil e demolição.

Classe	Resíduo	Frequência (%)	Total (%)
A	Tijolo e argamassa	69,70	91,24
	Cerâmica	2,32	
	Agregado miúdo	11,37	
	Telha	5,96	
	Granito	1,88	
B	Plástico	0,86	2,90
	Madeira	1,06	
	Metal	0,67	
	Papelão	0,31	
C	Gesso	5,73	5,78
	Lichas	0,04	
	Esponjas	0,02	
D	Latas de solvente	0,08	0,08

A classe C esteve presente com um percentual médio de 5,78%, sendo este superior a classe B, tornando um fato preocupante, pois esta classe segundo a Resolução CONAMA nº 307/2002 (BRASIL, 2002), não possui tecnologias para realizar a reciclagem ou reutilização dos seus componentes. O gesso foi material mais presente na classe com um percentual de 5,73%, para Lima e Cabral (2013) este material apresenta em sua composição principal o elemento sulfato de cálcio duplamente hidratado, substância expansiva que pode contaminar os demais resíduos, tornando-o inviável para a reciclagem.

A Tabela 1 reporta a presença da classe D, sendo está caracterizada como classe perigosa de acordo com a Resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002), portanto, não deveriam estar presentes nas amostras. As embalagens de tintas, solventes e amianto são materiais pertencentes a essa Classe. Nas amostras analisadas houve a aparição das latas de solvente, estando estas com certa quantidade do material.

Índice de geração

A Tabela 2 apresenta os valores referentes aos índices de geração de resíduos por área construída/demolida obtidos através das equações 1 e 2.

De acordo com a Tabela 2 as reformas apresentaram um índice de geração superior ao estimado para as novas edificações. A média de geração de resíduos para as obras analisadas foi igual a 197 kg/m², apesar desta grande quantidade de RCD a taxa de geração média mostrou-se abaixo do índice proposto por Monteiro para o Brasil que é de (300 kg/m²).

Tabela 2. Índice de geração de resíduo da construção e demolição.

Tipo de obra	Área (m ²)	Volume (m ³)	IG*(m ³ /m ²)	IG (kg/m ²)	MG* (kg/m ²)
Reforma	120	27	0,225	260	
Reforma	58,8	12	0,204	236	197
Nova edificação	350	28,85	0,082	95	

Identificação dos indícios de impactos ambientais

Os resíduos da construção civil e demolição nos locais estudados foram dispostos de forma irregular, acarretando uma série de impactos ambientais, os quais proporcionam um desconforto à sociedade local. As Figuras 4 e 5 demonstram o comprometimento à paisagem urbana e transtornos ao trânsito de veículos e pedestres, já que os resíduos estão dispostos em vias públicas e calçadas do município.



Figura 4. Disposição irregular de RCD nas ruas do município de Caraúbas-RN. Fonte: Autor.



Figura 5. Disposição irregular de RCD nas ruas do município de Caraúbas-RN. Fonte: Autor.

Foram verificadas também a disposição desses resíduos em terrenos baldios (Figuras 6 e 7), servindo de atrativo para vetores, animais peçonhentos e insetos, os quais teriam assim acesso a abrigo, alimento e água. Dentre esses vetores, atenção ao surto atual do mosquito *Aedes aegypti*, transmissor da dengue, que necessita de água parada para se reproduzir e que tal condição é observada na maioria das deposições irregulares espalhadas na cidade de Caraúbas-RN.



Figura 6. Disposição de RCD em terrenos baldios no município de Caraúbas-RN. Fonte: Autor.



Figura 7. Disposição de RCD em terrenos baldios no município de Caraúbas-RN. Fonte: Autor.

Vale salientar que os resíduos perigosos (classe D) estão no meio desses entulhos e podem contaminar o solo e corpos hídricos. Sendo importante ressaltar que 88,34% dos

construtores entrevistados afirmaram usar tinta, 76,47% verniz e 85,30% solvente, sendo esses componentes representativos dos resíduos perigosos. A forma de disposição ainda irregular desses resíduos pode causar problemas à drenagem urbana, uma vez que os resíduos transportados pela chuva podem obstruir as canalizações de drenagem e bueiros. Estas informações corroboram com Oliveira (2014), que afirma o crescimento da geração dos resíduos da construção civil e demolição no lixão nos últimos anos.

CONCLUSÃO

Com a realização deste trabalho ficou registrada a disposição inadequada dos RCD, esses são dispostos de forma irregular proporcionando impactos ambientais e incomodo para a população em geral, como: problemas com o trafego de transporte e pessoas nas ruas onde estes estavam dispostos; local propício à atração de animais peçonhentos e vetores de doenças; além de problemas relacionados com a drenagem urbana em dias de chuva. Além do mais percebeu-se que parte desses resíduos são reaproveitados como resíduos para confecção de aterro, devido uma questão de economia e não por uma preocupação ambiental. Com a realização da caracterização percebeu-se que os resíduos da classe A esteve com o maior percentual em relação às demais, destacando-se os tijolos e argamassas. A classe C apresentou-se superior a classe B, tornando um fato preocupante, pois esta classe não possui tecnologias aplicáveis para a reciclagem e reutilização de seus componentes, destacando-se o gesso como o material mais relevante. Foram encontrados resíduos da classe D nas amostras, resíduos considerados como uma classe perigosa.

A taxa de geração média calculada para as três obras correspondeu a 197 kg/m². O maior índice calculado correspondeu a uma obra de reforma, sendo este igual a 260 kg/m², fato esse que acaba sendo esperado, pois reformas geram uma quantidade de resíduos superior em relação às novas edificações.

REFERÊNCIAS

- ANGULO, S. C. **Gestão ambiental de resíduos da construção civil - avanços institucionais e melhorias técnicas**. São Paulo: Sinduscon-sp, 2015.
- BRASIL. **Resolução nº 307, de 2002**. Brasil, 2002.
- CABRAL, A. E. B.; MOREIRA, K. M. V. **Sindicato da Indústria da Construção Civil do Ceará Programa Qualidade de Vida na Construção**. Fortaleza, 2011.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Informações sobre os municípios brasileiros**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>. Acesso em: 20 jan. 2016.
- JOHN, V. M. **O meio ambiente e a reciclagem**. 2004.
- LIMA, J. D. **Plano de gerenciamento de resíduos da construção e demolição do Município de Fortaleza-CE**. Fortaleza: Prefeitura de Fortaleza, 2006.
- OLIVEIRA, M. A. B. Diagnóstico da disposição final dos resíduos sólidos no Município de Caraúbas-RN. Caraúbas: Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2014. (Monografia).
- PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1999. (Tese de Doutorado).