



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA - UEPB
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

KENNY ROGERS DA SILVA HENRIQUES

**MÉTODO DE AMOSTRAGEM E CARACTERIZAÇÃO DESCENTRALIZADA
DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA O MUNICÍPIO DE QUEIMADAS-
PB.**

CAMPINA GRANDE

2012

KENNY ROGERS DA SILVA HENRIQUES

**MÉTODO DE AMOSTRAGEM E CARACTERIZAÇÃO DESCENTRALIZADA
DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA O MUNICÍPIO DE QUEIMADAS-
PB.**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), apresentado a coordenação do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Sanitarista e Ambiental.

Orientadora: Prof.^a Dra. Weruska Brasileiro Ferreira

CAMPINA GRANDE

2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL – UEPB

H519m Henriques, Kenny Rogers da Silva.

 Método de amostragem e caracterização descentralizada de resíduos sólidos urbanos para o município de Queimadas-PB. [manuscrito] / Kenny Rogers da Silva Henriques.- 2012.
 35f.: il.

 Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2012.

 “Orientação: Profa. Dra. Weruska Brasileiro Ferreira, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental”.

 1. Amostragem. 2. Caracterização. 3. Resíduos Sólidos Urbanos.. I. Título.

21. ed. CDD 363.728 5

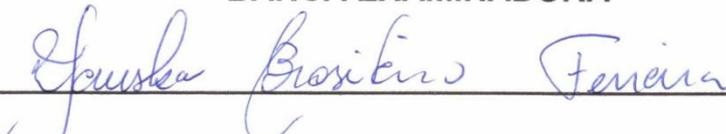
KENNY ROGERS DA SILVA HENRIQUES

**MÉTODO DE AMOSTRAGEM E CARACTERIZAÇÃO DESCENTRALIZADA
DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA O MUNICÍPIO DE QUEIMADAS-
PB.**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), apresentado a coordenação do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Sanitarista e Ambiental.

Aprovado em 30 de Novembro de 2012

BANCA EXAMINADORA



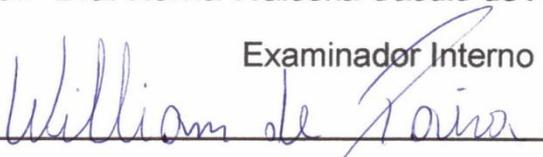
Prof.^a Dra. Weruska Brasileiro Ferreira – DESA/UEPB

Orientadora



Prof.^a Dra. Helvia Waleska Casulo de Araújo – DQ/UEPB

Examinador Interno



Prof. Dr. William de Paiva – DESA/UEPB

Prof. Dr. William de Paiva – DESA/UEPB

Examinador Interno

AGRADECIMENTOS

À Deus por estar sempre ao meu lado, renovando minha fé, guiando-me e protegendo-me em todos os momentos da minha vida.

Aos meus pais, pela paciência ilimitada, compreensão, dedicação e encorajamento que me proporcionaram em todos os momentos nesta longa jornada.

À minha esposa Alleksandra Dias, pelo apoio incondicional, pelo carinho e companheirismo em todos os momentos a meu lado, e à minha filha amada Ana Beatriz pela inspiração constante e por ser a razão de todo esforço na conclusão do Curso.

Aos grandes amigos da turma 2008.2, por tantos momentos vividos ao longo desses cinco anos, Gigliolly, Isaura, Jaqueline, Tamires, Geraldo, em especial a Hélio Teotônio e José Italo que contribuíram na elaboração desse trabalho.

À minha orientadora Prof. Dra. Weruska Brasileiro, pela inspiração, ensinamentos e pela contribuição para a elaboração desse trabalho, e aos componentes da banca, Helvia Waleska e Wiliam de Paiva, por se disponibilizarem a me avaliar.

À todos os professores e ao Departamento do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, e à Universidade Estadual da Paraíba.

À Prefeitura Municipal de Queimadas por ceder informações imprescindíveis à realização desse estudo.

“A mente que se abre a uma nova idéia, jamais voltará ao seu tamanho original”.

Albert Einstein

RESUMO

Os resíduos sólidos são subprodutos das mais diversas atividades realizadas pelo homem, sendo resultantes do consumo direto ou indireto dos recursos naturais. No âmbito urbano temos como resíduos sólidos aqueles de origem doméstica, comercial, industrial, de serviços de saúde, da limpeza pública e da construção civil. A caracterização dos resíduos sólidos urbanos é de fundamental importância quando se pretende implantar um plano de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. Essas informações são essenciais para dimensionamento de todas as etapas do plano. O objetivo desse trabalho é construir e propor um método amostragem e caracterização descentralizada de resíduos sólidos urbanos para o município de Queimadas de forma a criar subsídios para o dimensionamento da coleta e limpeza urbana, construção de aterro sanitário e programas de educação e conscientização ambiental. Essa metodologia de amostragem está fundamentada no princípio de heterogeneidade quantitativa e qualitativa na produção espacial de resíduos sólidos, justificando a necessidade de amostragem em todo perímetro urbano. A princípio, no estabelecimento das áreas de amostragem foram definidos onze perímetros circulares, concêntricos, contemplando toda área urbana, e com núcleo na região de maior densidade demográfica, sendo esta, o centro comercial da cidade. Nessas áreas, foram definidos os pontos de amostragem. Para quantificação do número de pontos, teve-se como referência a massa total a ser amostrada, $M_T = 1000$ kg de resíduos sólidos. A fim de atingir a massa total de coleta foi definido o total de 88 pontos de coleta. A distribuição dos pontos de amostragem seguiu-se uniformemente em cada área circular delimitada, sendo oito 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 resíduos sólidos, devida sua maior densidade demográfica, diminuindo em direção às periferias. Concluiu-se nesse trabalho a construção de um método de amostragem e caracterização descentralizada de resíduos sólidos urbanos para o município de Queimadas. Este método apresenta-se como ferramenta plausível para efetivação da caracterização de resíduos sólidos de forma representativa, podendo ser adaptado e aplicado em outros municípios de porte similar.

Palavras-chave: Amostragem, caracterização, resíduos sólidos urbanos.

ABSTRACT

Solid wastes are byproducts of various activities undertaken by man, and the resulting direct or indirect consumption of natural resources. Within urban solid waste as have those of domestic, commercial, industrial, health care, public cleaning and construction industries. Characterization of municipal solid waste is of paramount importance when it intends to implement a management plan and solid waste management. This information is essential for scaling all stages of the plan. The aim of this work is to construct and propose a decentralized method sampling and characterization of municipal solid waste for the city of Fires to create subsidies for sizing collection and street cleaning, landfill construction and education programs and environmental awareness. This sampling methodology is based on the principle of quantitative and qualitative heterogeneity in spatial production of solid waste, justifying the need for sampling throughout the urban area. At first, the establishment of sampling areas were defined perimeters eleven circular, concentric, covering all urban areas, and in the core region of higher density, which is the commercial center of the city. These areas were defined sampling points. To quantify the number of points, had as reference the total mass being sampled, $MT = 1000$ kg of solid waste. In order to achieve the total mass of the collection was defined total of 88 collection points. The distribution of the sampling points followed uniformly in every area bounded circular, eight points in each circle. We obtained thus a pattern where the highest density of dots per unit area, tends naturally to the commercial center, the area of greatest production of solid waste, due its greater density, decreasing towards the periphery. It was concluded that the construction work of a sampling and characterization of decentralized solid waste for the city of Fires. This method is presented as a tool for effecting plausible characterization of solid waste in a representative manner, and can be adapted and applied in other cities of similar size.

Keywords: Sampling, characterization, waste solid urban.

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 7 |
| 2. OBJETIVOS | 10 |
| 2.1. Geral | 10 |
| 2.2. Específicos..... | 10 |
| 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 11 |
| 3.1. Resíduos sólidos..... | 11 |
| 3.2. Resíduos sólidos no Brasil e na Paraíba..... | 11 |
| 3.3. Gestão e Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos..... | 13 |
| 3.4. Classificação dos resíduos sólidos | 14 |
| 3.5. Caracterização de resíduos sólidos urbanos | 15 |
| 3.6. Estudos de caracterização de resíduos sólidos..... | 16 |
| 3.7. As dificuldades inerentes à amostragem e caracterização de RSU..... | 17 |
| 4. METODOLOGIA | 18 |
| 4.1. Caracterização do município de Queimadas | 18 |
| 4.1.1. Localização e Acesso | 18 |
| 4.1.2. Aspectos socioeconômicos e geográficos..... | 19 |
| 4.1.3. Coleta e disposição de resíduos sólidos urbanos | 19 |
| 4.2. Programa de amostragem e caracterização | 20 |
| 4.2.1. Amostragem descentralizada | 21 |
| 4.2.2. Distribuição espacial e georreferenciamento dos pontos de amostragem | 23 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 24 |
| 5.1. Programa de amostragem..... | 24 |
| 5.2. Quantificação dos pontos de amostragem | 24 |
| 5.2. Distribuição dos pontos de amostragem..... | 25 |
| 5.3. A amostragem como subsídio aos programas de caracterização de resíduos sólidos... | 27 |
| 5.4. A caracterização como subsídio ao dimensionamento de aterro sanitário | 27 |
| 5.5. A caracterização como subsídio ao dimensionamento adequado da coleta e limpeza urbana | 28 |
| 5.6. Monitoramento setorial de programas de educação ambiental | 28 |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 32 |
| REFERÊNCIAS | 33 |

1. INTRODUÇÃO

No Brasil o processo de limpeza urbana iniciou-se, em caráter oficial, em 1880 na cidade de São Sebastião do Rio de Janeiro, então capital do Império. Desde então, os mecanismos sistemáticos de gestão sofreram grande evolução em vários aspectos, em função principalmente do surgimento de novas tecnologias de tratamento e disposição como da criação de políticas e leis federais, estaduais e municipais que regem sobre os aspectos ligados a gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSUs).

Apesar dessa evolução, o país ainda trás grandes deficiências, sobretudo na disposição adequada dos resíduos gerados nos centros urbanos. Ao contrário do que se pode pensar, essa problemática não é privilégio de municípios ditos de pequeno porte, mas se estende também à médios e até de grandes massas populacionais.

A Constituição Federal, (1988) dispõe também sobre a competência e responsabilidades de gerenciamento dos resíduos sólidos dos municípios:

No art. 23, incisos VI e IX, é estabelecida a competência comum da União, dos estados, dos municípios e do Distrito Federal, de zelar pelo meio ambiente e combater os fastígios de poluição, assim como promover a melhoria do saneamento básico. Já nos incisos I e V, do art. 30, é destacado como atribuição municipal legislar sobre assuntos de interesse público local, e nessa perspectiva, deve-se considerar o caso da limpeza urbana.

Devemos ressaltar que no Brasil grande parte dos RSUs é disposta de forma indevida em cursos de água, terrenos baldios e até mesmo junto de habitações. Isso agrava ainda mais os problemas ambientais de poluição de solo, corpos hídricos e principalmente no que tange os aspectos de saúde pública. Segundo IBGE (2011), sobre o problema da disposição dos resíduos urbanos, 73,3% dos municípios brasileiros não dispõem de aterro sanitário, sendo os resíduos sólidos vazados ao ar livre, aterros inadequados ou em áreas de proteção ambiental.

Na Paraíba a situação revela-se preocupante, pois segundo Leite *et al.*(2006), do total de resíduos sólidos urbanos produzidos, e algo em torno de 95% coletados são lançados em lixões, a exemplo das cidades de João Pessoa e Campina Grande

em que 100% dos resíduos sólidos urbanos coletados são lançados em lixões, sem que haja nenhum mecanismo de proteção ambiental.

A produção de resíduos sólidos – (RS) está intimamente ligada a aspectos econômicos, culturais e até mesmo geográficos, uma vez que a disponibilidade de recursos interfere significativamente na geração de resíduos. Esse cenário fica bastante evidente quando comparamos a produção per capita dos países desenvolvidos, que se mostra muito superior à produção relativa dos países de menor poder econômico. Essa heterogeneidade quantitativa na geração de resíduos, também se aplica, por exemplo, na distribuição espacial brasileira, é notório que cidades como São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte se destacam nesse sentido, enquanto cidades de menor porte populacional e econômico, sobretudo as localizadas no Norte e Nordeste, detêm pequena taxa de produção per capita.

É possível perceber que a geração de resíduos sólidos vem crescendo a cada dia, isso se deve principalmente ao grande aumento da população mundial associado conseqüentemente a efetiva necessidade de se produzir cada vez mais alimentos e bens de consumo, cenário bastante comum ao modelo econômico proposto pelo capitalismo. Nesse contexto, torna-se imprescindível que todos os setores, governamentais, privados e a coletividade, construam de forma integrada um modelo de gestão de resíduos sólidos urbanos, que atenda as necessidades do desenvolvimento econômico, social e a sustentabilidade do meio ambiente.

Hoje, a cidade de Queimadas encontra-se em condições similares a maioria dos municípios brasileiros, onde todos os resíduos gerados no ambiente urbano são lançados de forma inadequada em lixões, terrenos baldios, próximo às residências ou corpos de água, incinerados artesanalmente em nível domiciliar. Esse cenário, apesar de comum, é alarmante considerando todos os impactos ambientais relacionadas a essas práticas.

A consolidação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, a criação de Leis e estabelecimento diretrizes pelos órgãos ambientais, vem dando subsídios para que os municípios incluam nos planos diretores construção de um plano de gestão e gerenciamento de RSUs, que é uma ferramenta imprescindível para promoção do desenvolvimento sustentável.

A prefeitura municipal de Queimadas vem dando passos importantes para adequação às novas perspectivas de sustentabilidade ambiental no que tange a problemática dos resíduos sólidos urbanos, uma vez que já prevê a construção de um aterro sanitário para o município e a intensificação de programas de educação e conscientização ambiental.

Em síntese, é proposta nesse trabalho, a construção de um método de amostragem e caracterização descentralizada dos RSUs para município de Queimadas-PB, afim de, se obter informações imprescindíveis para dar suporte técnico ao dimensionamento dos planos de gerenciamento assim como às tomadas de decisão na gestão dos resíduos sólidos urbanos.

2. OBJETIVOS

Com o intuito de contribuir para construção de um plano gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no município de Queimadas-PB, considerando a Política Nacional de Resíduos Sólidos, os objetivos do presente estudo são:

2.1. Geral

Construir e propor um método de amostragem e caracterização descentralizada de resíduos sólidos urbanos para o município de Queimadas-PB.

2.2. Específicos

- Subsidiar os programas de caracterização de resíduos sólidos;
- Subsidiar o dimensionamento de aterro sanitário;
- Auxiliar o dimensionamento adequado da coleta e limpeza urbana;
- Monitorar o desenvolvimento e eficiência de programas de educação ambiental;
- Auxiliar na gestão ambiental dos resíduos sólidos urbanos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Resíduos sólidos

Zanta e Ferreira (2003) *apud* Nascimento (2007) definem resíduos sólidos urbanos como sendo os materiais resultantes das inúmeras atividades desenvolvidas em áreas com aglomerações humanas, abrangendo resíduos de várias origens, como residencial, comercial, de estabelecimentos de saúde, industriais, da limpeza pública (varrição, capina, poda de outros), da construção civil e agrícolas. Outros autores consideram que os resíduos sólidos urbanos compreendem, estritamente, os resíduos de origem residencial, comercial, de serviços de varrição, de feiras livres, de capinação e poda (BIDONE & POVINELLI, 1999; SCHALCH, 1992).

Segundo a NBR 10.004/2004 Resíduos Sólidos Urbanos “são resíduos sólidos, nos estados sólidos e semi-sólidos, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, de serviços, de varrição ou agrícola. Incluem-se lodos de estações de tratamento de água (ETA), e estações de tratamento de esgotos (ETE's), resíduos gerados em equipamentos e instalações de controle da poluição e líquidos que não possam ser lançados na rede pública de esgotos, em função de suas particularidades” (ABNT, 2004).

3.2. Resíduos sólidos no Brasil e na Paraíba

Recentemente, o Brasil aprovou a Lei n.º 12.305/2010 que cria a Política Nacional dos Resíduos Sólidos que tramitava no Congresso Nacional a cerca de 20 anos. Em seu art. 1º descreve sobre o Objeto e o Campo de Aplicação:

Art. 1. *Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.*

Essa nova Lei dará suporte à gestão de 259.547 toneladas de resíduos que, segundo dados do PNSB – Pesquisa Nacional sobre Saneamento Básico, realizado pelo IBGE em 2008, são gerados todos os dias no país. De acordo com o estudo, 183.488 toneladas correspondem à contribuição domiciliar.

A seção IV, art. 18º, estabelece como critério fundamental para acesso aos recursos da União e subsídios para investimentos nos serviços de limpeza urbana, a elaboração do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos:

Art. 18. *A elaboração de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, nos termos previstos por esta Lei, é condição para o Distrito Federal e os Municípios terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade.*

A partir da regulamentação desta Lei, a gestão de resíduos sólidos passa a ter um marco regulatório nacional.

No estado da Paraíba são produzidos todos os dias mais de 3.000 toneladas de resíduos sólidos, e o destino dos RSUs que não sofrem tratamento algum ao ser lançado, compreende uma porcentagem em torno de 98%, num total de 223 municípios, segundo constata o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA, 2009) – seccional Paraíba.

Cerca de 40% de toda geração de resíduos sólidos urbanos gerados no Estado da Paraíba, estão concentrados na capital João Pessoa e Campina Grande, sendo que esta última não possui aterro sanitário adequado, tendo seus resíduos dispostos de forma inadequada.

Segundo Gomes, (2011) atualmente, cerca de 50 municípios paraibanos enfrentam processo judicial por manterem a disposição do lixo gerado em locais irregulares. Desta forma, o IBAMA já, em alguns casos, ajuizou ação civil pública e em outros aplicou multas pelo depósito de lixo a céu aberto.

Outras cidades, a exemplo de Queimadas, estão em processo de desenvolvimento de projetos para construção e instalação de aterro sanitário, porém, a grande maioria dos municípios ainda não se adequaram as Leis e diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

3.3. Gestão e Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos

O processo de gestão e gerenciamento inclui a totalidade da participação dos setores usuários, aplicação das leis que regem a gestão de resíduos sólidos, a fiscalização das atividades potencialmente geradoras e poluidoras, os programas de conscientização e educação ambiental, o reconhecimento da responsabilidade do município de criar condições favoráveis para viabilizar as atividades de coleta eficiente e disposição adequada dos resíduos sólidos urbanos.

A responsabilidade de gerenciamento e destinação adequada dos resíduos sólidos não se remete apenas ao município, prevalecendo a responsabilidade compartilhada segundo a origem da geração do resíduos conforme descrito no Quadro 1.

Quadro 1 - Responsabilidade pelo gerenciamento dos resíduos sólidos.

| ORIGEM DO RESÍDUO | RESPONSÁVEL |
|---|--------------------------|
| Domiciliar | Prefeitura |
| Comercial | Prefeitura* |
| Público | Prefeitura |
| Serviços de saúde | Gerador (hospitais etc.) |
| Industrial | Gerador (indústria) |
| Portos, aeroportos e terminais rodoviários e ferroviários | Gerador (Portos, etc...) |
| Agrícola | Gerador (agricultor) |
| Entulho | Gerador/Município (*) |

Fonte: ReCESA/ NURENE, (2008).

(*) A Prefeitura é responsável por quantidades pequenas, de acordo com a legislação municipal específica. Quantidades superiores são de responsabilidade do gerador.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Administração Municipal, a definição para gestão integrada de RSUs é em síntese, “o envolvimento de diferentes órgãos da administração pública e da sociedade civil com o propósito de realizar a limpeza urbana, a coleta, o tratamento e a disposição final do lixo, elevando assim a qualidade de vida da população e promovendo o asseio da cidade, levando em consideração as características das fontes de produção, o volume e os tipos de resíduos – para a eles ser dado tratamento diferenciado e disposição final técnica e ambientalmente corretas –, as características sociais, culturais e econômicas dos

cidadãos e as peculiaridades demográficas, climáticas e urbanísticas locais” (IBAM, 2001).

Sobre a definição para o termo gerenciamento, apesar de ser utilizado como sinônimo de “gestão” por alguns autores, deve-se entender como o conjunto de ações técnicas e operacionais executáveis na promoção da limpeza urbana e na disposição adequada dos resíduos. Para que todo o sistema seja eficiente, o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos deve ser integrado, ou seja, deve englobar etapas articuladas entre si, desde a não geração até a disposição final, com atividades compatíveis com as dos demais sistemas do saneamento ambiental, sendo essencial a participação ativa e cooperativa do primeiro, segundo e terceiro setor, governo, iniciativa privada e sociedade civil, respectivamente.

3.4. Classificação dos resíduos sólidos

É possível aplicar várias formas de classificação para os resíduos sólidos de acordo com alguma característica de referência. Citam-se como mais comuns, a classificação quanto aos riscos potenciais de contaminação do meio ambiente e quanto à natureza ou origem.

De acordo com a NBR 10.004/2004, a classificação de resíduos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem e de seus constituintes e características e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido.

Considerando os riscos potenciais de contaminação do meio ambiente a Norma prevê que os resíduos sólidos podem ser classificados em:

- **Resíduos classe I - Perigosos;**

São aqueles que oferecem características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, apresentam riscos à saúde pública, ou ainda provocam efeitos adversos ao meio ambiente quando manuseados ou dispostos de forma inadequada.

- **Resíduos classe II – Não perigosos;**

Resíduos classe II A – Não inertes:

São os resíduos que tendem a apresentar características de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, acarretar riscos à saúde ou ao meio ambiente se dispostos de forma indevida.

Resíduos classe II B – Inertes:

São aqueles que não oferecem diretamente riscos à saúde e ao meio ambiente, e que, quando amostrados de forma representativa, segundo a norma NBR 10.007, e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, a temperatura ambiente, conforme teste de solubilização segundo a norma NBR 10.006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor (IBAM, 2001).

Segundo o Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM há também outras formas de classificação, considerando sua natureza ou origem, podendo ser:

Lixo doméstico ou residencial, lixo comercial, lixo público, lixo domiciliar especial como exemplo os resíduos gerados em obras de pequenas construções (entulho de obras) ou pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes e pneus.

Ainda nesse contexto temos os resíduos considerados de fontes especiais, como o lixo industrial incluindo os radioativos, lixo de portos, aeroportos e terminais, rodoferroviários, agrícola e os resíduos de serviços de saúde.

3.5. Caracterização de resíduos sólidos urbanos

A caracterização de resíduos sólidos urbanos corresponde a um conjunto de procedimentos técnicos articulados que tem como finalidade a obtenção de informações detalhadas a respeito das suas características, sejam essas físicas, químicas ou biológicas, de acordo com a finalidade do estudo a que se aspira pelo pesquisador.

No processo de caracterização envolvem planejamento e projeto das análises, plano amostragem, preparação da amostra, triagem e classificação dos componentes, avaliação e tratamento dos dados.

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 e gerenciamento dependem do conhecimento das características do resíduo que está sendo produzido.

Segundo Cruz, (2005) a caracterização de resíduos sólidos é uma ferramenta de trabalho que permite recolher informações relevantes para o estudo e aplicação de modelos de gestão adequados e eficientes, nomeadamente em matéria de recolha, transporte, valorização e tratamento dos resíduos produzidos. Essas informações se fazem importantes para o dimensionamento de todas as etapas do plano, desde a coleta domiciliar, implantação usinas de reciclagem, beneficiamento e construção de aterros sanitários, locais legalmente autorizados e ambientalmente corretos para disposição final dos resíduos.

3.6. Estudos de caracterização de resíduos sólidos

Para amostragem e divisão da amostra Tchobanoglou *et al.* (1993) *apud* Bassani, (2001) afirma que procedimentos estatísticos rigorosos são difíceis, se não impossíveis de implementar, referindo-se a estudos de composições de resíduos. Na prática, os resultados de caracterização em uma amostra de lixo doméstico, não são fáceis de serem analisados com confiança dentro da estatística.

Segundo Dahlen e Lagerkvist (2008) *apud* Bassani, (2011) quando uma imagem mais generalizada da geração de resíduos é satisfatória para a pesquisa, recomenda-se como uma amostra razoável a carga total de um veículo comum de coleta de resíduos.

Em suma, não há nenhuma recomendação absoluta sobre a forma de decidir o tamanho apropriado e o número de amostras. Como regra geral, um número mínimo de amostras é 10 se o tamanho da amostra é de 100 kg ou maior (DAHLEN; LAGERKVIST, 2008) *apud* (BASSANI, 2011).

De acordo com a NBR 10007/2004, o plano de amostragem deve ser estabelecido antes de se coletar qualquer amostra, ser consistente com o objetivo da amostragem e com a pré-caracterização do resíduo, e deve incluir: avaliação do local, forma de armazenamento, pontos de amostragem, tipos de amostradores, número de amostras a serem coletadas, seus volumes, seus tipos (simples ou compostos), número e tipo dos frascos de coleta, métodos de preservação e tempo de armazenagem, assim como os tipos de equipamentos de proteção a serem utilizados durante a coleta (ABNT, 2004).

3.7. As dificuldades inerentes à amostragem e caracterização de RSU

A grande problemática no processo de caracterização dos RSU é sem dúvidas as dificuldades de 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. Esse método baseia-se no conceito de que a produção de resíduos é diretamente influenciada pelo poder econômico da população, criando uma classificação em grupos ou classes, geralmente em baixa, média e alta renda. Assim os estudos de amostragem e caracterização são comumente centralizados em áreas menores e os resultados obtidos por médias ou generalizações.

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, assim como, sobre as parcelas ou quantidades a serem coletadas em cada grupo. Isso ocorre devido a grande heterogeneidade destas das massas populacionais e também à carência de dados e informações de aspectos econômicos mais específicos para cada um dos setores habitacionais.

Segundo Dias, (2002) o processo de caracterização continua sendo um desafio para o pesquisador/gerenciador, vários entraves e fatores externos não controlados influenciam nas características e conseqüentemente na quantificação dos resíduos. Daí a necessidade de adequação da metodologia ao meio, onde esta irá ser aplicada, ou seja, torna-se por vezes incoerente e custoso a aplicação de uma metodologia única seguida “à risca” pelo avaliador.

4. METODOLOGIA

O estudo em questão se traduz numa tentativa de se construir uma metodologia que satisfaça os anseios da amostragem e caracterização de RSU, de modo a se eximir dos problemas característicos da estratificação social, obtendo resultados mais representativos da totalidade produzida.

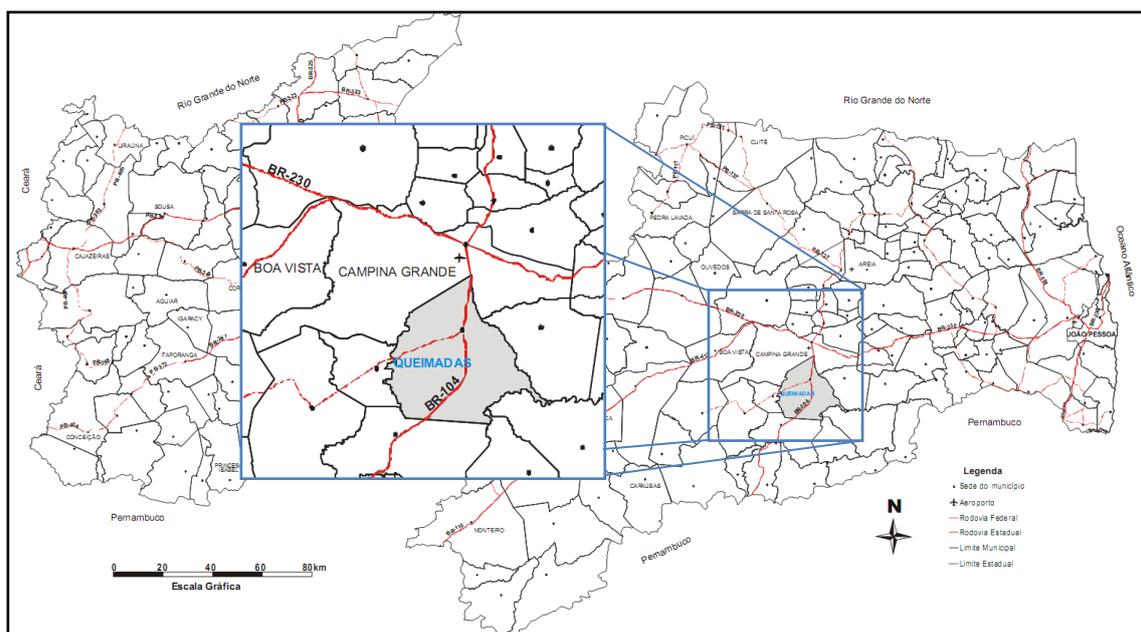
O embasamento do método está no reconhecimento da importância da amostragem em todo o perímetro urbano, ou seja, considerando que todas as áreas habitacionais possuem características singulares quanto à densidade, economia, cultura entre outros, que influenciam quantitativamente e qualitativamente na produção de resíduos, sendo então indispensável sua amostragem para obtenção de resultados que sejam os mais próximos que possível da realidade.

4.1. Caracterização do município de Queimadas

4.1.1. Localização e Acesso

O município de Queimadas está localizado na Microrregião Queimadas e na Mesorregião Agreste Paraibano do Estado da Paraíba. O Município faz limite com a Campina Grande, principal cidade o interior paraibano (Figura 1). Sua área é de 409 km² representando 0.725% do Estado, 0.0263% da Região e 0.0048% de todo o território brasileiro.

Figura 1- Localização, limites e acesso rodoviário do município de Queimadas-PB



Fonte: Adaptado de CPMR, (2005).

A sede do município tem uma altitude aproximada de 450 metros distando 143 km da capital. O acesso é feito, a partir de João Pessoa, pelas rodovias BR 230 e norte de Pernambuco pela BR 104 (Figura 1).

4.1.2. Aspectos socioeconômicos e geográficos

O município foi criado em 1961, a População Total é de 41.049 habitantes, sendo 23.872 na área urbana. Seu Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é de 0.595, O PIB per capita a preços correntes é de 4.832,45 reais (IBGE, 2010).

Segundo dados do IBGE, censo 2010, são registrados 4.232 domicílios particulares permanentes com banheiro ligados à Rede Geral de Esgoto e 3.928 domicílios com esgotamento sanitário ligado a fossa rudimentar, 8.728 domicílios particulares permanentes com abastecimento ligado à Rede Geral de Água, e 8.299 domicílios particulares permanentes têm lixo coletado.

O município de Queimadas está inserido predominantemente na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja, que representa a paisagem típica do semi-árido nordestino, caracterizada por uma superfície de pediplanação bastante monótona, relevo predominantemente suave-ondulado, cortada por vales estreitos, com vertentes dissecadas. Elevações residuais, cristas e/ou outeiros pontuam a linha do horizonte. Esses relevos isolados testemunham os ciclos intensos de erosão que atingiram grande parte do sertão nordestino. Parte de sua área, a norte, se insere na unidade geoambiental do Planalto da Borborema (CPMR, 2005).

O município de Queimadas encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do Médio Paraíba. Seus principais tributários são os rios Bodocongó, Paraibinha e Boa Vista, além do riacho Curimatã. O principal corpo de acumulação é o açude Campo do Boi. Todos os cursos d'água têm regime de escoamento intermitente e o padrão de drenagem é o dendrítico (CPMR, 2005).

4.1.3. Coleta e disposição de resíduos sólidos urbanos

Apesar de o município praticar a coleta dos RSU periodicamente, a situação ambiental atual, quanto à disposição dos resíduos, é preocupante. Como a maioria das cidades brasileiras, o município de Queimadas não dispõe de aterro sanitário,

sendo seus resíduos vazados de forma inadequada em um lixão localizado dentro de seus limites.

Segundo dados da Secretaria Municipal de Infra-estrutura e Serviços Urbanos, são coletados diariamente cerca de 15 toneladas de resíduos sólidos referentes a área urbana. Os resíduos têm origem principalmente de domicílios, comércio, unidades de saúde e limpeza urbana, incluindo varrição, capina e remoção de entulhos. A coleta é realizada por empresa terceirizada que dispõe de uma frota com caminhões do tipo compactador. É importante considerar que apesar de maior capacidade de coleta, esse tipo de veículo dificulta um possível procedimento de triagem e segregação de resíduos, fazendo com que uma parcela ainda maior da produção seja inutilizada, agravando ainda mais a situação ambiental.

Considerando uma produção per capita de 0,5 kg RSU. Hab⁻¹dia⁻¹, estima-se que sejam gerados por dia aproximadamente 11,5 toneladas de resíduos sólidos.

A "geração per capita" relaciona a quantidade de resíduos urbanos produzida diariamente e o número de habitantes de determinada região. Muitos técnicos consideram de 0,5 a 0,8 kg/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 a Tabela 1.

Tabela 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).

4.2. 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 o perímetro urbano.

A caracterização seguirá considerando a norma NBR 10.007/04, que dispõe sobre requisitos exigíveis para amostragem de resíduos sólidos. A norma prevê 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 (ABNT, 2004).

Em síntese, o programa de amostragem e caracterização se dará pela ponderação de uma massa significativa de RSUs que será coletada, em amostragem descentralizada contemplando toda área urbana, e destinada à aplicação do método do quarteamento, análise gravimétrica e caracterização.

A composição gravimétrica traduz o percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra de lixo analisada (MONTEIRO, et al. 2001).

4.2.1. Amostragem descentralizada

A construção do método considera a realização da amostragem em todo perímetro urbano em pontos descentralizados, previamente estabelecidos e georreferenciados. Um ponto de coleta ou amostragem é definido como local geográfico onde será coletada a parcela de RSU produzida por uma residência ou conjunto de residências agregadas ao ponto.

A princípio, o plano de amostragem se dá pelo estabelecimento de uma massa a ser coletada, e esta, deve vir de vários pontos da cidade, ou seja, todo o perímetro urbano é considerado o espaço amostral do método, e a massa total de amostragem deve ser coletada de forma descentralizada em pontos pré-determinados. Dessa forma, se faz necessário calcular o número de pontos de coleta que sejam suficientes para obtenção da massa total objetivada.

A massa de resíduos produzida em cada ponto corresponde à produção domiciliar, sendo assim, foi considerada a densidade média de pessoas por residência segundo IBGE, senso 2010, e a produção per capita de resíduos conforme Tabela 1.

A partir dessas considerações, foi deduzida uma equação da quantidade de pontos em função da massa total pretendida na coleta, da produção per capita de

resíduos, da densidade de pessoas por residência, um fator de agregação e a um fator de acúmulo.

$$\text{-----} \quad (1)$$

Onde,

N = número de pontos de coleta;

M_T = massa total de coleta;

T_x = taxa de produção per capta;

d = densidade de pessoas por residência;

f_a = fator de agregação (número de residências por ponto);

F_{ac} = função do acúmulo de dias entre limpeza urbana e amostragem.

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

Na cidade de Queimadas, a coleta e limpeza urbana, realizada pela Prefeitura Municipal, ocorrem em intervalos de dois dias, assim, o programa de amostragem também deve considerar esse intervalo, sendo a massa em cada ponto, resultado do acúmulo de resíduos nesses dias.

Assim, a quantidade de pontos de amostragem também considera a quantidade de resíduos acumulado em cada residência, e representado pelo fator de acúmulo F_{ac} que pode ser calculado pela expressão:

$$\text{-----} \quad (2)$$

Onde, n representa intervalo entre o último dia da coleta de limpeza urbana realizada pela prefeitura, e o dia determinado para coleta de amostragem. Assim, o fator de acúmulo assumirá um valor maior que zero e menor igual a um ($0 < F_{ac} \leq 1$).

4.2.2. Distribuição espacial e georreferenciamento dos pontos de amostragem

O método de distribuição dos pontos se deu de forma que estes fossem dispostos convergindo com áreas habitadas, em perímetros circulares concêntricos de raios crescentes, estabelecidos com auxílio de cartas digitais do perímetro urbano da cidade, e uma ferramenta computacional CAD (*compute aided design ou desenho auxiliado por computador*).

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

Nessas áreas são distribuídos os pontos de amostragem. Em cada ponto, devidamente georreferenciado, é cadastrada uma ou mais residências, que participarão voluntariamente do programa de amostragem, as quais terão seus resíduos coletados em dias e horários determinados e destinados aos ensaios de caracterização.

O processo de caracterização deve ter caráter permanente, com capacidade de amostragem e ensaios gravimétricos mensais, com capacidade de fornecer dados e informações que subsidiem os planos de gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos da Cidade.

O termo georreferenciamento ou geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional. As ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georeferenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos.

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.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Programa de amostragem

A partir de cartas digitais da malha urbana do município de Queimadas e o uso de ferramentas computacionais do tipo CAD (*compute aided design ou desenho auxiliado por computador*), 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.

Sendo o município de pequeno porte, e com produção de resíduos sólidos cerca de $11.500 \text{ kg.dia}^{-1}$, considerou-se 1000 kg de RS, cerca de 8% do total, como quantidade representativa da totalidade de resíduos produzida, esta será submetida a duas cessões de quarteamento para obtenção de uma parcela 250 kg de RS, que por sua vez, será destinada aos ensaios gravimétricos e caracterização.

Estimando uma densidade aproximadamente de $250 \text{ kg de RSU/m}^3$, será necessário apenas um veículo de coleta, sendo este do tipo caçamba, não-compactador com capacidade mínima de 5 m^3 de carga. A necessidade de amostrar uma menor quantidade de resíduos, torna o programa atrativo e de baixo custo em relação a outras metodologias.

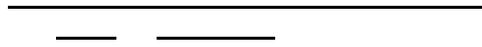
5.2. Quantificação dos pontos de amostragem

No município de Queimadas, a coleta referente à limpeza urbana, é realizada em intervalos de dois dias. Considerando que a coleta prevista no plano de amostragem será feita obedecendo a esse intervalo, logo temos que $n = 2$, e a partir da expressão 2, temos:

Afim de obter um número menor de pontos, foi possível adotar um fator de agregação (f_a) = 3, correspondendo a coleta dos resíduos de três residências em cada ponto.

Em suma, para quantificação dos pontos, considerou as seguintes condições: coletar a massa total, $M_T = 1000 \text{ kg de RSU}$, taxa de produção per capita, $T_x = 0,5 \text{ kg}$

$RSU.hab^{-1}dia^{-1}$, densidade habitantes por residência $d = 4$, um fator de agregação $fa = 3$ e $F_{ac} = 0,5$. A partir da Expressão (1), temos:



Logo, foram definidos 84 pontos que devem ser distribuídos nos perímetros de amostragem e devidamente georreferenciados, cada um com três residências agregadas, totalizando 252 residências. A coleta se fará por veículo de carga adequado, em data e turno previamente definidos.

O *fator de agregação* permite a diminuição do número de pontos a serem amostrados, não pondo em risco a validade e representatividade do método, uma vez que a massa coletada por unidade de área permanece constante.

A parcela $F_{ac} = 1/n$ (expressão 2) se refere relativamente a massa de resíduos acumulados entre a última coleta regular do serviço de limpeza e a coleta programada para amostragem. Assim, temos que n é o número de dias desse intervalo. Tomando como exemplo, quando em um determinado município o serviço de limpeza for realizado diariamente, temos que $n = 1$, logo fator de acúmulo também será igual a um.

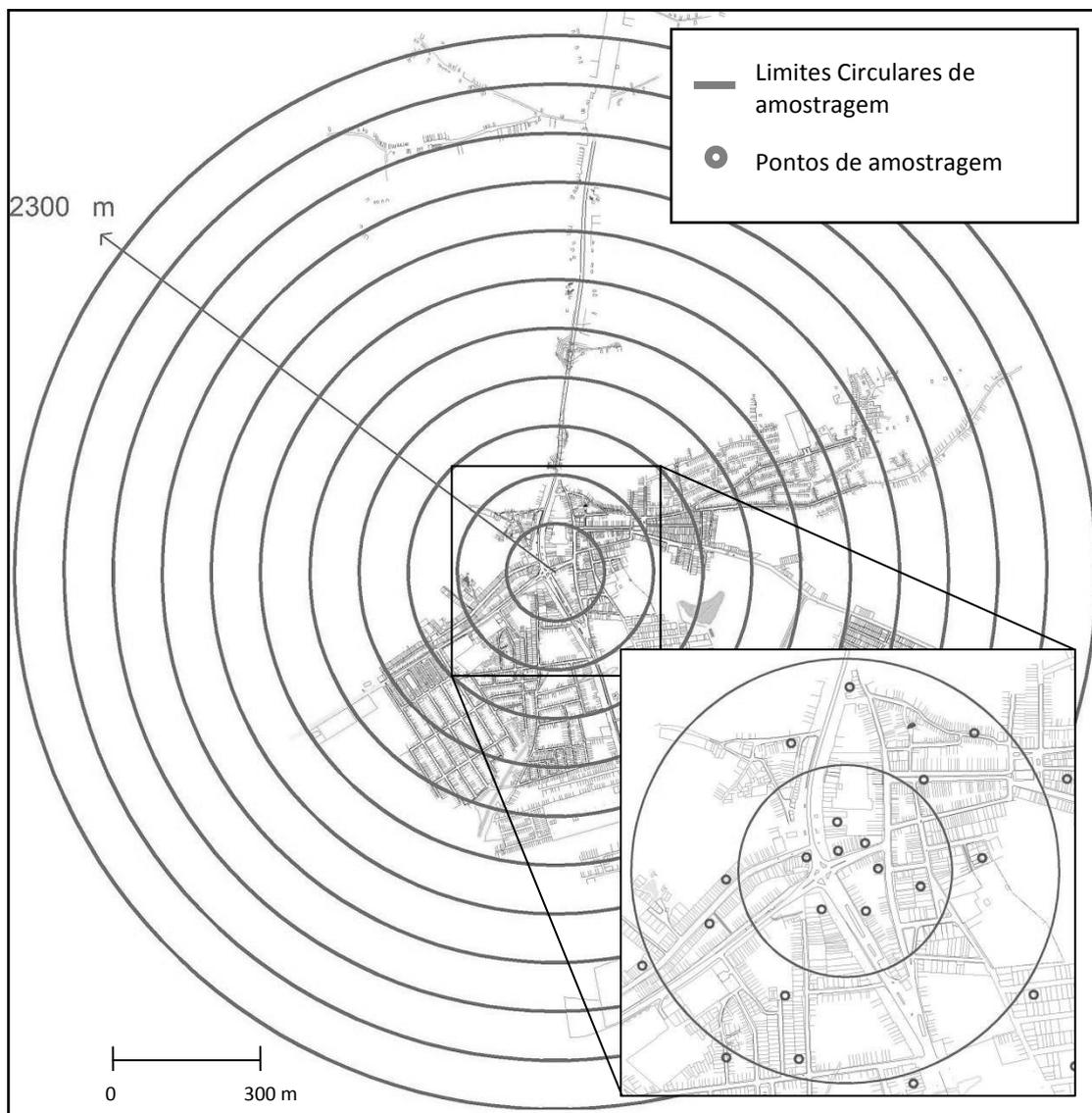
5.2. Distribuição dos pontos de amostragem

Atendendo as dimensões espaciais da área urbana de raio 2,3 km, foram delimitados 11 perímetros de raios crescentes, sendo o menor e o maior, 0,3 km e 2,3 km, respectivamente (Figura 2). Essas áreas circulares permitem uma construção e visualização em gradiente espacial do comportamento urbano quanto a geração de resíduos.

A escolha do método de distribuição dos pontos foi realizada de forma a atender o preceito de que as áreas de maior densidade demográfica, mesmo que sazonal, são tidas como de maior produção de resíduos, tendo assim maior influência nas características dos RSUs.

Nesse contexto, considerando que a maior concentração de pessoas se remete ao centro comercial do município, que detém um grande aglomerado fixo de residências e estabelecimentos comerciais, conseqüentemente elevada produção de resíduos, foi este núcleo definido como centro de todos os perímetros delineados.

Figura 2 - Disposição dos perímetros circulares com centro na área de maior densidade demográfica (centro comercial) e distribuição uniforme dos pontos de amostragem.



Fonte: Própria (2012).

A distribuição dos pontos seguiu-se uniformemente em cada área delimitada, sendo 8 pontos em cada círculo (Figura 2). 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. Dessa maneira foi possível construir um modelo cujos resultados da amostragem esperam-se corresponder com fidelidade às proporções características da geração de resíduos urbanos do município.

5.3. A amostragem como subsídio aos programas de caracterização de resíduos sólidos

A caracterização é uma das fases mais importantes do plano de gestão e gerenciamento resíduos sólidos, e se dá pelo estudo das propriedades dos resíduos por meio de ensaios gravimétricos, mecânicos, químicos e biológicos. Por fim, os resultados devem refletir com fidelidade as características gerais dos resíduos gerados em um determinado local ou região de interesse. Dessa forma é imprescindível a obtenção de uma amostra significativa e representativa de forma a possibilitar resultados realistas.

O método de amostragem descentralizada é capaz de fornecer aos programas de caracterização, dados sobre a produção de resíduos em toda área urbana, ou seja, a abrangência amostral é ampla, possibilitando uma caracterização com resultados mais relevantes e significativos.

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.

5.4. A caracterização como subsídio ao dimensionamento de aterro sanitário

Um dos principais parâmetros de dimensionamento de aterro sanitário é sem dúvidas o conhecimento ou estimativa da quantidade ou volume diário de resíduos que este receberá diariamente e as características de biodegradabilidade destes resíduos. Os resíduos sólidos urbanos são, de forma geral, compostos por matéria orgânica putrescível, papel, papelão, vidro, madeira, metal, e outros em menor quantidade como trapos, e material inerte.

As informações sobre as quantidades de cada material e seu potencial de reaproveitamento ou reciclagem, e fundamentais para aplicação dos planos de gerenciamento, são adquiridas por meio do processo de caracterização. Assim, a amostragem e caracterização adequada dá suporte técnico para projetar o aterro sanitário de forma dimensiona-lo adequadamente e prever seu do tempo de operação.

O tempo de vida útil de um aterro sanitário depende do correto gerenciamento desses resíduos, uma vez que os materiais recicláveis ou reaproveitáveis, que compreendem a maior parte do total produzido, não deve ser disposto no aterro, mas sim, segregado, beneficiado, reaproveitado e reciclado. Essa prática permite que apenas uma menor parcela de resíduos seja levada aos aterros sanitários, garantindo um maior tempo de operação.

5.5. A caracterização como subsídio ao dimensionamento adequado da coleta e limpeza urbana

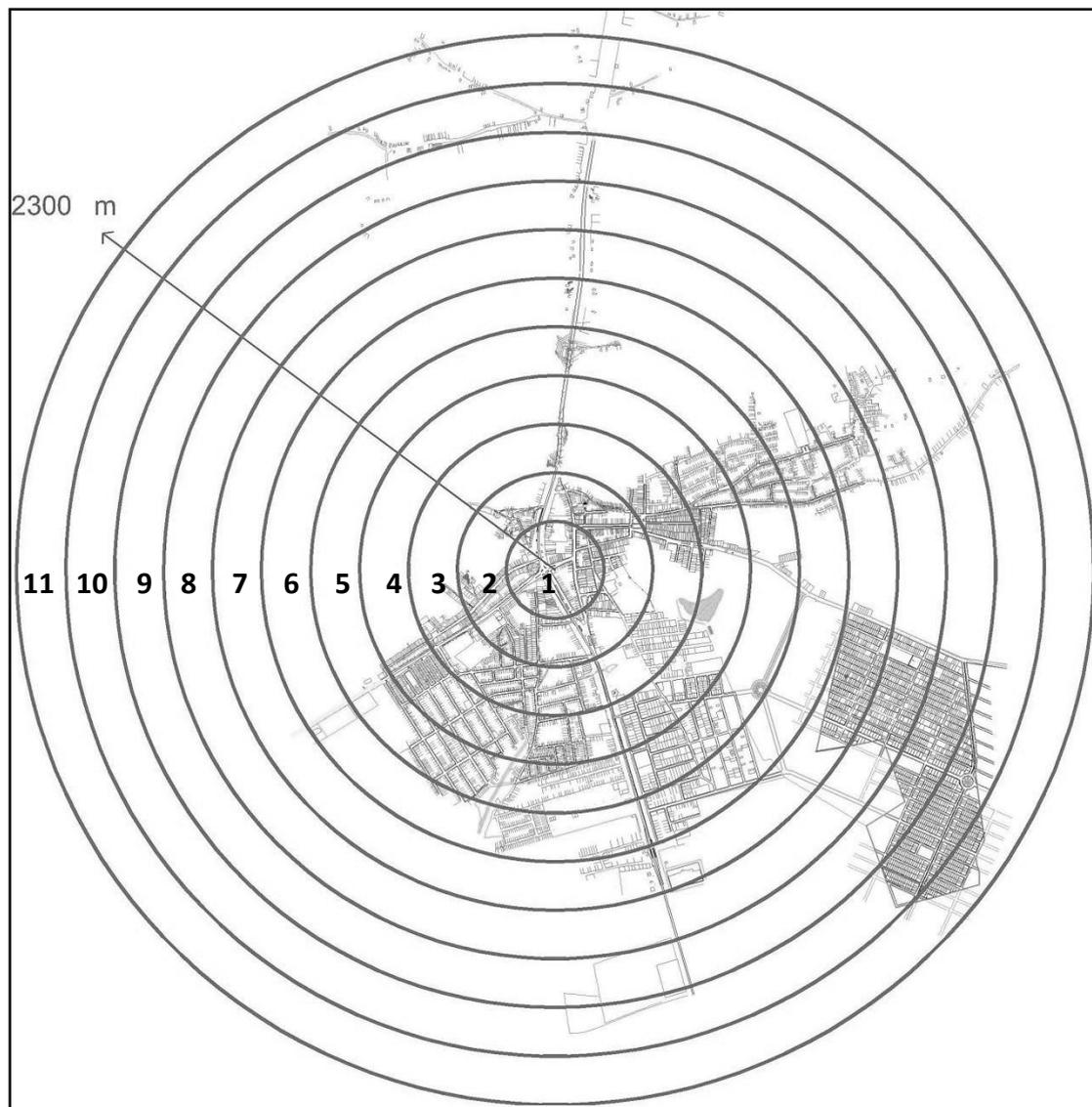
O dimensionamento da frota de veículos coletores, assim como da guarnição e outros instrumentos utilizados na limpeza urbana, é realizado em função das características dos resíduos produzidos e sua quantidade em termos de massa e volume. As características dos RS podem variar no tempo e no espaço, pois estas são fortemente influenciadas pela cultura local e nível de conscientização ambiental de uma população. Considerando essa variação, se faz necessário periodicamente o redimensionamento de todo sistema de gerenciamento. A amostragem e caracterização descentralizada dos resíduos sólidos urbanos, apresentada neste estudo, é uma ferramenta plausível para subsidiar o dimensionamento e redimensionamento da frota, assim como a escolha adequada dos métodos de coleta e limpeza urbana.

5.6. Monitoramento setorial de programas de educação ambiental

As características e comportamento populacional, no que se refere à geração de resíduos, podem ser variáveis em diversos aspectos, influenciados por questões ambientais, culturais e de educação como um todo. Muitos desses resíduos podem e devem ser segregados a nível domiciliar, afim de, tornar o gerenciamento mais

eficiente. Os programas de conscientização e educação ambiental são fundamentais para orientar a população nessa prática e no reconhecimento de seu papel como importante elo na gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos. O método de caracterização descentralizada, proposto nesse trabalho, permite o monitoramento setorial da eficiência destes programas, uma vez que os resultados do estudo de caracterização vislumbra a produção de resíduos num gradiente do centro para periferia da área urbana da cidade. Assim, os programas de conscientização e educação ambiental podem ser adequadamente direcionados para as áreas com maior deficiência nesse aspecto.

Figura 3 – Setorização do campo de amostragem e caracterização em onze áreas.

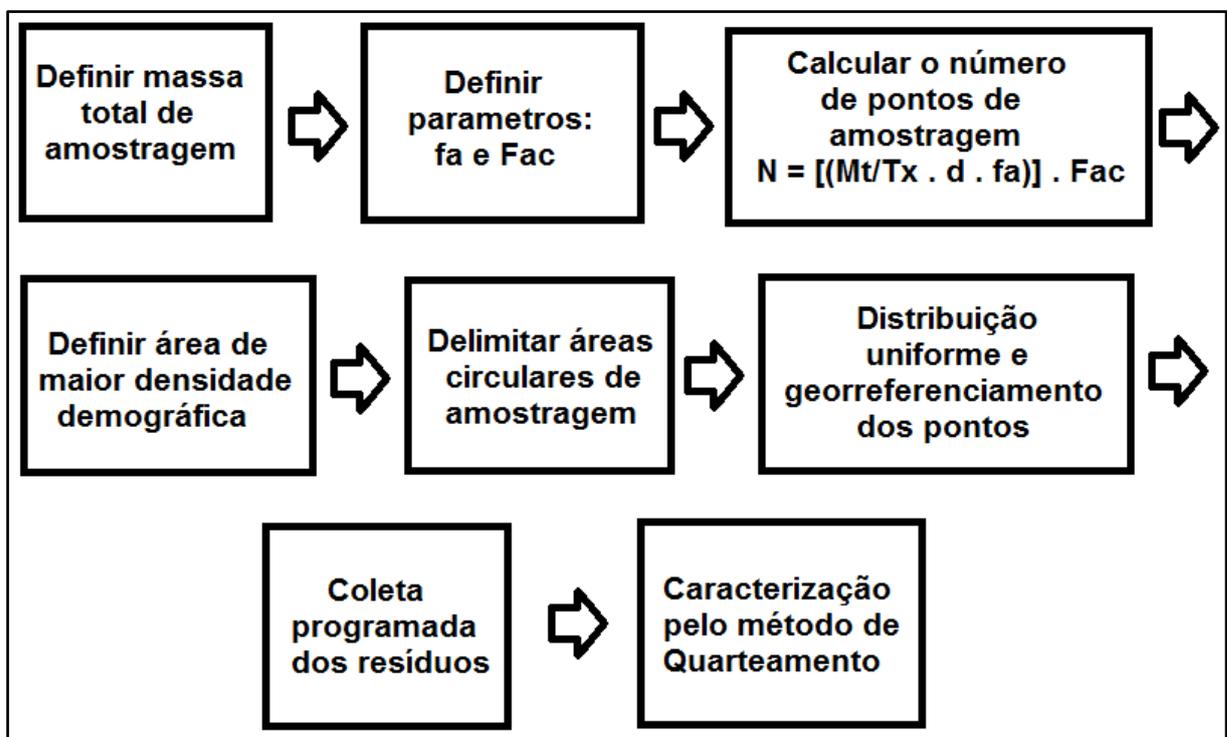


Fonte: Própria, (2012)

Na figura 3, observam-se onze perímetros bem definidos, que podem receber programas de conscientização e educação ambiental mais específicos às suas necessidades, de acordo com a evolução das informações obtidas com a caracterização dos resíduos.

Em síntese pode-se observar a aplicação do método de amostragem e caracterização descentralizada, em etapas conforme figura 4.

Figura 4 – Fluxograma demonstrativo das etapas de aplicação do método de amostragem e caracterização descentralizada.



Fonte: Própria, (2012).

Analisando o fluxograma, representado na Figura 4, percebe-se que na primeira etapa, é necessário definir, a critério da equipe técnica, a massa total de resíduos que se estima ser representativa para os ensaios de caracterização. Esse montante pode variar de acordo com o porte da cidade e com os critérios adotados pelo pesquisador, porém, é aqui recomendada uma massa total mínima correspondente a 1000 kg, a fim de possibilitar duas sessões de quarteamento e obtenção de 250 kg de RS para aplicação de ensaios para caracterização.

Em seguida, da mesma forma, são definidos os fatores de agregação (f_a) e de acúmulo (F_{ac}). O primeiro indica o número de residências correspondente a cada ponto individual e o segundo, aos dias de acúmulo de resíduos até a coleta de amostragem. Em posse desses valores e da *expressão (1)* é calculado o número de pontos (N) necessários para atingir a massa total previamente estabelecida pela equipe.

Seguindo o fluxograma do método, são delimitados perímetros circulares em torno da área de maior densidade demográfica. A quantidade de áreas ou perímetros indicará o nível de detalhamento na construção de um gradiente de produção de resíduos, ficando assim a critério do pesquisador. Nestas áreas delimitadas, ocorre a distribuição uniforme dos pontos de amostragem.

A etapa de georreferenciamento dos pontos é fundamental para entendimento do comportamento espacial da produção de resíduos, tomando como referência o gradiente de distância do centro comercial.

Por fim, a coleta de amostragem, deve ser sistemática e bem programada, sendo estes resíduos destinados a aplicação do método de quarteamento e posteriormente aos ensaios de caracterização.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir desse estudo, foi construído e proposto um método sustentável para amostragem caracterização dos RSU para município de Queimadas, de forma a subsidiar o dimensionamento da coleta urbana, construção de Aterro Sanitário compatível com a produção de resíduos da cidade, considerando a necessidade de adequação as Normas e Leis ambientais constituintes da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

A aplicação do georreferenciamento dos pontos possibilitará a criação de um banco de dados, com informações de grande importância para entendimento do comportamento espacial da produção de resíduos, avaliação estatística e validação do método.

Considerando vários aspectos como fácil aplicabilidade, viabilidade econômica e representatividade, o Método de Amostragem Descentralizada apresenta-se como ferramenta plausível para caracterização de RSU, podendo ser adaptado e aplicado em outros municípios de porte e características similares.

Novos estudos devem ser efetuados a fim de melhoramento e revisão dessa metodologia, uma vez que, a princípio, não foram realizados tratamentos estatísticos na verificação de confiança probabilística matemática.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10.004. Resíduos sólidos – Classificação.** São Paulo: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10.007. Amostragem de resíduos sólidos.** São Paulo: ABNT, 2004.

BIDONE, F.R.A. & POVINELLI, J. **Conceitos Básicos de Resíduos Sólidos.** (1999). In: NASCIMENTO, J. C. F. **Comportamento mecânico de resíusos sólidos urbanos.** Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos/USP. São Carlos, 2007.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988. **Cap. VI – Do Meio Ambiente. Art. 23. Art. 30.** Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/sf/legislacao/const/>>. Acesso em: 02 out. 2012.

BRASIL. Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, nº 147, p. 3, 03 de ago. 2010.

CRUZ, M. L. F. R. **A Caracterização de Resíduos Sólidos no Âmbito da sua Gestão Integrada.** Tese de Mestrado. Universidade do Minho, Braga-Portugal, 2005.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do município de Queimadas, estado da Paraíba.** Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

DAHLEN, L.; LAGERKVIST, A. Methods for house hold waste compositions tudies, **Waste Management,** In: BASSANI, P. D. **Caracterização de resíduos sólidos de coleta seletiva em condomínios residenciais: estudo de caso em Vitória – ES.** Vitória, 2011. 187 p.

DIAS, S. M. F. **Caracterização física dos resíduos sólidos urbanos:** uma etapa preliminar no gerenciamento do lixo. Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Cacún, México, 2002

GOMES, A. E.S. A Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos na Paraíba: Parcerias entre setor público e terceiro setor. **Revista Gestão Pública: Práticas e Desafios**, Recife, v.II, n. 4, jun.2011.

IBAM – Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. Disponível em: <<<http://www.ibam.org.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm>>>. Acesso em: 20 out. 2012.

IBGE CIDADES, **Senso 2010**. disponível em: <<<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>>. Acesso em: 14 de outubro de 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS (IBGE), Diretoria de Pesquisas, Departamento de População e Indicadores Sociais. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. PNSB**. IBGE: Brasília, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Destino do lixo na Paraíba**. João Pessoa: IBAMA, 2009.

LEITE V. D. **Resíduos Sólidos Urbanos no Estado da Paraíba: Aspectos Conjunturais**. I Simpósio Nordestino de Saneamento Ambiental. João Pessoa, 2006.

SCHALCH, V. **Análise Comparativa do Comportamento de Dos Aterros Sanitários e correlações dos Parâmetros do Processo de Digestão Anaeróbia**. (1992). In: NASCIMENTO, J. C. F. **Comportamento mecânico de resíusuos sólidos urbanos**. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos/USP. São Carlos, 2007.

Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental – ReCESA.Núcleo Regional Nordeste - NURENE. **Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. Salvador, 2008.

TCHOBANOGLIOUS, G.; THEISEN, H.; VIGIL, S. A. **Integrated Solid Waste Management**, Engineering Principles and Management Issues. In: BASSANI, P. D. **Caracterização de resíduos sólidos de coleta seletiva em condomínios residenciais: estudo de caso em Vitória – ES**. Vitória, 2011. 187 p.

ZANTA, V.M.; FERREIRA, C. F. A. **Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos**. (2003). In: NASCIMENTO, J. C. F. **Comportamento mecânico de resíuos sólidos urbanbos**. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos/USP. São Carlos, 2007.