

# Utilização do SIG para a avaliação de indicadores de saneamento na Região Metropolitana de Fortaleza

*Use of GIS for the evaluation of sanitation indicators in the Metropolitan Region of Fortaleza*

• **Data de entrada:**  
26/03/2019

• **Data de aprovação:**  
29/08/2019

Rafaela Schramm Viana<sup>1\*</sup> | Bruno Parente Leitão de Castro<sup>1</sup> | Erika da Justa Teixeira Rocha<sup>1</sup>

DOI: <https://doi.org/10.36659/dae.2020.083>

## ORCID ID

Viana RSV  <https://orcid.org/0000-0002-4743-950X>

Castro BPL  <https://orcid.org/0000-0001-6748-7202>

Rocha EJT  <https://orcid.org/0000-0003-2247-3055>

## Resumo

O estudo objetiva analisar o desempenho da cobertura dos serviços de abastecimento de água, coleta de esgoto e manejo e disposição final de resíduos sólidos por meio do Sistema de Informação Geográfica (SIG) na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) entre os anos de 2007 e 2017, baseando-se em informações de indicadores disponibilizados no Sistema Nacional de Informação de Saneamento (SNIS). A metodologia compreende classificar os indicadores de acordo com parâmetros predefinidos, espacializar os dados com uso de SIG para elaboração de mapas temáticos, calcular um índice de saneamento e, por fim, dispor os resultados em forma de *ranking*. De modo geral, concluiu-se que, apesar dos avanços dos serviços de saneamento ao longo do período estudado, a sua universalização ainda se mostra distante para a maioria dos municípios da RMF.

**Palavras-chave:** Saneamento Básico. Índice de Saneamento. SIG.

## Abstract

*This study aims to analyze the provision of water supply, sanitary sewage and solid waste management and disposal through a Geographic Information System (GIS) in the Metropolitan Region of Fortaleza (RMF) during the period of 2007 to 2017, based on information from indicators available in the National Sanitation Information System (SNIS). The methodology includes classifying the indicators according to predefined parameters, spatializing the data using GIS for thematic maps, calculating a sanitation index, and, finally, arranging the results in the form of ranking. In general, it was concluded that despite the progress made by sanitation services throughout the studied period, its universalization is still distant for most municipalities of the RMF.*

**Keywords:** Basic Sanitation. Sanitation Index. GIS.

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Maracanaú – Ceará – Brasil.

\* **Autora correspondente:** [rafaela.schramm@gmail.com](mailto:rafaela.schramm@gmail.com).

## 1 INTRODUÇÃO

No mundo atual, cerca de 2,1 bilhões de pessoas não são assistidas por serviços de gerenciamento seguro de água potável<sup>1</sup> e mais que o dobro disso, representando cerca de 60% da população, ainda carece de serviço de saneamento adequado<sup>2</sup> (OMS e UNICEF, 2017).

No Brasil, de acordo com os dados do Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento (SNIS - ano base 2017), cerca de 39 milhões de brasileiros não são favorecidos com abastecimento de água tratada, mais de 100 milhões de pessoas não possuem disposição adequada para seu esgoto e aproximadamente 2.500 municípios, ou 45% do total, ainda enviam seus resíduos domiciliares para lixões.

O acesso aos serviços de saneamento básico é um dos principais aspectos para a promoção da saúde pública, tendo em vista que sua repercussão é de suma importância para a melhoria da qualidade de vida da população, influenciando nos processos de desenvolvimento econômico e social, abrangendo, conforme estudos mais recentes do Instituto Trata Brasil, até os setores de educação, turismo, produtividade e valorização imobiliária (TRATA BRASIL, 2018), além de contribuir diretamente para a proteção dos recursos naturais.

A Organização das Nações Unidas tem impulsionado o aumento do acesso ao serviço de saneamento seguro e confiável com o estabelecimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial o Objetivo 6, que visa “assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos” até 2030.

Nesse contexto, para o mesmo ano, o Brasil possui como meta a universalização do acesso aos serviços de saneamento como um direito social, conforme consta no Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) fundamentado na Lei Nacional do Saneamento Básico (LNSB) Lei nº 11.445/2007, que representa o marco legal do saneamento básico no Brasil. Porém, para o cumprimento desse objetivo, é necessário acompanhar a situação do saneamento nos municípios para dimensionar esforços e recursos (NIRAZAWA e OLIVEIRA, 2018).

Os autores ainda afirmam que, por meio do monitoramento do serviço de saneamento, os municípios passam a acompanhar e avaliar serviços prestados e identificar oportunidades, além de dar subsídios para o desenvolvimento de políticas e implantação de estratégias, contribuindo, desse modo, para a melhor execução dos serviços demandados pela sociedade, de acordo com os requisitos legais exigidos pela legislação vigente.

Diversos estudos têm mostrado o uso de indicadores de desempenho como uma importante ferramenta para o monitoramento dos serviços de saneamento (NIRAZAWA e OLIVEIRA, 2018; PEREIRA et al., 2018, SOUSA et al., 2017; SCHWEMLEIN et al., 2016, VON SPERLING e VONSPERLING, 2013), por sua capacidade de sintetizar os aspectos mais relevantes do tema em um só dado, facilitando sua compreensão e análise.

Santos e Pereira (2016) afirmam que sua utilização vem em conjunto com programas que buscam organizar e armazenar o banco de dados gerado, porém o uso desses softwares não

<sup>1</sup> Entende-se como gerenciamento seguro de água potável, quando o serviço está localizado no local, é acessível quando necessário e está livre de contaminação (WHO e UNICEF, 2017).

<sup>2</sup> Já saneamento adequado de acordo com os autores, refere-se a disposição correta e segura no local de geração ou tratamento adequado fora das dependências do gerador. Contudo, a Política Nacional do Saneamento Básico (PNSB) (Lei nº 11.445/2007) define saneamento como “conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo de água pluviais.” (BRASIL, 2007).

permite a visualização cartográfica associada às informações contidas neles. Logo, um Sistema de Informação Geográfica (SIG) dispõe de uma plataforma capaz de realizar análises complexas, ao fazer a integração de dados de diversas fontes e criar banco de dados georreferenciados (SANTOS e RIBEIRO, 2017).

Dessa forma, analisar os indicadores de desempenho dos serviços de saneamento básicos prestados, em conjunto com a aplicação do SIG na elaboração de mapas temáticos, busca auxiliar na identificação das deficiências e na sinalização de estratégias que minimizem os problemas enfrentados, tornando-se uma importante ferramenta para a tomada de decisões.

O presente estudo tem como objetivo analisar o desempenho dos indicadores de saneamento no que concerne a universalização dos serviços de abastecimento de água, coleta de esgoto e manejo e disposição final dos resíduos sólidos dos municípios que compõem a Região Metropolitana de Fortaleza, por meio de ferramentas de SIG entre os anos de 2007 e 2017. O espaço temporal do estudo foi estabelecido entre os anos de 2007, em função da promulgação da LNSB, que passou a ser considerada um divisor de águas para o setor, fomentando novos investimentos e instrumentos de gestão inovadores para o país (VENTURA e LOPES, 2017), e 2017, último ano com dados disponibilizados pelo SNIS.

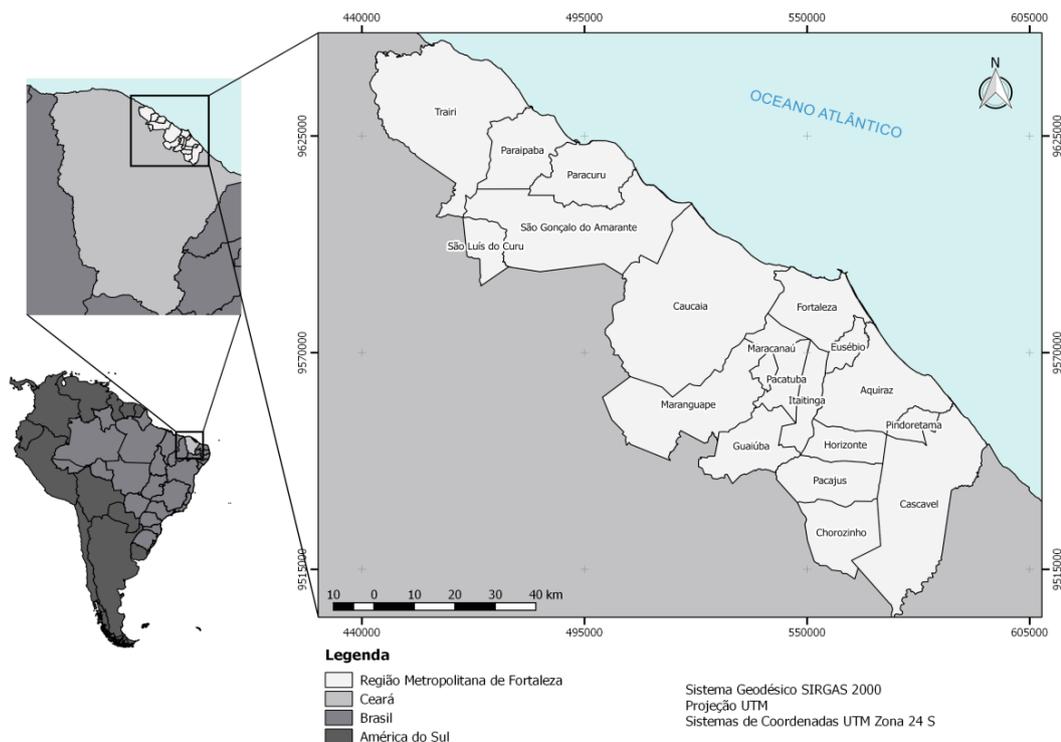
Ressalta-se que, para fins deste trabalho, a prestação de serviços de saneamento básico contempla apenas o que se refere a abastecimento de água, coleta de esgoto e manejo e disposição final de resíduos sólidos.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Área de estudo

A Região Metropolitana Fortaleza (RMF), também conhecida como Grande Fortaleza, está situada na porção nordeste do estado do Ceará, como consta na Fig. 1. Sua criação se deu por meio da Lei Complementar Federal nº 14/1973, com um quantitativo inicial de cinco municípios (Fortaleza, Caucaia, Maranguape, Pacatuba e Aquiraz).

Porém, desde 2014, sua abrangência passou a contar com 19 municípios, que contemplam uma área de aproximadamente 7.440 km<sup>2</sup>, ou 5% do estado do Ceará. A região possui uma significativa participação econômica, representando 64,6% do PIB estadual (IPECE, 2018) e, de acordo com os dados divulgados em 2018 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a RMF é a sexta região metropolitana mais populosa do Brasil, e a primeira do Nordeste, com mais de 4,0 milhões de habitantes, correspondendo a aproximadamente 45% da população do estado (Tabela 1).



**Figura 1** – Mapa de localização da Região Metropolitana de Fortaleza.

Fonte: Elaborado pela autora.

**Tabela 1** – População total dos municípios da RMF no ano de 2018.

Município	População Total (hab.)
Aquiraz	79.563
Cascavel	71.499
Caucaia	363.982
Chorozinho	19.345
Eusébio	52.880
Fortaleza	2.643.247
Guaíba	26.472
Horizonte	66.114
Itaitinga	39.518
Maracanaú	226.128
Maranguape	127.098
Pacajus	71.193
Pacatuba	83.157
Paracuru	34.097
Paraipaba	32.700
Pindoretama	20.748
São Gonçalo do Amarante	48.516
São Luís do Curu	12.938
Trairi	55.535
<b>Região Metropolitana de Fortaleza</b>	<b>4.074.730</b>
<b>Ceará</b>	<b>9.075.649</b>

Fonte: IBGE, 2018.

## 2.2 Base de dados

Os indicadores analisados no presente estudo tiveram como fonte os dados fornecidos pelo SNIS, do Ministério das Cidades, o qual visa oferecer informações de caráter operacional, gerencial, financeiro e de qualidade da prestação de serviços de água, esgotos e manejo de resíduos sólidos (SCHNEIDER, 2010), sendo, atualmente, o principal banco de dados brasileiro desse setor.

Foram consultados os Diagnósticos dos Serviços de Água e Esgoto e do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos referentes aos anos de 2017 (BRASIL, 2019), além de dados obtidos por meio da série histórica do sistema, ferramenta que possibilita a análise do comportamento dos indicadores, além de seu desenvolvimento para o cumprimento de metas.

### 2.3 Seleção dos indicadores

A definição dos indicadores teve como pressuposto analisar os serviços de saneamento, no que diz respeito ao abastecimento de água, coleta de esgoto e manejo de resíduos sólidos por meio do princípio de universalização presente

na Lei nº 11.445/2007. Logo, foram selecionados os seguintes indicadores: índice de atendimento urbano de água, índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água e taxa de cobertura do serviço de coleta de resíduos domiciliar (RDO) em relação à população urbana (Tabela 2).

**Tabela 2** – Indicadores estudados.

Código	Indicador	Equação	Unidade
IN023	Índice de atendimento urbano de água	$\frac{AG026}{GE06a} \times 100$	%
IN024	Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água	$\frac{ES026}{GE06a} \times 100$	%
IN016	Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana	$\frac{CO050}{POP\_URB} \times 100$	%
<b>Parâmetros</b>			
AG026: população urbana atendida com abastecimento de água			
ES026: População atendida com esgotamento sanitário			
GE06a: População urbana residente do(s) município(s) com abastecimento de água			
CO050: População urbana atendida no município, abrangendo o distrito-sede e localidades			
POP_URB: População urbana do município (Fonte: IBGE)			

Fonte: BRASIL, 2019.

O critério de avaliação de desempenho dos indicadores teve como referência o disposto pela Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará (ARCE) em sua Resolução nº 222/2017. De acordo com o documento, os indicadores são classificados em quatro níveis, diferenciados em função da distância do resultado apurado ao target definido, como é possível verificar na Tabela 3.

Para definição dos parâmetros dos indicadores de água e esgoto baseou-se no item 5.2 do Anexo Único da supracitada resolução. No que concerne ao indicador de coleta de resíduos sólidos, utilizou-se como referência o valor da média do indicador para região Nordeste, 97,2%, disposto no Diagnóstico de Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos de 2017.

**Tabela 3** – Critérios de avaliação de desempenho dos indicadores e parâmetros de referência.

Classificação	Targets	Valores de Referência		
		IN023	IN024	IN016
■ (azul)	Excelente	≥ 95%	≥ 95%	≥ 95%
■ (verde)	Bom	≥ 80% e < 95%	≥ 80% e < 95%	≥ 90% e < 95%
■ (amarelo)	Mediano	≥ 60% e < 80%	≥ 50% e < 80%	≥ 70% e < 90%
■ (vermelho)	Ruim	< 60%	< 50%	< 70%

Fonte: Elaborado a partir de dados da ARCE, 2017.

Por sua vez, os municípios que não informaram dados referentes aos indicadores em questão foram sinalizados com a cor branca.

## 2.4 Índice de saneamento e Ranking

Como forma de comparar o desempenho da universalização do saneamento básico de modo integral na região em estudo, realizou-se o cálculo do índice de saneamento (IND) nos anos de 2007 e 2017, o qual avalia o percentual da população urbana atendida pelos serviços de abastecimento de água (IN023), coleta de esgoto (IN024) e coleta de resíduos sólidos (IN016), sendo este último ponderado de acordo com sua destinação (Eq. 1).

$$IND = \frac{IN023 + IN024 + (IN016 \times FD)}{3} \quad (1)$$

Considerou-se como condicionante do indicador de resíduos sólidos a variável UP003, que diz respeito ao tipo de unidade de processamento, ou seja, sua destinação final. Essa medida teve o intuito de atribuir um fator relacionado ao tipo de destinação dada aos resíduos sólidos coletados por cada município, fator de destinação (FD), dando vantagem aos que destinam de forma ambientalmente adequada (Tabela 4).

**Tabela 4** – Fator de destinação por tipo de unidade.

Tipo de Unidade (UP003)	Fator de destinação
Lixão	0
Aterro Controlado	0
Aterro Sanitário	1

Dentre as formas de disposição final de resíduos sólidos, apenas aterros sanitários são adequados, pois contam com sistemas de proteção ambiental e de segurança do trabalho, tanto na sua operação como no monitoramento (Brasil, 2019).

Posteriormente, construiu-se um *ranking* de saneamento com os índices calculados.

## 2.5 Elaboração dos mapas

Para análise dos indicadores, utilizou-se o QGIS, um *software* livre de geoprocessamento que permite o manuseio de bases de dados geoespaciais matriciais e vetoriais em um ambiente de banco de dados geográficos. Por meio dessa análise, é possível ter uma visualização espacial dos dados por meio da confecção de mapas temáticos.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos tópicos subsequentes seguem os indicadores analisados, assim como a discussão dos resultados obtidos.

### 3.1 IN023 – Índice de atendimento urbano de água (%)

O acesso ao abastecimento de água compõe um dos serviços básicos fundamentais para o desenvolvimento de uma população, sendo crucial não somente para a saúde humana, como também para promoção de qualidade de vida. Para Cairncross (2018), em uma visão ainda mais abrangente dos benefícios advindos com o saneamento, estes também contribuem para conforto, conveniência, status social, privacidade e benefícios estéticos, podendo, em certa medida, ser resumidos pela palavra dignidade.

O indicador de abastecimento de água no período analisado (Fig. 2) mostrou avanços abaixo do esperado, passando de 53% em 2007 para 67,3% em 2017, valor inferior em relação à média do Brasil, 93%, e do próprio estado onde a região está localizada, 76,2%.

Utilizando metodologias similares para análise desse indicador, estudos mostraram que o alcance para sua universalização já não é mais

preocupação para outros estados brasileiros há quase uma década. Costas et al. (2013) evidenciaram que em 2010 mais de 89% dos municípios mineiros já contava com a universalização desse serviço. Em Caldo e Filho (2014), durante todos os anos entre 2007 e 2012 o indicador se aproximava do seu valor máximo, mostrando que os municípios da Bacia do Alto do Paraguai, Mato Grosso do Sul, já estavam a poucos passos da universalização.

Ao comparar a meta com o indicador A2 do PLANSAB, cuja definição faz menção ao indicador em questão para o ano de 2018, a região Nordeste deveria estar próxima de alcançar a universalização desse serviço, atendendo por volta de 90% de sua população. Este dado infere que, se novas medidas para a expansão do serviço de abastecimento de água não forem tomadas, a RMF só atingiria a meta em meados de 2034.

Entre os municípios analisados, Pacatuba obteve o maior desenvolvimento do indicador, passando a atender 83,5% em 2017, crescimento de mais de 60% em relação a 2007, enquanto Pindoretama destacou-se por ser o único município a se manter com a classificação excelente, atendendo em 2017 99,1% de sua população urbana. A capital cearense, Fortaleza, também apresentou um bom desempenho, mantendo-se a uma média de 86% de atendimento por ano. Aquiraz e Trairi, por sua vez, mantiveram-se durante todo o período da análise com os in-

dicadores mais baixos, atingindo no último ano avaliado menos de 45% de sua população.

A partir da análise dos mapas, notou-se que os dados apresentaram dois períodos distintos de desenvolvimento. O primeiro período deu-se do ano de 2007 a 2011, no qual ocorreu o avanço do desempenho do indicador, atingindo, neste último, sua melhor média de atendimento, 83,5%. Dos onze municípios classificados como ruim em 2007, três progrediram para mediano, quatro para bom e dois para excelente, com destaque, mais uma vez, para o município Pacatuba, com 98,4%. No entanto, constatou-se que no período seguinte, de 2011 a 2017, a média apresentou tendência decrescente a uma taxa de 2,33% ao ano, provocando a diminuição dos valores dos indicadores de 2017 em comparação ao ano de melhor desempenho, ou seja, 2011.

Esse comportamento pode estar atrelado a diversos fatores, dentre eles a elevada dispersão populacional, a facilidade de acesso a captações particulares por parte dos usuários e reduzida capacidade econômica dos usuários para aderir ao serviço (CEARÁ, 2017), além de a região ter passado por uma escassez hídrica nesse período, o que pode estar afetando fortemente o atendimento do abastecimento de água.

Contudo, em uma análise geral, aproximadamente 74% dos municípios apresentaram melhorias, mesmo que modestas, quanto aos valores informados em 2007.

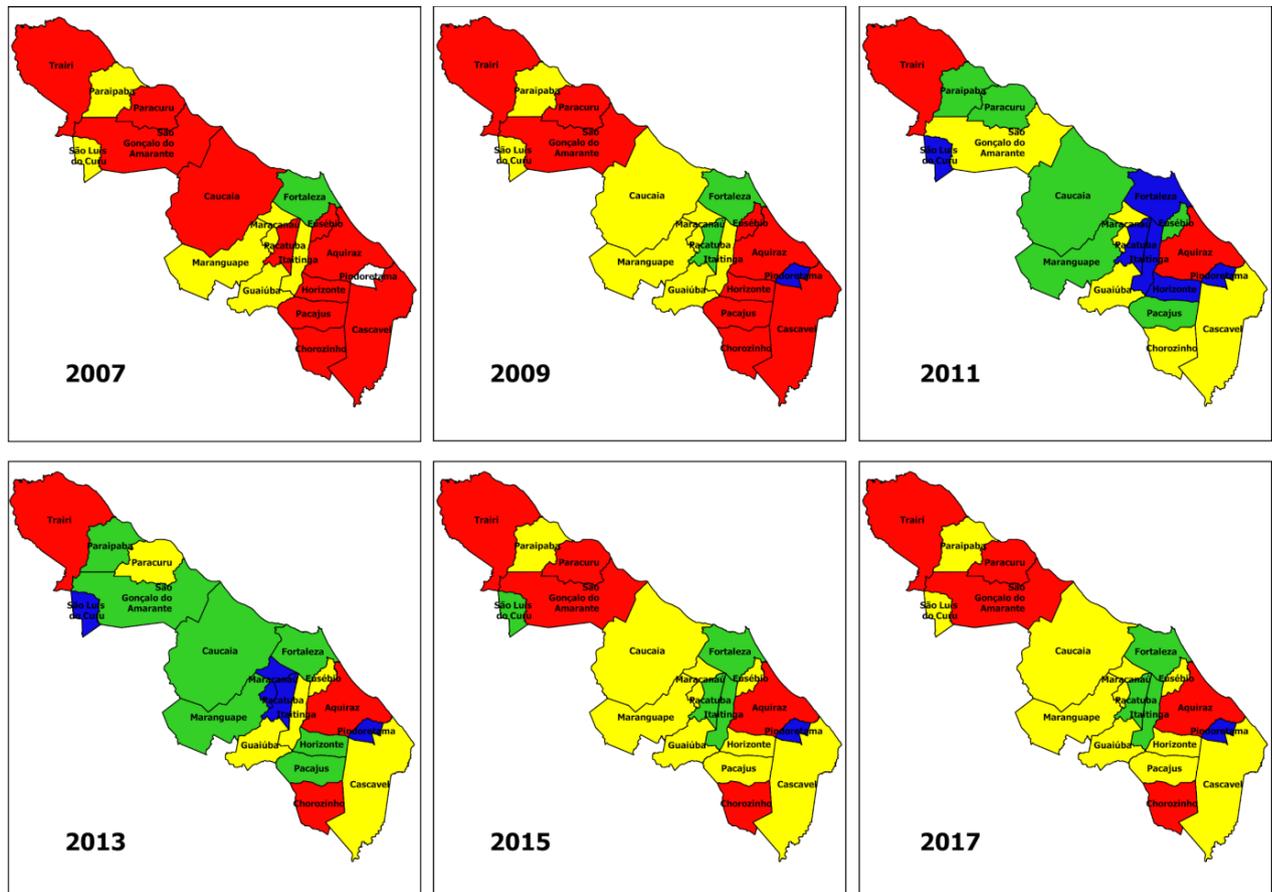


Figura 2 – Índice de atendimento urbano de água dos municípios da RMF.

### 3.2 IN024 – Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água (%)

Por meio da análise da Fig. 3, é possível perceber a deficiência do serviço de esgotamento sanitário na área de abrangência do estudo, uma vez que, na maioria dos períodos analisados, mais de 90% dos municípios atendiam a menos de 50% de sua população.

Entre os anos de 2007 a 2017 houve um avanço tímido do percentual da população urbana atendida pela rede de esgoto, passando de 11,4% para 16,6%, média muito abaixo da nacional (60,2%), e até mesmo de sua macrorregião, Nordeste (34,8%), no ano de 2017.

Pacatuba, por mais uma vez, apresentou os melhores resultados e avanços ao longo do tempo, com crescimento do indicador em torno de 36%. No entanto, apesar do seu desempenho, em 2017 mais da metade de sua população urbana ainda não era beneficiada com esgotamento sanitário pelo prestador de serviço.

Outro aspecto relevante é a posição do município de Fortaleza. Devido ao seu poder político, financeiro e econômico, esperavam-se melhores resultados ao longo dos anos. Todavia, seu desenvolvimento estagnou, ficando na média dos 50% durante o período avaliado. Esse dado pode estar diretamente relacionado aos investimentos realizados na área do saneamento; de acordo

com o Ranking do Saneamento Básico, produzido pelo Instituto Trata Brasil em 2016, a capital cearense apresentou uma redução de 118,25 milhões de reais investidos no setor entre os anos de 2012 e 2016.

Os municípios de Itaitinga, Cascavel e Pacajus obtiveram os piores resultados em 2017, apresentando resultados de apenas 1,6%, 1,5% e 3,3%, respectivamente, acentuando ainda mais a situação crítica e o desafio da universalização desse serviço na região. Para Cabedo Junior et al. (2018), o baixo índice é preocupante, posto que a ausência de saneamento básico fomenta problemas econômicos, diferenças sociais e impactos ambientais, além de constantes casos de contração de algumas doenças.

Nessa perspectiva, Freeman et al. (2017) encontraram evidências que sugerem a importância do saneamento em vários desfechos para saúde, incluindo entre eles diarreia, ancilostomose, traçoma ativo e esquistossomose. Em relação aos impactos ambientais, Bezerra et al. (2018) realizaram análise da qualidade físico-química de água subterrânea de poços situados na RMF e relataram que 66,3% das 30 amostras não atenderam ao padrão de potabilidade, tendo o nitrato como parâmetro mais alarmante; elevados valores desse parâmetro em aglomerados humanos estão associados principalmente à contaminação do lençol freático por esgotos domésticos.

Durante a análise dos dados foi constatada inconsistência nas informações disponibilizadas, dificultando uma análise mais precisa quanto

ao comportamento desse indicador em alguns municípios da RMF. É o caso do município de Chorozinho, que respondeu a pesquisa somente no período compreendido entre 2013 e 2015, obtendo valores de excelência no atendimento; contudo, apresentou ausência no fornecimento dos dados nos anos subsequentes. Outro exemplo é o município de São Luís do Curu; entre os quatro anos respondidos, um deles foi classificado como excelente, com 99,6% da sua população atendida, dando a impressão da universalização deste quesito. Porém, nos anos consecutivos, esse valor não chegou aos 8%, gerando, assim, incerteza quanto à real situação da prestação desse serviço.

Batista (2018) afirma que essas lacunas de informações ou seu preenchimento equivocado devem-se, principalmente, à falta de controle sobre os dados pelos próprios prestadores ou falta de capacitação dos responsáveis pelo preenchimento do sistema, uma vez que os dados apresentados no SNIS são autodeclarados pelos prestadores de serviço e não passam por uma etapa de verificação externa, o que pode resultar em imprecisão nos dados fornecidos.

No entanto, como forma de garantir a melhoria da qualidade e a veracidade das informações sobre o saneamento básico, foi divulgada a Portaria nº 719, de 12 de dezembro de 2018, a qual instituiu metodologia para auditoria e certificação de informações do SNIS, relacionada aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, por parte das agências reguladoras.

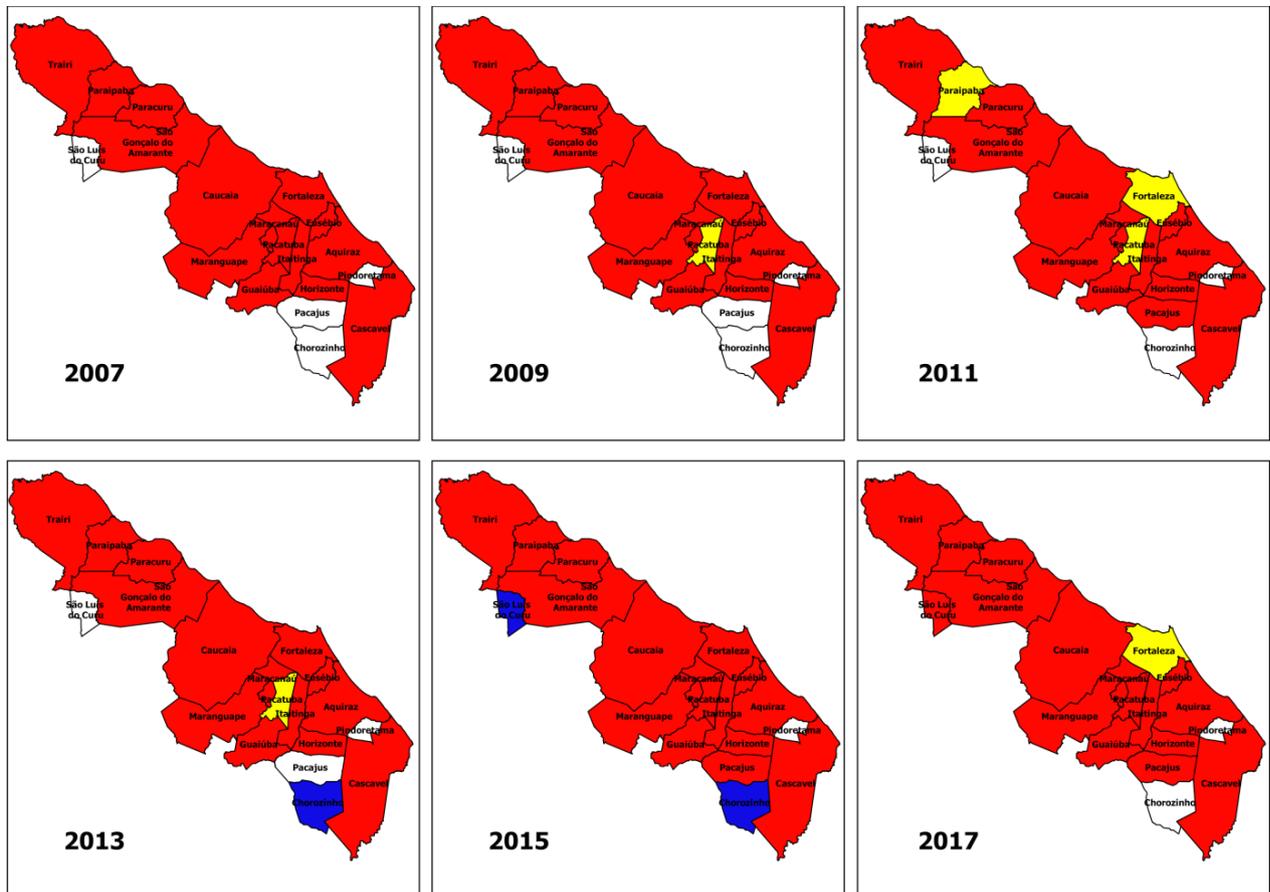


Figura 3 – Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água da RMF.

### 3.3 IN016 - Taxa de cobertura do serviço regular de coleta domiciliar em relação à população urbana (%)

Acerca deste indicador, a Fig. 4 mostra a evolução da taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar em relação à população urbana da RMF de 2007 a 2017.

Durante o período avaliado, houve substancial expansão nas respostas ao indicador, de 5 para 14 municípios. Dos que responderam ao SNIS em 2007, três foram enquadrados como excelentes, cobrindo 100% de sua demanda, um como bom (92,8%) e outro como mediano (70,12%). Entre os indicadores estudados, este foi o único que apresentou desempenho positivo em todos os anos, resultando em uma média de aproximadamente 71% em 2017, no qual os municípios

de Aquiraz, Eusébio, Maracanaú, Maranguape, Pindoretama e São Gonçalo do Amarante registraram taxa de cobertura de 100%. Além desses, outros seis também foram classificados como excelentes, ou seja, possuem serviços universalizados de coleta de resíduo sólido urbano. Todavia, apesar dos inegáveis avanços no setor, sua média em 2017 encontra-se ainda muito inferior à nacional, 98,8%.

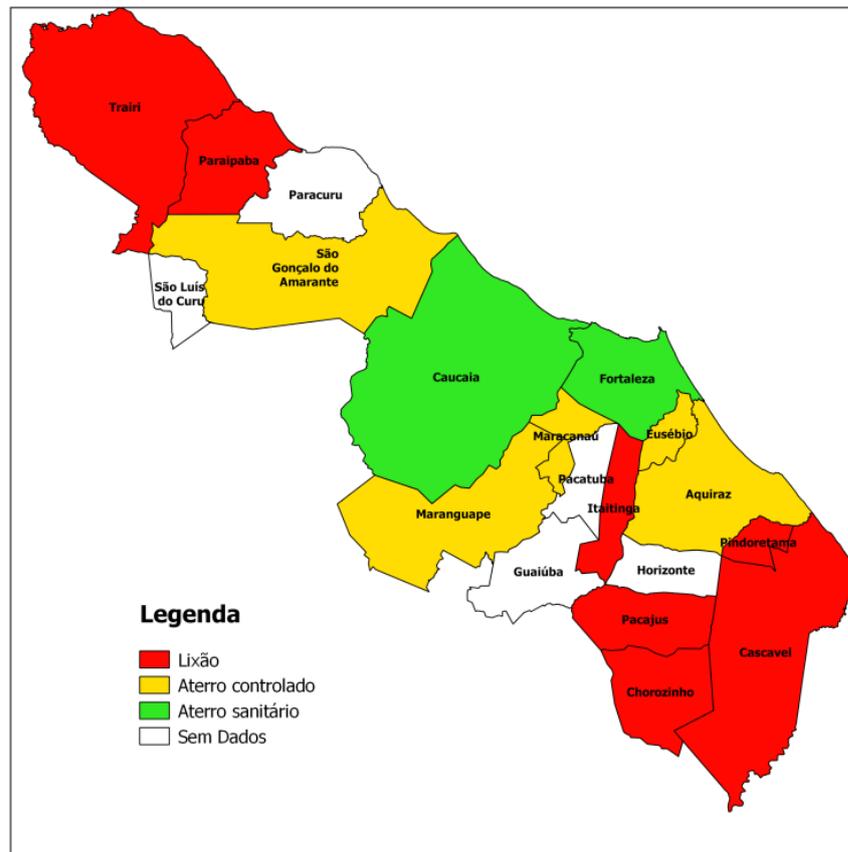
Por mais uma vez, a falta de informações de alguns municípios no período avaliado dificultou a interpretação do desempenho do indicador, como o caso do município de Guaiúba, que respondeu ao sistema apenas no ano de 2007, registrando que toda sua população urbana era coberta pelo serviço; no entanto, nada pode ser afirmado quanto ao seu comportamento nos



com cautela, pois Horizonte, no ano de 2017, não informou dado quanto ao indicador de coleta de resíduos sólidos, tendo o resultado de seu índice desfavorecido, uma vez que é um dos três municípios da região que destinam de maneira adequada seus resíduos sólidos, informação fundamentada no Diagnóstico de Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos de 2016 (BRASIL, 2016).

No tocante à destinação adequada dos resíduos sólidos, apenas os municípios de Caucaia, Forta-

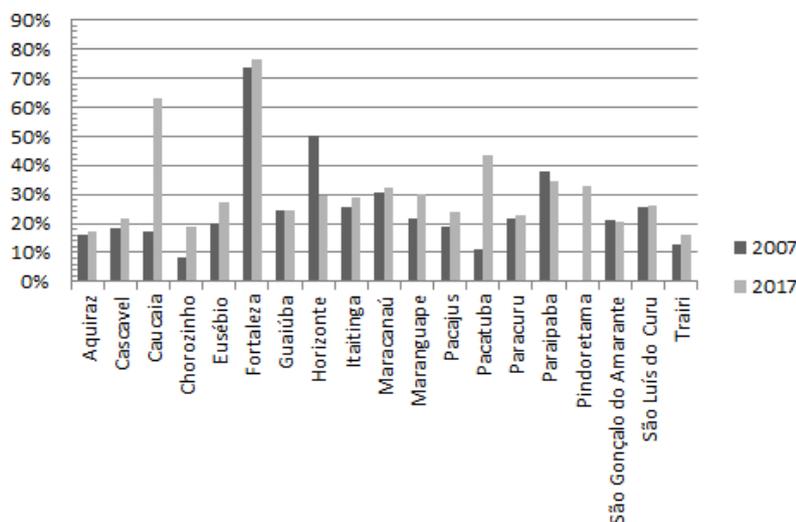
leza e Horizonte mostraram-se conformes quanto às diretrizes dispostas na Política Nacional de Resíduos Sólidos Lei nº 12.305/2010, visto que possuem aterros sanitários para atendê-los. A referida lei também determina o encerramento dos lixões até 2014, contudo, mesmo após a prorrogação do prazo para 2018 para capitais e municípios de região metropolitana, seu cumprimento por toda a RMF parece distante, devido ao número de municípios que ainda destinam seus resíduos a céu aberto (Fig. 5).



**Figura 5** – Unidades de processamento da RMF.

Pode-se perceber que mesmo após uma década a RMF não mostrou grandes avanços quanto ao índice de saneamento básico, passando de 24% para apenas 31%. Esse comportamento está relacionado estritamente ao fator de destinação

(FD), uma vez que o indicador que apresentou maior crescimento foi o de coleta de resíduos sólidos. Porém, devido à destinação ambientalmente inadequada de grande parte dos municípios, permaneceu com seus dados nulos.



**Figura 6** – Comparação dos índices de saneamento dos anos de 2007 e 2017.

Os índices do último ano da análise foram dispostos em forma de *ranking*, sendo classificados do maior ao menor valor (Tabela 4).

Nacionalmente, há dois trabalhos relevantes em relação ao uso dessa ferramenta: o *ranking* do saneamento básico nas 100 maiores cidades do

Instituto Trata Brasil (2016) e o *ranking* ABES da Universalização do Saneamento da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (2018). Em ambos, os municípios da RMF avaliados apresentaram um desempenho insatisfatório nos serviços de saneamento básico.

**Tabela 4** – *Ranking* de saneamento da RMF no ano de 2017.

Posição	Município	Índice (%)
1ª	Fortaleza	76,70
2ª	Caucaia	62,91
3ª	Pacatuba	43,64
4ª	Paraipaba	34,43
5ª	Pindoretama	33,03
6ª	Maracanaú	32,15
7ª	Maranguape	29,95
8ª	Horizonte	29,62
9ª	Itaitinga	29,17
10ª	Eusébio	27,52
11ª	São Luís do Curu	26,26
12ª	Guaiúba	24,36
13ª	Pacajus	23,80
14ª	Paracuru	22,53
15ª	Cascavel	21,68
16ª	São Gonçalo do Amarante	20,68
17ª	Chorozinho	18,89
18ª	Aquiraz	17,27
19ª	Trairi	16,26

Como esperado, Fortaleza e Caucaia ocuparam as primeiras posições com vantagem sobre os demais municípios. Também se conjecturava

uma boa posição para o município de Pacatuba, devido ao seu desempenho favorável ao longo de todo o estudo.

## 4 CONCLUSÃO

Com o uso de SIG foi possível espacializar os dados de saneamento dos municípios da RMF e obter sua visualização por meio de mapas temáticos, de maneira simples e direta. Essa ferramenta apresentou-se como um importante recurso para utilização e interpretação dos indicadores, de modo a avaliar o desempenho e auxiliar na gestão dos serviços de saneamento.

De modo geral, o atendimento ao saneamento à população da RMF mostrou-se precário e preocupante, com passos ainda longos para o alcance dos princípios da universalização disposto na Lei nº 11.445/2007.

O atendimento de abastecimento de água, que para muitas regiões do Brasil já é um serviço fornecido de modo universal, na RMF vem seguindo uma tendência decrescente ao longo dos anos, apresentando em 2017 uma média bem inferior à nacional. Entretanto, o maior gargalo para o desempenho mais eficiente dos serviços de saneamento na RMF ainda diz respeito ao indicador de atendimento de esgoto urbano, que em alguns municípios não chega a 2%.

Apesar de apresentar os melhores resultados, o indicador de cobertura dos resíduos sólidos urbanos, quando comparado à sua destinação final, encontrou-se em quase sua totalidade em desacordo com a legislação vigente, dado que maior parte dos seus resíduos ainda são dispostos de maneira ambientalmente inadequada.

No que concerne ao índice de universalização do saneamento básico, observou-se que todos os municípios da RMF apresentaram valores insatisfatórios, atingindo menos de 80%, com o alarmante resultado de 16,26% para o município de Trairi. Esse valor denota um total descaso com o saneamento básico, o qual reflete diretamente na preservação da saúde pública, na melhoria da economia e no meio ambiente.

## 5 CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Todos os autores contribuíram de forma igualitária.

## 6 REFERÊNCIAS

- AGUIAR, R. B.; CORDEIRO, W. Monitoramento/Gestão de água subterrânea em microáreas estratégicas da região metropolitana de Fortaleza. In: Congresso Brasileiro De Águas Subterrâneas. Florianópolis: Abas, v. 12. 2002. **Anais...**
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA AMBIENTAL - ABES. **Ran-king ABES da universalização do saneamento**. Rio de Janeiro. 2018.
- BATISTA, C. B. S. **Panorama dos resíduos dos serviços públicos de saneamento básico no Brasil**. 2018. 38f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental), Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.
- BEZERRA, A. D. A.; ROCHA, J. C. da; NOGUEIRA, E. R.; SOUSA, D. M. L. de; ARAÚJO, F. G. D. M.; BRANDÃO, M. G. A.; PANTOJA, L. D. M. Análise situacional da qualidade de água subterrânea oriunda de poços da Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará, Brasil. **ACTA Biomédica Brasileira**. v. 9, n. 1. p. 94-104. 2018. <https://doi.org/10.18571/acbm.158>
- BRASIL. Lei 11.445 de 5 de janeiro de 2007. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, 8 jan. 2007.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Diagnóstico dos serviços e água e esgotos – 2017. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)**. Brasília: SNSA/MCIDADES. 2018.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Diagnóstico manejo de resíduos sólidos urbanos – 2016. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)**. Brasília: SNSA/MCIDADES. 2019.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Diagnóstico manejo de resíduos sólidos urbanos – 2017. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)**. Brasília: SNSA/MCIDADES. 2019.
- BRASIL. Ministério das Cidades. **Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB**. 2014. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/>>. Acesso em: 05 nov. 2018.
- BRASIL. Ministério das Cidades. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**. Brasília: SNSA/MCIDADES. Disponível em: <[www.snis.gov.br](http://www.snis.gov.br)>. Acesso em: 20 dez. 2019.
- CABEDO JUNIOR, F. das C. S.; CUNHA, K. B. da S.; AGUIAR, A. L. da S.; ARAÚJO, F. D. N. Saneamento: interferência na saúde pública e no desenvolvimento socioeconômico. **Revista da FAESF**. vol.2, n.3, p. 2-8. 2018.
- CAIRNCROSS, S. The public health benefits of urban sanitation in low and middle income countries. **Utilities Policy**, v. 51, p. 82-88. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2018.03.001>
- CALDO, L.A.; FILHO, F.J.C.M. SIG aplicado ao uso de indicadores de saneamento em municípios da Bacia do Alto Paraguai. In: 5º

Simpósio de Geotecnologias no Pantanal. Campo Grande, p.485-495. 2014. **Anais...**

CEARÁ. Resolução 222 de 31 de maio de 2017. **Diário Oficial do Estado do Ceará**. Fortaleza, 31 mai. 2017. p.86.

COSTA, S. A. B.; CÔRTEZ, L. S.; COELHO, T.; FREITAS, M. M. Indicadores em saneamento: avaliação da prestação dos serviços de água e de esgoto em Minas Gerais. **Revista UFMG**, Belo Horizonte, v. 20, n.2, p. 334-357. 2013. <https://doi.org/10.35699/2316-770X.2013.2704>

FREEMAN, M.C.; GARN, J.V.; SCLAR, G.D., BOISSON, S.; MEDLICOTT, K.; ALEXANDER, K.T.; PENAKALAPATI, G.; ANDERSON, D.; MAHTANI, A.G.; GRIMES, J.E. The impact of sanitation on infectious disease and nutritional status: a systematic review and metaanalysis. **Int. J. Hyg Environ. Health**. v. 220, n. 6, p. 928-949. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2017.05.007>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **IBGE CIDADES**, Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil> >, Acesso em: 13 de jan. 2019.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ - IPECE. **Panorama Socioeconômico das Regiões Metropolitanas Cearenses**. Fortaleza, 2018. Disponível em: <[https://www.ipece.ce.gov.br/wpcontent/uploads/sites/45/2018/12/PANORAMA\\_SOCIOECONOMICO\\_DAS\\_REGIOES\\_METROPOLITANAS\\_CEARENSES.pdf](https://www.ipece.ce.gov.br/wpcontent/uploads/sites/45/2018/12/PANORAMA_SOCIOECONOMICO_DAS_REGIOES_METROPOLITANAS_CEARENSES.pdf)>. Acesso em: 15 dez. 2019.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Benefícios econômicos e sociais da expansão do saneamento no Brasil**. 2018. Disponível em: < <http://tratabrasil.org.br/estudos/estudos-itb/itb/beneficios-e-economicos-e-sociais-da-expansao-do-saneamento-brasileiro>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

INSTITUTO TRATA BRASIL. Ranking do saneamento básico. 2018. Disponível em: < <http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/ranking-2018/realatorio-completo.pdf>>. Acesso em: 07 jan. 2019.

NIRAZAWA, A. N.; OLIVEIRA, S.V. W. B. Indicadores de saneamento: uma análise de variáveis para elaboração de indicadores municipais. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rap/index>>. Acesso em: 15 nov. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7612168118>

OMS e UNICEF. **Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baselines**. Geneva, p. 2 – 3. 2017.

PEREIRA, S. S.; CURI, R. C.; CURI, W. F. Uso de indicadores na gestão dos resíduos sólidos urbanos: uma proposta metodológica de construção e análise para municípios e regiões. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.23 n.3, pp.471-483. 2018. <https://doi.org/10.1590/s1413-41522018162872>

SANTOS, A.C.P.A.; PEREIRA, J.A.R. SIG no gerenciamento de sistema de abastecimento de água. **Revista DAE**. v. 64, n. 202, p. 76-86. 2016. <http://doi.org/10.4322/dae.2016.001>

SANTOS, G. C. F. dos; RIBEIRO, M. A. M. de F. Geoprocessamento aplicado à espacialização de serviço de abastecimento de água em municípios da Paraíba. **Revista InterScientia**, v. 5, n. 1, p. 92-104. 2017.

SCHNEIDER, D.D.; SANTOS, R.-, MARTINEZ, R.C.; COUTINHO, S.M.V.; MALHEIROS, T.F.; TEMÓTEO, T.G. Indicadores para serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário voltados às populações vulneráveis. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**. v.17, p. 65-76. 2010.

SCHWEMLEIN, S.; CRONK, R.; BARTRAM, J. Indicators for monitoring water, sanitation, and hygiene: a systematic review of indicator selection methods. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 13, n. 333, p. 1-15. 2016. <https://doi.org/10.3390/ijerph13030333>

SOUSA, G.M.; SALES, L.G. de L.; OLIVEIRA, F.F.D.; FIGUEIREDO, C.F.V. de; ARAÚJO, B.J.B.L. Análise da situação do abastecimento de água na cidade de Sousa através da construção e aplicação de um sistema de indicadores. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**. Pombal. v.11, n.2, p.90 -103. 2017.

VENTURA, G. K. A.; LOPES, F.A. Infraestrutura de saneamento básico e incidência de doenças associadas: uma análise comparativa entre Belo Horizonte e Ribeirão das Neves - Minas Gerais. **Caderno de Geografia**, v.27, n.51, p.788-805.,2017. <https://doi.org/10.5752/p.2318-2962.2017v27n51p788>

VON SPERLING, T. L.; VON SPERLING, M. Proposição de um Sistema de indicadores de desempenho para avaliação da qualidade dos serviços de esgotamento sanitário. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, n. 4, p. 313-322. 2013. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522013000400003>