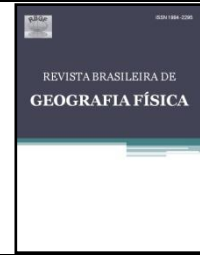




# Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: [www.ufpe.br/rbgfe](http://www.ufpe.br/rbgfe)



## Índice de saneamento ambiental da área urbana do Município de Mossoró – RN

Filipe da Silva Peixoto<sup>1</sup>; José Maia Felix Neto<sup>2</sup>; Iago Nogueira Gomes<sup>3</sup>; Gutemberg Henrique Dias<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Doutorando em Geologia, Professor Assistente I, Departamento de Geografia, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Campus Central, s/n, BR 110, Km 48, CEP 59610-210, Mossoró, Rio Grande do Norte. (84) 3315-2115. [fpeixoto10ufc@gmail.com](mailto:fpeixoto10ufc@gmail.com) (autor correspondente). <sup>2</sup>Graduando em Geografia, Bolsista PIBIC, Departamento de Geografia, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. [maiajfelix@gmail.com](mailto:maiajfelix@gmail.com). <sup>3</sup>Graduando em Geografia Bolsista PIBIC, Departamento de Geografia, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte; [iago\\_nogueira123@hotmail.com.br](mailto:iago_nogueira123@hotmail.com.br). <sup>4</sup>Mestre em Ciências Naturais, Professor Assistente I, Departamento de Geografia, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. [gutembergdias@uern.br](mailto:gutembergdias@uern.br).

Artigo recebido em 03/04/2018 e aceito em 14/12/2018

### RESUMO

O saneamento básico é um dos maiores desafios para os países em desenvolvimento, o inchaço atual das grandes cidades e o vertiginoso crescimento populacional das cidades médias causa uma deficiência e falta de acesso dos serviços de saneamento para boa parcela da população. O estudo busca caracterizar e diagnosticar a situação do saneamento ambiental na cidade de Mossoró-RN. Para isso, foi aplicado, com o suporte do Sistema de Informação Geográfica – SIG, e o Índice de Saneamento Ambiental – ISA, sintetizando as principais informações dos serviços de saneamento básico. O ISA é composto por 3 sub-índices: Índice de Abastecimento de Água – IAB; Índice de Coleta de Lixo – ICL; Índice de Esgotamento Sanitário – IES. O estudo mostrou que há uma concentração espacial no acesso de serviços de saneamento, sendo o esgotamento sanitário o mais sensível para o ISA.

Palavras-chave: Saneamento básico; cidades médias; risco à insalubridade.

### Environment Sanitation Index on urban area of Mossoró Municipality- RN

### ABSTRACT

The basic sanitation is a most challenger for in development countries. The current expansion of the big cities, and the biggest population increase of meddle cities cause deficiency and without sanitation access for majority part of population. The study arms to characterize and to diagnostic the environmental sanitation situation at Mossoró-RN. For this, we applicated the Geographic Information System – SIG support to Environmental Sanitation Index – ESI, that synthetize the principals information of the basic sanitation services. The ESI was compost for 3 sub-index: water supply index – WSI; waste collated index; sanitation waste index – SWI. The study showed that there is a spatial concentration on access of sanitation services, and the sanitation waste is the most sensitive to ESI.

Keywords: basic sanitation; middle cities; risk to unhealthiness.

### Introdução

O saneamento ambiental é uma prática de intervenção social que visa garantir a salubridade de ambientes e promover o bem-estar da sociedade. O saneamento envolve coleta, tratamento e disposição ambientalmente adequada e sanitariamente segura dos resíduos (Heller, 2010). Ele surge com a necessidade de controle dos fatores resultantes da influência do homem capazes de gerar efeitos nocivos ao seu bem-estar físico e mental (WHO 2015).

Três seguimentos básicos do saneamento são: garantia de abastecimento de água, serviço de esgotamento sanitário e coleta e controle dos resíduos sólidos. É sabido que o abastecimento adequado de água elimina uma série de doenças que acometem ou causam óbitos de maneira

comum na população (Banana et al. 2015). Doenças relacionadas à água causam a morte de cerca de 8 milhões de pessoas por ano, dos quais 50% são crianças (Camdessus et al. 2005).

No Brasil estima-se que 70% das doenças que acometem a população são devidas a ausência de segurança hídrica. Além disso, 2 bilhões de reais é o prejuízo anual para o estado por conta dessas doenças e que poderiam ser evitadas caso existisse esgotamento sanitário e abastecimento de água adequado para a população. Nesse quadro, atualmente o país foca em aumentar o acesso ao serviço de saneamento, mas sem se preocupar com a qualidade deste (Souza e Santos, 2018; Ferreira et al. 2017).

É, portanto, necessário que haja mais investigação acerca da natureza desse problema, sobretudo a instrumentalização de técnicas para dimensionar a problemática do acesso a infraestrutura sanitária e oferecer subsídios para intervenção e planejamento. O Índice que avalia a qualidade do saneamento são instrumento para sintetizar o estado do saneamento ambiental de determinada área (Nunes et al. 2018; Santos e Daltron Filho, 2015). Ele possibilita identificar zonas em variados graus de qualidade sanitária (Peixoto et al. 2017). O Índice de Saneamento Ambiental - ISA foi desenvolvido pelo conselho estadual de saneamento de São Paulo.

O suporte oferecido pelo Sistema de Informações Geográficas - SIG, permite viabilizar a análise e fácil aplicação pelo ISA. Sobretudo, por conta da rapidez de coleta dos dados, as operações espaciais permitem rapidez na expressão geográfica desse fenômeno (Mudura, et al., 2016). A grande quantidade de dados gerados a partir dos censos demográficos, principalmente nas áreas urbanas, o Sistema de Informações Geográficas - SIG é fundamental para a correlação espacial e produção de mapas temáticos visando o melhoramento do gerenciamento da saúde pública (Shaid et al. 2014; Ichinose e Kawahara, 2017).

A cidade de Mossoró possuía em 2007, cerca de 96 % da população com abastecimento de água, e somente 28% é atendida por serviço de esgotamento sanitário (Prefeitura Municipal De Mossoró, 2010). Houve avanço na expansão desse serviço que atende, atualmente, 67 % da população do município (IBGE, 2018). Com mais da metade da demanda da cidade suprida pela água subterrânea, Lima et al. (2015) aponta que existem poços na área urbana cuja qualidade da água é afetada pela falta de saneamento básico. Além da falta de cuidados de higiene nos reservatórios domésticos e bebedouros de instituições (Souza et al. 2015). Estudos apontam que a poluição por esgoto doméstico é um dos principais impactos ambientais negativos no município (Salles et al. 2013). Porém, não há um diagnóstico atualizado e claro desse serviço implementado na cidade, mas somente informações gerais acerca do acesso ao serviço, mas sem demonstrar a quantidade de população sem acesso ao serviço de saneamento.

O trabalho busca avaliar espacialmente, por meio do SIG, o Índice de Saneamento Ambiental. A metodologia empregada pode ser reproduzida para desenvolver estudos sintéticos e diagnósticos da situação sanitária de vários municípios, haja vista que são utilizados dados secundários do Instituto Brasileiro de Geografia e

Estatística -IBGE, disponíveis gratuitamente. Desse modo, há contribuição para a gestão hidroambiental no espaço urbano, principalmente pela aplicação do SIG como uma ferramenta fundamental para a gestão, análise e interpretação de uma grande quantidade de dados disponíveis.

## Material e métodos

### Área de estudo

A cidade, entre os anos de 1991 e 2010, passou por um grande crescimento populacional. Dados do IBGE mostram que a população em 1991 era de 192.267 passando para 259.815 habitantes, sendo 237.241 habitantes residentes na área urbana do município. Vale destacar que a projeção de população para o ano de 2017 é de 295.619 habitantes (IBGE, 2018)

A área de estudo se encontra no vale do rio Apodi-Mossoró que possui uma orientação subsequente a Bacia potiguar (Silva et al, 2015). A cidade se encontra em área de afloramento da Formação Jandaíra caracterizada como calcarenitos e calcilutitos bioclásticos, cinza claro e amarelados com níveis de evaporitos; Depósitos aluvionares formada por areia e cascalhos com intercalações pelíticas, depósitos de planície ou canais de maré formado por pelitos arenosos carbonosos e carbonáticos e Formação Barreiras caracterizados como arenitos finos médios e níveis conglomeráticos (Petta, et al. 2007). Segundo Souza et al. (2015) O clima é tropical semiárido quente BSh de acordo com a classificação de Alvares et al. (2014). Com estação chuvosa entre março e abril e pluviometria média de 450 mm/ano e evapotranspiração que alcança os 2300 mm/ano (Secretaria Estadual de Recursos Hídricos, 1998).

O relevo é formado por vertentes planas a suave onduladas caracterizadas pela condição estrutural do reverso da cuesta limítrofe ocidental da chapada do Apodi. Com unidades tabuliformes de fundo de vale; superfície aplainada pouco dissecada e depósitos fluviomarinhas de planície (Petta, et al. 2007). Os solos correspondem ao latossolo vermelho amarelo, argissolo vermelho amarelo, neossolos quartarzenico e neossolo flúvico, nas proximidades do canal fluvial do rio Apodi-Mossoró com vegetação ciliar é formada em grande proporção na área urbana por espécie exótica de algarobas (*prosopis juliflora*) (Silva et al. 2017; Brasil,1967).

### Composição de banco de dados geográfico

A análise aplicada corresponde ao diagnóstico sanitário por meio do índice ISA com suporte dado pelo banco de dados geográfico. Que permite a construção de ambiente de integração entre a expressão espacial e as variáveis alfanumérica associada a “n” informações.

Na análise realizada, o banco de dados formado pelo censo demográfico de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, foi incorporado ao modelo vetorial de expressão espacial dos setores censitários delimitados pelo IBGE. O setor censitário trata-se de uma unidade básica de levantamento do universo dos dados. Como com frequência essa unidade é menor do que os bairros, portanto, possui maior detalhamento geográfico escalar para estudar a espacialidade dos fenômenos. Essa

técnica foi utilizada por Peixoto et al. (2017) para avaliar a situação sanitária de uma bacia hidrográfica urbana no município de Fortaleza-CE.

A base cartográfica dos setores censitários incorporou informações de: I – Número de domicílios; II - número de domicílios com abastecimento de água via rede geral; III – número de domicílios ligado à rede coletiva de esgoto; IV- número de domicílios com coleta semanal de lixo. Compondo, assim o banco de dados geográfico (Figura - 1).

Análise tratou da relação de proporção entre o número de domicílios existentes em cada setor censitário, e o número dos domicílios que possuem os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo.

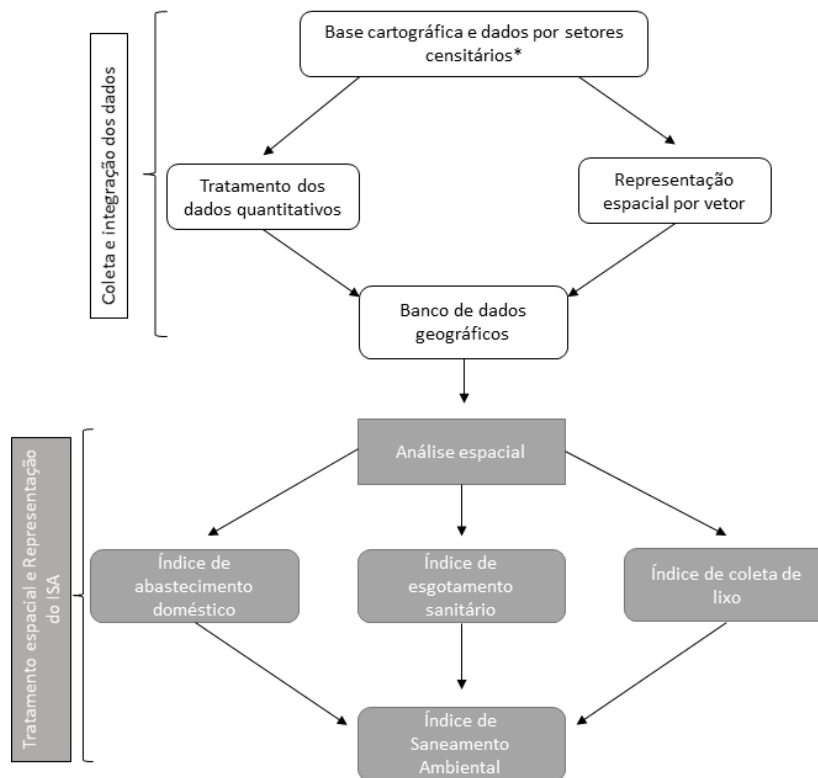


Figura 1. Workflow metodológico da aplicação do ISA através do SIG

### Cálculo do ISA

A aplicação do ISA serve sobretudo como diagnóstico sintético da situação sanitária de uma localidade, cidade ou município, proporcionando um zoneamento das áreas mais ou menos beneficiadas com os serviços de saneamento.

Esta etapa consistiu na análise dos dados que permitiu a avaliação do saneamento básico por meio do ISA, este índice, de acordo com Borges et al (2013), é formado a partir de 3 sub índices, referentes ao Índice de abastecimento de água (IAB) Índice de esgotamento sanitário (IES) e Índice de coleta de lixo (ICL) conforme equação (1):

$$ISA = \frac{IAA+IES+ICL}{3} \quad (\text{eq.1})$$

O Índice de abastecimento de água é avaliado conforme a (equação 2):

$$IAA = \frac{\text{dpp abastecidos por rede geral}}{\text{dpp}} \quad (\text{eq.2})$$

Onde: dpp= domicílios particulares permanentes

Este índice avalia o número de dpp abastecidos pela rede geral que oferece uma segurança hídrica, em comparação os que não são abastecidos em uma unidade espacial.

O Índice de esgotamento sanitário é avaliado conforme a equação (3):

$$IES = \frac{\text{dpp esgoto coletado} \times \text{fm}}{\text{dpp}} \quad (\text{eq. 3})$$

Onde: dpp = domicílios particulares permanentes; e fm = fator de minoração.

O referido índice considera o número de dpp com serviço de coleta e ou tratamento de esgoto em comparação com o número de ddp com sanitário por uma unidade de área. Adicional a isso, o fator de minoração pondera por maior peso ao IES que irá compor o ISA. O fator de minoração (fm) possui diferentes valores consoante a situação do esgotamento local:

(1,0) se o percentual de lançamentos diretos de esgoto não ultrapassar 10% dos domicílios particulares permanentes com banheiro ou sanitário no setor.

(0,8) se o percentual de lançamentos diretos de esgoto for maior que 10% e menor ou que 20% dos domicílios particulares permanentes com banheiro ou sanitário no setor.

(0,6) se o percentual de lançamentos diretos de esgoto for maior que 20% e menor ou igual a 50% dos domicílios particulares com banheiro ou sanitário.

(0,5) se o percentual de lançamentos diretos de esgoto for maior que 50%.

Contudo, a título de comparação entre a coleta de lixo, abastecimento de água e esgotamento sanitário, também foi colocado no mapa de taxa de esgotamento sanitário baseado na seguinte equação (4):

$$TES = \frac{\text{dpp esgoto coletado}}{\text{dpp}} \quad (\text{eq. 4})$$

Onde: dpp – domicílios particulares permanentes.

O Índice de coleta de lixo – ICL, foi trabalhado na equação (5)

$$ICL = \frac{\text{dpp com coleta de lixo}}{\text{dpp}} \quad (\text{eq. 5})$$

Onde: dpp – domicílios particulares permanentes.

Este índice considera, portanto, os dpp com coleta de lixo em comparação com o número de dpp total na área. A identificação dessas áreas permite a identificação de locais mais propensos ao acúmulo de lixo.

### Análise espacial

A análise espacial contempla o auxílio de técnicas estatísticas e matemáticas para geração de resultados quantitativos para gerar informação geográfica (Shahid et al. 2014). A análise geoespacial como temas fundamentais: arranjo espacial, processos espaço-tempo e predição ou modelagem espacial.

Foi aqui investigado o arranjo espacial do fenômeno, levantando informações sobre o padrão locacional dos objetos, assim como sua configuração espacial. Para a comparação do padrão espacial de IAB, ICL e TES foi aplicado o Índice de fragmentação (equação 6) das classes, estas foram definidas conforme intervalo geométrico para 3 classes para todos os fenômenos. Por conta do comportamento exponencial dos dados, além da necessidade de diferenciação do fenômeno no mapa, foram aplicadas essas classes para melhor expressão geográfica.

Contudo, para o mapa de TES optou-se realizá-lo em 4 classes, haja visto, comportamento mais distribuídos do histograma expressado pelo índice de fragmentação: IAB = 0.91; ICL= 1.09; TES = 0.39. Como o índice de fragmentação mensura o nível de centralização de dados em classes, a TES possui menor concentração dos dados, sendo necessário maior número de classes para sua expressão no mapa.

A classificação dos dados do ISA foi realizada no histograma conforme a equação de Sturges (equação 6):

$$K = 1 + 3,3 (\log_{10} n) \quad (\text{eq. 6})$$

Onde: k = quantidade de classes a ser utilizada; n = número de elementos da amostra.

Foi estabelecido, também, no mapa, obedecendo a critérios espaciais de visualização dos fenômenos no mapa temático.

**Resultados e discussão**

Os serviços de saneamento, em países em desenvolvimento, claramente variam quanto à acessibilidade. De um modo geral, a quantidade de domicílios atendidos, ou seja, a acessibilidade efetiva a esses serviços produz um fenômeno geográfico mais ou menos concentrado.

O abastecimento de água atende quase 100% da área urbana, contudo há domicílios sem acesso ao abastecimento, seja por condição física da infraestrutura, renda insuficiente ou fatores diversos. As fontes de abastecimento são provenientes das águas subterrâneas que corresponde a 60% do abastecimento, por meio de poços tubulares localizados na própria área urbana

de Mossoró, como também das águas superficiais da Barragem Armando Ribeiro, conduzida pela Adutora Jerônimo Rosado até o Município, esta, possui capacidade de transporte de até 0,4 m<sup>3</sup>/s. De fato, o abastecimento de água é um importante serviço. Condurú e Pereira (2018), constataram que no Brasil a qualidade do saneamento básico é mais sensível que a própria disponibilidade hídrica para os índices de desenvolvimento humano - IDH.

Observa-se que o IAB possui majoritariamente valores acima de 0,930 o que corresponde a taxa de 93% de domicílios atendidos (Figura 2). Ademais, áreas periféricas que possuem maior deficiência desses serviços, os bairros Dix-Sept Rosado, Itapetinga, Bom Jesus e Alagados, em sua totalidade estão entre os bairros menos atendidos, o Bairro Itapetinga e um setor do Bairro Santa Delmira são os que possuem pior situação, com áreas de menos de 50% dos domicílios atendidos.

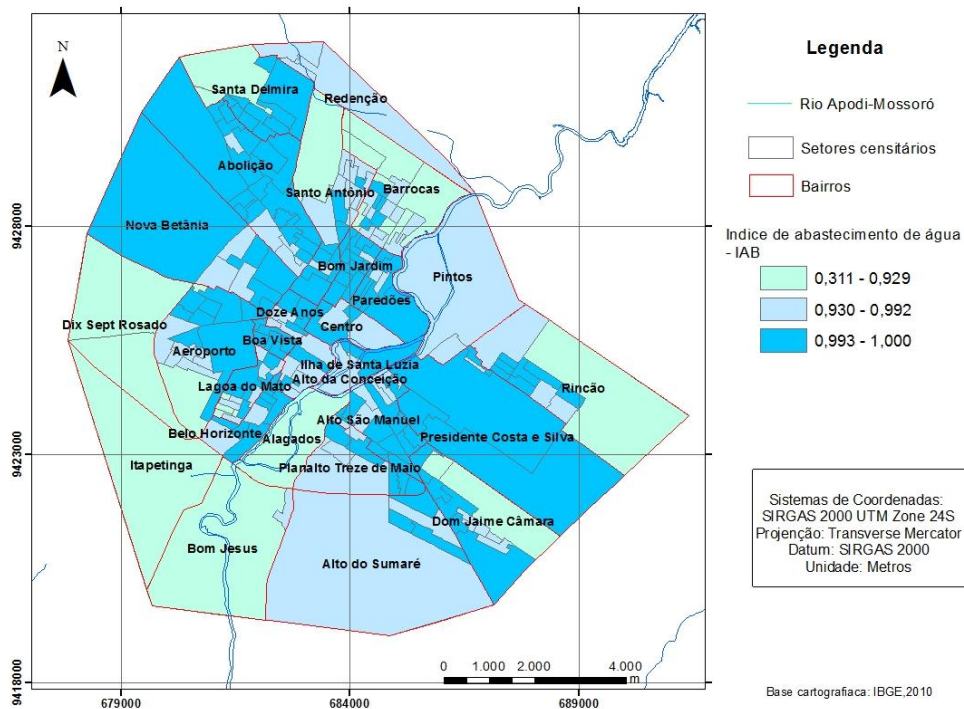


Figura 2. Distribuição do IAB por domicílio.

O ICL que representa a proporção de domicílios atendidos com coleta de lixo, é o índice de melhor qualidade dentre os componentes do ISA. Cerca de 95 % dos setores censitários possuem mais de 90% de atendimento por domicílio pelo menos uma vez por semana. A coleta de resíduos sólidos é um componente muito importante do saneamento (Figura-3). O lixo pode

gerar uma série de complicações ambientais além de produzirem vetores que transmitem doenças. Há áreas em setores censitários nos Bairros Santa Delmira, Dix Sept Rosado, Itapetinga e Dom Jaime Câmara que não possuem a coleta de lixo em até 40 % dos domicílios e apresentam, portanto, uma séria deficiência de acesso a esse serviço básico.

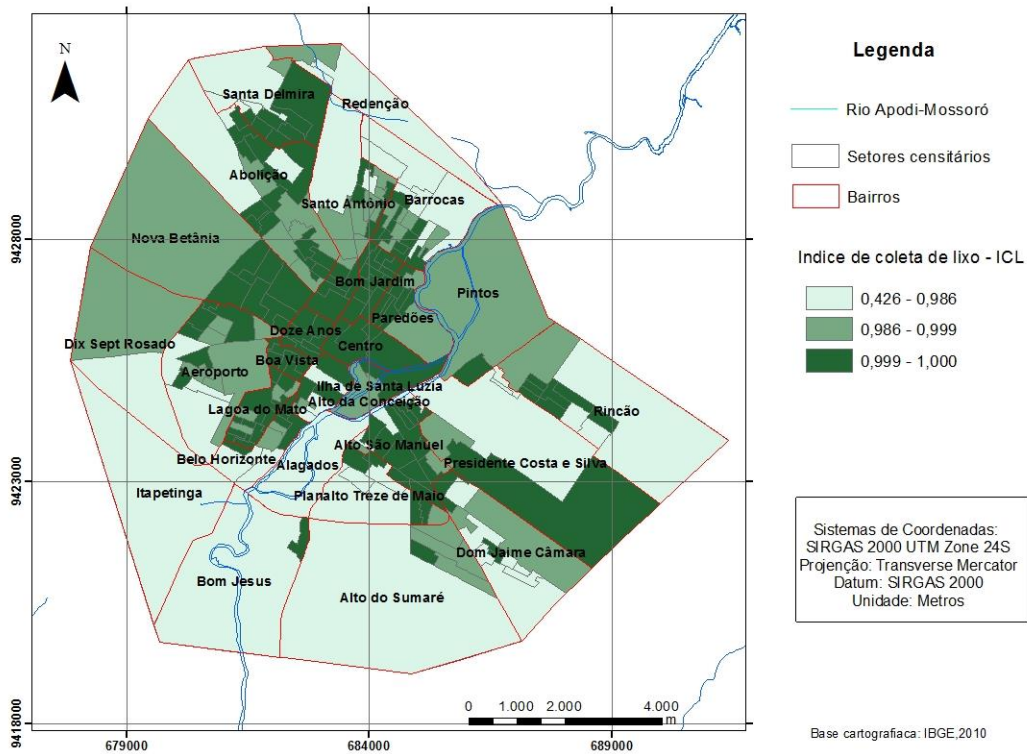


Figura 3. Distribuição espacial de índice de coleta de lixo por domicílio.

O esgotamento sanitário é o componente responsável por coletar e tratar os efluentes produzidos pelo uso doméstico da água, além de realizar o retorno deste efluente tratado para o meio, de modo que, este não sofra danos qualitativos.

O esgoto doméstico é, geralmente, o componente do saneamento básico mais problemático. Tanto nos custos de instalação de redes coletoras que podem variar e encarecer a instalação e operação do sistema, já que não gera tanta receita quanto o abastecimento de água (Pinheiro et al. 2016).

O serviço de rede coletora de esgotamento sanitário na cidade atende apenas 32 % da população (Prefeitura Municipal de Mossoró, 2007). Enquanto a taxa de esgoto tratado é de 40 a

60 % (Rodrigues et al. 2018). O índice de esgotamento sanitário é baseado na taxa de domicílios com acesso ao serviço. Na área de estudo é averiguado uma polarização da oferta desses serviços no centro, e em bairros próximos a este, além de bairros como o Nova Betânia (Figura – 4). Nos bairros mais afastados do centro a quase totalidades destes possui entre 0 a 18 % dos domicílio atendidos por esgotamento sanitário adequado. No entanto, as ocupações inadequadas nas margens do rio Mossoró, provocam um ambiente de contaminação que gera condições para proliferação de doenças (Couto, 2014). Há setores com conjuntos habitacionais planejados dos Bairros Santa Delmira e Rincão e que possuem 100% de acesso a esse serviço.

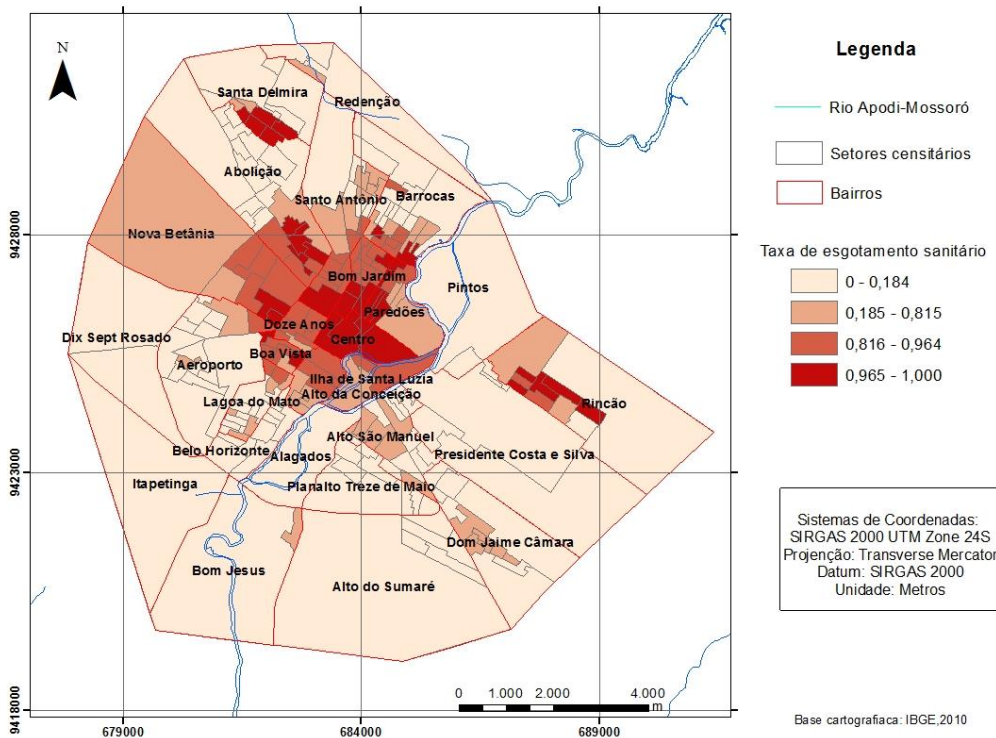


Figura 4. Distribuição espacial de taxa de esgotamento sanitário por domicílio

O ISA estabelece uma espacialização sintética as condições sanitárias na cidade, ele se mostrou eficiente na indicação de áreas de menos acesso aos serviços. Para uma distribuição o histograma segundo os valores do ISA, foi estabelecido 9 classes de acordo com a equação de

Sturges. Identifica-se, assim, um comportamento exponencial na distribuição dos dados (Figura-5).

É observado que 36,5 % dos setores censitários possuem condições mais adequadas de saneamento, 15 % dos setores, possuem valores de ISA abaixo de 0.605, considerado relativamente baixo.

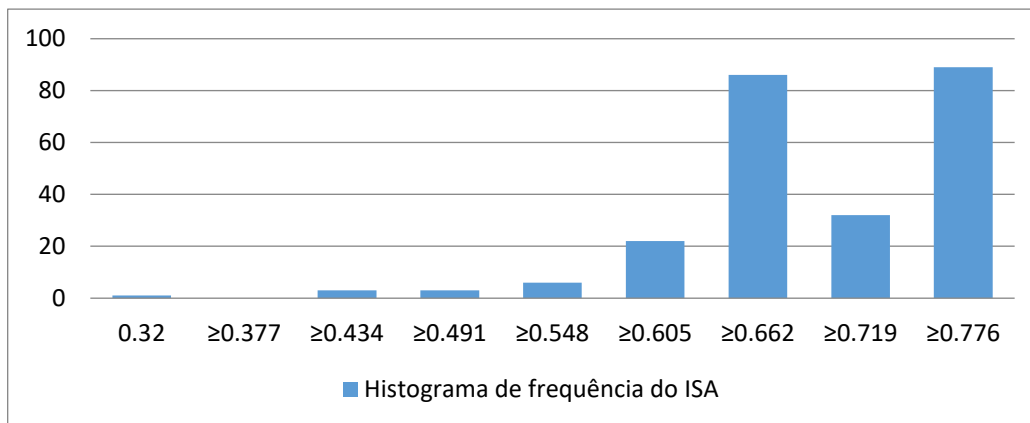


Figura 5. Histograma de valores do ISA

O mapa de distribuição do ISA mostra que existe uma tendência de concentração dos melhores valores de ISA. O mapa dos valores do ISA (Figura – 6) tem muita similaridade com o mapa de taxa de esgotamento sanitário o que estabelece uma condição de dependência do ISA quanto à taxa de esgotamento sanitário. De fato, o serviço de esgotamento sanitário foi o serviço que mais

influenciou no cálculo do ISA. Ferreira et al. (2016); Siqueira et al. (2017) e Rodrigues et al. (2017) reforçam a importância do esgotamento sanitário, colocando que os indicadores de doenças no Brasil indicam que estes estão associados com a falta de saneamento adequado combinado com o quadro de exclusão social.

Nos bairros periféricos, claramente há menor acesso à saneamento básico, resultando assim em uma menor qualidade do saneamento ambiental, segundo o Índice. Salvo, em algumas áreas onde foram realizados conjuntos habitacionais planejados em setores dos bairros

Rincão e Santa Delmira. E em bairros de classe média e média alta como no Nova Betânia e no bairro Presidente Costa e Silva. No centro e em bairros nas imediações o ISA vai de 0,791 a 0,833. Entanto na quase totalidade dos bairros periféricos o índice é de 0,319 a 0,661.

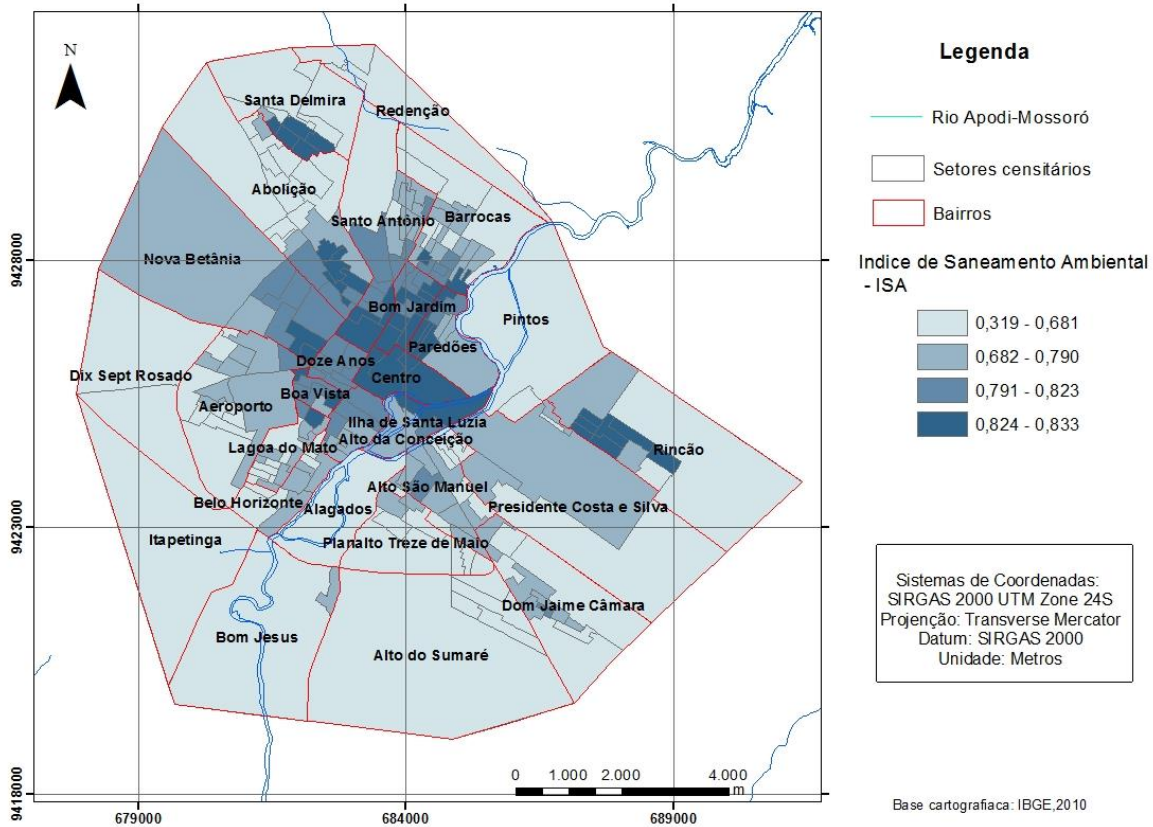


Figura 6. Distribuição espacial do Índice de Saneamento Ambiental – ISA por domicílio

## Conclusões

O estudo mostra que as condições de IAB, ICL são pouco variáveis com a maioria, 94 e 95%, respectivamente, dos setores com mais de 90 % de atendimento por domicílio, enquanto o esgotamento doméstico, possui uma estrutura espacial mais concentrada no centro e proximidades, cerca de 18 % dos setores possuem mais de 90% dos domicílios atendidos para esse serviço. O ISA foi altamente influenciado pela Índice de Esgotamento Sanitário – IES, pois o IAB e o ICL se mostraram semelhantes na distribuição dos dados e com muitos setores com domicílio atendidos. Os bairros periféricos são os de menor qualidade segundo o ISA, com exceção de setores no bairro Rincão e Santa Delmira que são conjuntos habitacionais planejados. O dados gerados se mostram com grande relevância para o

planejamento urbano do município no que tange a ocupação do uso e ocupação solo, principalmente, quanto as políticas de saneamento ambiental com foco nas áreas periféricas que apresentam os índices mais baixos.

## Referências

- Alvares, A. C., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Golçalves, M. L. J., Sparovek, G. 2014. Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22, 711–728.
- Araújo-Silva, J. F. B., Rebouças, S. M. D. P., Abreu, M. C. S., Ribeiro, M. C. R. 2018. Construção de um índice de desenvolvimento sustentável e análise espacial das desigualdades nos municípios cearenses. *Revista de Administração Pública*, [online] 52. Disponível em: DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7612163114>. Acesso em 14 jul. 2018.



- Banana, E.; Chikoti, P.; Harawa, C.; Macgranahan, G.; Mitlin, D.; Stephen, S.; Shermbrucker, N.; Shumba, F.; Walnycki, A. 2015. Sharing reflections on inclusive sanitation. *Environmental & Urbanization*, 27, 19 – 34.
- Borges, U. N; Pacheco, A. P.; Lima, E. R. V. 2013. Tecnologias da Geoinformação na Análise de Riscos de Degradação Ambiental em Bacias Hidrográficas Urbanas. *Estudos Geológicos (UFPE)*, 23, 81-98.
- Brasil, Ministério da Agricultura; Ministério do Interior. 1967. Mapa Exploratório de Solos do Estado do Rio Grande do Norte. Fortaleza, 1 mapa color. Escala 1:600.000.
- Censo Demográfico. 2010. Características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Acompanha 1 CD-ROM. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas\\_da\\_populacao/resultados\\_do\\_universo.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_da_populacao/resultados_do_universo.pdf)>. Acesso em: mar 2013.
- Condurú, M. T., Pereira, J. A. R. 2017. Gestão da informação em saneamento básico no estado do Pará sob o enfoque do ciclo informacional. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, 22, 32 – 46.
- Couto, C. F. A. 2014. Fatores ambientais relacionado a transmissão da leishmaniose visceral em áreas endêmicas as margens do Rio Mossoró, no Rio Grande do Norte. 2014. Dissertação (mestrado). Mossoró, Universidade Federal Rural do Semiárido.
- Ferreira, P. S. F., Motta, P. C., Souza, T. C., Silva, T. P.; Oliveira, J. F.; Santos, A. S. P. 2016. Avaliação preliminar dos efeitos da ineficiência dos serviços de saneamento na saúde pública brasileira. *Revista internacional de ciências*, 6, 214-219. Disponível: <https://doi.org/10.12957/ric.2016.24809>. Acesso em 15 jul. 2018.
- Heller, L., Pádua, V. L. 2010. Abastecimento de água para consumo humano. 2. ed.. Editora UFMG. Belo Horizonte.
- Ichinose, T., Kawahara, H. 2017. Regional feasibility study on district sewage heat supply in Tokyo with geographic information system, *Sustainable Cities and Society*, 32, 235-246. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.04.002>, acesso em 15 jul. 2018.
- Lima, R. B., Oliveira, D. S., Souza, L.; Batista, R. O., Alves, S. M. C., Silva, F. U. 2015. Análise físico-química da água de três poços subterrâneos do município de Mossoró-RN, *Química: ciência tecnologia e Sociedade*. 4,: 9 – 23.
- Mudura, R., Stan, V., Mihai, D., Sarbu, N. 2016. Use of Gis Techniques in Investigating the Lands Suitable for Sewage Sludge Application. *Sofia: Surveying Geology & Mining Ecology Management*, 3, 591-598.
- Nunes, E. S., Ferreira, F. D. G., Sousa, E. P. 2018. Desempenho da provisão dos serviços de saneamento básico no Ceará. *Revista Estudo & Debate*, 25, 13 – 25, Disponível: [doi:http://dx.doi.org/10.22410/issn.1983-036X.v25i1a2018.1490](http://dx.doi.org/10.22410/issn.1983-036X.v25i1a2018.1490). Acesso: 17 jul.2018.
- Peixoto, F. S., Cavalcante, I. N., Silveira, R. N. C. M., Beserra, F. R. S. 2017. O sistema de informação geográfica (SIG) aplicado ao abastecimento hídrico e esgotamento sanitário. *Revista do Departamento de Geografia – USP. Ed, Especial XVII SBGFA: Campinas-SP*. 20 – 28. Disponível: DOI: 10.11606/rdg.v0ispe.132599. Acesso: 03 mar. 2018.
- Petta, R. A., Gomes, R. C., Erasmi, S., Campos, T. F. C., Nascimento, P. S. R. 2007. Análise da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró no contexto de alterações ambientais e socioeconômicas ligadas a exploração do petróleo. IV PDPETRO, Campinas, SP. 1 – 10.
- Pinheiro, F. A. P., Savoia, J. R. F., De Angelo, C. F. 2016. *Brazilian Business Review*, Portuguese, 13, 118-140. Disponível: <http://10.15728/bbr.2016.13.1.6>. Acesso: 15 jul. 2018.
- Prefeitura Municipal de Mossoró. 2010. Plano de Desenvolvimento para o Sistema de Saneamento Básico do Município de Mossoró: produto II – relatório técnico I – diagnóstico da situação atual do saneamento básico do Município. Fundação Getúlio Vargas: Rio de Janeiro.
- Rodrigues, C. F. M., Rodrigues, V. S., Neres, J. C. I., Guimarães, A. P. M., Neres, L. L. F. G., Carvalho, A. V, 2017. Desafios da saúde pública no Brasil: relação entre zoonoses e saneamento. *Scire Salutis*, 7, 27-37, Disponível: <http://doi.org/10.6008/SPC22369600.2017.001.0003>. Acesso em: 15 de jul. 2018
- Rodrigues, L. C., Silveira Junior, J., Silva, I. C. L., Dantas, A. 2018. Cartografia do saneamento básico do Rio Grande do Norte. *Confins*: 34, 34 - 45 Disponível: <https://journals.openedition.org/confins/12915#tocfrom1n1>. Acesso: 17 jul. 2018.

- Salles, M. C. T., Grigio, A. M., Silva, M. R. F. 2013. Expansão urbana e conflito ambiental: uma descrição da problemática do Município de Mossoró – RN/ Brasil. *Sociedade & Natureza: Uberlândia*. 25, 281 – 290.
- Santos, F. F. S.; Daltro filho, J. 2015 . O uso do indicador de salubridade ambiental (isa) para análise do saneamento básico na sede do município de Brejo Grande/SE. *Revista Eletronica do IBEAS*, 6, 1-7.
- Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos, 1998. Plano Estadual de Recursos Hídricos, Relatório Síntese: Natal, Rio grande do Norte. p. 267.
- Siqueira, M. S., Rosa, R. S., Bordin, R., Nugem, R. C. 2017. Hospitalizaciones por enfermedades relacionadas com saneamiento ambiental inadecuada em la red pública de la región metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, 2010 – 2014. *Epidemiologia e Serviço de Saúde*, 26, 785 -796. Disponível: <https://doi.org/10.5123/S1679-49742017000400011>. Acesso: 17 jul. 2018.
- Silva, A. A., Costa, D. F. S., Grigio, A. M., Rocha, R. M. 2015. Análise da Paisagem aplicada a caracterização e planejamento ambiental da mapa ciliar do trecho urbano do Rio Apodi-Mossoró (Mossoró/RN-Brasil). *Boletim Gaúcho de Geografia*. 42, 300 – 318.
- Silva, A. A., Lucena Filho, M. A., Rocha, R. M. 2017. Recuperação de áreas degradadas em um sistema fluvial urbano do semiárido (Mossoró/RN) com auxílio da ferramenta SIG. *Ciência e Natura*, 39, 366 – 377.
- Shahid, S. U., Iqbal, J., Hasnaim, G, 2014. Groundwater quality assessment and its correlation with gastroenteritis using GIS: a case study of Rawal Town,Rawalpindi, Pakistan. *Environ Monit Assess*. 186: 7525 – 7537.
- Souza, M. M.; Santos, A. S. P. 2018. Água potável, água residuária e saneamento no Brasil e na Holanda no âmbito do Programa de Visitação Holandês - DVP: Dutch Visitors Programme. *Engenharia Sanitária e Ambiental*. 21, 387 – 395.
- Souza, A. C. M., Silva, M. J. F., Nildo, S. D. 2015. Gestão de recursos hídricos: o caso da bacia hidrográfica Apodi/Mossoró (RN). *Irriga: edição especial*: 280 – 296. Disponível: <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2012v1n01p280>.
- Souza, C. A. B., Oliveira, E. L., Avelino, M. B., Rodrigues, R. C. D., Rodrigues, M. P., Ferreira, M. A. F.; Medeiros, W. R. 2015. Qualidade da água consumida em unidades de educação infantil no Município de Mossoró – RN. *Revista Ciência Plural*: 1, 57-67.
- WHO. World Health Organization. 2015. Water sanitation and hygiene in health care facilities: status in low and middle-income countries and way forward, Geneva. 1-35.