USO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS NA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ-RN

Ellen Maria Sampaio Almeida[1], Daniela da Costa Leite Coelho[2].

[1] Graduanda do Curso Bacharelado em Ciência e Tecnologia, UFERSA, Mossoró – Rio Grande do Norte, Fone (088) 99961-8063. E-mail: sampaioellen1@gmail.com. Autor(a) apresentador(a) correspondente*.
[2] Doutora em Manejo de Solo e Água, Professora Adjunta, UFERSA, Mossoró – Rio Grande do Norte, Fone (84) 98830-9726. E-mail: daniela.coelho@ufersa.edu.br.

Resumo: A problemática referente à geração e gestão de resíduos sólidos urbanos vem sendo cada vez mais discutida. Devido ao processo dinâmico de expansão e desenvolvimento no município de Mossoró-RN, atentou-se para questões acerca do gerenciamento dos seus resíduos sólidos urbanos. Diante do exposto, o presente trabalho objetivou analisar as rotas de coleta de resíduos sólidos urbanos no município de Mossoró-RN, bem como realizar um zoneamento dos locais para disposição destes resíduos, através do auxílio de Sistemas de Informações Geográficas. Para a realização do estudo, foram reunidos dados referentes aos bairros atendidos pela coleta domiciliar de resíduos sólidos realizada pela Empresa Vale Norte Construtora Ltda e pela Associação Comunitária Reciclando para Vida, que executa a coleta de resíduos recicláveis. Por meio da manipulação desses dados foram desenvolvidos, através do software gratuito e livre QGIS versão 2.14.11, mapas temáticos relativos aos serviços de coleta de resíduos sólidos urbanos. Os resultados obtidos demonstraram que os bairros mais indicados para a implantação de Pontos de Entrega Voluntária são os com maior densidade populacional como Abolições, Barrocas, Santo Antônio e Alto de São Manoel, visto que quanto maior a população residente em cada bairro, maior será a geração de resíduos. O presente estudo proporcionou ainda o desenvolvimento de mapas referentes aos dias e turnos da coleta no referido município, visando uma disposição final adequada e nos dias corretos de coleta, evitando assim o acúmulo de resíduos nas vias públicas e a proliferação de animais vetores, doenças, dentre outros problemas e impactos ambientais que possam vir a ocorrer.
Palavras-chave: Expansão urbana. Lixo. Coleta. Reciclagem. Zoneamento.

1. INTRODUÇÃO

O rápido crescimento populacional tem acarretado o aumento da geração de resíduos sólidos, fazendo com que haja uma elevação dos gastos financeiros referentes aos serviços de coleta, transporte, armazenamento antes da destinação final, além do agravamento de problemas socioambientais urbanos relacionados à destinação incorreta desses resíduos.

Através das diversas definições existentes para resíduos sólidos, pode-se concluir que estes são materiais sólidos originados a partir de atividades humanas e que podem ser reutilizados ou reciclados.

De acordo com a Norma Brasileira (NBR) nº 10.004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), resíduos sólidos são aqueles resultantes das atividades humanas de origem, doméstica, hospitalar, agrícola, industrial, comercial, dentre outras, podendo ser encontrados nos estados sólido e semissólido (ABNT, 2004) [1].

De acordo com a Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010) [2], a qual institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e dispõe acerca de seus princípios, objetivos e instrumentos, os resíduos sólidos podem ser classificados quanto à sua origem em:

- Resíduos domiciliares: aqueles gerados a partir de atividades domésticas em residências urbanas;
- Resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- Resíduos sólidos urbanos (RSU): compreendem os resíduos domiciliares e de limpeza urbana;
- Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: englobam todos os gerados nessas atividades, exceto os de limpeza urbana, serviços públicos de saneamento básico, serviços de saúde, construção civil e serviços de transporte;
- Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: todos os gerados nessas atividades, exceto os RSU;

- Resíduos industriais: todos os gerados a partir de processos produtivos e instalações industriais;
- Resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme estabelecido em regulamento ou em normas definidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) e do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS);
- Resíduos da construção civil: todos aqueles gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluindo os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- Resíduos agrossilvopastoris: os originários de atividades agropecuárias e silviculturais, incluindo os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- Resíduos de serviços de transporte: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira; e,
- Resíduos de mineração: todos os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

E quanto à sua periculosidade classificam-se em:

- Resíduos perigosos: são todos aqueles que, devido às suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, indicam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;
- Resíduos não perigosos: são todos aqueles que não estão inseridos nos resíduos perigosos.

Foi visto que há uma grande variedade de resíduos sólidos, no entanto, o enfoque deste trabalho será voltado para os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e para os resíduos que podem ser reciclados.

Vale ressaltar que os termos resíduos e rejeitos ainda são comumente confundidos, no entanto eles possuem significados distintos, onde a principal diferença básica entre eles é que os resíduos sólidos podem ser reciclados ou reutilizados.

Em seu Art. 3º, a Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010) [2] define rejeito como sendo um resíduo sólido que, depois de algumas tentativas de recuperação e tratamento, não apresenta a possibilidade de ser reutilizado ou reciclado, e, portanto, deve ter uma disposição final ambientalmente correta.

Com a produção de RSU crescendo em larga escala, surgiu a necessidade de iniciativas conjuntas entre o poder público e a sociedade civil para uma adequada gestão e gerenciamento desses resíduos.

Diante deste cenário, foi criado o sistema de gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos (GIRSU), que consiste em um conjunto de práticas cujo propósito é a realização da limpeza urbana, da coleta, do tratamento e da disposição final dos RSU, fazendo com que, desta forma, a população tenha uma melhor qualidade de vida, tendo em conta as características das fontes de produção, o volume e os tipos de resíduos, as características sociais, culturais e econômicas dos cidadãos e as peculiaridades demográficas, climáticas e urbanísticas locais (MONTEIRO et al., 2001) [3].

O sistema de GIRSU é formado por ações referentes às etapas de geração, acondicionamento, coleta e transporte, reaproveitamento, tratamento e destinação final dos RSU (ZANTA; FERREIRA, 2003) [4].

É de extrema importância que seja feita uma estimativa da geração de RSU para que sejam estabelecidas as devidas políticas públicas, os equipamentos, as rotas de coleta, tratamento e disposição final.

Para que se tenha uma correta estimativa da geração de resíduos per capita é imprescindível que se saiba o número de habitantes residentes, bem como o daqueles presentes no território na data de referência, mesmo que por um período de curta duração. No município de Mossoró-RN, por exemplo, no ano de 2015 foram aterrados em média 150 toneladas por dia de RSU, o que resulta em um valor per capita de 0,62 kg por habitante por dia (SANEPAV, 2015) [5]. Caso não haja essas informações de forma precisa, pode-se fazer uso de projeções populacionais disponíveis para que se consiga determinar a produção de resíduos (MONTEIRO et al., 2001) [3].

A etapa de acondicionamento começa logo após a geração dos resíduos. Esta tem como finalidade preparar os RSU, de forma sanitariamente adequada, para a coleta. Ademais, o acondicionamento feito de forma correta evita a ocorrência de acidentes, proliferação de animais vetores de doenças e poluição ambiental.

O acondicionamento é realizado em duas etapas: interna e externa. Na fase interna a responsabilidade pelo resíduo é unicamente do seu originador, já na externa a responsabilidade passa a ser do poder público. (IPT, 2000 [6] apud ORNELAS, 2011, p. 29 [7]).

Um acondicionamento feito de maneira incorreta pode acarretar o retardamento e encarecimento do serviço de coleta e transporte. Para que isso não ocorra é necessário que se utilizem recipientes adequados para cada tipo de RSU. Para os resíduos domiciliares, por exemplo, de acordo com Monteiro et al. (2001) [3], os recipientes considerados adequados devem: possuir peso máximo de 30 kg (caso a coleta seja feita de forma manual), ser hermeticamente fechados para que não haja vazamentos, ter um preço acessível e permitir o seu fácil esvaziamento.

A etapa de coleta e transporte dos RSU refere-se ao recolhimento do resíduo acondicionado e seu transporte até um local adequado para sua disposição final.

Existem dois tipos de sistemas de coleta: o sistema especial de coleta, que se refere ao recolhimento dos resíduos contaminados, e o sistema de coleta de resíduos não contaminados. Nesse último os resíduos são levados para o destino final ou estações de tratamento.

O sistema de coleta deve assegurar um recolhimento com horários e dias pré-determinados, fazendo com que a população contribua não despejando resíduos em locais inadequados e os acondicionando de modo correto. Diante disso, para que esse serviço de coleta seja eficaz, faz-se necessária a existência de placas que indiquem os pontos e horários de recolhimento.

A frequência da coleta dos RSU deve ser determinada de acordo com aspectos como, a quantidade de resíduos gerados no local, a capacidade de armazenamento de resíduos nos domicílios e os fatores climáticos (para evitar a proliferação de insetos e mau cheiro).

Quanto aos equipamentos de coleta de RSU, a NBR 13.463 (ABNT, 1995) [8] os classifica em caçambas estacionárias ou contêineres e veículos coletores. As caçambas estacionárias ou contêineres podem ser de dois tipos: contêiner coletor ou contêiner intercambiável. Os veículos coletores classificam-se em três tipos fundamentais:

- Veículos coletores com caçamba simples: apresentam caçambas sem sistema de compactação. Os principais tipos são o veículo basculante tipo standard e o veículo coletor convencional ou tipo prefeitura.
- Veículo coletor compactador: Apresentam características como, sistema de compactação de carga contínua e intermitente, sistema de carregamento traseiro, lateral e frontal, além de sistema de descarga por ejeção e basculamento.
- Veículo coletor de resíduos dos serviços de saúde: pode ser destinado para coleta hospitalar externa ou para a coleta ambulatorial.

O reaproveitamento e tratamento dos resíduos consistem em um conjunto de procedimentos corretivos, cujas principais vantagens são a valorização destes resíduos, diminuição do uso de recursos naturais e da poluição, geração de empregos e aumento da vida útil dos sistemas de disposição final (ZANTA; FERREIRA, 2003) [4].

As principais formas de tratamento dos resíduos sólidos são: incineração, reciclagem e compostagem. De acordo com Monteiro et al. (2001) [3], a incineração é um tratamento eficaz, pois diminui consideravelmente o volume dos resíduos, além de torná-los praticamente inertes em pouco tempo. No entanto, esse tipo de tratamento apresenta despesas elevadas devido à utilização de filtros e implementos tecnológicos essenciais para a diminuição ou eliminação da poluição do ar proveniente dos gases liberados durante a queima dos resíduos. Já as usinas de reciclagem e compostagem apresentam diversos benefícios ambientais e econômicos, como a geração de emprego e renda e diminuição da quantidade de resíduos sólidos que seriam dispostos em aterros sanitários.

Por fim, os rejeitos e os resíduos provenientes das etapas de reaproveitamento e tratamento são enviados para destinação final, sendo o aterro sanitário o destino mais adequado.

Conforme a NBR 8.419 (ABNT, 1992) [9], o aterro sanitário de RSU é definido como sendo uma técnica de disposição de RSU no solo que reduz os impactos ao meio ambiente, através da utilização de princípios da engenharia para confinação dos resíduos em uma área mínima e redução destes ao menor volume possível, cobrindo-os com uma camada de terra no término de cada jornada de trabalho.

É importante atentar que o descarte incorreto dos RSU pode causar diversos impactos ambientais, comprometendo a qualidade da água, do ar e do solo. Segundo Mota et al. (2009) [10], a poluição da água pode fazer com que haja mudanças no ambiente aquático, devido à percolação do chorume (líquido gerado através da decomposição da matéria orgânica presente nos resíduos). Já a poluição do ar pode causar o desenvolvimento de gases naturais na massa de resíduos, devido à decomposição destes com e sem a presença de oxigênio no meio, fazendo com que haja riscos de migração de gás, explosões e doenças respiratórias. Enquanto que a poluição do solo pode acarretar sérias ameaças à saúde pública devido à proliferação de transmissores de doenças.

Para haver uma gestão realmente eficaz dos RSU, é necessário que se faça uso de tecnologias como o geoprocessamento, que pode vir a ser um grande aliado na gestão de limpeza urbana e na seleção de áreas adequadas para disposição dos RSU.

O termo Geoprocessamento pode ser definido como uma disciplina que faz uso de técnicas matemáticas e computacionais para tratar informações georreferenciadas, e que possui uma ampla gama de aplicações em diferentes áreas, como a de cartografia, transportes e planejamento urbano e regional. O aparato computacional para Geoprocessamento, onde umas das técnicas se refere aos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), faz análises complexas, pois relaciona informações de diversas fontes e cria bancos de dados georreferenciados, além de automatizar a produção de documentos cartográficos (CÂMARA; DAVIS, 1999) [11]. Um SIG possui a seguinte estrutura básica: interface com usuário; entrada e integração de dados; funções de processamento gráfico e de imagens; visualização e plotagem; armazenamento e recuperação de dados, que são organizados a partir da formação de um banco de dados geográficos.

Dentre as diversas aplicações dos SIG estão as funções de roteirização ou caminho ótimo em modelos de dados configurados topologicamente para representar redes de transporte. Devido a isso, essas funções geram diversos benefícios como a utilização de rotas especializadas ou mapas digitais, que auxiliam no processo de seleção das melhores alternativas econômicas e logísticas (PASCOAL JUNIOR; COSTA, 2010) [12].

Em decorrência disso, têm-se utilizado bastante os SIG na GIRSU, sobretudo nas etapas de coleta e disposição final.

Referente à etapa de coleta, já existem no mercado softwares que elaboram roteiros ou itinerários otimizados de veículos de coleta de lixo, possibilitando percursos com menor custo (número de viagens, número de veículos

e tempo total), levando em consideração fatores como, as restrições de circulação dos veículos nas ruas da cidade, a capacidade dos caminhões e a duração da jornada de trabalho dos funcionários. É importante salientar que esses softwares, geralmente, possuem recursos de SIG que permitem representar graficamente, através de mapas digitais, os dados do sistema viário e dos pontos de atendimento (PASCOAL JUNIOR; COSTA, 2010) [12].

No que diz respeito à etapa de disposição final dos RSU, a alta complexibilidade do processo de escolha de locais para implantação de aterros sanitários (que envolve elementos do meio físico, biótico e socioeconômico), faz com que o uso dos SIG se torne indispensável, visto que estes relacionam dados complexos diversos através do uso de geoestatística e geomatemática (LINO, 2007) [13].

Com base nesse contexto, o presente estudo objetivou analisar e atualizar o mapa existente das rotas da coleta de resíduos sólidos urbanos no município de Mossoró-RN, Brasil, bem como realizar um zoneamento dos locais de disposição destes resíduos, por meio do auxílio de Sistemas de Informações Geográficas.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Metologia

A presente pesquisa foi desenvolvida no município de Mossoró, que está localizado na região Nordeste brasileira, na Mesorregião Oeste Potiguar e na Microrregião Mossoró, do Estado Brasileiro do Rio Grande do Norte. Possui uma área territorial de 2.099,333 km² (IBGE, 2016) [14], encontra-se localizado sob coordenadas geográficas 5º 11’ 15’’ latitude Sul e 37º 20’ 39’’ longitude Oeste, e a 16 m de altitude. O referido município consta de uma população estimada de 295.619 habitantes em 2017 (IBGE, 2017) [15] e uma densidade demográfica de 123,76 hab km^{-2} (IBGE, 2010) [16], sendo considerada, portanto, relativamente baixa.

O clima de Mossoró-RN se enquadra no tipo BSwh’, com base na classificação climática de Koppen, ou seja, “clima seco, muito quente e com estação chuvosa no verão atrasando-se para o outono”, apresentando precipitação pluviométrica muito irregular e média anual de 673,9 mm, com uma temperatura média de 27ºC e média de umidade relativa do ar em 68,9% (ALVARES et al., 2013) [17].

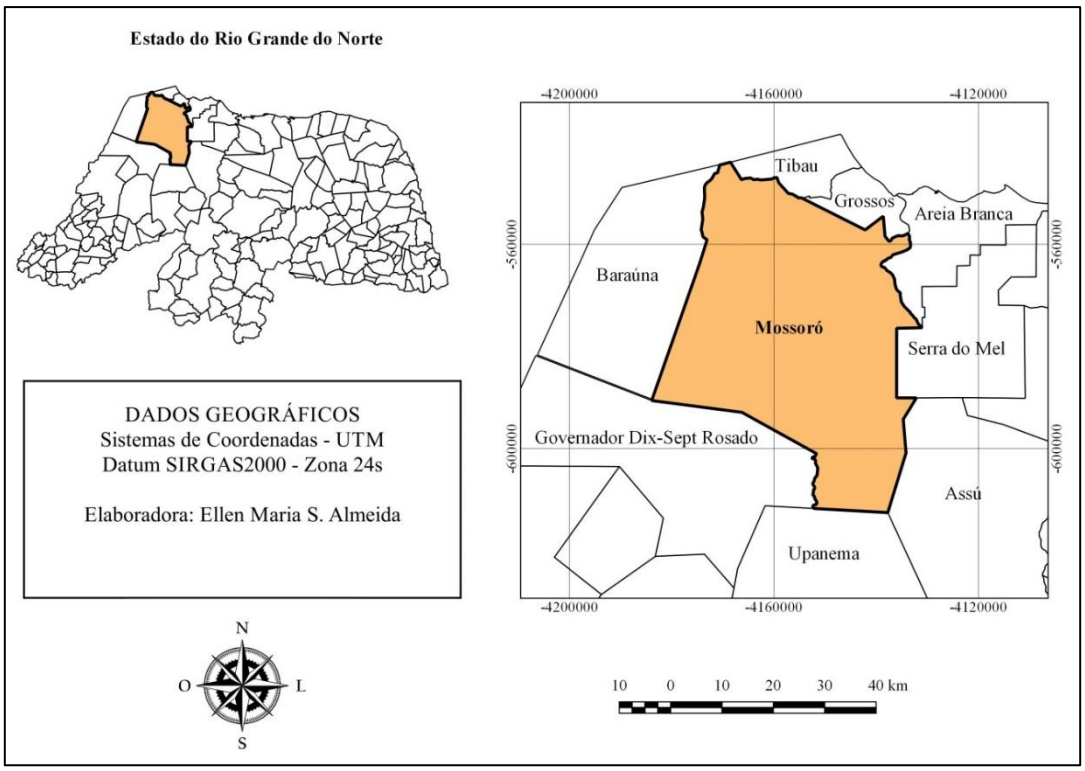

Figura 1. Mapa de localização do município de Mossoró-RN. (Autoria própria).

Inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica, através de artigos, sites e dissertações, com o intuito de compreender o atual cenário de geração e gestão dos RSU.

Objetivando-se saber acerca do gerenciamento de resíduos sólidos recicláveis gerados no município de Mossoró-RN, foi realizada uma pesquisa de campo em janeiro de 2018, por meio de um questionário aplicado à Associação Comunitária Reciclando para Vida (ACREVI), cujas questões abordadas foram direcionadas principalmente para a quantidade de bairros atendidos e para a existência de rotas especificas e dias de coleta nos bairros.

Os mapas temáticos foram feitos através da manipulação dos dados utilizando-se técnicas de geoprocessamento e Sistemas de Informações Geográficas (SIG), através do software gratuito e livre QGIS, versão 2.14.11 (QGIS, 2017) [18] e do Google Earth (2016) [19].

Para a elaboração desses mapas, foram coletados dados referentes aos bairros atendidos pela Empresa Vale Norte Construtora Ltda, que realiza a coleta domiciliar de resíduos sólidos, em Mossoró-RN, e pela ACREVI. Os demais dados necessários já se encontravam convertidos em bancos de dados espacial no formato "shapefile" para apenas serem transferidos para o software QGIS. Os mapas temáticos foram desenvolvidos após a união desses dados e logo depois transformados em "shapefile", utilizando o sistema de projeção cartográfica Universal Tranvesa de Mercator (UTM); datum SIRGAS 2000, o qual é o datum oficial do Brasil (IBGE, 2017) [20], e fuso (zona) 24 sul.

2.2. Resultados e Discussões

A geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) em Mossoró-RN é diretamente proporcional ao tamanho da população residente em cada um dos bairros do município. Portanto, quanto maior o número de habitantes em cada bairro, maior será a quantidade de RSU gerado.

No presente momento, o referido município é composto por 27 bairros delimitados e identificados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no entanto, os bairros Parque Universitário e Nova Mossoró ainda não foram reconhecidos. Essa caracterização da área total do perímetro municipal pode ser vista no mapa exposto na Figura 2.

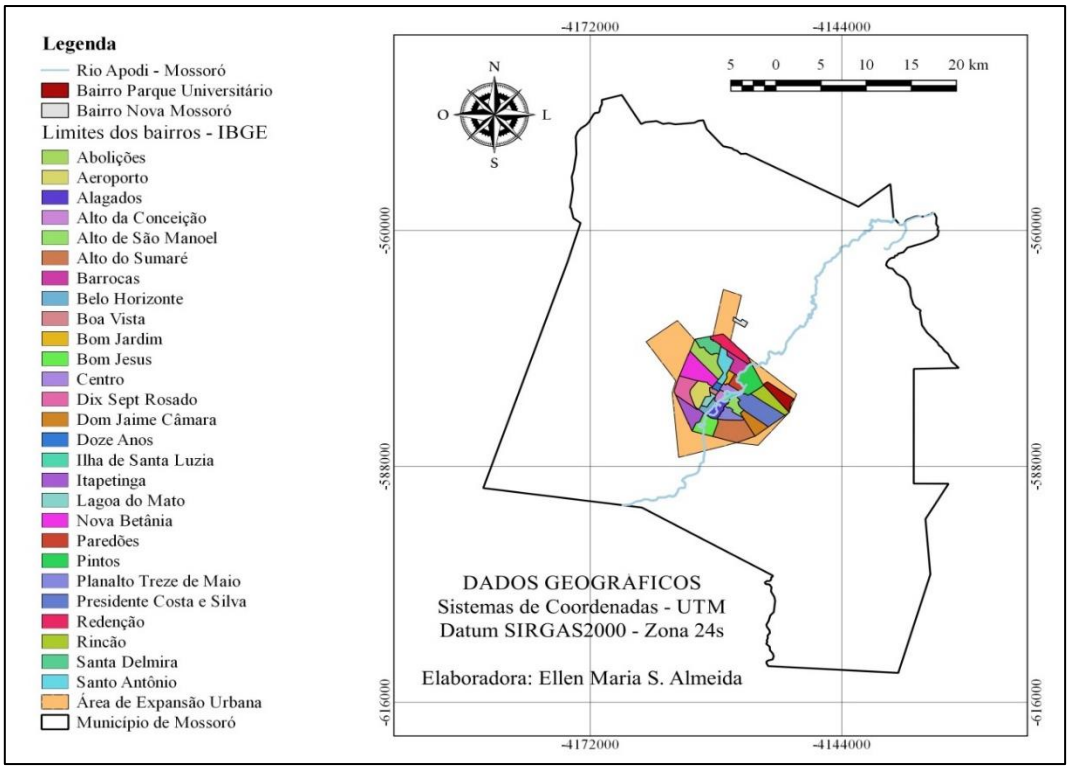

Figura 2. Limites dos Bairros de Mossoró-RN – IBGE. (Autoria própria).

De acordo com a Tabela 1 referente ao censo de 2010 do IBGE, o bairro mais populoso de Mossoró é o Abolição, com uma população residente urbana de 24.741 pessoas, enquanto que o menos populoso é o bairro Alagados, com 164 pessoas. Possivelmente este cenário esteja modificado, visto que, atualmente, grande parte da população encontra-se em um único espaço, devido ao grande crescimento dos condomínios verticais. Também vale ressaltar que a populaçao residente urbana em Mossoró aumentou consideravelmente, uma vez que a população estimada para o ano de 2017 foi de 295.619 pessoas (IBGE, 2017) [15]. Com base no dado da SANEPAV Saneamento Ambiental LTDA de 2015, referente a geração de resíduos per capita, foi possível realizar uma estimativa da geração de resíduos em toneladas por dia, em cada um dos bairros de Mossoró- RN, como pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1. População residente em Mossoró – RN e em seus respetivos bairros de acordo com o censo 2010 realizado pelo IBGE (IBGE, 2010).

Município e Bairros	População residente total	População residente urbana	População residente rural	Estimativa da geração de resíduos (ton./ dia)
Mossoró	259815	237241	22574	161,0853
Abolições	24741	24741	-	15,33942
Aeroporto	17889	17889	-	11,09118
Alagados	164	164	-	0,10168
Alto da Conceição	5543	5543	-	3,43666
Alto de São Manoel	18336	18336	-	11,36832
Alto do Sumaré	6483	6483	-	4,01946
Barrocas	20372	20372	-	12,63064
Belo Horizonte	8495	8495	-	5,2669
Boa Vista	6964	6964	-	4,31768
Bom Jardim	10844	10844	-	6,72328
Bom Jesus	1289	1289	-	0,79918
Centro	2222	2222	-	1,37764
Dix Sept Rosado	1715	1715	-	1,0633
Dom Jaime Câmara	11209	11209	-	6,94958
Doze Anos	5003	5003	-	3,10186
Ilha de Santa Luzia	2890	2890	-	1,7918
Itapetinga	318	318	-	0,19716
Lagoa do Mato	14223	14223	-	8,81826
Nova Betânia	9071	9071	-	5,62402
Paredões	8348	8348	-	5,17576
Pintos	2469	2469	-	1,53078
Planalto treze de maio	8697	8697	-	5,39214
Presidente Costa e Silva	4737	4737	-	2,93694
Redenção	2954	2954	-	1,83148
Rincão	9631	9631	-	5,97122
Santa Delmira	13527	13527	-	8,38674
Santo Antônio	19107	19107	-	11,84634

A Empresa Vale Norte Construtora Ltda realiza um serviço de coleta de RSU em Mossoró-RN, nos dias e turnos mostrados na Figura 3. De acordo com essa figura, o bairro Centro é atendido todos os dias, exceto o domingo, no turno noturno. Os bairros Itapetinga, Bom Jesus, Alto do São Manoel, Pintos, Presidente Costa e Silva, Planalto Treze de Maio, Alto do Sumaré, Dom Jaime Câmara, Rincão e Parque Universitário são atendidos na segunda, quarta e sexta, no turno diurno.

Nos bairros Ilha de Santa Luzia, Santo Antônio, Bom Jardim, Paredões e Barrocas o atendimento é feito segunta, quarta e sexta, no turno noturno. Já nos bairros Abolição, Aeroporto, Dix Sept Rosado, Lagoa do Mato, Santa Delmira, Alto da Conceição e Belo Horizonte a coleta é realizada na terça, quinta e sábado, no turno diurno, enquanto que no turno noturno, os bairros atendidos são Nova Betânia, Boa Vista e Doze Anos.

A referida empresa não faz coleta nos bairros Alagados, Redenção e Nova Mossoró e isso faz com que surjam dúvidas preocupantes acerca de como estão sendo recolhidos esses resíduos.

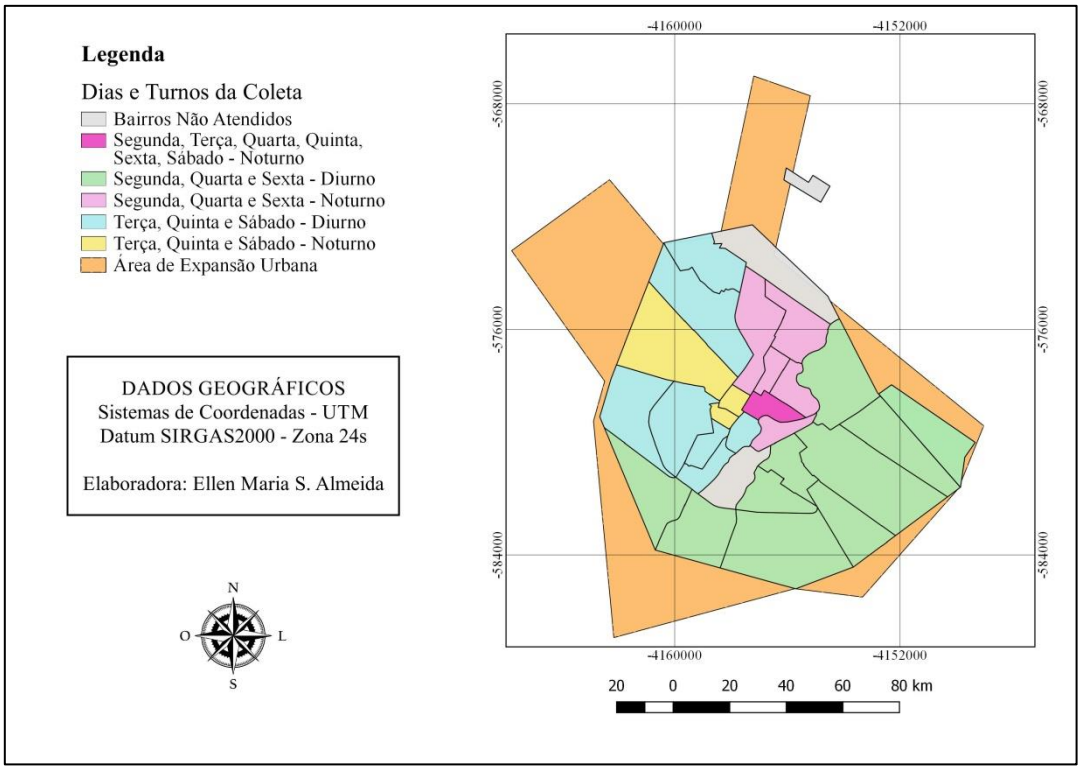

Figura 3. Mapa da coleta de resíduos sólidos urbanos em Mossoró-RN realizada pela Empresa Vale Norte Ltda. (Autoria própria).

Com base no questionário aplicado à ACREVI foi confeccionado o mapa exposto na Figura 4. Conforme essa figura, os bairros Dom Jaime Câmara, Planalto Treze de Maio, Alto de São Manoel, Rincão, Ilha de Santa Luzia, Bom Jardim, Boa Vista, Nova Betânia, Abolição, Sumaré e Paredões, são atendidos pela referida associação nos dias úteis da semana. É importante salientar que existem outras empresas que fazem o recolhimento do RSU reciclável em Mossoró-RN, no entanto, estas, não são tão acessíveis como a ACREVI.

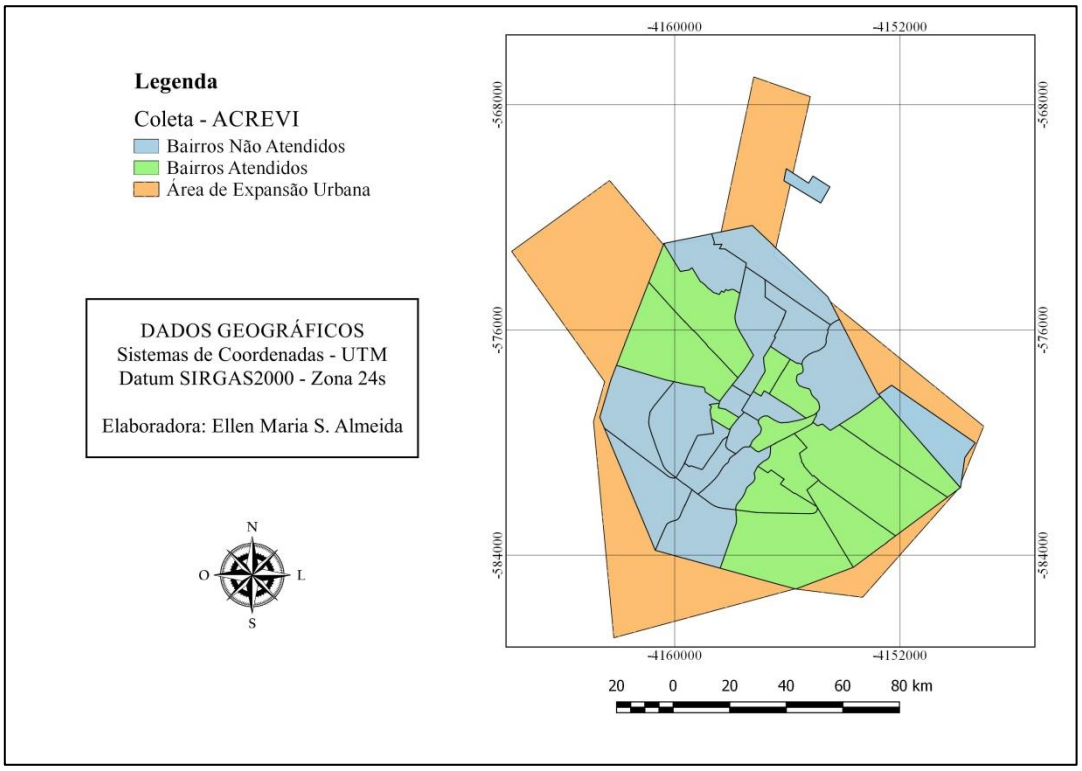

Figura 4. Mapa da coleta de resíduos sólidos urbanos recicláveis em Mossoró-RN realizada pela ACREVI. (Autoria própria).

Conforme a NBR 13.896 (ABNT, 1997) [21], que estabelece as condições mínimas exigidas para projetos, implantações e operações de aterros de resíduos não perigosos, deve haver uma distância mínima entre os aterros e núcleos populacionais superior a 500 m, porém essa distância exigida ainda acaba sendo razoavelmente pequena.

O Aterro Sanitário Municipal de Mossoró-RN localiza-se nas margens da BR 110 e distancia-se aproximadamente 5 quilômetros da zona habitacional, portanto está de acordo com a norma, mas ainda assim em algumas épocas do ano, moradores dos bairros mais próximos ao aterro reclamam do mau cheiro proveniente do mesmo. É possível perceber a proximidade entre o aterro e os núcleos populacionais na Figura 5.

Figura 5. Mapa com imagem do Google Satélite.

É importante ressaltar que o foco principal deste trabalho foi mostrar os bairros atendidos pela coleta de RSU realizada pela Empresa Vale Norte Construtora Ltda e atualizar o seu mapa, além de elaborar um outro mapa referente à coleta de resíduos recicláveis feita pela ACREVI. Porém, não deve-se esquecer dos resíduos da construção civil (RCC), pois estes são consideravelmente volumosos e necessitam de locais adequados para disposição final, uma vez que não é viável e possível a sua disposição no aterro sanitário local.

Diante do exposto, é de extrema importância que os mapas elaborados sejam divulgados, para que população de Mossoró-RN se conscientize e armazene e despeje os seus resíduos nos dias corretos de coleta, evitando o acúmulo de RSU nas vias e proliferação de animais vetores e doenças.

Com relação à implantação de Pontos de Entrega Voluntária (PEV), é interessante que estes sejam inseridos nos bairros com maior densidade populacional (Abolições, Barrocas, Santo Antônio e Alto de São Manoel) devido a alta geração de resíduos. Com isso, as pessoas poderão realizar seus próprios descartes, de forma gratuita, o que irá ocasionar uma redução de custos de coleta e transporte, além de facilitar a triagem posterior, devido ao fato de que os resíduos já estarão devidamente separados. Tambem é necessário que seja cada vez mais divulgado que qualquer pessoa pode entrar em contato com a coleta seletiva, para o recolhimento do seu resíduo reciclável, caso esse serviço não seja realizado de forma correta no seu bairro.

Através do exposto, percebeu-se a importância da utilização do SIG na gestão de resíduos sólidos urbanos, uma vez que, por meio dos mapas digitais, se torna mais fácil a visualização de melhores e mais eficientes rotas para a coleta.

Existem inúmeros trabalhos voltados para a aplicabilidade do SIG, como exemplo pode-se citar um estudo em que através do SIG TransCAD, foi obtida uma redução percentual de aproximadamente 41% na distância total percorrida e de 68% no tempo total de percurso dos veículos de coleta, o que confirma a eficiência desse sistema (BRASILEIRO; LACERDA) [22].

3. CONCLUSÕES

Verificou-se que o município de Mossoró-RN apresenta um gerenciamento adequado de resíduos sólidos urbanos, no entanto, é necessário haver uma maior divulgação dos mapas referentes aos dias e turnos de coleta em cada bairro, evitando, assim, acúmulo de resíduos nas ruas, atraindo animais e insetos vetores de doenças.

Nos bairros mais populosos, com intensa geração de resíduos, como Abolições, Barrocas, Santo Antônio e Alto de São Manoel, é interessante que sejam implantados Pontos de Entrega Voluntária.

Observou-se a necessidade da criação de locais adequados para a disposição final dos resíduos da construção civil, uma vez que estes são bastante volumosos.

Deve-se atentar para a proximidade do aterro sanitário com os núcleos populacionais, sendo necessária a realização de estudos e pesquisas direcionadas a esse tema, considerando a possibilidade de construção de um novo aterro no município.

Perante o exposto, é relevante que os mapas contidos neste trabalho sejam divulgados para a população, com o intuito de se haver uma disposição final adequada dos resíduos, bem como uma redução dos problemas e impactos ambientais devido ao seu descarte incorreto e acúmulo nas vias. Ademais, também é necessária a divulgação de que a coleta seletiva realiza o serviço de recolhimento de resíduos recicláveis, mediante ligações, mesmo nos bairros não atendidos regularmente.

4. REFERÊNCIAS

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10.004. Resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004a, 1p a 5p.

[2] BRASIL. Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

[3] MONTEIRO, J. H. P. et al. Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. Disponível em: < http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2017.

[4] ZANTA, V. M.; FERREIRA, C. F. A. Prosab – Armando. Capítulo 1 – Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos. 2003. Disponível em: < http://www.web-resol.org/textos/livroprosab.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2017.

[5] SANEPAV Saneamento Ambiental LTDA. 2015. Disponível em: < http://www.sanepav.com.br/>. Acesso em: 21 jan. 2018.

[6] INSTITUTO DE PESQUISAS TECNÓLOGICAS (IPT). Resíduo municipal: manual de gerenciamento integrado. 2ª. Ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. (IPT), 2000. In:

[7] ORNELAS, A.R. Aplicação de métodos de análise espacial na gestão de resíduos sólidos urbanos. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais da Universidade Federal de Minas Gerais). UFMG: Belo Horizonte, 2011.

[8] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 13.463. Equipamentos de coleta – classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 1995a, 2p.

[9] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 8.419. Aterro Sanitário de Resíduo Sólido Urbano – definição. Rio de Janeiro: ABNT, 1992a, 1p.

[10] MOTA, J. C. et al. Características e impactos ambientais causados pelos resíduos sólidos: uma visão conceitual. I Congresso Internacional de Meio Ambiente Subterrâneo. 2009. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/viewFile/21942/14313>. Acesso em: 27 nov. 2017.

[11] CÂMARA, G.; DAVIS, C. Fundamentos de geoprocessamento. Capítulo 1 – Introdução. 1999. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap1-introducao.pdf>. Acesso em: 2 dez. 2017.

[12] PASCOAL JUNIOR, A.; OLIVEIRA FILHO, P. C. Análise de rotas de coleta de resíduos sólidos domiciliares com uso de geoprocessamento. Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient., Curitiba, v. 8, n. 2, p. 131-144, abr./jun. 2010.

[13] LINO, I. C. Seleção de áreas para implantação de aterros sanitários: Ánalise comparativa de métodos. Dissertação (Curso de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente - Área de Concentração em Geociências e Meio Ambiente). Universidade Estadual Paulista: Rio Claro, 2007.

[14] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Brasil em síntese. 2016. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/mossoro/panorama>. Acesso em: 10 jan. de 2018.

[15] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Brasil em síntese. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/mossoro/panorama>. Acesso em: 10 jan. de 2018.

[16] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Brasil em síntese. 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/mossoro/panorama>. Acesso em: 10 jan. de 2018.

[17] ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v.22, p. 711-728, 2013.

[18] QGIS. Um Sistema de Informação Geográfica livre e aberto. 2016. Disponível em: <http://www.qgis.org/pt_BR/site/>. Acesso em: 8 jan. 2018

[19] GOOGLE EARTH. Disponível em: < http://maps.google.com.br/maps>. Acesso em: 20 dez. 2017.

[20] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. FAQ: (Frequently Asked Questions - Perguntas Mais Freqüentes). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/pmrg/faq.shtm#3>. Acesso em: 10 jan. 2018.

[21] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 13.896. Aterros de resíduos não perigosos– critérios para localização. Rio de Janeiro: ABNT, 1997a, 3p.

[22] BRASILEIRO, L. A.; LACERDA, M. G. Análise do uso de SIG no roteamento dos veículos de coleta de resíduos sólidos domiciliares. Eng. sanit. ambient. vol.13 - Nº 4 - out/dez 2008, 356-360.