

GEOPROCESSAMENTO APLICADO À GESTÃO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO

A. B. S. da Silveira

Graduanda em Tecnologia em Controle Ambiental
Gerência de Recursos Naturais – CEFET-RN
Av. Salgado Filho, 1159 Morro Branco CEP 59.000-000 Natal-RN
E-mail: anabeatrizsilveira@yahoo.com

W. F. Rocha

Graduando em Tecnologia em Controle Ambiental
Gerência de Recursos Naturais – CEFET-RN
Av. Salgado Filho, 1159 Morro Branco CEP 59.000-000 Natal-RN

P. A. da Silva Filho

Mestrando em Engenharia Sanitária
Programa de Pós Graduação em Engenharia Sanitária (LARHISA) – UFRN

A. L. C. Araújo

Gerência de Recursos Naturais – CEFET-RN
Av. Salgado Filho, 1159 Morro Branco CEP 59.000-000 Natal-RN
E-mail: acalado@cefetrn.br

RESUMO

No Brasil o tratamento e distribuição de água atende grande parte da população, porém o mesmo não ocorre com o esgotamento sanitário. Mesmo em municípios que contém sistema de coleta e tratamento de esgoto, em alguns ainda há falta de operação e manutenção, o que prejudica o processo de tratamento de efluentes. No Estado do Rio Grande apenas cerca de um terço do esgoto gerado é coletado, e em sua maioria não sofre tratamento sendo descartado em corpos d'água. Esse projeto visa realizar um diagnóstico operacional das 76 Estações de Tratamento de Esgoto tipo lagoas de estabilização do Estado do Rio Grande do Norte.

Especificamente este trabalho tem por finalidade utilizar o geoprocessamento como ferramenta de gestão de Estações de Tratamento de Esgoto e visa criar um mapa do Estado com todas as estações, destacando suas características físicas, operacionais e de desempenho, através de um banco de dados criado a partir de dados coletados em campo de parâmetros como temperatura do ar e do esgoto, pH das lagoas, oxigênio dissolvido, vazão, além de sólidos sedimentáveis. Serão também apresentadas informações da configuração da ETE (croqui do sistema) e informações operacionais. O geoprocessamento facilitará a análise dos dados e o estabelecimento de procedimentos operacionais e de monitoramento para as Estações de Tratamento de Esgoto do Estado.

PALAVRAS-CHAVE: tratamento de esgoto, lagoas de estabilização, geoprocessamento.

1. INTRODUÇÃO

O sistema de esgotamento sanitário no Brasil ainda é ineficiente e não atende a maior parte da população. Cerca de 30% do esgoto gerado no país é coletado adequadamente e apenas 10% do esgoto é tratado. As ações de saneamento se constituem com requisito para a saúde pública, e, portanto, a falta de esgotamento sanitário ou sua inadequação oferece riscos à saúde da população, além de degradar o meio ambiente.

De acordo com LEME (1984), os sistemas de coleta e remoção de resíduos líquidos têm a função de coletar e transportar os resíduos para locais adequados e previamente determinados, que constituem seu destino final, e acrescenta ainda que os sistemas de tratamento têm como objetivo controlar a poluição e a contaminação produzidas nos corpos receptores dos resíduos líquidos provenientes das comunidades, evitando assim a propagação de doenças de veiculação hídrica associadas à falta de saneamento.

A coleta, tratamento e disposição final de efluentes da maior parte dos municípios do Estado do Rio Grande do Norte são realizados pela Companhia de Águas e Esgotos do estado (CAERN). Em sua maioria, o tratamento de esgotos no Estado é feito por meio de lagoas de estabilização, totalizando 76 (setenta e seis) Estações de Tratamento de Esgotos tipo lagoas de estabilização.

Segundo Von Sperling (2002), “os sistemas de lagoas de estabilização constituem-se na forma mais simples para o tratamento dos esgotos”, sendo adotadas por apresentar como vantagens a necessidade de pouco ou nenhum equipamento e sua simplicidade operacional, e são indicadas para regiões de clima quente (temperatura e insolação elevadas) e que tem uma grande disponibilidade de área.

De acordo com a literatura (Von Sperling, 1996), o tratamento de esgotos por meio de lagoas de estabilização se constitui como um tratamento biológico, ou seja, se dá por processos naturais, basicamente o mesmo que ocorre no fenômeno de autodepuração dos corpos quando estes recebem despejos de matéria orgânica. Segundo Von Sperling (1996), em uma estação de tratamento o objetivo é “fazer com que os processos de depuração se desenvolvam em condições controladas”.

Em alguns municípios do Rio Grande do Norte que apresentam sistemas de coleta, tratamento e disposição final de efluentes adequada, em algumas destas localidades as ETEs não são monitoradas e há falta de operação e manutenção das mesmas, prejudicando o tratamento do esgoto doméstico e afetando a saúde da população.

Diante desse contexto, o presente projeto tem como objetivo realizar um diagnóstico operacional das 76 Estações de Tratamento de Esgoto tipo lagoas de estabilização do Estado. Especificamente este trabalho tem por finalidade utilizar o geoprocessamento como ferramenta para a gestão de Estações de Tratamento de Esgoto e visa criar um mapa do Estado com todas as estações, destacando suas características físicas, operacionais e de desempenho, através de um banco de dados criado a partir de dados coletados em campo de parâmetros como temperatura do ar e do esgoto, pH das lagoas, oxigênio dissolvido, vazão, além de sólidos sedimentáveis. São também apresentadas informações da configuração da ETE (croqui do sistema) e informações operacionais.

Segundo McCoy (2001), geoprocessamento é o processamento de informação geográfica, uma das funções básicas do Sistema de Informação Geográfica – SIG (da sigla em inglês, GIS).

Do ponto de vista técnico, os Sistema de Informação Geográfica pode ser definido como um conjunto integrado de hardware e software para a aquisição, armazenamento, estruturação, manipulação, análise e exibição gráfica de dados espacialmente referenciados pelas coordenadas geográficas (IVO, 2001).

Oliveira (2001) define ainda como sendo “sistemas que associam informações contidas em um mapa a um banco de dados alfanuméricos geograficamente referenciados (georreferenciados)”.

Ivo (2001) expõe que a “localização é o principal atributo para a relação objeto/espço geográfico, sem o qual uma ferramenta GIS perde sua função, pois esse elemento é que torna possível o objeto ser cartografado. Daí o termo “georreferenciado”, que relaciona a posição geográfica de cada geo-objeto”.

Oliveira (2001) acrescenta que “o SIG, por se tratar de um sistema que interliga informações contidas em banco de dados específico a uma base cartográfica, representando assim a possibilidade de armazenamento de informações sobre o espaço geográfico e os diversos elementos que o constituem, vem se apresentando como uma ferramenta de gerenciamento do espaço geográfico, dando subsídios para a tomada de decisões quando se trata de gestão de recursos espacializados”.

O geoprocessamento é uma ferramenta muito utilizada em diversos setores sendo útil no monitoramento de áreas com necessidade de proteção ambiental, para acompanhar a evolução da poluição naquela área e traçar planos de gestão ambiental a partir de dados que expõem a situação ambiental daquele local. Dessa maneira, a partir da base de dados criada, o processamento de dados geográficos facilitará a análise dos dados e o estabelecimento de procedimentos operacionais e de monitoramento para as Estações de Tratamento de Esgoto do Estado do Rio Grande do Norte.

1. METODOLOGIA

Foram criados bancos de dados a partir de visitas feitas às ETEs, onde o levantamento dos dados se deu a partir da aplicação de questionários. As visitas foram realizadas no período de março a julho de 2006 e tiveram como objetivo traçar o perfil das ETEs do tipo lagoa de estabilização e realizar um diagnóstico do sistema e de como estão sendo operadas.

A tabela abaixo mostra as Estações de Tratamento de Esgotos por meio de lagoas de estabilização visitadas, que foram objetos de nosso estudo.

Tabela I: Sistemas de lagoas de estabilização no Rio Grande do Norte

Região ¹	Município	Configuração ²	Nome da ETE	Data da visita	Coordenadas geográficas
LITORAL ORIENTAL	Natal	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	CIAT/Quintas I	11/7/06	Lat: 5°47'46,7"; Long: 35°14'01,3"
	Natal	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	Delegacia/Quintas II	11/7/06	Lat: 5°47'43,1"; Long: 35°13'43,7"
	Natal	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	Ponta Negra	21/6/06	Lat: 5°47'42,0"; Long: 35°12'34,0"
	Natal	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	Beira Rio/Igapó	10/7/06	Lat: 5°46'33,5"; Long: 35°14'53,1"
	Natal	1F _{1aer}	Aerada Km 6	10/7/06	Lat: 5°48'27,7"; Long: 35°14'37,00"
	Natal	1F ₁ +1M ₁	Bairro Nordeste	11/7/06	Lat: 5°48'11,2"; Long: 35°14'21,6"
	São Gonçalo	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	Jardim Lola I	10/7/06	Lat: 5°46'49,0"; Long: 35°15'16,3"
	São Gonçalo	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	Jardim Lola II	10/7/06	Lat: 5°46'45,9"; Long: 35°15'39,1"
	São Gonçalo	1Laer+1M ₁ +1M ₂	Distrito industrial	10/7/06	Lat: 5°44'48,6"; Long: 35°17'6,5"
	São Gonçalo	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	São Gonçalo	9/7/06	Lat: 5°48'15,3"; Long: 35°23'0,5"
	Macaíba	1A+LD+LP	Macaíba (ETE do CIA)	9/7/06	Lat: 5°52'45,3"; Long: 35°23'15,5"
	São José de Mipibu	1F ₁ +1M ₁	São José do Mipibu	10/4/06	Lat: 6°04'54,5"; Long: 35°14'10,2"
	Monte Alegre	1F ₁ +1M ₁	Monte Alegre (Novo Horizonte)	26/6/06	Lat: 6°04'03,6"; Long: 35°20'16,1"
	Pedro Velho	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	Pedro Velho I (Caern/Funasa)	4/5/06	Lat: 6°26'41,4"; Long: 35°12'57,6"
	Pedro Velho	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	Pedro Velho II (Prefeitura)	4/5/06	Lat: 6°26'20,8"; Long: 35°13'30,1"
	Tibau do Sul	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	Pipa	4/5/06	Lat: 6°14'14,8"; Long: 35°04'1,2"
	Ceará-Mirim	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	Ceará-Mirim (Jaçanã)	13/7/06	Lat: 5°38'25,3"; Long: 35°24'24,1"
	Ceará-Mirim	1A+1F ₂ +1M ₁ +1M ₂	Aterro sanitário	17/7/06	Lat: 5°42'35,3"; Long: 35°23'5,5"

Tabela I. Continuação

AGRESTE	Riachuelo	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	Riachuelo	10/5/06	Lat: 5°49'10,5"; Long: 35°49'31,3"
	São Paulo do Potengi	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	Juremal	10/5/06	Lat: 5°52'50,9"; Long: 35°45'48,7"
	Caiçara Rio dos Ventos	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	Caiçara Rio dos Ventos	10/5/06	Lat: 5°45'29,2"; Long: 35°59'43,5"
	Santo Antônio	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	Santo Antônio	26/6/06	Lat: 6°18'45,7"; Long: 35°28'28,2"
	Campo Redondo	1F ₁	01 Campo Redondo	5/5/06	Lat: 6°14'11,7"; Long: 36°10'49"
	Campo Redondo	1F ₁	02 Campo Redondo	5/5/06	Lat: 6°14'18,7"; Long: 36°10'52,4"
	Lajes Pintadas	1F ₁ +1M ₁	Lajes Pintadas	3/5/06	Lat: 6°09'08"; Long: 36°06'53,2"
	Santa Cruz	1F ₁ +1F ₂ +1M ₁	São Miguel	23/5/06	Lat: 6°14'33,1"; Long: 36°00'51,8"
	Passa e Fica	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	Passa e Fica	3/5/06	Lat: 6°25'14,4"; Long: 35°39'6,3"
	São José de Campestre	1F ₁ +1F ₂ +1M ₁ +1M ₂	São José de Campestre	3/5/06	Lat: 6°19'22,3"; Long: 35°42'41,4"
	Tangará	1F ₁ +1M ₁	01 Tangará	3/5/06	Lat: 6°12'21,7"; Long: 35°48'3,8"
	Tangará	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	02 (Saída para Campestre)	3/5/06	Lat: 6°12'17,2"; Long: 35°47'51,3"
	Tangará	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	03 (Parcialmente carregada)	3/5/06	Lat: 6°11'57,8"; Long: 35°47'47,9"
	Tangará	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	04 (Antiga)	3/5/06	Lat: 6°11'58"; Long: 35°47'48,2"
	Tangará	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	05 (Catolé I)	3/5/06	Lat: 6°8'58,6"; Long: 35°45'48,4"
	Tangará	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	06 (Catolé II)	3/5/06	Lat: 6°8'54,5"; Long: 35°46'11,1"
	Ielmo Marinho	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	Ielmo Marinho	5/6/06	Lat: 5°49'16,4"; Long: 35°33'12,3"
	Touros	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	Touros	27/6/06	Lat: 5°12'12,7"; Long: 35°27'26,5"
	Parazinho	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	Parazinho	27/06/06	Lat: 5°13'10,7"; Long: 35°50'11,3"
LITORAL NORTE	Afonso Bezerra	1F ₁ +1M ₁	Afonso Bezerra	9/5/06	Lat: 5°29'36,4"; Long: 36°30'28,8"
	Lajes	1F ₁ +1M ₁	Lajes	9/5/06	Lat: 5°41'26,7"; Long: 36°14'21,2"
	Angicos	1F ₁ +1F ₂	Alto da Alegria	7/6/06	Lat: 5°39'26,4"; Long: 36°36'19,8"
	Pedro Avelino	1F ₁ +1M ₁	Pedro Avelino I	9/5/06	Lat: 5°30'54,1"; Long: 36°23'40,5"
CURRAIS NOVOS	Parelhas	1F ₁	Parelhas I (Dinarte Mariz)	26/5/06	Lat: 6°41'00,9"; Long: 36°39'33,8"
	Parelhas	1TS+1F ₂	Parelhas II (B4)	26/5/06	Lat: 6°41'03,2"; Long: 36°39'29,8"
	Parelhas	1TS+1F ₂	Parelhas III (B5) - Ivan Bezerra	26/5/06	Lat: 6°40'53,7"; Long: 36°39'48"
	Currais Novos	1TS+1F ₂	Agrícola	24/5/06	Lat: 6°15'06,9"; Long: 36°31'40,7"
	Currais Novos	1TS+1F ₂	Belota	24/5/06	Lat: 6°15'24,0"; Long: 36°31'37,9"
	Currais Novos	1F ₁	Mané Magro	24/5/06	Lat: 6°16'32,9"; Long: 36°30'50,3"
	Currais Novos	1F ₁	Agenor Maia	24/5/06	Lat: 6°16'32,3"; Long: 36°30'51,6"
	São Tomé	1F ₁	São Tomé	23/5/06	Lat: 5°58'24,2"; Long: 36°04'01,9"
	Acari	1F ₁ +1M ₁	Acari (Bulhões)	25/5/06	Lat: 6°27'21,3"; Long: 36°38'42,7"

Tabela I. Continuação

CAICÓ/SERRAS	Caicó	1F ₁ +1M ₁	Vila do Príncipe	24/5/06	Lat:6°27'6,9'';Long:37°05'57,4''
	Caicó	1F ₁	Castelo Branco	24/5/06	Lat: 6°28'38,6'';Long: 37°04'47,7''
	São José do Seridó	1TS+1F ₂	São José do Seridó	8/6/06	Lat: 6°27'09,3'';Long: 36°52'38,7''
	Santana do Seridó	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	Cemitério	26/5/06	Lat: 6°46'57'';Long: 36°43'53''
	Santana do Seridó	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	Sítio Santana	26/5/06	Lat: 6°46'15,6'';Long: 36°44'21''
	Serra Negra do Norte	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	Serra Negra (Aécio Batista)	25/5/06	Lat: 6°39'43,7'';Long:37°23'39,2''
	Jucurutu	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	Jucurutu	9/5/06	Lat: 6°02'6,1'';Long: 37°00'48,5''
	Florânia	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	Florânia (Açude do Café)	9/5/06	Lat: 6°07'51,6'';Long: 36°49'21''
MOSSORÓ	Lagoa Nova	1F ₁ +1M ₁	Jesus Menino	24/5/06	Lat: 6°05'58,6'';Long: 36°27'55,3''
	Carnaubais	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	Carnaubais (Alagado)	6/6/06	Lat: 5°20'26,8'';Long:36°49'47,3''
	Alto do Rodrigues	1F ₁ +1M ₁	Alto do Rodrigues	6/6/06	Lat: 5° 17'39,9'';Long:36°45' 33,8''
	Santana do Matos	1F ₁	Santana do Matos	10/5/06	Lat: 5°57'44,6'';Long:36°39'39,6''
	Macau	1F ₁	Macauzinho/COAB	6/6/06	Lat: 5°08'56,7'';Long:36°33'53,0''
	Macau	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	Ilha Santana	6/6/06	Lat: 5°07'20,7'';Long: 36°38'07,4''
	São Rafael	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	São Rafael	8/5/06	Lat: 5°48'18,3'';Long: 36°53'25,3''
	Mossoró	2F ₁ +2M ₁	Cajazeiras	7/6/06	Lat: 5°09'28,8'';Long: 37°19'13,4''
	Mossoró	1TS+1F ₂ +1M ₁	Malvinas	7/6/06	Lat: 5°13'43,6'';Long: 37°19'12,4''
APODI/ALTO OESTE	Mossoró	1F ₁ +1M ₁	Dix-Sept Rosado	7/6/06	Lat: 5°11'55,9'';Long: 37°18'47,1''
	Lucrécia	1A+1F ₂ +1M ₁	Lucrécia	15/3/06	Lat: 6°6'51,4'';Long: 37°48'43,8''
	Pau dos Ferros	1F ₁	Princesinha do Oeste	14/3/06	Lat: 6° 09'05'';Long: 38°10'24,1''
	José da Penha	1F ₁ +1M ₁	Zé da Penha	15/3/06	Lat: 6°18'40,7''; Long: 38°21'34,1''
	Riacho da Cruz	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	Riacho da Cruz	16/3/06	Lat: 5°55'51,5''; Long: 37°56'44,7''
	Antônio Martins	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	Antônio Martins	16/3/06	Lat: 6°12'49,4''; Long: 37°53'27,3''
	Boa Saúde	1F ₁ +1M ₁	Boa Saúde	26/6/06	Lat: 6°09'27,6'';Long: 35°35'57,2''
	Dr. Severiano	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	Severiano	28/6/06	Lat: 6°05'51,00'';Long: 38°22'25,3''
	Rafael Fernandes	1F ₁ +1M ₁ +1M ₂	Rafael Fernandes	28/6/06	Lat: 6°12'17'';Long: 38°13'34,1''

Legenda: (1) A região foi classificada pelo mapa das zonas homogêneas do Rio Grande do Norte (IDEMA, 1998).

(2) A configuração da Estação de Tratamento indica quais sistemas compõe a estação, sendo: F₁= Lagoa Facultativa Primária; F₂= Lagoa Facultativa Secundária; M₁= Lagoa de Maturação 1; M₂= Lagoa de Maturação 2; A= Lagoa anaeróbia; Ts= Tanque séptico; Lp= Lagoa de polimento; Ld= Lagoa de decantação.

Ao longo da visita às Estações de Tratamento, foram observados alguns aspectos e ainda realizadas análises de alguns parâmetros físico-químicos. São eles:

- Características físicas da ETE;
- Observação da integridade dos taludes das lagoas;
- Presença de cerca e/ou seu estado de conservação no isolamento da estação;
- Presença de animais ao longo da estação;
- Aparecimento de vegetais ou manchas nas lagoas;
- Existência de tratamento preliminar do esgoto bruto;
- Destino do efluente tratado;
- Presença de operador qualificado para a operação da ETE e frequência de operação e manutenção da estação;
- etc.

A análise dos parâmetros compreendeu:

- Medição da temperatura do esgoto bruto e das lagoas de estabilização;
- Medição do pH do esgoto bruto e das lagoas;
- Oxigênio dissolvido (medido a diferentes profundidades);
- Vazão;
- Sólidos sedimentáveis; etc.

As informações obtidas no local são de grande importância para saber se a estação de tratamento de esgoto está sendo bem operada e, a partir daí, realizar um diagnóstico da operação da mesma: presença de um operador qualificado, que tenha conhecimento sobre o funcionamento da estação de modo que garanta sucesso no tratamento de efluente; possível erosão nos taludes das lagoas de estabilização, pois uma vez erodidos permitem que o esgoto bruto vaze para outras lagoas ou ainda impeça que as lagoas recebam o afluente e a estação não possa ser operada; se há destino adequado ao efluente já tratado, evitando a propagação de doenças e contaminação do meio ambiente; etc.

Além das observações feitas em campo, foi construído um croqui (sem escala) do sistema de tratamento de cada Estação de Tratamento de Esgoto a fim de facilitar a compreensão da operação da estação (figura 1).

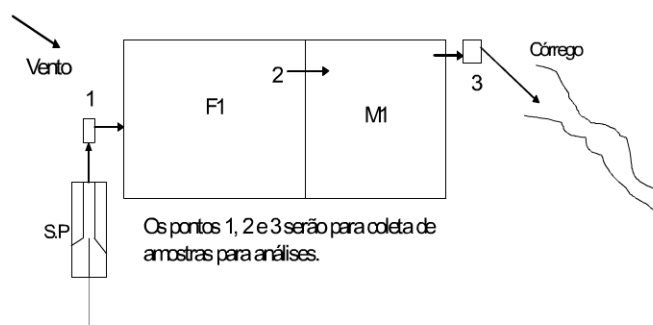


Figura 1: Modelo de um croqui – Estação Zé da Penha, localizada no município de José da Penha.

A partir destas informações, foi construído um mapa digital do Estado pela associação da base de dados (fotos, croquis, informações gerais das estações) às informações do mapa, acrescido da hidrografia da região. Assim sendo, além de podermos identificar no sistema SIG as informações físicas e operacionais dos sistemas, será possível a identificação dos corpos hídricos que recebem diretamente os efluentes tratados.

Para a construção do mapa digitalizado foi utilizado o *software* ArcGIS 9.1, que compila um grupo de softwares relacionados ao Sistema de Informação Geográfica. A partir da obtenção das coordenadas geográficas foi possível associar dados com a sua localização no espaço, e a partir daí toda informação associada àquele local pode ser visualizada em um mapa georreferenciado.

O sistema de coordenadas para a área em questão foi adotado o Datum Córrego Alegre. A exportação das bases de dados foi feita utilizando-se o formato (extensão) do arquivo padrão Dbase (.dbf), facilmente reconhecido por softwares de SIG.

Mapa Estado do Rio Grande do Norte Lagoas de Estabilização

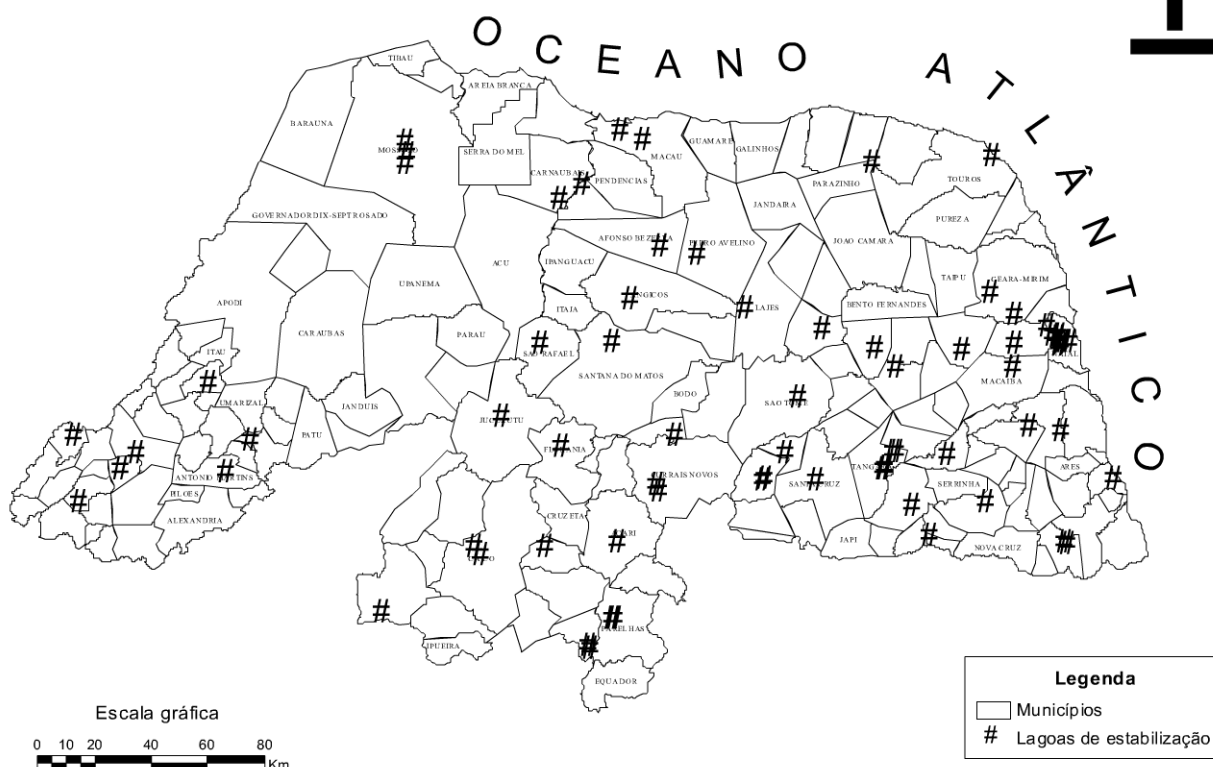


Figura 2: Mapa georreferenciado do Estado do Rio Grande do Norte.

2. CONCLUSÕES

O SIG tem se mostrado como uma ferramenta necessária para a gestão ambiental, no planejamento de ações para a preservação ambiental. As informações contidas no mapa apresentado representam importantes subsídios para o monitoramento ambiental, especificamente no tocante ao tratamento de esgotos, e permitirão a continuidade do diagnóstico operacional das ETES de todo o Estado, pois facilitam a análise dos dados permitindo que possa se traçar um plano de ações para uma adequada operação e manutenção dos sistemas de forma rápida e objetiva.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ivo, Paulo Sérgio. **Técnicas de Sistemas de informações georreferenciadas na elaboração de um inventário de recursos naturais: estudo de caso da cidade de Acari-RN**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências exatas e da terra. Programa de pós-graduação em geociências. Área de concentração em geoprocessamento. Dissertação (Mestrado). Natal, 2001.

Leme, Francílio Paes. **Engenharia do Saneamento Ambiental**. 2. ed. Rio de Janeiro: LCT, 1984.

McCoy, Jill. **ArcGIS 9: Geoprocessing in ArcGIS**. New York, United States of America: ESRI, p. 7, 2001.

Oliveira, Flávia Milene Moura de. **Inventário geo-ambiental e identificação de potencialidades turísticas no município de Ceará-Mirim: o uso da ferramenta SIG como auxiliar na gestão municipal**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências exatas e da terra. Programa de pós-graduação em geociências. Dissertação (Mestrado). Natal, 2001.

Von Sperling, Marcos. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias – Princípios básicos do tratamento de esgotos**. v. 2. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. UFMG, 1996.

Von Sperling, Marcos. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias – Lagoas de estabilização**. 2. ed. v. 3. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. UFMG, 2002.