

SIG APLICADO AO DMRSU/RN: IDENTIFICAÇÃO DE AGRUPAMENTOS DOS SISTEMAS DE LIMPEZA URBANA

Robson Garcia da SILVA (1)

(1) Instituto Federal do Rio Grande do Norte, Av. Sen. Salgado Filho, 1559, Tirol, Natal-RN, CEP 59015-000:
robsontecnologo@yahoo.com.br

Glauber Nóbrega da SILVA (2)

(2) LIMPEL limpeza urbana, R. Dr. Murilo Santa s/n Tabuleiro dos Martins, Maceió-AL, CEP: 57071-150:
maracajarn@hotmail.com

Polyana Augusta Costa dos SANTOS (3)

(3) LIMPEL limpeza urbana, R. Dr. Murilo Santa s/n Tabuleiro dos Martins, Maceió-AL, CEP: 57071-150:
polyana@limpel.com.br

RESUMO

O objetivo principal deste trabalho é demonstrar como um Sistema Informação Geográfico (SIG) pode ser aplicado ao Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos do RN (DMRSU/RN) para identificar os agrupamentos das informações pertinentes aos Sistemas de Limpeza Urbana (SLU). A metodologia iniciou-se com o levantamento, *in loco*, de 440 (quatrocentos e quarenta) variáveis ambientais e socioeconômicas pertencente aos SLU dos 167 (cento e sessenta e sete) municípios do RN. Posteriormente esses dados foram tratados com o auxílio de sistemas de *dataminer*¹ e clusterização² com o intuito de selecionar os agrupamentos (dados familiares) entre as diferentes classes de dados coletados. Tais agrupamentos foram selecionados e cruzados no SIG em conjunto com os dados secundários (limites municipais, microrregiões, etc. do RN) resultando num modelo de banco de dados georreferenciado que considerou os relacionamentos entre os dados. Por fim as familiaridades foram empregadas para desenvolver em mapas temáticos adequados a realidade do estudo.

Palavras-chave: SIG, agrupamentos, sistemas de limpeza urbana do RN.

1 INTRODUÇÃO

A inexistência ou a deficiência de planos de gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU's) no Brasil vem promovendo a manifestação de inúmeros impactos negativos sobre o meio ambiente à medida que há um acelerado crescimento das cidades e a mudança nos padrões de consumo da população (FRANCO, 1995 apud OLIVEIRA et al., 2010). A geração, cada vez maior e diversificada de resíduos, cria novos desafios relacionados as melhores práticas a serem adotadas para minimizar os impactos e indicar ou otimizar as soluções a serem adotadas.

Não obstante, o Rio Grande do Norte (RN) têm apresentado diversos problemas de gestão de RSU's. Por isso, atualmente está em execução na Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH/RN) o Plano Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PEGIRS). Um dos produtos deste PEGIRS é o DMRSU/RN que descreve os padrões de funcionamento dos sistemas de limpeza urbana do Estado. Nesse sentido, o Sistema de Informações Geográficas (SIG) foi desenvolvido para contribuir com a análise das informações e, assim, auxiliar nas decisões governamentais quanto às questões de saneamento.

O tratamento e a análise desse universo de dados demanda a utilização de técnicas computacionais que permitam processar e manipular informações com rapidez e precisão. Nesse caso, o SIG é a melhor solução,

¹ Mineração de dados

² Método matemático que agrupa informações de acordo com as suas familiaridades.

pois alia uma ferramenta poderosa do geoprocessamento e ainda a manipulação e cruzamento de dados, o que pode gerar novos produtos informacionais como relatórios e mapas temáticos, por exemplo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção serão abordadas brevemente algumas considerações relevantes sobre resíduos sólidos, geoprocessamento e SIG. Para isso recorreu-se a aportes teóricos por meio de levantamentos bibliográficos e documentais.

2.1 Resíduos sólidos

A Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), em seu Manual de Saneamento, conceitua que os resíduos sólidos são materiais resultantes das atividades humanas e da natureza, os quais podem ser parcialmente utilizados, gerando, entre outros aspectos, proteção à saúde pública e economia de recursos naturais (BRASIL, 2006).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) possui uma Norma referente à classificação de resíduos sólidos (ABNT NBR ISO: 10004/2004). Essa Norma assinala que os resíduos sólidos são materiais nos estados sólidos e semisólidos, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviço e de varrição.

Nesse assunto, inserem-se os sistemas de limpeza urbana que, em linhas gerais, são os conjuntos de atividades (coleta, varrição e etc.) que buscam evitar o contato dos resíduos sólidos com a sociedade que o produz. A limpeza pública foi considerada como pertencente aos direitos fundamentais da população a partir da Constituição Federal de 1988 (CF, 88). A medida provocou aumento da demanda por sistemas mais eficientes, exigindo grandes investimentos em maquinários e pessoal, estando grande parte dos departamentos de limpeza municipais aquém das exigências impostas pela carta magna.

O tratamento e a disposição final do lixo têm por objetivos a diminuição de inconvenientes sanitários ao homem e ao meio ambiente por meio de técnicas de engenharia ou não. Nesse contexto, o nosso país possui sérias deficiências haja vista que 59% dos municípios brasileiros, conforme o Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM, 2010), dispõe seus resíduos sólidos urbanos sem qualquer tratamento em lixões. Os lixões são quaisquer locais a céu aberto onde os resíduos são depositados no solo desprovido de proteção adequada. Contudo, existem medidas de engenharia adequadas para dispor o lixo no solo como a construção de aterro controlado e de aterro sanitário.

O aterro controlado é geralmente utilizado para apenas controlar a poluição, pois não dispõe de impermeabilização do solo e nem de tratamento do chorume percolado. O aterro sanitário adota algumas medidas que permitem confinar e reduzir os resíduos na menor área e volume possível. Além disso, ele possui um impermeabilizante (asfalto ou outro material) no solo, o que impede a contaminação do lençol freático pelo chorume, ao contrário dos aterros controlados (BRASIL, 2006).

Há várias outras formas de realizar o tratamento do lixo como a compactação, trituração, incineração, compostagem e reciclagem. A coleta seletiva não se insere nesse cenário porque é um sistema de recolhimento dos resíduos sólidos recicláveis inertes e orgânicos, antecipadamente selecionados nas próprias fontes geradoras, a fim de reaproveitamento e reintrodução no ciclo produtivo (BRASIL, 2006).

2.2 Geoprocessamento e SIG

O geoprocessamento, devido a sua multidisciplinaridade, é uma área do conhecimento que ao longo dos últimos anos desenvolveu-se sobre as outras ciências. O uso das geotecnologias é muito incentivado para a gestão de territórios e por diversos organismos como pelas Nações Unidas para o Meio Ambiente na Rio 92, por exemplo. Em linhas gerais, o geoprocessamento, é um conjunto de conceitos, métodos e técnicas sobre representação computacional do espaço (SILVA, 2001). Essa ciência vem se constituindo, atualmente como um instrumento imprescindível de apoio ao planejamento de ações na área ambiental.

As principais atividades envolvidas em geoprocessamento são: a Cartografia digital; o Processamento Digital de Imagens (PDI); a elaboração/manipulação de banco de dados; E o uso de Sistema de Informação Geográfica, como apresentado na Figura 1. Qualquer setor que trabalhe com informações que possam ser

relacionadas a uma localização no território pode, em princípio, valer-se das ferramentas de geoprocessamento.

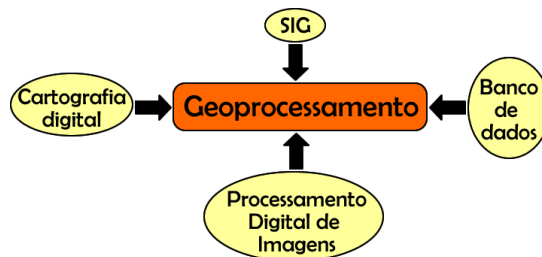


Figura 1 – Principais atividades envolvidas em geoprocessamento
Fonte: (SILVA, 2001)

O SIG que nesse trabalho possui notória atuação é uma ferramenta que materializa os conceitos de geoprocessamento. Ele permite realizar análises complexas e integrar dados de diversas fontes, o que torna possível ainda, automatizar a produção de documentos cartográficos (CÂMARA et al., 1998).

O SIG é basicamente composto por usuário (analista, programador, e etc.), *hardwares* (partes físicas do computador), *softwares* (programas do computador) e base de dados (informações padrões como escalas, projeções, limites territoriais, dentre outros). Esse último é coletada em instituições públicas ou privada como, por exemplo, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) o coletadas diretamente pelo analista (com o uso de GPS, imagens de satélite, etc).

A arquitetura de um SIG, conforme destaca Câmara et al. (1998), é dividida em 3 níveis integrados: no primeiro, o usuário controla e opera o sistema. No segundo, há o processamento dos dados. No terceiro, o sistema gerência os dados armazenando-o ou recuperando-o. Em linhas gerais, podemos exemplificar a arquitetura de um SIG como no diagrama abaixo:

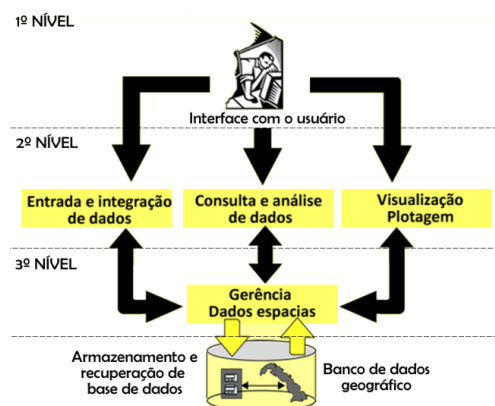


Figura 2 – Arquitetura de um SIG
Fonte: CÂMARA et al., 1998

3 METODOLOGIA

A metodologia, inicialmente, iniciou-se com o levantamento de 440 (quatrocentos e quarenta) variáveis ambientais e socioeconômicas sobre os sistemas de limpeza urbana dos 167 (cento e sessenta e sete) municípios do RN. A maior parte dos dados foi coletada *in loco* pelos consultores do PEGIRS/RN. Depois, foi realizado o tratamento desses dados por meio de sistemas *dataminer* e clusterização. Esse tratamento preliminar foi realizado com o intuito de selecionar os agrupamentos (dados familiares) entre as diferentes classes de dados. Nesse caso, verificou-se que 10% ou 40 (quarenta) variáveis de um total de 440 (quatrocentos e quarenta) poderiam ser utilizadas para descrever os sistemas de limpeza e ainda que também possuíam familiaridades que, adequadamente interpretadas, auxiliariam na análise e desenvolvimento dos produtos finais requeridos pelo projeto. Em seguida, os agrupamentos de dados foram cruzados no SIG com os dados secundários (limites municipais, microrregiões, etc.) resultando num banco de dados georreferenciado. Por fim, os dados tratados foram selecionados e cruzados a fim de criar os mapas temáticos dos agrupamentos.

No diagrama abaixo são apresentados as etapas simplificadas deste trabalho. Nesse diagrama observa-se que as etapas do trabalho seguem uma sequência lógica: base de dados, processamento e resultados.

Figura 3 – Etapas simplificadas do trabalho

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Seleção e agrupamentos das informações dos sistemas de limpeza urbana do RN

Figura 4 – Agrupamento das informações identificadas após a execução da metodologia

Como resultados foram selecionadas 40 (quarenta) variáveis (Figura 4). Constatou-se nesse universo que é possível agrupar todas as variáveis em 11 (onze) famílias, cada uma indicando o quão próximo está a influência ou a similaridade de uma variável sobre a outra.

4.2 Banco de dados georreferenciado dos agrupamentos dos sistemas de limpeza urbana do RN

Com as variáveis selecionadas elaborou-se um banco de dados georreferenciado. Esses dados (agora espacializados por meio de seu cruzamento com os secundários) passaram a ser representados em feições (vetores digitais), representando o Estado do RN como pode ser visto na Figura 5 abaixo. Percebe-se, nesse caso um vínculo entre as informações da tabela com as representações geográficas, característica básica de um SIG.

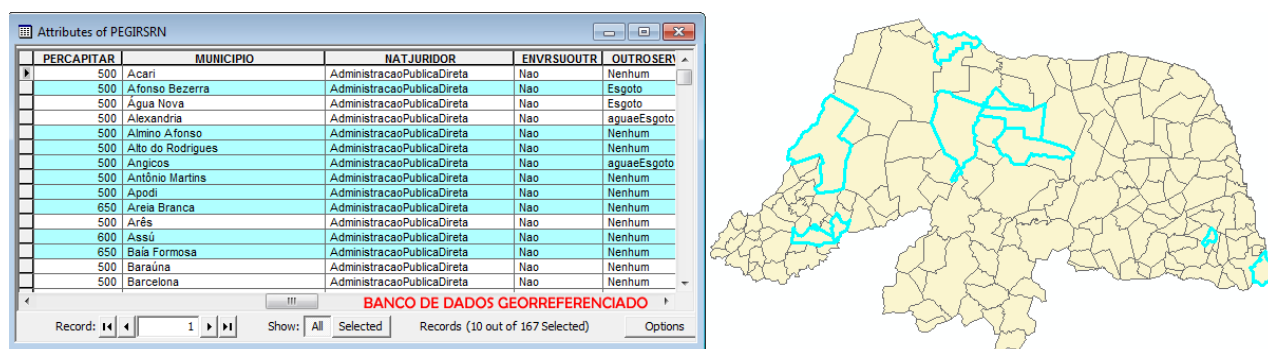


Figura 5 – Banco de dados georreferenciado dos agrupamentos dos sistemas de limpeza urbana do RN.

Diante desse banco de dados georreferenciado pode-se realizar a inserção, exclusão, substituição, seleção, cruzamento de dados, análises estatísticas, dentre outros. Isso tudo é gerenciado pelo SIG. Nesse contexto, selecionou-se e cruzou-se os dados das 11 (onze) variáveis que possuem familiaridades com o intuito de identificar por meio de mapas temáticos os agrupamentos dos sistemas de limpeza urbana do RN.

4.3 Mapas temáticos dos agrupamentos dos sistemas de limpeza urbana do RN

Elaborou-se um conjunto de mapas a partir dos agrupamentos, no total de 11 (onze) mapas temáticos. O quadro 1 apresenta o título de cada um dos mapas elaborados.

Quadro 1 – Mapas temáticos elaborados

1. Microrregião e Produção Per capita de Resíduos;
2. Habitantes Totais e Habitantes Atendidos pelos Serviços de Limpeza;
3. Se há Veículos Exclusivos para Coleta de Resíduos de Saúde, qual o Tipo de Destino e se os Resíduos são Enviados para Outro Município;
4. Agente Executor da Coleta de RSU e Responsáveis pela Coleta de RSS;
5. Existência de Coleta de RSS, Atribuições do Órgão de Limpeza e a Distância das ADRS;
6. Tipo de Serviços Eventuais, Se esses são Cobrados à População e se a Prefeitura Recebeu algum Recurso Federal;
7. Concessão de Serviços de Limpeza, Serviços Concedidos e se Existem Empresas Especializadas na Coleta de RCC;
8. Coleta Seletiva, os RSU's são Pesados e se Existe Triagem de Resíduos Recicláveis;
9. Associação de Catadores e o Uso de EPI's;
10. RSU são Pesados, Destino dos resíduos, Licença Ambiental e Coleta Noturna;
11. Frequência de Recobrimento dos Resíduos e Tipo de Unidade de Destinação.

Esses mapas temáticos auxiliaram numa melhor identificação e análise dos sistemas de limpeza urbana do RN. Para melhor ilustrar isso segue abaixo alguns exemplos dos mapas elaborados e suas breves análises.

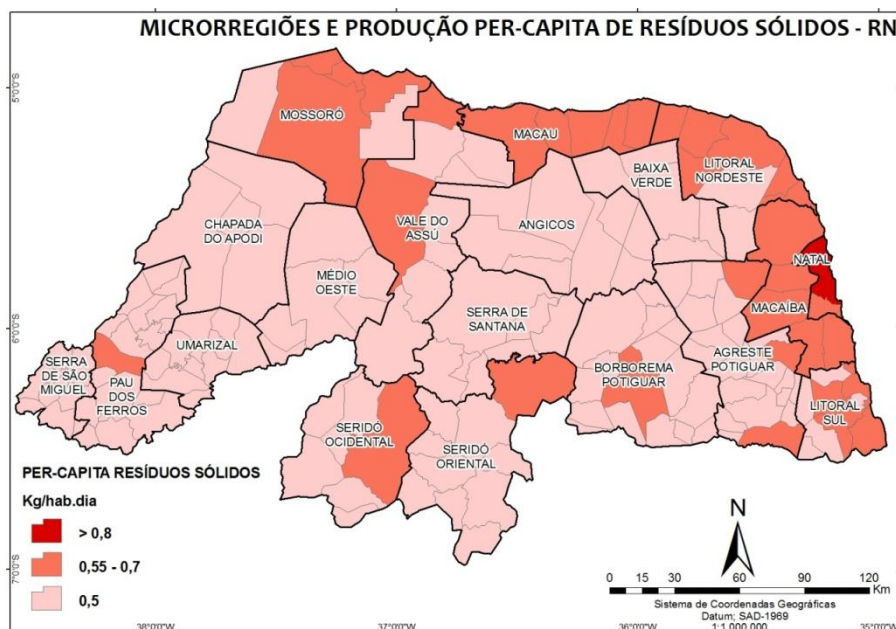


Figura 6 – Mapa de microrregiões e produção per-capita de resíduos sólidos do RN

O mapa acima demonstra que apenas 27 (vinte e sete) municípios com maior produção per - capita são responsáveis por mais de 60% (sessenta por cento) dos resíduos gerados no RN. Atenta-se também para a localização deles, os quais em sua totalidade localizam-se na região litorânea pertencentes aos pólos turísticos regionais.

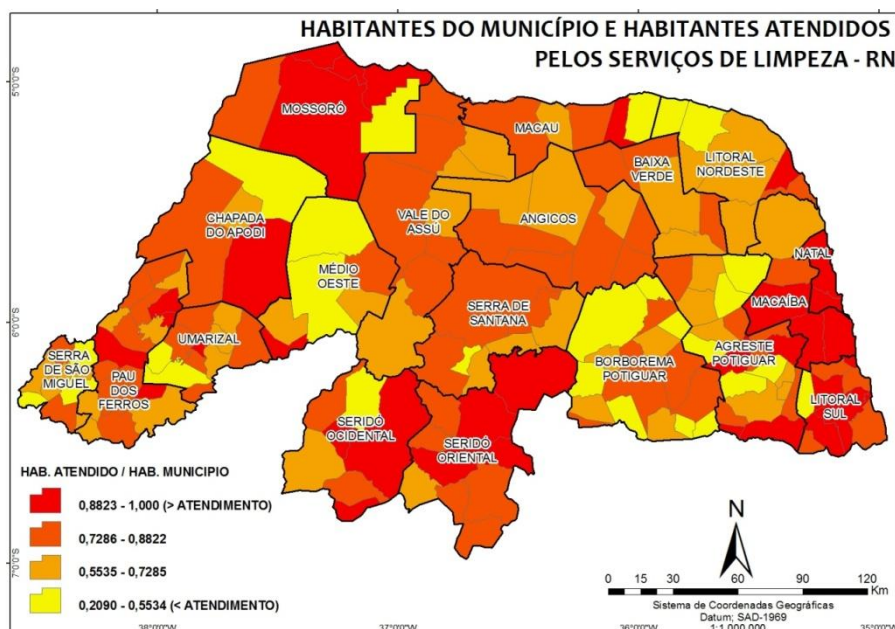


Figura 7 – Mapa de habitantes do municípios e habitantes atendidos pelos serviços de limpeza do RN

Nesse outro mapa observa-se nitidamente que quanto maior a população do município, maior a probabilidade de que todos os habitantes sejam atendidos pelos serviços de limpeza. Isso acontece principalmente nos maiores núcleos urbanos do Estado. Outro fator que pode contribuir para essa particularidade é referente ao nível de escolaridade da população das grandes cidades. Quanto maior, maior também serão as exigências da população.

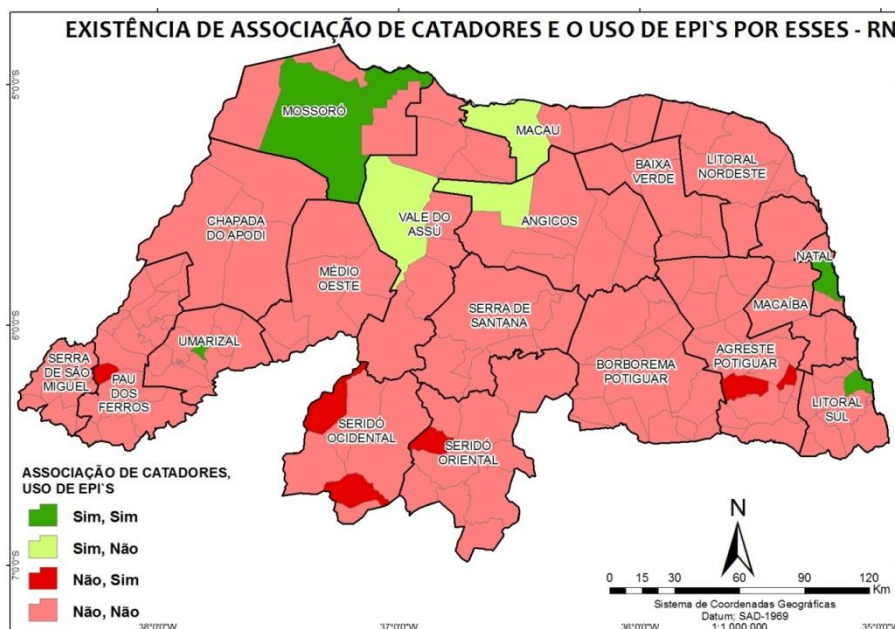


Figura 8 – Mapa de existência de associação de catadores e o uso de EPI's por esses do RN

A existência de associações formais de catadores incentiva o uso frequente de equipamentos de proteção individual. A informação apenas reforça que as organizações dotadas de personalidade jurídica e pertencentes a grandes e médios municípios observam e incentivam a adoção de regras básicas de segurança para seus associados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para elaborar e avaliar os resultados dos sistemas de limpeza urbana foi necessário realizar os seguintes procedimentos:

- Selecionar e agrupar as informações dos sistemas de limpeza urbana do RN utilizando-se sistemas *dataminer* e clusterização;
- Elaborar um banco de dados georreferenciado dos agrupamentos dos sistemas de limpeza urbana do RN permitindo assim selecionar e cruzar os dados das 11 (onze) variáveis que possuem familiaridades; e por fim
- Elaborar os Mapas temáticos dos agrupamentos dos sistemas de limpeza urbana do RN (e realizar sua respectiva interpretação com apoio da lógica).

Portanto destaca-se então a importância dos sistemas *dataminer* e clusterização empregados de forma integrada ao SIG como ferramentas que subsidiam a identificação de agrupamentos de dados e permitem uma melhor visualização das informações e, por conseguinte, uma melhor interpretação e apoio a tomada de decisão por parte dos governos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10004 – Resíduos sólidos: classificação**. Rio de Janeiro, 1987.

BRASIL. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de saneamento**. 4. Ed.rev. – Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

CÂMARA, G. et al. **Geoprocessamento para projetos ambientais**. 2 ed. São José dos Campos: INPE, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL (IBAM): O CENÁRIO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. Disponível em <<http://www.ibam.org.br/publique/media/Boletim1a.pdf>> Acessado em: 02 de janeiro de 2010.

OLIVEIRA, T. M. N. de; MAGNA, D. J.; SIMM, M. Gestão de resíduos sólidos urbanos: o desafio do novo milênio. **Revista Saúde e Ambiente / Health and Environment Journal**, v. 8, n. 1, jun. 07.

RIO GRANDE DO NORTE. SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS. **Edital de licitação para prestação de serviços de consultoria para elaboração dos estudos de regionalização da gestão integrada dos resíduos sólidos do Estado do Rio Grande do Norte**. Natal: SEMARH, 2009.

SILVA, J. X. da. **Geoprocessamento para Análise Ambiental**. Rio de Janeiro: Ed. do Autor, 2001.