



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

MÉTODO DE AMOSTRAGEM E CARACTERIZAÇÃO DESCENTRALIZADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS COM GEORREFERENCIAMENTO

Hélio Teotônio Alves FILHO¹, José Ítalo Carneiro RIBEIRO¹, Kenny Rogers da Silva HENRIQUES¹, Weruska Brasileiro FERREIRA²

¹Graduandos do Curso de Eng. Sanitária e Ambiental, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, Campus I, Campina Grande-PB. E-mail: kennyrogers.cg@gmail.com. Telefone: (83)3315 3333.

²Professora no Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, Campus I, Campina Grande-PB. E-mail: weruska_brasileiro@yahoo.com.br. Telefone: (83)3315 3333.

RESUMO

A caracterização dos RSU é de fundamental importância quando se pretende implantar um plano de gerenciamento de resíduos sólidos. Essas informações se fazem importantes para dimensionamento de todas as etapas do plano. O objetivo desse trabalho é propor a aplicação de um Método Amostragem e Caracterização Descentralizada com Georreferenciamento, contemplando todo perímetro urbano do município de Queimadas. Essa metodologia está fundamentada no princípio da heterogeneidade quantitativa e qualitativa na produção espacial de resíduos sólidos, justificando a amostragem em todo perímetro urbano. No estabelecimento das áreas de amostragem delimitou-se 11 perímetros circulares, concêntricos contemplando toda área urbana, com núcleo na região de maior densidade demográfica. Para quantificação dos pontos, considerou as seguintes condições: coletar a massa total, $M_T = 1000 \text{ kg de RSU}$, taxa de produção per capita, $T_x = 0,5 \text{ kg RSU.hab}^{-1}\text{dia}^{-1}$, número de habitantes por residência $n = 4$ e um fator de agregação $Fa = 3$. A partir da Expressão $N = M_T / (T_x \cdot n \cdot Fa)$, obteve-se $N = 167$ pontos de coleta. A distribuição dos pontos de amostragem seguiu-se uniformemente em cada área delimitada, sendo 16 pontos em cada círculo. Foi obtido assim, um padrão onde a maior densidade de pontos por unidade de área, tende naturalmente ao centro comercial da cidade, área de maior produção de RS, diminuindo em direção às periferias. Concluiu-se nesse trabalho que o Método de Amostragem Descentralizada com Georreferenciamento, apresenta-se como alternativa eficiente e representativa para caracterização de RSU, podendo ser aplicado também em outros municípios.

Palavras chave: Amostragem; caracterização; resíduos sólidos



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

1. INTRODUÇÃO

A caracterização dos RSU é de fundamental importância quando se pretende implantar um plano de gerenciamento de resíduos sólidos. Isso ocorre porque as ações e decisões de gestão dependem do conhecimento das características do resíduo que está sendo produzido. Essas informações se fazem importantes para dimensionamento de todas as etapas do plano, desde a coleta domiciliar, implantação usinas de reciclagem, beneficiamento até para construção de Aterro Sanitário, que é o local legalmente autorizado e ambientalmente correto para disposição final dos resíduos. A implantação do Aterro Sanitário é imprescindível, considerando que os órgãos ambientais vêm criando várias leis e normas para regulamentação quanto ao destino dos resíduos sólidos.

A grande problemática no processo de caracterização dos RSU é sem dúvidas a obtenção de amostras que sejam representativas da totalidade produzida. Alguns autores citam como possibilidade o Método de Estratificação Social como alternativa para coleta de parcelas de resíduos, e posterior caracterização. Por outro lado, vários trabalhos têm encontrado dificuldades em estabelecer com precisão, uma diferenciação quanto ao padrão social de bairros ou zonas de um mesmo município. Isso ocorre devido a grande heterogeneidade destes e também a carência de dados e informações de aspectos econômicos mais específicos para cada um dos setores habitacionais.

Afim, de minimizar ou contornar esse obstáculo, é proposto nesse trabalho a aplicação de Método Amostragem e Caracterização Descentralizada com Georreferenciamento, contemplando todo perímetro urbano do município de Queimadas.

2. METODOLOGIA

O município de Queimadas está localizado na Microrregião do Agreste a 143 km da capital paraibana. Sua população é distribuída na zona urbana e rural



totalizando 23 mil e 18 mil respectivamente (IBGE, 2010). Considerando uma produção per capita de 0,5 kg RSU. Hab⁻¹dia⁻¹, estima-se que sejam gerados por dia, cerca de 11,5 toneladas de resíduos.

A "geração per capita" relaciona a quantidade de resíduos urbanos gerada diariamente e o número de habitantes de determinada região. Muitos técnicos consideram de 0,5 a 0,8kg/hab./dia como a faixa de variação média para o Brasil. Na ausência de dados experimentais, a geração per capita pode ser estimada como mostra o Quadro 1.

Quadro 1 - Faixas mais utilizadas da geração per capita

TAMANHO DA CIDADE	POPULAÇÃO URBANA (habitantes)	GERAÇÃO PER CAPITA (kg/hab./dia)
Pequena	Até 30 mil	0,50
Média	De 30 mil a 500 mil	De 0,50 a 0,80
Grande	De 500 mil a 5 milhões	De 0,80 a 1,00
Megalópode	Acima de 5 milhões	Acima de 1.00

Fonte: (IBAM, 2001).

2.1. Programa de amostragem e caracterização

A metodologia de amostragem descentralizada está fundamentada no princípio da heterogeneidade quantitativa e qualitativa na produção espacial de resíduos sólidos, justificando a imprescindível amostragem em todo perímetro urbano.

A caracterização seguirá considerando a norma NBR 10.007/2004 que dispõe sobre requisitos exigíveis para amostragem de resíduos sólidos. A norma prever



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

como amostra representativa a Parcela do resíduo a ser estudada, obtida através de um processo de amostragem, e que, quando analisada, apresenta as mesmas características e propriedades da massa total do resíduo. Essa homogeneidade deve ser obtida pela aplicação do método de quarteamento, descrita na mesma norma, e deve ser direcionada à parcela total coletada obtendo-se a parcela final para análise.

Em síntese, o programa de amostragem e caracterização se dará pela ponderação de um volume significativo de RSU que será coletado e destinado à aplicação do método do quarteamento, análise gravimétrica e caracterização.

Sendo o município de pequeno porte, e com produção de resíduos sólidos cerca de 11.500 kg RSU/dia, considera-se 1000 kg de RSU, cerca de 8%, como quantidade representativa da totalidade de resíduos produzida, e após duas cessões de quarteamento, a obtenção de 250 kg de RSU que serão destinados aos ensaios gravimétricos e caracterização.

2.1.1. Amostragem descentralizada

A amostragem será realizada em todo perímetro urbano em pontos previamente estabelecidos e georreferenciados e sua distribuição seguirá perímetros circulares de menor para maior raio onde o centro será definido na área de maior densidade populacional. Um ponto de coleta ou amostragem é definido como local geográfico onde será coletada a parcela de RSU produzida por uma residência ou conjunto dessas.

A quantidade de pontos será função da massa total pretendida na coleta (1000 kg) e a produção per capita e densidade de pessoas por residência.

$$N = \frac{M_T}{T_x \cdot d \cdot fa} \quad (1)$$

Onde,



N = número de pontos de coleta;

M_T = massa total de coleta;

T_x = taxa de produção per capita;

d = densidade de pessoas por residência;

fa = fator de agregação.

Para viabilizar processo de amostragem é possível diminuir a quantidade de pontos de coleta, utilizando um fator de agregação (fa). Esse fator corresponde à quantidade de residências que serão relacionadas a cada ponto.

2.1.2. Distribuição espacial e georreferenciamento dos pontos de amostragem

O Método prever que os pontos sejam dispostos de forma a convergir com áreas habitadas em perímetros circulares de raios crescentes e estabelecidos com auxílio de Cartas do perímetro urbano da Cidade e ferramenta computacional adequada.

O estabelecimento das áreas de amostragem se fará pela delimitação 11 perímetros circulares, concêntricos contemplando toda área urbana, com núcleo na região de maior densidade demográfica, constituindo a forma descentralizada do Método.

Nessas áreas serão distribuídos os pontos de amostragem. Em cada ponto georreferenciado, deverá ser cadastrada uma residência ou conjunto de dessas, que participarão voluntariamente do programa de amostragem, as quais terão seus resíduos coletados em dias e horários determinados e destinados aos ensaios de caracterização.

A efetivação do Georreferenciamento dos pontos de amostragem, possibilitará uma avaliação temporal da eficiência de Programas de Conscientização e Educação Ambiental e o comportamento da geração de resíduos à medida que os pontos se distanciam do centro comercial.



3. RESULTADOS E DISCURSÕES

3.1. Programa de amostragem

A partir de Cartas do perímetro urbano do município de Queimadas e o uso de ferramentas computacionais, foi possível construir um Método de amostragem descentralizada que contempla todo perímetro urbano, que possibilitará uma caracterização de ampla fidelidade quantitativa e qualitativa dos RSU produzidos nessa Cidade.

3.2. Quantificação e distribuição dos pontos de amostragem

Para quantificação dos pontos, considerou as seguintes condições: coletar a massa total, $M_T = 1000 \text{ kg de RSU}$, taxa de produção per capita, $T_x = 0,5 \text{ kg RSU.hab}^{-1}\text{dia}^{-1}$, número de habitantes por residência $n = 4$ e um fator de agregação $Fa = 3$. A partir da Expressão (1), obteve-se $N = 167$ pontos de coleta.

Logo, foram definidos 167 pontos que devem ser devidamente georreferenciados, cada um com três residências agregadas, totalizando 501 residências. A coleta se fará por veículos de carga de pequeno porte, em data e turo previamente definidos.

Atendendo das dimensões espaciais da área urbana de 2,3 km, se delimitou 11 perímetros circulares cujos raios uniformemente crescentes, sendo o menor e maior raio, 300m e 2300m respectivamente (figura 1).

A distribuição dos pontos seguiu-se uniformemente em cada área delimitada, sendo 16 pontos em cada círculo. Foi obtido assim, um padrão onde a maior densidade por unidade de área, tende naturalmente ao centro comercial da cidade, área de maior produção de RS, diminuindo em direção às periferias. Dessa maneira foi possível construir um modelo cujos resultados da amostragem correspondem



com fidelidade às proporções características da geração de resíduos urbanos do município (figura 1).

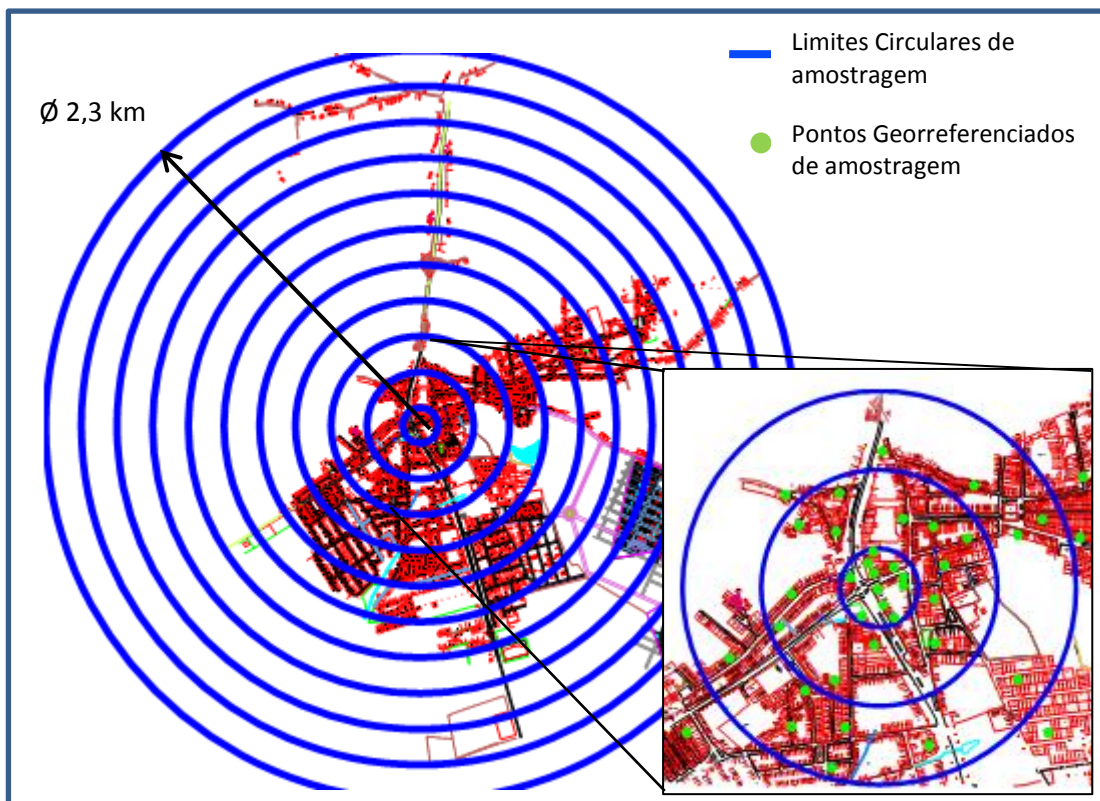


Figura 1 – disposição dos perímetros circulares com centro na área de maior densidade e distribuição uniforme dos pontos de amostragem.

O programa de amostragem e caracterização deve ter caráter permanente, de forma a possibilitar uma avaliação e monitoramento contínuo das características gravimétricas dos RS, dando suporte ao redimensionamento da frota de coleta geral, estudo do comportamento da geração de resíduos no gradiente que se distancia do centro e por fim avaliar a eficiência de Programas de Conscientização e Educação Ambiental.

4. CONCLUSÃO



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

Foi possível construir e propor um Modelo Sustentável para caracterização dos RSU do município de Queimadas, de forma a subsidiar o dimensionamento da coleta urbana, construção de Aterro Sanitário compatível com a produção de resíduos da cidade, atendendo as Normas e Leis ambientais constituintes da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Concluiu-se nesse trabalho que o Método de Amostragem Descentralizada com Georreferenciamento, apresenta-se como alternativa eficiente para caracterização de RSU, podendo ser aplicado também em outros municípios.

5. REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004). Resíduos Sólidos. NBR 10004, Rio de Janeiro, 2004.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004). Amostragem de resíduos sólidos. NBR 10007, Rio de Janeiro, 2004.

BRITO Keila Gislene Quirino; NETO, Tinoco Pereira; CEBALHOS, Beatriz Suzane Ovruski. In Anais XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre, 2000.

LEITE, Valderi Duarte; SILVA, Salomão Anselmo; LOPES, Wilton S.; SOUSA, José T.; PRASAD, Shiva. Resíduos Sólidos Urbanos no Estado da Paraíba: Aspectos Conjunturais. I Simpósio Nordeste de Saneamento Ambiental. João Pessoa – PB, 2006.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2000). Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, PNSB. <www.ibge.gov.br>.

IBGE CIDADES, Senso 2010. disponível em:
<<<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>>