

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONTROLADORIA**

**GABRIELA DE VASCONCELOS**

**ANÁLISE DO DESEMPENHO SUSTENTÁVEL DOS SISTEMAS DE**  
**ESGOTAMENTO SANITÁRIO MUNICIPAIS DE PERNAMBUCO**

**RECIFE**

**2018**

**GABRIELA DE VASCONCELOS**

**ANÁLISE DO DESEMPENHO SUSTENTÁVEL DOS SISTEMAS DE  
ESGOTAMENTO SANITÁRIO MUNICIPAIS DE PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Controladoria da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), como pré-requisito para a obtenção do título de Mestre em Controladoria.

**Orientador:** Prof. Dr. Márcio Sampaio Pimentel.

**RECIFE**

**2018**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

V331a

Vasconcelos, Gabriela de

Análise do desempenho sustentável dos sistemas de esgotamento sanitário municipais de Pernambuco / Gabriela de Vasconcelos. – 2018.

196 f. : il.

Orientador: Márcio Sampaio Pimentel.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Controladoria, Recife, BR-PE, 2018.

Inclui referências e apêndice(s).

1. Esgotamento sanitário 2. Desempenho sustentável  
3. Saneamento 4. Sistemas de esgotamento sanitário municipais I.  
Pimentel, Márcio Sampaio, orient. II. Título.

CDD 657

**GABRIELA DE VASCONCELOS**

**ANÁLISE DO DESEMPENHO SUSTENTÁVEL DOS SISTEMAS DE  
ESGOTAMENTO SANITÁRIO MUNICIPAIS DE PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Controladoria da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), como pré-requisito para a obtenção do título de Mestre em Controladoria.

**Linha de Pesquisa:** Estratégia, Desempenho e Controle.

Aprovada em: 23 de fevereiro de 2018

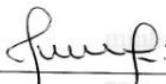
**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Dr. Márcio Sampaio Pimentel - Orientador  
Universidade Federal Rural de Pernambuco



Prof. Dr. Antônio André Cunha Callado  
Universidade Federal Rural de Pernambuco



Profª. Drª. Carla Regina Pasa Gómez  
Universidade Federal de Pernambuco

À Deus por ser presença viva em minha vida,  
aos meus pais Rosa Maria e Apolinário e a  
minha avó Marisa, os meus bens mais  
preciosos, que sempre estiveram ao meu lado  
em todos os momentos dessa caminhada.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por me guiar rumo à realização de mais um sonho, mas também, a todos os que contribuíram direta e indiretamente para a construção desta dissertação, estejam certos que sempre irei levá-los em minha memória. Em especial, agradeço à minha mãe, Rosa Maria Oliveira Teixeira de Vasconcelos, que me auxiliou não só como mãe zelosa que sempre foi, mas também como excelente professora e acadêmica que é, servindo-me sempre de fonte de inspiração. Ao meu pai Apolinário Teixeira de Vasconcelos Neto, por estar sempre ao meu lado em todos os momentos não só dessa empreitada, mas também da minha vida. À minha avó, Marisa Nascimento de Oliveira, pela sua fé em mim em todos os momentos dessa jornada.

Ao meu orientador Prof. Dr. Márcio Sampaio Pimentel pela paciência e orientação durante esses 2 anos de mestrado, aos membros da banca Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Carla Regina Pasa Gómez e Prof. Dr. Antônio André Cunha Callado pelo tempo dispensado e pelas valiosas contribuições prestadas, este último, agradeço também, na qualidade de coordenador do PPGC por todo o suporte prestado. À FACEPE agradeço pela confiança no trabalho realizado e por acreditar nos frutos do mesmo.

À todos os professores do PPGC-UFRPE, em especial Tânia Nobre, Adilson Celestino, Alessandra Ceolin e a professora Yumara Lúcia de Vasconcelos, que para mim foi mais que uma professora, tornou-se uma amiga e uma mulher que aprendi a admirar, não só como profissional, mas como pessoa, sendo uma figura fundamental durante todo o meu processo de crescimento e amadurecimento acadêmico e pessoal, serei eternamente grata à senhora por todo o carinho e atenção para comigo, acolhendo-me e incentivando-me sempre.

Aos professores de estatística da UFPE Bruno Campelo, Vicente Melo e Alessandro Henrique que foram essenciais para que eu pudesse desenvolver a metodologia estatística desse trabalho.

Às companheiros de batalha, sem os quais não teria chegado onde cheguei, a minha grande amiga Jackeline de Paula, que assumiu um papel de mãe e irmã durante todo o mestrado e na minha vida, a Sheila Israel pela parceria e companheirismo, servindo-me de inspiração como pessoa humilde e generosa e profissional dedicada, a Telma Maia pelas sempre sábias palavras de conforto e pela maturidade e tranquilidade com a qual enxergava a realidade passageira a qual estávamos passando, a Glauber Falcão, outro grande amigo que o mestrado me deu e exemplo de pessoa fabulosa e profissional competente, a Mário Filho, pelas ideias trocadas e pela serenidade e por ser um exemplo de dedicação, à Rafaela Bertino, por ser um exemplo de pessoa guerreira e batalhadora, a Eddie Raoni, Anália Lima e Givanildo que assim

como os demais uniram-se em prol de ajudarmos um ao outro rumo ao nosso objetivo comum, a conclusão do mestrado. Nossa turma foi um exemplo de união, generosidade, humildade e de que a união faz a força. Agradeço a cada um de vocês, pois cada um à sua maneira, me ensinaram bastante e contribuíram para o meu crescimento não só acadêmico e profissional, mas pessoal, e para a conclusão do mestrado.

Por fim, mas não menos importante, não poderia deixar de agradecer aos meus familiares, tios(as), primos(as), minha madrinha Josenir Faustino Leite e a todos os meus amigos(as) que sempre estiveram presentes, ao meu lado durante toda essa jornada.

*“Pies, ¿para qué los quiero si tengo alas para volar?”*  
Frida Kahlo

## RESUMO

Considerando a importância da temática do desenvolvimento sustentável nos dias atuais e os problemas ambientais e sociais enfrentados pela humanidade diante de um modelo de desenvolvimento baseado no crescimento econômico em detrimento de questões socioambientais, destaca-se a importância do estudo do desempenho sustentável para o alcance da sustentabilidade. Diante desse cenário, a preservação dos recursos hídricos se faz necessária a fim de evitar crises de escassez hídrica como a que ocorreu no Brasil em 2014 e evitar a proliferação de doenças causadas pela poluição desse recurso natural e outros transtornos causados a humanidade pela falta de saneamento básico. Assim, esse estudo teve como objetivo realizar a análise do desempenho sustentável dos sistemas de esgotamento sanitário de Pernambuco. Para tanto, adota uma abordagem exploratória-descritiva com base no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) para promover uma análise estatística dos dados contidos nesta base, assim, realizou-se análises de correlação entre variáveis de esgotamento sanitário e a análise multivariada de cluster a fim de identificar semelhanças de desempenhos entre os sistemas de esgotamento de 45 município analisados. Os resultados apontam que a Região Metropolitana do Recife (RMR) apresenta os indicadores de desempenho mais preocupantes do estado, de modo que a maioria de suas cidades compõem o *cluster* 1, o pior dentre os grupos analisados em termos de esgotamento sanitário, configurando tanto no ranking estadual de esgotamento quanto no ranking nacional de saneamento nas piores colocações com baixos índices de coleta, tratamento e atendimento de esgoto e baixos investimentos, com exceção de Recife que apresentou alto nível de investimento no setor. Ademais, os achados apontam que os *clusters* 2, 3 e 5 apresentam disparidades no acesso aos serviços de esgotamento sanitário entre as zonas urbanas e rurais, e, portanto, precisam da formulação de políticas públicas de expansão dos serviços de saneamento a fim de atender as populações rurais e assim promover a universalização do acesso. O *cluster* 4, por sua vez, é o primeiro colocado entre os grupos analisados no que diz respeito aos serviços de esgotamento, mas, apesar de seus bons índices de esgotamento, necessita de melhorias no atendimento urbano de esgoto. Por fim, têm-se que o índice de coleta de esgoto apresenta baixo desempenho na maior parte dos *clusters*, seguido pelos indicadores de extensão da rede de esgoto, atendimento total e tratamento de esgoto, assim percebe-se a necessidade de políticas públicas voltadas para o processo de coleta de esgoto e que tais políticas sejam acompanhadas por melhorias nos índices de extensão da rede e de tratamento de esgoto a fim de promover o maior atendimento urbano e total em esgotamento sanitário com vistas a universalização do acesso. Essas medidas,

prioritárias aliadas a programas de estímulo da elaboração e implementação dos Planos Municipais de Saneamento Básico favorecem o investimento no setor e ensejam o planejamento sistemático das ações de saneamento contribuindo para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) proposto pela Agenda 2030 da ONU e para o desenvolvimento sustentável do estado de Pernambuco.

**Palavras-chave:** Esgotamento sanitário. Desempenho sustentável. Saneamento. Sistemas de esgotamento sanitário municipais.

## **ABSTRACT**

Considering the importance of the sustainable development in the present day and the environmental and social problems faced by humanity in front of a model of development based on economic growth at the expense of social and environmental issues, stands out the importance of the study of sustainable performance to achieve sustainability. In this scenario, the preservation of water resources is necessary to avoid water shortage crisis as has occurred in Brazil in 2014 and avoid the proliferation of diseases caused by the pollution of this natural resource and other disorders caused to mankind by the lack of basic sanitation. Thus, this study aimed to conduct a analysis of the sustainable performance of sanitary sewage systems of Pernambuco. To this end, it adopts an exploratory-descriptive approach based on National Sanitation Information System (NSIS) to promote a statistical analysis of the data contained on this basis, thus correlation analyzes were performed between sewage system variables and a multivariate cluster analysis of a set of indicate similarities among the sewage system of 45 counties analyzed. The results show the fact of Metropolitan Region of Recife (RMR) presents the most worrisome indicators of performance of the state, so that most of cities make up group 1, worst among the groups of terms of sanitary sewage, with exception of the city of Recife that presented a high level of investment in the sector. In addition, the findings indicate that clusters 2, 3 and 5 present disparities in access to sanitary sewage services between urban and rural areas, and therefore require the formulation of public policies to expand sanitation services to serve rural populations and thus promoting the universalization of access. Cluster 4, in turn, is the first among the groups analyzed with regard to sewage services, but despite its good sanitary sewage rates, it needs improvements in urban sewage treatment. Finally, it is concluded that the sanitary sewage collection index presents poor performance in most clusters, followed by the sewerage system extension, total service and sewage treatment indicators, in this way perceives the need for public policies focused on the sanitary sewage collection process and that such policies are accompanied by improvements in the rates of extension of the sanitary sewage system and sewage treatment in order to promote greater urban and total sanitary sewage service with a view to universal access. These priority measures, combined with programs to stimulate the elaboration and implementation of Municipal Sanitation Plans, encourage investment in the sector and provide for the systematic planning of sanitation actions, contributing to the achievement of the Sustainable Development Objectives (ODS) proposed by Agenda 2030 of UN and for the sustainable development of the state of Pernambuco.

**Keywords:** Sanitary sewage. Sustainable performance. Sanitation. Municipal sewage systems.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Figura 1</b> - Evolução do saneamento básico no Brasil de 2014 à 2015 .....                                         | 60  |
| <b>Figura 2</b> - Evolução do saneamento básico no Brasil de 2014 à 2015 (Regiões) .....                               | 60  |
| <b>Figura 3</b> - Exemplos de sucesso internacional em saneamento.....                                                 | 64  |
| <b>Figura 4</b> - Principais indicadores de desenvolvimento Sustentável .....                                          | 72  |
| <b>Figura 5</b> - Comparação entre os principais modelos de indicadores de sustentabilidade .....                      | 73  |
| <b>Figura 6</b> - Contribuição do índice de progresso social aos objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU ..... | 76  |
| <b>Figura 7</b> - Procedimentos de coleta de dados no SNIS .....                                                       | 98  |
| <b>Figura 8</b> - Critérios de classificação das variáveis .....                                                       | 100 |
| <b>Figura 9</b> - Interpretação do coeficiente de <i>Spearman</i> .....                                                | 113 |
| <b>Figura 10</b> - Dendrograma da análise de cluster .....                                                             | 123 |

## LISTA DE FLUXOGRAMAS

|                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Fluxograma 1</b> - Etapas do tratamento de esgotos em uma ETE .....               | 42  |
| <b>Fluxograma 2</b> - Procedimentos metodológicos da pesquisa .....                  | 94  |
| <b>Fluxograma 3</b> - Processo decisório para construção da análise de cluster.....  | 116 |
| <b>Fluxograma 4</b> - Análise de cluster .....                                       | 122 |
| <b>Fluxograma 5</b> - Procedimentos estatísticos da análise de cluster no SPSS ..... | 122 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gráfico 1</b> - Melhoria das instalações sanitárias (% da população com acesso) no mundo (1999-2015).....                   | 44 |
| <b>Gráfico 2</b> - Melhoria das instalações sanitárias (% da população com acesso) no Brasil (1999-2015).....                  | 44 |
| <b>Gráfico 3</b> - Melhoria das instalações sanitárias do setor urbano (% da população com acesso) no mundo (1999-2015).....   | 45 |
| <b>Gráfico 4</b> - Melhoria das instalações sanitárias do setor urbano (% da população com acesso) no Brasil (1999-2015) ..... | 45 |
| <b>Gráfico 5</b> - Melhoria das instalações sanitárias do setor rural (% da população com acesso) no mundo (1999-2015).....    | 46 |
| <b>Gráfico 6</b> - Melhoria das instalações sanitárias do setor rural (% da população com acesso) no Brasil (1999-2015) .....  | 46 |
| <b>Gráfico 7</b> - Gastos em saúde no setor público (% do gasto total em saúde) no mundo (1999-2014).....                      | 46 |
| <b>Gráfico 8</b> - Gastos em saúde no setor público (% do gasto total em saúde) no Brasil (1999-2014).....                     | 47 |
| <b>Gráfico 9</b> - Taxa de mortalidade infantil – menores de 5 anos (por cada 1.000) no mundo (1960-2016).....                 | 47 |
| <b>Gráfico 10</b> - Taxa de mortalidade infantil de menores de 5 anos (por cada 1.000) no Brasil (1960-2016) .....             | 47 |
| <b>Gráfico 11</b> - Esperança de vida ao nascer, total (anos) no mundo (1960-2015) .....                                       | 48 |
| <b>Gráfico 12</b> - Esperança de vida ao nascer, total (anos) no Brasil (1960-2015).....                                       | 48 |
| <b>Gráfico 13</b> - Gráfico de acesso ao esgoto x casos de internações (2003-2013) .....                                       | 51 |
| <b>Gráfico 14</b> - Redução de internações com a universalização do saneamento (em mil casos).....                             | 51 |
| <b>Gráfico 15</b> - Mortalidade por infecções gastrointestinal x atendimento em saneamento.....                                | 51 |
| <b>Gráfico 16</b> - Saneamento x ganhos de remuneração .....                                                                   | 52 |
| <b>Gráfico 17</b> - Número de trabalhadores em turismo segundo proporção da população com acesso a esgoto .....                | 52 |
| <b>Gráfico 18</b> - Valor médio dos imóveis segundo a proporção da população com acesso a esgoto .....                         | 53 |

|                                                                                                                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Gráfico 19</b> - Percentual de domicílios com acesso à rede de esgotamento sanitário e taxa de crescimento do número de economias residenciais por região do Brasil (2000-2008) ..... | 54  |
| <b>Gráfico 20</b> - Percentual de domicílios atendidos por rede geral de esgoto, em ordem decrescente, segundo as Unidades da Federação (2008) .....                                     | 54  |
| <b>Gráfico 21</b> - Percentual de municípios com rede coletora de esgoto em ordem decrescente, segundo as Unidades da Federação (2008) .....                                             | 55  |
| <b>Gráfico 22</b> - Percentual de municípios com tratamento de esgoto, em ordem decrescente, segundo as Unidades da Federação (2008) .....                                               | 56  |
| <b>Gráfico 23</b> - Percentual do esgoto coletado tratado, segundo as classes de tamanho da população dos municípios brasileiros (2008).....                                             | 56  |
| <b>Gráfico 24</b> - Evolução percentual das principais variáveis do esgotamento sanitário no Brasil (2000-2008) .....                                                                    | 57  |
| <b>Gráfico 25</b> - Déficit de acesso a rede de coleta de esgoto no Brasil (1992-2008).....                                                                                              | 57  |
| <b>Gráfico 26</b> - Variação percentual dos domicílios atendidos por serviços de saneamento básico (2014-2015) .....                                                                     | 58  |
| <b>Gráfico 27</b> - Situação do esgotamento sanitário no Brasil (2014-2015) .....                                                                                                        | 58  |
| <b>Gráfico 28</b> - Cobertura da rede de esgoto por região do Brasil (2014-2015).....                                                                                                    | 59  |
| <b>Gráfico 29</b> - Situação do esgotamento sanitário na região Nordeste.....                                                                                                            | 59  |
| <b>Gráfico 30</b> - Indicadores de água e esgoto no Brasil .....                                                                                                                         | 62  |
| <b>Gráfico 31</b> - Principais metas para o saneamento básico por macrorregião do país em 2033.....                                                                                      | 62  |
| <b>Gráfico 32</b> - Relação entre PIB per capita e tratamento de esgoto por país .....                                                                                                   | 63  |
| <b>Gráfico 33</b> - Série de investimentos em saneamento (R\$ bilhões constantes dez/2014).....                                                                                          | 63  |
| <b>Gráfico 34</b> - Desempenho mundial no índice de progresso social .....                                                                                                               | 74  |
| <b>Gráfico 35</b> - Índice de Progresso Social x PIB per capita .....                                                                                                                    | 76  |
| <b>Gráfico 36</b> - Quantidade de indicadores de desempenho Sistemas de Avaliação de Saneamento .....                                                                                    | 81  |
| <b>Gráfico 37</b> - Frequência de casos por clusters .....                                                                                                                               | 124 |
| <b>Gráfico 38</b> - Ranking dos municípios de Pernambuco .....                                                                                                                           | 127 |
| <b>Gráfico 39</b> - Ranking estadual do cluster 1 .....                                                                                                                                  | 128 |
| <b>Gráfico 40</b> - Ranking estadual do cluster 2 .....                                                                                                                                  | 129 |
| <b>Gráfico 41</b> - Ranking estadual de esgotamento (cluster 3).....                                                                                                                     | 129 |
| <b>Gráfico 42</b> - Ranking estadual do cluster .....                                                                                                                                    | 130 |

|                                                                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Gráfico 43</b> - Ranking estadual do cluster .....                                                         | 130 |
| <b>Gráfico 44</b> - Frequência das características municipais de acordo com a distribuição populacional ..... | 132 |
| <b>Gráfico 45</b> - Frequência das características municipais de saneamento .....                             | 133 |
| <b>Gráfico 46</b> - Frequência de classificação das correlações .....                                         | 134 |

## LISTA DE MAPAS

|                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Mapa 1</b> - Panorama dos Planos Municipais de Saneamento Básico .....                                             | 41 |
| <b>Mapa 2</b> - Melhoria das instalações sanitárias (% da população com acesso) no mundo em 2015.....                 | 44 |
| <b>Mapa 3</b> - Melhoria das instalações sanitárias do setor urbano (% da população com acesso) no mundo em 2015..... | 45 |
| <b>Mapa 4</b> - Mapa dos gastos em saúde no setor público (% do gasto total em saúde) no mundo em 2014.....           | 46 |
| <b>Mapa 5</b> - Taxa de mortalidade – menores de 5 anos (por cada 1.000) no mundo em 2016 .....                       | 47 |
| <b>Mapa 6</b> - Mapa da esperança de vida ao nascer, total (anos) no mundo em 2015 .....                              | 48 |
| <b>Mapa 7</b> - Ranking mundial de saneamento (2011).....                                                             | 50 |
| <b>Mapa 8</b> - Mapa dos municípios com serviços de rede coletora de esgoto no Brasil em 2008.....                    | 53 |
| <b>Mapa 9</b> - Mapa das 10 melhores x 10 piores cidades do ranking de saneamento do Brasil .....                     | 61 |
| <b>Mapa 10</b> - Mapa do progresso social em 2017 .....                                                               | 75 |

## LISTA DE QUADROS

|                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Quadro 1</b> - Classificação da universalização do saneamento.....               | 64  |
| <b>Quadro 2</b> - Classificação e enquadramento da pesquisa .....                   | 95  |
| <b>Quadro 3</b> - Escopo da pesquisa .....                                          | 96  |
| <b>Quadro 4</b> - Critérios para formação do universo da pesquisa .....             | 96  |
| <b>Quadro 5</b> - Classificação das variáveis .....                                 | 100 |
| <b>Quadro 6</b> - Grupos de variáveis .....                                         | 101 |
| <b>Quadro 7</b> - Classificação dos critérios de análise de dados .....             | 102 |
| <b>Quadro 8</b> - Banco de dados com as variáveis utilizadas para as análises ..... | 107 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tabela 1</b> - Desempenho do Brasil em Saneamento .....                                    | 43  |
| <b>Tabela 2</b> - Situação da universalização do saneamento nos municípios de Pernambuco..... | 65  |
| <b>Tabela 3</b> - Ranking individual dos municípios por cluster .....                         | 124 |
| <b>Tabela 4</b> - Média e desvio padrão por grupo de indicador de esgotamento sanitário ..... | 131 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|         |                                                                          |
|---------|--------------------------------------------------------------------------|
| A3P     | Agenda Ambiental na Administração Pública                                |
| ABAR    | Associação Brasileira de Agências de Regulação                           |
| ABES    | Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental                |
| ABNT    | Associação Brasileira de Normas Técnicas                                 |
| ANA     | Agência Nacional de Águas                                                |
| BNDES   | Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social                     |
| CDS     | Comissão de Desenvolvimento Sustentável                                  |
| CEF     | Caixa Econômica Federal                                                  |
| CESB's  | Companhias Estaduais de Saneamento Básico                                |
| CMMAD   | Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento                 |
| CO2     | Gás Carbônico                                                            |
| CONAMA  | Conselho Nacional de Meio Ambiente                                       |
| CONFINS | Contribuição para Financiamento da Seguridade Social                     |
| CPM     | <i>Capability Poverty Measure</i>                                        |
| CS      | <i>Compass of Sustainability</i>                                         |
| DBO     | Demanda Bioquímica de Oxigênio                                           |
| DPSIR   | <i>Drivingforce Pressure State Impact Response</i>                       |
| DQO     | Demanda Química de Oxigênio                                              |
| DS      | Desenvolvimento Sustentável                                              |
| DSR     | <i>Driving Force – State – Response</i>                                  |
| EF      | <i>Ecological Footprint</i>                                              |
| EFE's   | Estações de Tratamento de Esgoto                                         |
| EIA     | Estudo de Impacto Ambiental                                              |
| ERSAR   | Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos                     |
| GNH     | <i>Gross National Happiness</i>                                          |
| HDI     | <i>Human Development Index</i>                                           |
| IBAMA   | Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis |
| IBES    | Índice de Bem-Estar Econômico Sustentável                                |
| IDH     | Índice de Desenvolvimento Humano                                         |
| IDS     | Índice de Desenvolvimento Sustentável                                    |
| IDSM    | Índice de Desenvolvimento Sustentável para Municípios                    |
| IPG     | Índice de Progresso Genuíno                                              |

|         |                                                                           |
|---------|---------------------------------------------------------------------------|
| IQA     | Índice de Qualidade de Água                                               |
| ISA     | <i>Environmental Sustainability Index</i>                                 |
| ISA     | Indicador de Salubridade Ambiental                                        |
| ISEW    | <i>Index of Sustainable Economic Welfar</i>                               |
| ISO     | <i>International Organization for Standardization</i>                     |
| IWA     | <i>International Water Association</i>                                    |
| LNEC    | Laboratório Nacional de Engenharia Civil                                  |
| MDA     | Medição de Desempenho Ambiental                                           |
| MEP     | <i>Monitoring Environmental Progress</i>                                  |
| ODS     | Objetivos de Desenvolvimento Sustentável                                  |
| OHSAS   | <i>Occupational Health and Safety Assessment Serie</i>                    |
| ONU     | Organização das Nações Unidas                                             |
| PAC     | Programa de Aceleração do Crescimento                                     |
| PASEP   | Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público                    |
| PIB     | Produto Interno Bruto                                                     |
| PIS     | Programa de Integração Social                                             |
| PLANASA | Plano Nacional de Saneamento                                              |
| PLANSAB | Plano Nacional de Saneamento Básico                                       |
| PMSB    | Plano Municipal de Saneamento Básico                                      |
| PMSS    | Programa de Modernização do Setor de Saneamento                           |
| PNAD    | Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio                                |
| PNSB    | Pesquisa Nacional de Saneamento Básico                                    |
| PNUD    | Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento                         |
| PNUMA   | Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente                           |
| PPP     | Parcerias Público-Privadas                                                |
| Prodes  | Programa de Despoluição de Bacias Hidrográficas                           |
| PSR     | <i>Pressure – State – Response</i>                                        |
| REISB   | Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento do Saneamento Básico |
| RIMA    | Relatório de Impacto Ambiental                                            |
| RMR     | Região Metropolitana do Recife                                            |
| SAAE    | Serviços Autônomos de Água e Esgoto                                       |
| SEEA    | <i>System of Integrated Environmental and Economic Account</i>            |
| SEMA    | Secretaria Especial do Meio Ambiente                                      |
| SESP    | Serviço Especial de Saúde Pública                                         |

|        |                                                           |
|--------|-----------------------------------------------------------|
| SGA    | Sistema de Gestão Ambiental                               |
| SINISA | Sistema Nacional de Informações em Saneamento             |
| SNIS   | Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento           |
| SPSS   | <i>Statistical Package for the Social Sciences</i>        |
| SUS    | Sistema Único de Saúde                                    |
| SWWA   | <i>Swedish Water &amp; Wastewater Association</i>         |
| TMC    | <i>Total Material Consumption</i>                         |
| TMI    | <i>Total Material Input</i>                               |
| WBCSD  | <i>World Business Council for Sustainable Development</i> |
| WRI    | <i>World Resources Institute</i>                          |

## SUMÁRIO

|          |                                                                                                    |           |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO.....</b>                                                                             | <b>25</b> |
| 1.1      | JUSTIFICATIVA .....                                                                                | 25        |
| 1.2      | PROBLEMA DE PESQUISA .....                                                                         | 27        |
| 1.3      | OBJETIVOS .....                                                                                    | 28        |
| 1.3.1    | <b>Objetivo geral.....</b>                                                                         | <b>28</b> |
| 1.3.2    | <b>Objetivos específicos .....</b>                                                                 | <b>28</b> |
| <br>     |                                                                                                    |           |
| <b>2</b> | <b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>                                                                   | <b>29</b> |
| 2.1      | SUSTENTABILIDADE .....                                                                             | 29        |
| 2.1.1    | <b>Definição, conceitos e dimensões da sustentabilidade .....</b>                                  | <b>29</b> |
| 2.1.2    | <b>Marcos históricos da sustentabilidade .....</b>                                                 | <b>31</b> |
| 2.2      | SANEAAMENTO BÁSICO SOB A PERSPECTIVA DO ESGOTAMENTO<br>SANITÁRIO .....                             | 37        |
| 2.2.1    | <b>Histórico, importância e conceitos básicos .....</b>                                            | <b>37</b> |
| 2.2.2    | <b>Definições e conceitos de esgotamento sanitário .....</b>                                       | <b>41</b> |
| 2.2.3    | <b>Situação do esgotamento sanitário: perspectiva mundial, nacional, regional<br/>e local.....</b> | <b>43</b> |
| 2.3      | AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO SUSTENTÁVEL E INDICADORES DE<br>DESEMPENHO SUSTENTÁVEL .....               | 66        |
| 2.3.1    | <b>Avaliação de desempenho e indicadores de desempenho em saneamento<br/>básico.....</b>           | <b>79</b> |
| <br>     |                                                                                                    |           |
| <b>3</b> | <b>METODOLOGIA.....</b>                                                                            | <b>88</b> |
| 3.1      | TIPOLOGIA DA PESQUISA .....                                                                        | 88        |
| 3.1.1    | <b>Quanto à natureza e gênero da pesquisa .....</b>                                                | <b>88</b> |
| 3.1.2    | <b>Quanto à abordagem da pesquisa .....</b>                                                        | <b>89</b> |
| 3.1.3    | <b>Quanto ao objetivo da pesquisa.....</b>                                                         | <b>90</b> |
| 3.1.4    | <b>Quanto à natureza dos dados da pesquisa.....</b>                                                | <b>91</b> |
| 3.1.5    | <b>Quanto aos procedimentos metodológicos da pesquisa.....</b>                                     | <b>92</b> |
| 3.1.6    | <b>Quanto ao ambiente da pesquisa.....</b>                                                         | <b>95</b> |
| 3.2      | ESCOPO DA PESQUISA .....                                                                           | 95        |
| 3.3      | UNIVERSO E AMOSTRA DA PESQUISA .....                                                               | 96        |

|         |                                                                                                                         |     |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.4     | PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS.....                                                                                   | 97  |
| 3.5     | TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS .....                                                                                      | 102 |
| 3.5.1   | <b>Exame do banco de dados</b> .....                                                                                    | 103 |
| 3.5.1.1 | Exame gráfico dos dados.....                                                                                            | 103 |
| 3.5.1.2 | Exame de presença de <i>outliers</i> .....                                                                              | 105 |
| 3.5.1.3 | Exame de presença de dados perdidos ( <i>missing values</i> ) .....                                                     | 106 |
| 3.5.1.4 | Exame de normalidade das variáveis.....                                                                                 | 110 |
| 3.5.1.5 | Suposições da análise multivariada .....                                                                                | 112 |
| 3.5.2   | <b>Matriz de correlação de <i>Spearman</i></b> .....                                                                    | 112 |
| 3.5.3   | <b>Análise multivariada</b> .....                                                                                       | 114 |
| 3.5.3.1 | Análise de <i>cluster</i> /agrupamentos.....                                                                            | 115 |
| 4       | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....                                                                                     | 123 |
| 4.1     | ANÁLISE DOS AGRUPAMENTOS DOS MUNICÍPIOS<br>PERNAMBUCANOS.....                                                           | 123 |
| 4.2     | ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS RELACIONADAS<br>AO ESGOTAMENTO SANITÁRIO DOS MUNICÍPIOS PERNAMBUCANOS<br>..... | 132 |
| 4.3     | ANÁLISE DA MATRIZ DE CORRELAÇÃO DE <i>SPEARMAN</i> .....                                                                | 133 |
| 5       | <b>CONCLUSÃO</b> .....                                                                                                  | 137 |
|         | <b>REFERÊNCIAS</b> .....                                                                                                | 142 |
|         | <b>APÊNDICE A – DADOS EXCLUÍDOS DA BASE DE DADOS DA PESQUISA</b>                                                        | 152 |
|         | <b>APÊNDICE B – DEFINIÇÃO PRELIMINAR DAS VARIÁVEIS DA PESQUISA</b><br>.....                                             | 153 |
|         | <b>APÊNDICE C – EXCLUSÃO DE INDICADORES DA BASE DE DADOS</b> .....                                                      | 157 |
|         | <b>APÊNDICE D – HISTOGRAMAS DAS VARIÁVEIS DA PESQUISA</b> .....                                                         | 158 |
|         | <b>APÊNDICE E – TESTE DE NORMALIDADE DE <i>SHAPIRO-WILK</i></b> .....                                                   | 161 |
|         | <b>APÊNDICE F – ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS</b> .....                                                          | 162 |
|         | <b>APÊNDICE G – MATRIZ DE CORRELAÇÃO DE <i>SPEARMAN</i></b> .....                                                       | 165 |
|         | <b>APÊNDICE H – RELAÇÃO ENTRE A POPULAÇÃO URBANA E A<br/>POPULAÇÃO TOTAL</b> .....                                      | 166 |
|         | <b>APÊNDICE I – RELAÇÃO ENTRE A POPULAÇÃO URBANA ATENDIDA</b>                                                           |     |

|                                                                                                                                                    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| COM ESGOTAMENTO SANITÁRIO E A POPULAÇÃO<br>TOTAL ATENDIDA COM ESGOTAMENTO SANITÁRIO ...                                                            | 168 |
| APÊNDICE J – SÍNTESE DAS CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DOS<br>MUNICÍPIOS PERNAMBUCANOS .....                                                        | 173 |
| APÊNDICE K – METODOLOGIA DE CÁLCULO DO RANKING DE<br>DESEMPENHO EM ESGOTAMENTO SANITÁRIO DOS<br>MUNICÍPIOS PERNAMBUCANOS .....                     | 181 |
| APÊNDICE L – <i>BOXPLOT</i> DA DISTRIBUIÇÃO DOS <i>CLUSTERS</i> POR<br>INDICADOR DE SANEAMENTO BÁSICO .....                                        | 184 |
| APÊNDICE M – ESTATÍSTICA DESCRITIVA POR INDICADOR DE<br>SANEAMENTO BÁSICO .....                                                                    | 185 |
| APÊNDICE N – DESEMPENHO DOS <i>CLUSTERS</i> POR INDICADORES DE<br>SANEAMENTO BÁSICO E POSIÇÃO NO RANKING<br>ESTADUAL DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO..... | 187 |
| APÊNDICE O – RESULTADOS DA MATRIZ DE CORRELAÇÃO DE<br><i>SPEARMAN</i> .....                                                                        | 189 |

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 JUSTIFICATIVA

O estudo do desempenho sustentável torna-se cada dia mais relevante no cenário atual, diante do grave quadro de degradação ambiental, que tem gerado impactos negativos para a sociedade. Desse modo, a humanidade tem buscado reverter a crise ambiental decorrente do modelo de desenvolvimento econômico insustentável, uma vez que, segundo Campos e Melo (2008), a proteção do meio ambiente é fundamental para o alcance da sustentabilidade.

Ademais, considerando o quadro negativo de saneamento básico no Brasil, principalmente no que tange ao esgotamento sanitário, o país carece de mais investimentos no setor, e, portanto, cabe aos municípios a mobilização de ações nesse sentido, a fim de alcançar a universalização do acesso aos serviços de saneamento a toda população. Para tanto, a Lei 11.445/2007 – que garante o repasse de verbas federais para aqueles municípios que instituírem o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) – e a Lei 13.329/2016 – que institui o Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento do Saneamento Básico (REISB) – são importantes instrumentos que pressionam os governos municipais e as prestadoras de serviços de saneamento a investirem no setor e a melhorarem seus indicadores de desempenho.

Diante do exposto, o estudo em questão traz reflexões a respeito do desempenho sustentável dos sistemas de esgotamento sanitário dos municípios do estado de Pernambuco, a partir de uma análise dos indicadores de saneamento básico dispostos no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), analisando a influência destes no desempenho dos sistemas de esgotamento sanitário municipais.

Nessa análise, promove o mapeamento das condições de esgotamento sanitário dos municípios – a partir de uma nova perspectiva que consiste em agrupar os municípios por nível de desempenho, e assim propor ações adequadas para as características de cada grupo pode-se identificar as deficiências dos sistemas e quais as medidas que devem ser tomadas a fim de melhorar o desempenho municipal no setor de saneamento e consequentemente contribuir para o alcance de desenvolvimento sustentável local.

Assim, o estudo promove inúmeros benefícios, dentre eles contribui para a formulação de políticas públicas de saneamento básico de modo a melhorar o desempenho sustentável dos sistemas de esgotamento sanitário, ensejando menores custos ambientais por meio da mitigação do impacto da atividade ao meio ambiente, promovendo, para tanto, a redução do desperdício

dos recursos naturais e a prevenção da poluição, o que, por sua vez traz vantagens para a população – principal *stakeholder* dos serviços de saneamento – em termos de qualidade de vida e saúde contribuindo para a sustentabilidade local.

Destaca-se também que as atividades de esgotamento sanitário como coleta, tratamento e disposição final do esgoto, são consideradas o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), uma Atividade Potencialmente Poluidora, o que torna ainda mais importante o estudo de meios para a melhoria do desempenho desses sistemas. Nessa análise, esse estudo pretende contribuir para a melhoria do desempenho sustentável – campo de estudo da pesquisa – das atividades de esgotamento sanitário do estado de Pernambuco, gerando informações para suportar o processo decisório e de gestão de tais sistemas, com o intuito de reduzir as externalidades negativas oriundas da atividade e gerar benefícios para o meio ambiente, para sociedade e para a economia, que repercutam positivamente na sustentabilidade das operações, promovendo o desenvolvimento do estado pernambucano.

O projeto tem potencial para impactar as políticas públicas socioambientais, produzindo benefícios econômicos, ambientais, sanitários e para a saúde pública. Corroborando com essa visão, têm-se que o investimento em tratamento de água e saneamento contribui para a redução da poluição dos recursos hídricos e do solo, gerando impactos positivos para os ecossistemas aquáticos e consequentemente para a atividade de pesca, além disso, há a possibilidade de reutilização dos produtos do manejo do esgoto, que podem ser utilizados para fertilização da terra, geração de biogás ou como matéria prima para a produção de tijolo ecológico (OMS, 2014).

Nessa análise, um sistema de esgotamento sanitário que atende aos princípios da sustentabilidade impacta positivamente não só na melhoria da qualidade ambiental, mas também na saúde da população, no produto interno bruto (PIB), na renda, nos setores de turismo e pesca, contribuindo para o desenvolvimento sustentável local. Somado a isso, a OMS (2014) afirma que cada dólar investido nos serviços de tratamento de água e saneamento básico repercute em um ganho de 1,5% do PIB global e uma economia de 4,3 dólares devido a redução dos custos com saúde, reduzindo o risco de transmissão de doenças por contaminação da água e aumentando a qualidade de vida da população.

Diante disso, observa-se a importância do estudo do desempenho sustentável do esgotamento sanitário municipal uma vez que a adoção de práticas sustentáveis por parte de tais entidades, surtirá efeitos positivos para o meio ambiente, para a sociedade e para a economia, mitigando os impactos causados por suas atividades. Nesse sentido, pretende-se

evidenciar os benefícios do bom desempenho operacional dos sistemas de tratamento de esgoto para o meio ambiente e para a sociedade, devido a mitigação dos impactos ambientais, sanitários e à saúde pública, no sentido de melhorar o desempenho sustentável relativo ao esgotamento sanitário dos municípios analisados.

## 1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

A adoção do viés sustentável por parte de governos e organizações possui alguns entraves, dentre eles a dificuldade de mensuração e avaliação dos aspectos ambientais e sociais, bem como a definição de índices e indicadores abrangentes o suficiente para englobar todas as dimensões da sustentabilidade.

Alcançar o desempenho sustentável é um processo complexo na medida em que deve levar a cabo um sistema de indicadores ambientais, sociais e econômicos que muitas vezes não são integrados o que inviabiliza uma visão holística da sustentabilidade. No entanto, atualmente pode-se encontrar vários sistemas de indicadores que servem de base para a avaliação da sustentabilidade.

Amaral (2003) aponta o conjunto de indicadores propostos pela International Organization for Standardization (ISO) 14031 que trata sobre Avaliação de Desempenho Ambiental, que serve de parâmetro para a avaliação da sustentabilidade, embora, apesar de considerar aspectos culturais e econômicos além de ambientais, não especifica indicadores de sustentabilidade. O autor destaca também a Comissão de Desenvolvimento Sustentável (CDS) da Organização das Nações Unidas (ONU) que propõe 134 indicadores gerais para se medir o desenvolvimento sustentável.

A dificuldade em avaliar o desempenho sustentável local está justamente em encontrar indicadores que traduzam o efeito das relações entre os indicadores ambientais, sociais e econômicos no desenvolvimento sustentável municipal. Para que esse processo de avaliação alcance seus objetivos e seja eficaz é necessário escolher com cuidado o conjunto de indicadores uma vez que, “um indicador muito complexo ou de difícil mensuração não é adequado, pois o custo para sua obtenção pode inviabilizar a sua operacionalização” (CORAL, 2002, p. 159).

A dificuldade para encontrar um conjunto de indicadores para medir o desempenho sustentável está atrelado a falta de informações acerca das questões ambientais e sociais, somado a complexidade e a multidimensionalidade do fenômeno analisado, o desenvolvimento sustentável. Ademais, observa-se certas carências de instrumentos coercitivos de controle de desempenho sustentável, como ocorre no setor de saneamento, que apesar de apresentar leis

como a 11.445/2007 e a 13.329/2016 que estimulam o investimento no setor e estabelecem metas, mas não obrigam os municípios a atuarem nesse sentido.

Assim, muito embora o processo de avaliação do desempenho sustentável de sistemas de esgotamento sanitário apresente algumas das barreiras supracitadas, este trabalho pretende contribuir para saná-las, proporcionando avanços no setor no estado de Pernambuco.

Diante do exposto, pretende-se examinar o desempenho sustentável dos sistemas de esgotamento sanitário dos municípios do estado de Pernambuco por meio da adoção de uma análise estatística criteriosa dos dados fornecidos pelos SNIS que dispõe de uma série de indicadores para subsidiar a análise do desempenho de tais unidades analisadas a fim de responder a principal problemática dessa pesquisa: Qual a situação de desempenho sustentável dos sistemas de esgotamento sanitário dos municípios pernambucanos?

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 Objetivo geral

Analisar, a partir do SNIS, as características de desempenho sustentável dos sistemas de esgotamento sanitário dos municípios do estado de Pernambuco.

#### 1.3.2 Objetivos específicos

- Objetivo específico 1: Selecionar um conjunto de indicadores para avaliar as condições dos sistemas de esgotamento sanitário municipais;
- Objetivo específico 2: Agrupar os municípios de acordo com a situação de desempenho dos sistemas de esgotamento sanitário;
- Objetivo específico 3: Elaboração de um ranking estadual dos municípios de acordo com os indicadores de desempenho analisados;
- Objetivo específico 3: Mapear o perfil dos grupos de municípios identificados de acordo com desempenho dos sistemas de esgotamento sanitário;
- Objetivo específico 4: Identificar as correlações entre variáveis que afetam o desempenho dos sistemas de esgotamento sanitário.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 SUSTENTABILIDADE

#### 2.1.1 Definição, conceitos e dimensões da sustentabilidade

Desde a o seu surgimento até os dias atuais, o termo sustentabilidade é um conceito dinâmico, cercado por diversos pontos de vista (FEITOSA, 2012), o que denota que a ausência de hegemonia acerca da temática (ACSELRAD, 1999). A multidisciplinaridade do termo o coloca como centro de discussões sociais e científicas, e revela a complexidade da temática do desenvolvimento sustentável que está em constante construção (OLIVEIRA, 2014).

O conceito de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, embora caminhem juntos e sejam muitas vezes utilizados como sinônimos tem as suas particularidades, de modo que, para colocá-los em prática é preciso compreendê-los bem tanto no âmbito teórico como prático.

Assim, sustentabilidade é uma palavra que deriva do latim e que significa sustentar ou suportar, é a capacidade de manter algo em bom estado, implica em preservar os recursos naturais e reduzir o consumo destes, freando o crescimento econômico obtido através do agravamento de questões sociais e ambientais, e para tanto, faz-se necessário o alcance da melhoria da qualidade de vida e uso responsável dos recursos naturais e a alteração do estilo de vida consumista (SICHE et al., 2007).

Veiga aponta que existe um antagonismo entre dois tipos de sustentabilidade: a sustentabilidade fraca considera o capital econômico, natural e social como sendo intercambiáveis e intersubstituíveis, ao passo que a sustentabilidade forte prega a manutenção do capital natural como preponderante para o alcance do desenvolvimento sustentável (VEIGA, 2010).

As discussões acerca do termo sustentabilidade tem início a partir da publicação do Relatório *Brundtland* em 1987 ensejando a discussão da temática a nível internacional, de modo que a noção de sustentabilidade passou a ser discutida por várias perspectivas, tais como: da eficiência – por meio do combate ao desperdício do modo de desenvolvimento vigente; da escala – propondo limites para o crescimento econômico a fim de limitar a pressão deste sobre o meio ambiente; da equidade – baseado em conceitos como justiça e ecologia; da autossuficiência – a fim de eliminar a dependência das economias nacionais do mercado

mundial; e da ética – ensejando um debate acerca do desenvolvimento material *versus* a continuidade da vida (ACSELRAD, 1999).

A literatura propõe 3 (três) dimensões principais para a sustentabilidade: ambiental, econômica e social. No entanto, Van Bellen (2002) propõe 5 (cinco) dimensões: a sustentabilidade econômica como aquela que garante a eficiência na alocação e distribuição dos recursos naturais; a sustentabilidade social como responsável pelo bem-estar da humanidade; a sustentabilidade ecológica como encarregada de utilizar a potencialidade dos ecossistemas sem comprometê-los; a sustentabilidade geográfica como a que garante melhor distribuição da população humana e das atividades econômicas no globo; e a sustentabilidade cultural como a que garante a identidade cultural da sociedade.

O desenvolvimento sustentável é um conceito antagônico ao modelo de desenvolvimento do sistema capitalista, que estimula o lucro a qualquer preço através do aumento da produção e do consumo às expensas de questões ambientais e sociais, portanto, para ser sustentável o desenvolvimento não pode ser apenas econômico, mas também ambiental e social, ensejando: emancipação e equidade social, eficiência econômica, conservação dos recursos naturais e elevação da qualidade de vida da atual e das futuras gerações (LACERDA; CÂNDIDO, 2013).

Nesse sentido, a sustentabilidade busca atender às necessidades humanas presentes, a manutenção da vida sem degradar as fontes de recursos ambientais, respeitando a capacidade de suporte dos ecossistemas para que gerações futuras possam ter as suas necessidades de manutenção da vida e o ambiente possa permanecer no seu sistema cíclico dando continuidade à perpetuação da biodiversidade (LACERDA; CÂNDIDO, 2013).

O conceito de desenvolvimento sustentável, por sua vez, baseia-se numa perspectiva que vai mais além do conceito de sustentabilidade, envolvendo a interação do homem como o meio ambiente e o modo de produção e consumo (OLIVEIRA, 2014). Sendo definido como sendo “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações em satisfazer suas necessidades” (WECD, 1987). O relatório “Nosso Futuro Comum” elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU foi um importante marco a partir do qual passou-se a pensar na utilização dos recursos naturais com vista a satisfação das necessidades das gerações atuais sem comprometer a utilização destes para atender as necessidades das gerações futuras (MONTEIRO; CASTRO; PROCHNIK, 2003).

A partir de então, esse conceito passou a ser amplamente utilizado abordando três dimensões principais: a econômica, a social e a ambiental, como um tripé para o

desenvolvimento (SICHE et al., 2007). Assim, a sustentabilidade requer a sinergia entre essas três dimensões, de modo que para o alcance da sustentabilidade é preciso que haja, concomitantemente, equidade social, prudência ecológica e eficiência econômica (KRAEMER, 2012). Para Lacerda e Cândido (2013) a sustentabilidade garante a estabilidade do desenvolvimento humano, a partir da sustentabilidade social, ambiental e econômico, ensejando mudanças desejáveis e aceitas pela sociedade, viáveis para o meio ambiente e realizáveis na esfera econômica.

### **2.1.2 Marcos históricos da sustentabilidade**

Durante muito tempo pensou-se que o crescimento econômico – impulsionando pela globalização, abertura dos mercados e pela revolução industrial – seria suficiente para melhorar a qualidade de vida da sociedade, o que levou à utilização indiscriminada dos recursos naturais, sem levar em consideração a sua finitude, desencadeando uma série de problemas ambientais (ALVES; FREITAS, 2013). O risco de escassez dos recursos naturais e os efeitos negativos da poluição da natureza à qualidade de vida humana, levou a humanidade a repensar o seu modelo de desenvolvimento baseado da produção industrial (LACERDA; CÂNDIDO, 2013).

No entanto, vale ressaltar que crescimento econômico e preservação do meio ambiente não são conceitos antagônicos, mas pelo contrário, possuem uma estrita relação, posto que o alcance do desenvolvimento econômico só é possível através do uso consciente dos recursos naturais (KRAEMER, 2012), e o uso excessivo dos recursos ambientais, muito além da capacidade de suporte e recuperação da natureza leva ao desequilíbrio ambiental (SICHE et al., 2007) o que, por sua vez, afeta o sistema produtivo que utilizam os recursos naturais como matéria-prima.

A preocupação com o fator ambiental passou a ter maior relevância a partir dos anos 1960 impulsionada pelos movimentos ambientalistas, regulamentações, pressão de organizações não-governamentais, fruto de mudanças de paradigmas no tratamento das questões ambientais iniciadas nessa década (CARVALHO; CURI; LIRA, 2013), e com a fundação do Clube de Roma que teve como principal contribuição para o tema em questão a produção do relatório “Limites do Crescimento” conforme referenciado em Golçalves e Heliodoro (2005), Luz, Sellitto e Gomes (2006), Pereira (2007) e Souza et al. (2009).

De acordo com Oliveira (2014), o livro *Primavera Silenciosa*, de Rachel Carson, publicado em 1962 é considerado como o início dos debates sobre o meio ambiente. No entanto, Feitosa (2012), relata que o debate acerca da sustentabilidade ambiental tem início,

oficialmente, em 1971, no encontro de Founex, e no ano seguinte foi aprofundado, pela primeira conferência das Nações Unidas sobre o Homem e o Meio Ambiente, organizada pela ONU. Essa conferência deu origem ao Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), para tratar das questões ambientais na ONU e do Fundo Voluntário para o Meio Ambiente e Entidades Governamentais (OLIVEIRA, 2014).

A partir de então iniciou-se uma série de conferências internacionais que contribuíram para a consolidação da noção sustentabilidade, visto que desde a década de 60 os movimentos sociais e o universo acadêmico começaram a alertar o mundo sobre o estado de degradação em que o mundo se encontrava devido ao modo de produção intensivo do modelo capitalista (SCHÜTZ et. al., 2012).

Eventos como Conferência Internacional das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano em Estocolmo em 1972; Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, no Rio de Janeiro em 1992; a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, em Johannesburgo em 2002; e a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável de 2012 contribuíram significativamente para consolidação tanto do conceito de sustentabilidade quanto de desenvolvimento sustentável, como também para expansão das suas práticas (SCHÜTZ et al., 2012).

Cada uma dessas conferências remete ao contexto histórico no qual estão inseridas. Diante disso, em Estocolmo-72 a pauta era a alarmante crise ambiental – marcada pela poluição do ar, elevação da quantidade de lixo nas cidades e com isso a proliferação de doenças – sobretudo nos países industrializados, aliado a isso a publicação do livro “Primavera Silenciosa” em 1962 por Rachel Carson e os acidentes industriais despertaram a atenção da sociedade a respeito da temática (SCHÜTZ et al., 2012).

Tudo isso contribui também para a publicação do Relatório “Os Limites do Crescimento” também em 1972 pelo Clube de Roma, que demonstrava a relação conflituosa entre crescimento econômico desenfreado, disponibilidade dos recursos naturais e a capacidade de recuperação do meio ambiente, servindo, pois, para incrementar as discussões em Estocolmo-72, que baseou-se no lema do crescimento zero, o que embora atraiu a atenção dos países industrializados que já haviam alcançado o desenvolvimento econômico e careciam, urgentemente, de mitigar os impactos causados por sua industrialização ao meio ambiente, por outro lado, não agradou os países emergentes como o Brasil que almejavam o desenvolvimento industrial (SCHÜTZ et. al., 2012).

De acordo com Souza et al. (2009) o “Relatório Limites do Crescimento” levanta questionamentos a respeito do crescimento econômico gerando subsídios para os movimentos

que propunham mudanças na sociedade industrial. Esses movimentos, por sua vez, embasaram uma busca por uma nova forma de desenvolvimento, pautado na relação harmônica entre aspectos econômicos, sociais e ambientais, uma vez que, “o crescimento econômico e a qualidade ambiental não são conceitos antagônicos, muito menos incompatíveis, pelo contrário, devem estar numa perspectiva de complementaridade” (PEREIRA, 2007, p. 321).

Tal relatório contribuiu significativamente com o aprofundamento das discussões sobre o meio ambiente ocorridas na 1ª Conferência Mundial sobre Meio Ambiente, organizada em 1972 pela ONU em Estocolmo na Suécia, constituindo-se como um importante marco para a conscientização ambiental em nível mundial e culminando na criação de normas, a fim de controlar a poluição do meio ambiente (GARCIA; OLIVEIRA, 2009; GOMES, 2006; LUZ; SELLITTO; PEREIRA, 2007; SOUZA et al., 2009).

Embora nessa primeira conferência, poucos líderes mundiais compareceram, muito se contribuiu em termos de políticas nacionais voltadas para as questões ambientais, tanto que houve um salto substancial de órgãos governamentais que tratavam do aspecto ambiental (SCHÜTZ et al., 2012).

Os acontecimentos anteriores aliados a crise do petróleo a partir de 1973 dava sinais da fragilidade do sistema capitalista e da finitude dos recursos naturais, e fez com que a Europa buscasse meios para reduzir os impactos de suas atividades industriais no meio ambiente, motivada tanto pelas regulações impostas pela Conferência supracitada, quanto pelo fato de que alguns países em busca do desenvolvimento industrial passam a oferecer seus territórios para a expansão da indústria europeia, o que desencadeou uma série de outros problemas ambientais e sociais nestes países (SCHÜTZ et al., 2012).

A ONU através do PNUMA criou, em 1983, a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) com a intenção de solucionar o conflito entre meio ambiente e desenvolvimento (OLIVEIRA, 2014). Monteiro, Castro e Prochnik (2003), Siche et al. (2007), Souza et al. (2009) apontam que outra contribuição importante para conscientização ambiental ocorreu em 1987 através do relatório “Nosso Futuro Comum”, também conhecido como Relatório *Brundtland* produzido pela CMMAD, abordando a temática do desenvolvimento sustentável pela primeira vez, resultando, de acordo com Oliveira (2014), no reconhecimento oficial do conceito de Desenvolvimento Sustentável.

O Relatório *Brundtland*, de acordo com Monteiro, Castro e Prochnik (2003), definiu o desenvolvimento sustentável como sendo aquele que implica na utilização dos recursos naturais com vistas a satisfação das necessidades das gerações atuais sem comprometer a utilização destes para atender as necessidades das gerações futuras. Este Relatório propõe que

“a sustentabilidade ambiental implica utilizar os recursos do planeta com critérios de solidariedade intergeracional para garantir que ‘os que virão’ também tenham garantido seu acesso aos serviços ambientais” (SCHÜTZ et al., 2012, p. 1410-1411).

Na década seguinte aconteceu, no Rio de Janeiro, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - Rio-92 ou Eco-92 ou ainda Cúpula da Terra - que estabeleceu um programa de ações em defesa da sustentabilidade socioambiental que passou a servir de referência para governos e organizações em todo o mundo na implantação de programas e políticas de preservação ambiental e desenvolvimento sustentável, conforme apontam Campos e Melo (2008), Castro et al. (2005), Garcia e Oliveira (2009), Luz, Sellitto e Gomes (2006), e Souza et al. (2009). Essa conferência resultou na Agenda 21, que propunha um plano de ação de caráter global, nacional e local para o alcance de um novo modelo de desenvolvimento sustentável pautado no que se chama tripé da sustentabilidade, ou seja nas dimensões ambientais, sociais e econômicas (CALLADO; FENSTERSEIFER, 2010).

A Cúpula da Terra, norteadada pela temática do Desenvolvimento sustentável, definida em 1987 pelo Relatório *Brundtland*, teve maciça participação dos chefes de estado, de acordo com Oliveira (2014) participaram do evento mais de 170 países. Essa conferência reuniu de um lado líderes apoiadores da globalização hegemônica e os apoiadores da globalização contra-hegemônica (SCHÜTZ et. al., 2012).

Essa conferência resultou bastante produtiva, culminando na elaboração de tratados internacionais, um sobre o clima e outro sobre a biodiversidade, uma declaração sobre o manejo florestal, a declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento e a Agenda 21 (FEITOSA, 2012). Pode-se dizer que os principais documentos produzidos pela Eco-92 foram a “Carta da Terra” - declaração de princípios éticos – e a Agenda 21 – programa de estímulo a prática de ações socioambientais multissetorial, os quais foram bem aceitos entre os participantes do evento (SCHÜTZ et al., 2012).

A “Carta da Terra” estabelece 27 (vinte e sete) princípios para o alcance do desenvolvimento sustentável, com foco no estabelecimento de parcerias entre os Estados, os setores da sociedade e os indivíduos (OLIVEIRA, 2014). A Declaração do sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como Agenda 21, consiste em um plano de ação estratégico com vistas ao desenvolvimento sustentável (FEITOSA, 2012) e a implementação das medidas estabelecidas pela Rio-92 (OLIVEIRA, 2014).

Outra publicação importante na Rio-92 foi o relatório “Mudando o rumo: uma perspectiva empresarial global sobre desenvolvimento e meio ambiente” da *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD), que tem como parâmetro o conceito de

Ecoeficiência – que enseja a utilização de ferramentas como o sistema de gestão ambiental (SGA), a certificação ambiental, os processos de produção mais limpos (P+L) e a avaliação do ciclo de vida (ACV) – que mais tarde foi reformulado passando a se chamar Economia Verde (SCHÜTZ et al., 2012).

As organizações, então, passam a adotar uma diversidade de ferramentas – Gestão da Qualidade Ambiental Total (TQEM), Ecologia Industrial, Ecoeficiência, Produção Mais Limpa (P+L) e *Ecodesign* – para realizar a gestão ambiental de suas atividades e reduzir os impactos de suas operações no meio ambiente, contribuindo para o alcance da sustentabilidade. A adoção de tais estratégias de gestão ambiental além de contribuir para sustentabilidade ambiental devido a redução da poluição, repercute em questões sociais tais como qualidade de vida e segurança não só para os trabalhadores, mas para a sociedade em geral, além disso, tem repercussões econômicas, pela redução do uso de recursos e por evitar que as organizações incorram em multas ambientais. No entanto, a gestão ambiental enfrenta alguns entraves quanto a sua implantação nas organizações, posto que, todavia, os gestores tendem a priorizar os aspectos econômicos em detrimento dos socioambientais (ALVES; FREITAS, 2013).

O ano de 1997 é marcado por um encontro não oficial, Rio +5, com o intuito de acompanhar o andamento das diretrizes propostas pela Agenda 21 e dos compromissos firmados na Rio-92 (OLIVEIRA, 2014). Outro marco histórico que contribuiu para a temática em questão, conforme evidenciam Monteiro, Castro e Prochnik (2003), Castro et al. (2005), Luz, Sellitto e Gomes (2006) e Pereira (2007), foi a Conferência que culminou na adoção do Protocolo de Quioto, em 1997, no Japão, nesse evento realizou-se uma discussão a respeito dos impactos da emissão dos gases causadores do efeito estufa e estabeleceu-se, por parte dos países industrializados, o compromisso de reduzir em no mínimo 5% as emissões de gases de efeito estufa de 2008 à 2012 (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2010).

No final dos anos 90, incorpora-se à discussão o capital social que somado aos capitais humanos, financeiros, naturais e físicos, e de acordo com certos limites, promovem a sustentabilidade (ALBUQUERQUE; CÂNDIDO, 2013). O ano de 1999 é marcado pela criação OHSAS 18001 (*Occupational Health and Safety Assessment Serie*), atualizada em 2007, e que teve como objetivo apoiar as organizações na promoção da saúde e segurança no ambiente laboral, em consonância com as séries ISO 9000 e ISO 14000 (PONTES; LIRA; LIMA, 2013).

Em 2000 a ONU cria os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODS) uma agenda que veio a substituir a Agenda 21, que apesar de ter caráter global, nacional e local ficou restrita a esfera local, de modo que os ODS constituem uma nova agenda, cujo foco era a erradicação da pobreza até 2015, o que ainda não foi alcançado (SCHÜTZ et al., 2012).

Posteriormente, o ano de 2002, foi marcado pela Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável em Johannesburgo, conhecida como Rio+10, cujo objetivo foi estabelecer estratégias para implantação do que foi estabelecido durante a Rio-92 e reavaliar suas diretrizes (OLIVEIRA, 2014; SOUZA et al., 2009). Desde então a temática ambiental tem ganhado cada vez mais importância em nível mundial, além disso, diante dos problemas ambientais que tem assolado a sociedade moderna várias instituições e governos tem buscado alternativas para mitigar os impactos ambientais gerados pela atividade humana e alcançar os patamares da sustentabilidade.

Houve ainda a Rio+20 em 2012, cuja pauta de discussão foi a economia verde no debate sobre desenvolvimento sustentável e erradicação das desigualdades sociais (SCHÜTZ et al., 2012), de acordo com Guimarães e Fontoura (2012, p. 20),

[...] não produziu avanço significativo algum em relação à Rio-92, exceto o de manter o desafio do desenvolvimento sustentável na agenda de preocupações da sociedade, mas com um decisivo divórcio entre discursos e compromissos concretos por parte dos governos”.

Assim, a realização da Rio+20, teve como objetivo reafirmar os compromissos para com o desenvolvimento sustentável, avaliar os avanços alcançados pelos países e as deficiências a serem sanadas, além de trazer para a discussão questões recentes, de modo que os principais temas dessa conferência foram: economia verde e erradicação da pobreza, o que resultou na produção do relatório “O Futuro que Queremos” reforçando a ideia de Desenvolvimento Sustentável (OLIVEIRA, 2014).

Assim, Berchin e Carvalho (2015, p. 13) apontam que, desde Estocolmo em 1972 até à Rio +20 em 2012 observou-se a

[...] construção de uma consciência global proposta pelos principais atores de sistema internacional, os Estados, que se colocaram em diálogo para alcançar, mesmo que lentamente, uma certa consonância entre as ações nacionais e internacionais.

Esse cenário contribuiu para o avanço no desenvolvimento sustentável a nível mundial, nacional e local. Por fim, como muitas das metas estipuladas nas conferências não foram alcançadas, em 2015, diversos líderes mundiais se reuniram na sede da ONU e formularam um novo plano para o desenvolvimento sustentável, composto por 17 ODS e 169 metas baseadas em cinco dimensões: pessoas (visa proporcionar dignidade e igualdade para todos); planeta (combater a degradação ambiental), prosperidade (garantir progresso econômico, social e

tecnológico), paz (promover a paz, a justiça e a inclusão social) e parceria (implementar parcerias globais para o alcance dos ODS) (ONU-BR). A partir de então, se inicia uma nova jornada em busca do alcance de novos objetivos sustentáveis até 2030 rumo ao desenvolvimento sustentável.

## 2.2 SANEAMENTO BÁSICO SOB A PERSPECTIVA DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO

### 2.2.1 Histórico, importância e conceitos básicos

A história do saneamento básico percorre a história da humanidade, civilizações como a egípcia e a greco-romana contribuíram bastante para o desenvolvimento sanitário, e datam dessa época a criação de aquedutos, redes de esgotos e sistema de drenagem da água da chuva (ITB, 2012; RIBEIRO; ROOKE, 2010). No período da Idade Média, a população foi afetada por grandes transtornos causados pela carência de saneamento básico que não acompanhou o crescimento industrial e a expansão do número de habitantes nas cidades, o que acarretou a proliferação de doenças como cólera, febre tifoide e peste negra (RIBEIRO; ROOKE, 2010). Nesse contexto é evidente a importância do saneamento básico para o desenvolvimento das civilizações, visto que a precariedade sanitária gera a poluição do meio ambiente o que por sua vez tem graves impactos na saúde da população.

No Brasil, as questões sanitárias passam a ter prioridade com a chegada da corte portuguesa em 1808, apesar disso, o país sofreu com a proliferação de epidemias, e a partir de 1888, com o fim da escravidão, passou a buscar meios de melhorar as questões sanitárias no país, contando com nomes como Oswaldo Cruz e Saturnino de Brito o país avançou significativamente no setor de saneamento (RIBEIRO; ROOKE, 2010).

A prestação de serviços de saneamento básico tem início no final do século XIX, por meio de concessão às empresas privadas estrangeiras, que com o passar do tempo passam a perceber tais serviços como onerosos, devido ao inchaço da população urbana que passam a requerer maior investimentos em operações antes consideradas de baixo custo (ROCHA, 2005).

Assim, na década de 30 tais sistemas passam a ser geridos por instituições públicas municipais, mas devido a corrupção de tais entidades que comprometeu a prestação de serviço aos usuários, criou-se o Serviço Especial de Saúde Pública (SESP), conveniado com os Estados Unidos que suportava o sistema por meio de assistência médica, medicina preventiva e saneamento. Em 1946, surgem os Serviços Autônomos de Água e Esgoto (SAAE) ligados a

esfera municipal, de modo que novamente, os municípios passam a tomar a frente de tais serviços (ROCHA, 2005).

Os anos 60 foi marcado pelo Levantamento Nacional de Saneamento a fim de identificar os gargalos dos sistemas de esgotamento. Em 70, instituiu-se o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), que estabeleceu uma política nacional de saneamento adotando como meta um percentual de 90% da população urbana com abastecimento de água e 65% da população urbana com atendimento em esgotamento (ROCHA, 2005). Esse período, caracterizou-se pelo aumento significativo de obras de saneamento básico e o fomento à produção científica do setor, bem como a criação ou restauração das Companhias Estaduais de Esgoto. No entanto, dito plano terminou por eliminar a autonomia das entidades municipais de esgotos e excluir a participação da população das políticas de saneamento, além de eliminar as pequenas e médias empresas do setor (ROCHA, 2005)

A conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente no ano de 1972 em Estocolmo, resultou na criação da Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), surgindo como uma entidade de fiscalização das ações relativas ao meio ambiente no âmbito da federação (ROCHA, 2005).

Em síntese, de acordo com o Instituto Trata Brasil (2012), o Brasil passou pelas seguintes fases na evolução dos serviços de saneamento básico:

- I - 1950 a 1970: início da industrialização no país e surgimento das primeiras entidades municipais de saneamento;
- II - Década de 70: implantação do Sistema Nacional de Saneamento pelo Governo Federal que criou o Planasa, com o objetivo de transferir os serviços de saneamento para Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESB's), financiadas em sua maioria pela União;
- III - Década de 80: desgaste do Sistema Nacional de Saneamento devido à escassez de recursos financeiros e aumento da dívida estatal;
- IV - Década de 90: surgimento das primeiras concessões da prestação de serviços públicos de água e esgoto às companhias privadas e criação do SNIS – relacionado à Secretaria de Saneamento Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades – em 1996 pelo governo federal como parte do Programa de Modernização do Setor de Saneamento (PMSS);
- V - Século XXI: lançamento do Programa de Aceleração de Crescimento (PAC) em 2007 pelo Governo Federal, aumentando os investimentos no setor de

saneamento, sendo destinados R\$ 40 bilhões na primeira fase do programa e mais R\$ 40 bilhões na segunda fase, para aplicação em obras de saneamento.

O saneamento básico é um direito de todo cidadão previsto na Constituição Federal brasileira, que dispõe sobre as competências dos governos federal (art. 21, inciso XX), estaduais (art. 25) e municipais (art. 30 e 182) acerca de saneamento, bem como dispõe acerca de questões ligada ao saneamento como saúde e meio ambiente, respectivamente nos artigos 196 e 225 (BRASIL, 1988).

De acordo com a Constituição Federal brasileira, é de competência da União, dos Estados e dos municípios promover a gestão do saneamento básico no país a fim de atender a todos os cidadãos. Assim cabe ao governo federal instituir políticas nacionais de saneamento e garantir o investimento no setor, atuando através de instancias como Ministério das Cidades, Ministério da Saúde, Ministério do Meio Ambiente, Ministério do Desenvolvimento Social, dentre outros, bem como de agências reguladoras como a Agência Nacional de Águas (ANA) – e agentes financeiros como a Caixa Econômica Federal (CEF) e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) (ITB, 2012).

Ao governo estadual cabe garantir a prestação de serviços de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto. Por fim, o governo municipal se responsabiliza pela elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico, que é peça fundamental para regulamentar a concessão de serviços de saneamento e para obtenção de financiamento do governo federal para obras de saneamento (ITB, 2012).

No Brasil, o serviço de saneamento básico é prestado por entidades públicas ou privadas, podendo ser desempenhados por companhias estaduais, autarquias, empresas ou secretarias municipais, ou por meio de concessão ou parcerias público-privada (PPP). Outros stakeholders envolvidos no setor de saneamento são as entidades reguladoras, o Ministério Público, Comitês de Bacias Hidrográficas, bem como os principais interessados nessa questão a população, que muitas vezes atuam por meio de Conselhos municipais e/ou estaduais a fim de garantir o controle social (ITB, 2012). O saneamento básico consiste num

[...] conjunto de medidas que visa preservar ou modificar as condições do meio ambiente com a finalidade de prevenir doenças e promover a saúde, melhorar a qualidade de vida da população e à produtividade do indivíduo e facilitar a atividade econômica (ITB, 2012, p. 9)

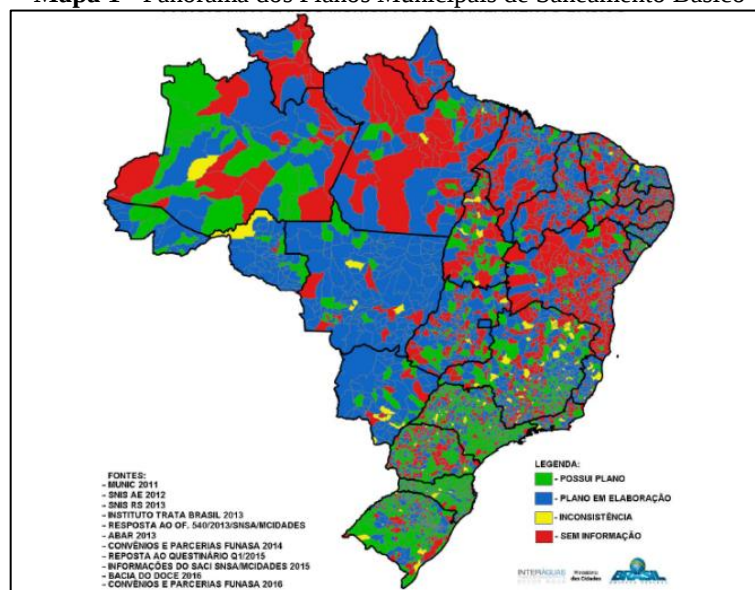
A Lei 11.445/2007 é responsável pela regulação do saneamento básico no Brasil e define o saneamento – de acordo com o artigo 3, inciso I – como um conjunto de serviços e infraestruturas e instalações operacionais que incluem os serviços de abastecimento de água

potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; drenagem e manejo das águas pluviais. (BRASIL, 2007).

Essa lei traz importantes contribuições a nível nacional e local, no âmbito da União, cabe ao órgão competente estabelecer as diretrizes para a Política Federal de Saneamento, determinando a elaboração por parte da União de um Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) para orientar as ações e investimentos do Governo Federal, e na esfera municipal, cabe as prefeituras elaborar um Plano Municipal de Saneamento (PMSB) que norteie o planejamento e a operação das ações sanitárias nos municípios a fim de garantir a obtenção de repasse de recursos federais para o saneamento municipal, de modo que as cidades que não possuem um PMS não recebe os recursos do Governo Federal destinados ao saneamento básico (BRASIL, 2007; ITB, 2012).

O plano de saneamento básico dos municípios constitui-se em um importante instrumento de política pública no setor de saneamento, que deve ser atualizado a cada 4 anos, e precisa estar articulado com ações nas áreas de saúde, habitação, meio ambiente, recursos hídricos e outros segmentos que apresentem ligação com o saneamento básico, por isso deve estar em consonância com o Plano Diretor Municipal e os Planos das Bacias Hidrográficas (ITB, 2012)

No entanto, o Panorama dos Planos Municipais de Saneamento Básico no Brasil do Ministério das Cidades (2017) aponta que muitos municípios brasileiros ainda estão com os planos em fase de elaboração, sobretudo nas regiões Centro-Oeste (68%), Nordeste (46%) e Norte (40%) que apresentam valores superiores à média do país (38%), sendo a região Sul (59% possui plano e 21% em elaboração) e Sudeste (40% possui plano e 34% em elaboração) as melhores nesse panorama.

**Mapa 1** - Panorama dos Planos Municipais de Saneamento Básico

Fonte: Brasil. Ministério das Cidades, 2017.

Diante das deficiências enfrentadas pelos sistemas de saneamento básico no Brasil, a Lei 13.329/2016 instituiu o Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento do Saneamento Básico (REISB), com vigência até 2026, a fim de estimular as prestadoras de serviços de saneamento a aumentar os investimentos no setor com ênfase na sustentabilidade e eficiência dos sistemas e em consonância com o Plansab, através da concessão de créditos tributários relativos a contribuição para o Programa de Integração Social (PIS), Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PASEP) e a Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (COFINS). (BRASIL, 2016)

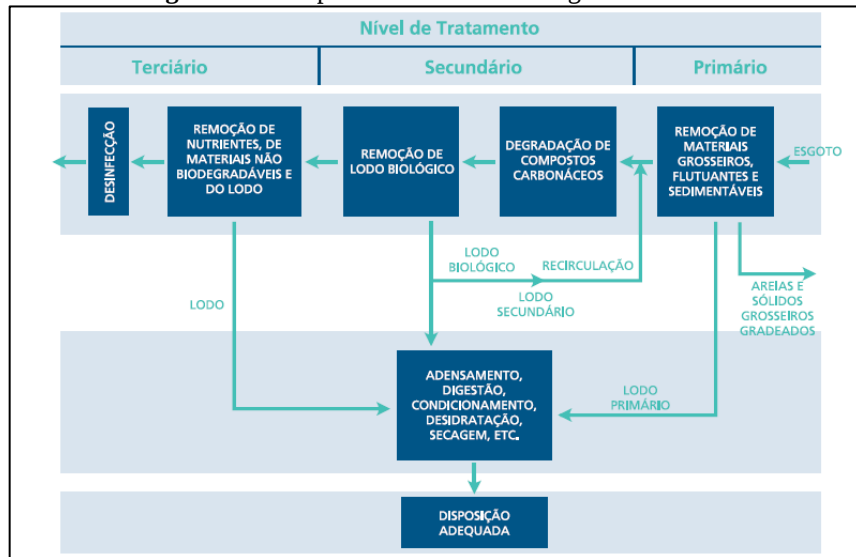
De acordo com essa lei, consistem em investimentos em sustentabilidade e eficiência dos sistemas de saneamento básico, aqueles que visam: alcançar as metas de universalização no que se refere ao abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto; preservar a qualidade dos recursos hídricos; reduzir as perdas de água e aumento da eficiência dos sistemas de abastecimento de água e de esgoto; e promover a inovação e tecnologia (BRASIL, 2016).

### 2.2.2 Definições e conceitos de esgotamento sanitário

No Brasil, a vertente do saneamento básico que apresenta maiores deficiências e carece de substanciais melhorias é o esgotamento sanitário. O esgotamento é composto por ações, infraestruturas e instalações para operação da coleta, transporte, tratamento e disposição final do esgoto no meio ambiente (BRASIL, 2007). O esgoto é formado a partir da eliminação da água de utilização doméstica, industrial ou comercial, sendo coletado por redes de esgoto para

tratamento nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETE's) evitando assim a poluição dos recursos hídricos e consequentemente da fauna e da flora, bem como a transmissão de doenças causando danos à saúde pública (COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO, 2016).

**Fluxograma 1** - Etapas do tratamento de esgotos em uma ETE



Fonte: BNDES, 2014.

O esgoto consiste na água que foi após ser utilizada em alguma atividade humanas teve suas características naturais modificadas, não podendo ser lançadas diretamente nos corpos hídricos sem um prévio tratamento, o que pode além de poluir o meio ambiente causa doenças como febre tifóide e paratifóide, diarreias infecciosas, amebíase, ancilostomíase, esquistossomose, teníase, ascaridíase, entre outras doenças relacionadas a falta de saneamento (ITB, 2012).

Os sistemas de esgoto, portanto, são responsáveis pelo processo de tratamento de esgoto, que consiste na coleta do esgoto pelas redes coletoras por um longo sistema de tubos subterrâneos, passando pelas estações elevatórias até chegar nas ETE's onde inicia-se o tratamento do mesmo para que possa ser lançado nos rios, lagos ou no mar de forma segura (COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO, 2016).

A deficiência nos serviços de esgotamento sanitário afeta a saúde humana e repercute nas taxas de mortalidade e de expectativa de vida, na produtividade laboral, nas despesas da saúde pública, nos custos de tratamento de água para abastecimento, no turismo e na pesca. Assim, investir em esgotamento implica melhorias para a saúde humana, redução da mortalidade, aumento da expectativa de vida, diminuição de internações e das despesas da saúde pública, redução de custos com tratamento de água, melhorias da qualidade dos recursos

hídricos o que contribui para a preservação da fauna aquática e consequentemente afeta aquece o setor turístico e pesqueiro (ITB, 2012).

### 2.2.3 Situação do esgotamento sanitário: perspectiva mundial, nacional, regional e local

Os danos causados ao meio ambiente e à saúde pública devido a deficiência de saneamento básico, gerou uma maior preocupação acerca dessa temática, de modo que ONU lançou no ano 2000 as Metas de Desenvolvimento do Milênio que deveriam ter sido alcançadas até 2015, e que englobam a universalização do acesso ao saneamento básico – um dos princípios da Lei 11.445/2007 – que ainda não foi alcançado nem a nível mundial e tampouco a nível nacional.

De acordo com o Social Progress Index (2017), no qual o Brasil ocupa a posição 43 de um total de 128 países, as questões de saneamento básico, muito embora se apresentem com médio desempenho, ainda precisam ser melhoradas, visto que esse índice é relativo (compara países semelhantes quanto ao PIB).

**Tabela 1** - Desempenho do Brasil em Saneamento

| NECESSIDADES HUMANAS BÁSICAS:<br>ÁGUA E SANEAMENTO (% DA POP.) | PONTUAÇÃO | RANKING | CLASSIFICAÇÃO<br>DO DESEMPENHO |
|----------------------------------------------------------------|-----------|---------|--------------------------------|
| Acesso a água canalizada                                       | 93,70     | 41      | Médio                          |
| Acesso rural a melhor fonte de água                            | 86,96     | 74      | Médio                          |
| Acesso a instalações melhoradas de saneamento                  | 82,78     | 68      | Médio                          |
| Resultado geral para Água e Saneamento                         | 86,62     | 60      | Médio                          |

Fonte: Social Progress Index, 2017.

Ademais a dimensão Fundações do bem-estar que apresenta o quesito Qualidade Ambiental, apresentou o indicador Tratamento de água poluída com uma pontuação de 17,56 ocupando a posição 51 no ranking e um médio desempenho.

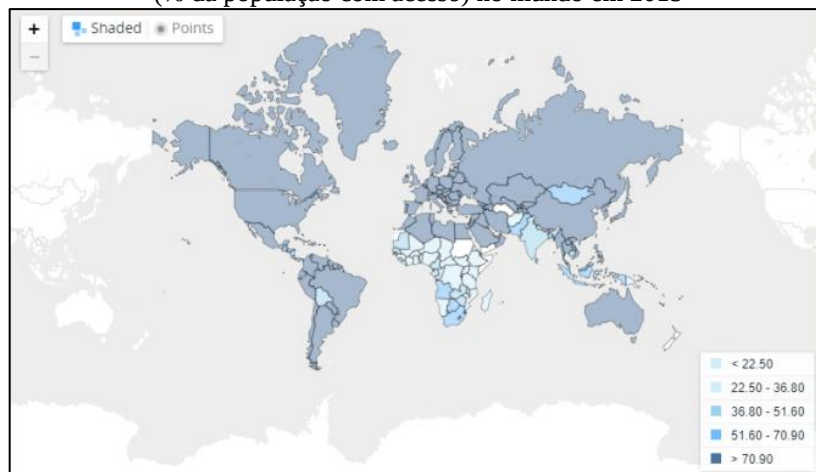
Na área de Água e Saneamento os países que ocupam as primeiras colocações são: Austrália, Nova Zelândia, Áustria, Chipre, Israel, Malta e Singapura apresentando a pontuação máxima (100). A Dinamarca foi a primeira colocada no índice, apresentando alta pontuação em saneamento básico, consagrando-se como um parâmetro a se seguir.

O déficit no setor de saneamento, de acordo com dados do Banco Mundial (2017), tem impactos no dia a dia da população, causando transtornos para a saúde, de modo que países com melhor desempenho em saneamento básico possuem menores taxas de mortalidade

infantil, menos internações por infecções gastrointestinais e consequentemente menos gastos públicos com saúde. Ademais, a precariedade do saneamento afasta crianças e jovens da escola e trabalhadores de seus postos de trabalhos por conta de enfermidades relativas a falta de saneamento, onerando a Previdência Social.

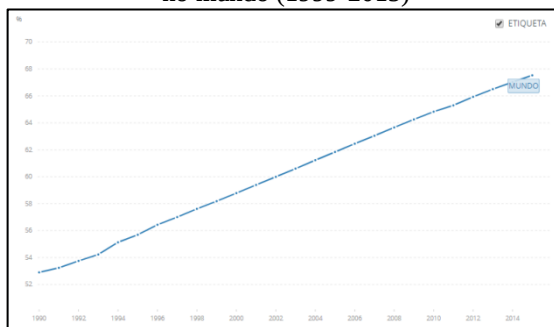
De acordo com o Banco Mundial (2017), houve uma melhoria das instalações sanitárias tanto no mundo quanto no Brasil durante o período de 1999 a 2015, de acordo com o mapa abaixo, América do Norte e Europa são as que apresentam as melhores situações, no entanto, continentes como América do Sul e Central, Ásia e Oceania também apresentam bons resultados. Destaca-se também, que a taxa alcança pelo Brasil em 2015 (pouco mais de 82%) foi superior à média mundial de aproximadamente 68%.

**Mapa 2 - Melhoria das instalações sanitárias**  
(% da população com acesso) no mundo em 2015



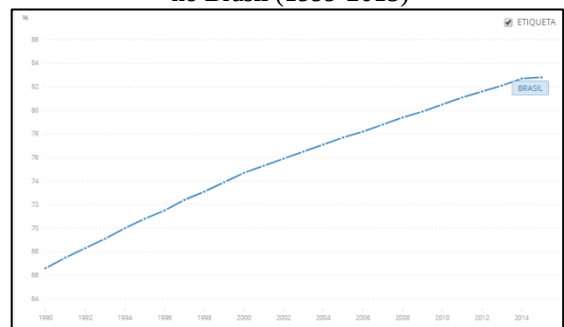
Fonte: Banco Mundial (2017a)

**Gráfico 1 - Melhoria das instalações sanitárias**  
(% da população com acesso)  
no mundo (1999-2015)



Fonte: Banco Mundial (2017a)

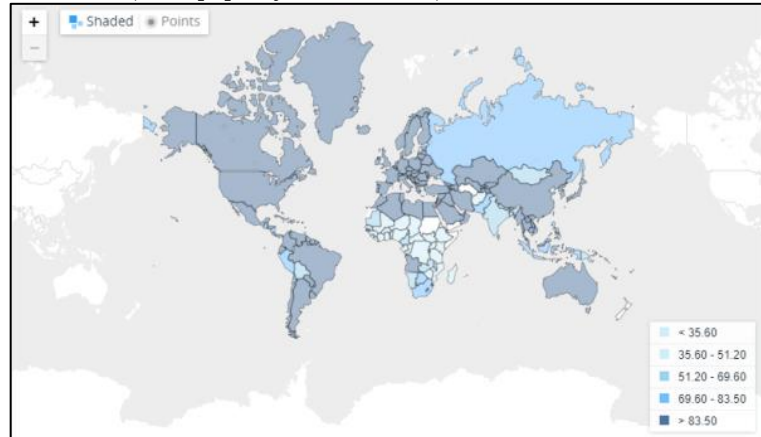
**Gráfico 2 - Melhoria das instalações sanitárias**  
(% da população com acesso)  
no Brasil (1999-2015)



Fonte: Banco Mundial (2017a)

No que diz respeito a melhoria das instalações sanitárias da área urbana, o Banco Mundial aponta que os melhores índices são encontrados na América do Norte, Europa e Oceania, muito embora alguns países da América do Sul, como o Brasil, por exemplo, Ásia e África também apresentem bons resultados.

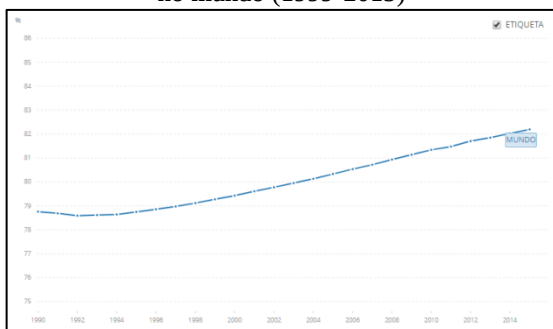
**Mapa 3 - Melhoria das instalações sanitárias do setor urbano  
(% da população com acesso) no mundo em 2015**



Fonte: Banco Mundial (2017b)

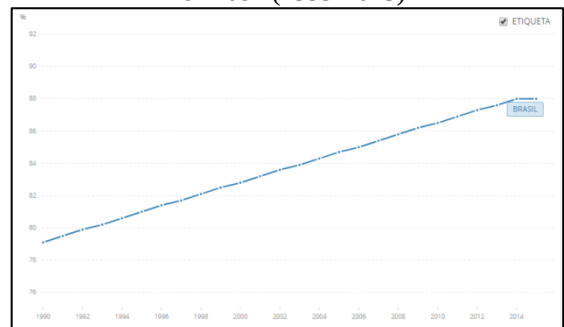
Comparativamente com média de crescimento mundial, de acordo com o Banco Mundial (2017), o Brasil apresentou uma taxa maior, aproximadamente 88% em oposição a uma média mundial de 82% de melhorias das instalações sanitárias urbanas.

**Gráfico 3 - Melhoria das instalações sanitárias do  
setor urbano (% da população com acesso)  
no mundo (1999-2015)**



Fonte: Banco Mundial (2017b)

**setor urbano (% da população com acesso)  
no Brasil (1999-2015)**

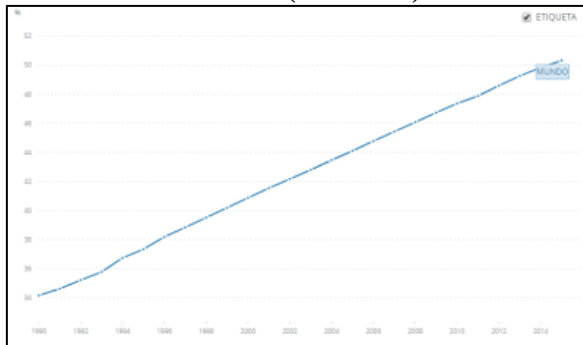


Fonte: Banco Mundial (2017b)

**Gráfico 4 - Melhoria das instalações sanitárias do**

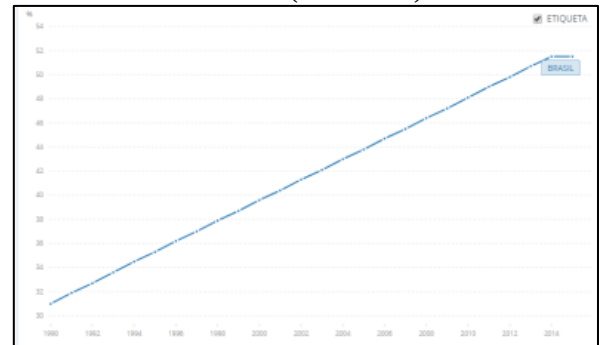
No setor rural, a taxa de melhoria em 2015 alcançou pouco mais de 50% enquanto que no Brasil foi cerca de 52%, ambas apresentam uma evolução pequena quando comparada ao setor urbano, o que evidências disparidades no atendimento sanitário a zona rural e urbana, indicando a necessidade de maiores investimentos na área rural.

**Gráfico 5** - Melhoria das instalações sanitárias do setor rural (% da população com acesso) no mundo (1999-2015)



Fonte: Banco Mundial (2017c)

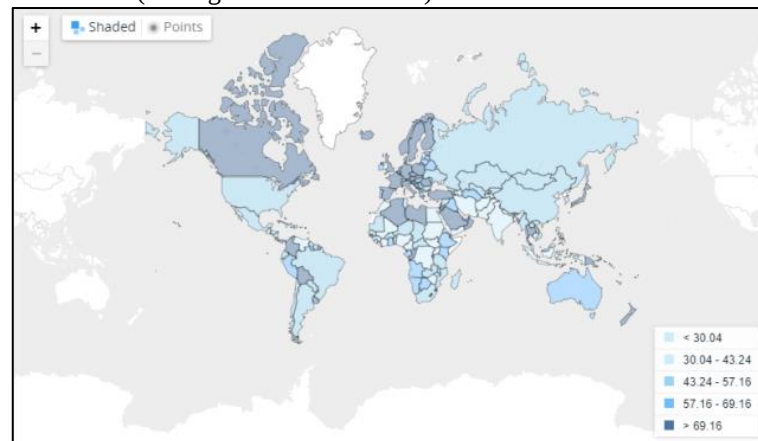
**Gráfico 6** - Melhoria das instalações sanitárias do setor rural (% da população com acesso) no Brasil (1999-2015)



Fonte: Banco Mundial (2017c)

Ainda de acordo com o Banco Mundial (2017), a melhoria das instalações de saneamento básico tem repercussões nos gastos no setor público de saúde. Assim, observa-se que a medida que se aumentam os investimentos em saneamento, reduz-se os gastos em saúde.

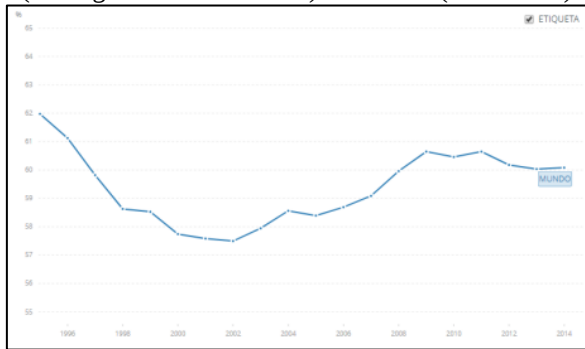
**Mapa 4** - Mapa dos gastos em saúde no setor público (% do gasto total em saúde) no mundo em 2014



Fonte: Banco Mundial (2017d)

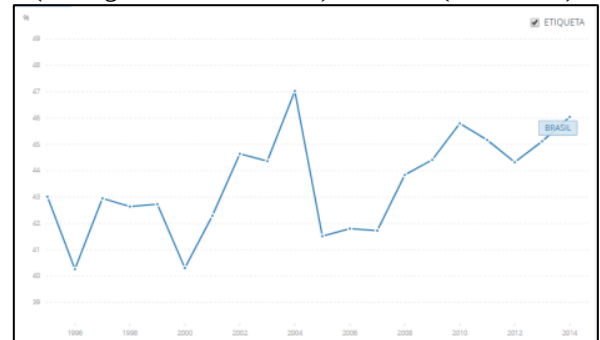
**Gráfico 7** - Gastos em saúde no setor público

(% do gasto total em saúde) no mundo (1999-2014)



Fonte: Banco Mundial, 2017e.

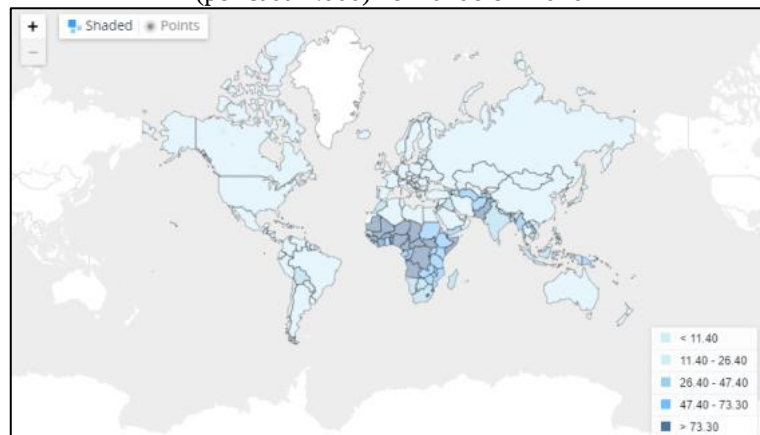
**Gráfico 8** - Gastos em saúde no setor público (% do gasto total em saúde) no Brasil (1999-2014)



Fonte: Banco Mundial, 2017e.

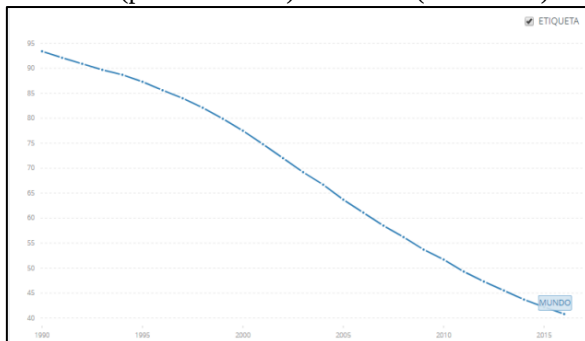
Assim como gastos públicos em saúde diminuem à medida que se aumenta o acesso ao saneamento básico, também reduz-se a taxa de mortalidade infantil à medida que se investe em saneamento básico.

**Mapa 5** - Taxa de mortalidade – menores de 5 anos (por cada 1.000) no mundo em 2016



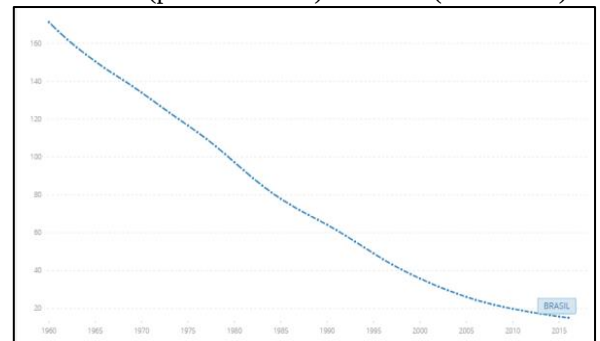
Fonte: Banco Mundial, 2017f.

**Gráfico 9** - Taxa de mortalidade infantil – menores de 5 anos (por cada 1.000) no mundo (1960-2016)



Fonte: Banco Mundial (2017g)

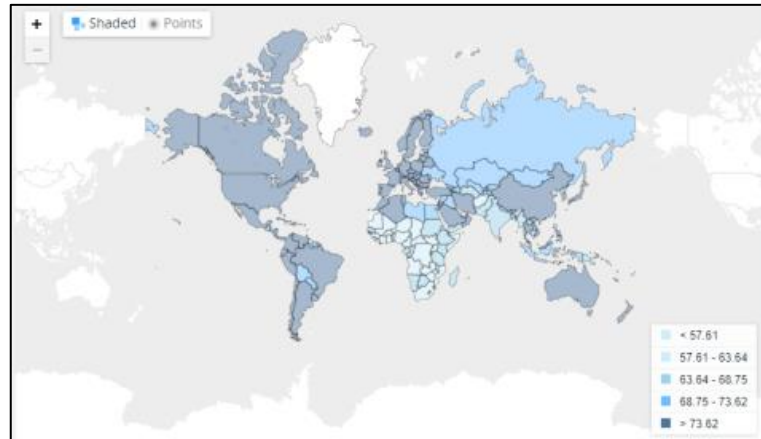
**Gráfico 10** - Taxa de mortalidade infantil de menores de 5 anos (por cada 1.000) no Brasil (1960-2016)



Fonte: Banco Mundial (2017g)

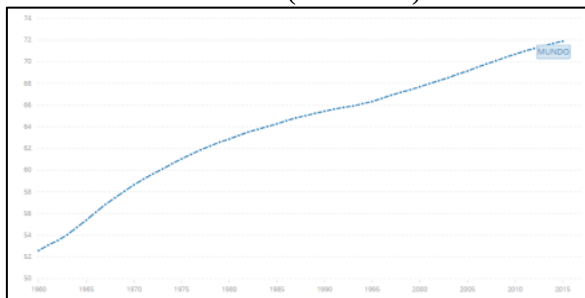
A expectativa de vida também é afetada pelo acesso aos serviços de saneamento básico, assim, a medida que aumenta o acesso a esse serviço, aumenta também a expectativa de vida.

**Mapa 6** - Mapa da esperança de vida ao nascer, total (anos) no mundo em 2015



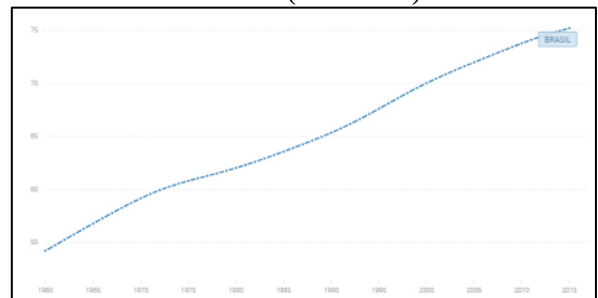
Fonte: Banco Mundial, 2017h.

**Gráfico 11** - Esperança de vida ao nascer, total (anos) no mundo (1960-2015)



Fonte: Banco Mundial (2017i)

**Gráfico 12** - Esperança de vida ao nascer, total (anos) no Brasil (1960-2015)



Fonte: Banco Mundial (2017i).

Esses resultados reforçam a relação entre saneamento e saúde conforme também pode ser evidenciado nos estudos realizados pela OMS, UNICEF e ONU. Dentre esses estudos o relatório “Don’t pollute my future! The impact of the environment on children’s health” destaca os impactos que a poluição ambiental causa à saúde das crianças, posto que de acordo com o estudo (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2017):

- 361 mil crianças menores de 5 anos morrem por diarreia por causa da falta de acesso ao saneamento, condições de higiene e à água potável;
- 270 mil crianças morrem durante o primeiro mês de vida devido a precariedade das condições de saneamento, higiene e acesso à água potável nas unidades de saúde.

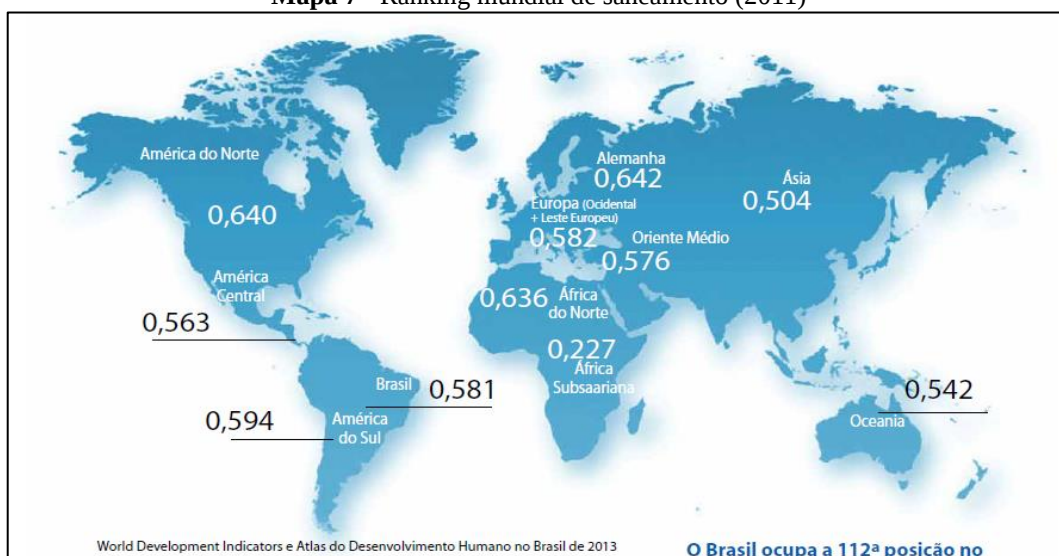
Por sua vez, o relatório “Inheriting a sustainable world? Atlas on children’s health and the environment” aponta que 1,7 das crianças menores que 5 anos morrem devido à falta de saneamento e condições de insalubridade da água, o que poderia ser evitado revertendo essa situação de insalubridade e precariedade em saneamento básico, evitando assim  $\frac{1}{4}$  da mortalidade infantil e 361 mil mortes por diarreia de crianças menores de 5 anos (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2017a).

O relatório “Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and Sustainable Development Goal baselines” mostra que embora o acesso à água e saneamento tenha aumentado desde o ano 2000, ainda é grande o número de pessoas sem acesso à água potável e saneamento com gestão segura, e que as áreas rurais são as mais carentes destes serviços. Essa situação, coloca em risco a saúde da população, principalmente as crianças, que são mais vulneráveis a contração de doenças relacionadas a precariedade de tais serviços, tais como diarreia, cólera, disenteria, hepatite e febre tifóide (WORLD HEALTH ORGANIZATION; UNITED NATIONS CHILDREN’S FUND, 2017):

- 4,5 bilhões de pessoas não dispõem de saneamento seguro no mundo;
- cerca de 3 em cada 10 pessoas não têm acesso a água potável em casa, e 6 em cada 10 carecem de saneamento seguro no mundo (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2017b).

Segundo o relatório “UN-Water Global Analysis and Assessment of Sanitation and Drinking-Water (GLAAS) 2017” a taxa média anual de orçamento destinado para os serviços de água, saneamento e higiene foi de 4,9% nos três últimos anos, o que não é suficiente para cumprir os objetivos nacionais nesse setor em 80% dos países, de modo que para cumprir os ODS é necessário aumentar substancialmente os investimentos nesses serviços para que se possa alcançar as metas de universalização do acesso à água e saneamento até 2030 (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2017c).

Nesse sentido, são inúmeros os benefícios da universalização do acesso ao saneamento básico, conforme aponta a pesquisa do Instituto Trata Brasil (ITB) intitulada “Os benefícios econômicos da expansão do saneamento brasileiro”, apresenta um ranking de saneamento mundial no qual o Brasil se encontra na posição 112, com um índice de 0,581, de acordo com dados de 2011, resultado inferior à média da América do Norte e da Europa, que apresentam resultados mais próximos de 1 e portanto melhores desempenhos posto que quando mais próximo de 1 melhor o indicador (ITB, 2014).

**Mapa 7 - Ranking mundial de saneamento (2011)**

Fonte: Instituto Trata Brasil, 2014.

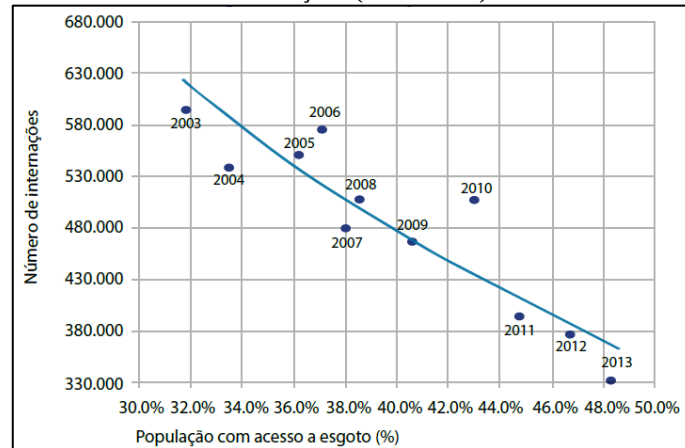
O Brasil também apresenta um índice menor do que o de alguns países do norte africano e do oriente médio que apresentam renda média menor que a do Brasil, além de ficar atrás de países da América do Sul como Equador (0,719), Chile (0,707), Honduras (0,686) e Argentina (0,667). Esses países além de possuírem uma maior cobertura de esgoto que o Brasil, apresentaram maior expansão em saneamento, ao passo que o Brasil reduziu o seu nível de expansão, o torna ainda mais difícil alcançar a universalização do saneamento até 2030 conforme meta estipulada pelo governo brasileiro (ITB, 2014). A pesquisa também apontou o impacto do saneamento não só na saúde pública, mas também no setor turístico e imobiliário, na rede de ensino, na produtividade do trabalhador e na renda deste, com implicações no PIB do país.

Na saúde pública, impactando na taxa de mortalidade infantil que foi de 12,9 mortes por 1.000 nascidos vivos em 2011, superando a média mundial e as taxas de mortalidade infantil de países como Cuba (4,3‰), Chile (7,8‰) e Costa Rica (8,6‰). A precariedade sanitária também repercute na longevidade da população, de modo que o Brasil apresentou uma média de vida de 73,3 anos em 2011, menor que a média da América Latina de 74,4 anos, ficando atrás de países vizinhos como Argentina (75,8 anos) e Chile (79,3 anos) (ITB, 2014).

Em 2013, 340,2 mil pacientes foram internados por infecções gastrointestinais e 2.135 morreram por causa dessas enfermidades que poderiam ser evitadas com a expansão dos serviços sanitários com vistas a universalização. No entanto, deve-se ressaltar que o acesso ao saneamento não extingue a doença, mas, é responsável por reduzir a sua incidência. Assim, o acesso ao saneamento que reduziria o número de internações para 1.806 casos de internações –

reduzindo os custos do Sistema Único de Saúde (SUS) devido às internações – e 329 mortes, o equivalente a uma redução de 15,5% da mortalidade devido a esta causa (ITB, 2014).

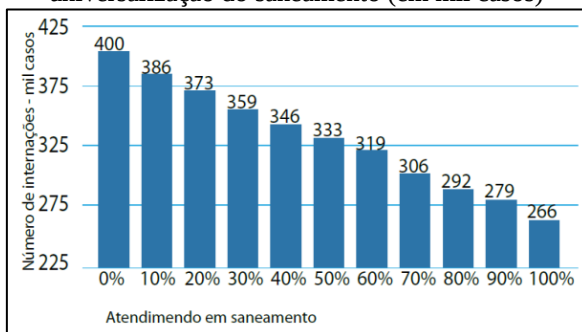
**Gráfico 13** - Gráfico de acesso ao esgoto x casos de internações (2003-2013)



Fonte: ITB, 2014.

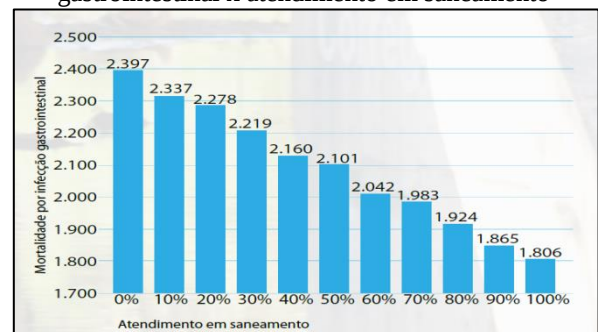
O estudo mostra que a universalização do acesso ao saneamento implicaria na redução de internações e consequentemente de despesas públicas com saúde na ordem de R\$ 355,71 por paciente na média nacional em 2013, o equivalente a R\$ 121 milhões no ano, concentrando 52,1% das despesas na região Nordeste em 2013 (ITB, 2014).

**Gráfico 14** - Redução de internações com a universalização do saneamento (em mil casos)



Fonte: ITB, 2014.

**Gráfico 15** - Mortalidade por infecções gastrointestinais x atendimento em saneamento

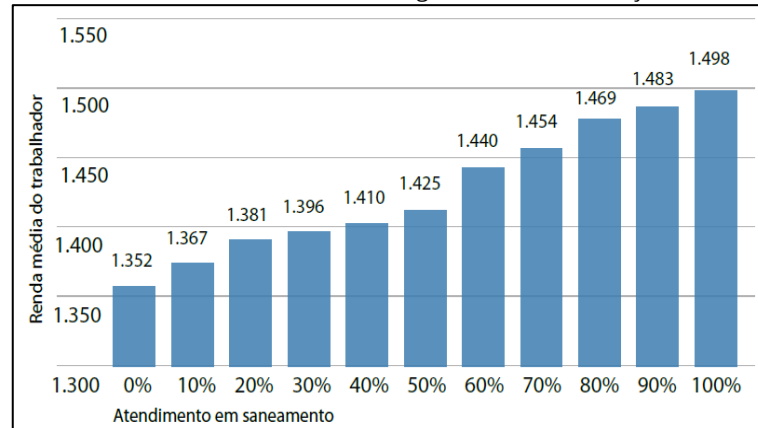


Fonte: ITB, 2014.

A pesquisa também apontou para repercussões no mercado de trabalho posto que as doenças causadas pela falta de saneamento levam ao afastamento de milhares de trabalhadores dos seus postos de trabalhos, de modo que trabalhadores que vivem em locais com acesso a esgoto ganham, em média 10,1% a mais que aqueles que não tem acesso ao serviço. Desse modo a universalização de serviços de água e esgoto levaria a redução do total de dias de

afastamentos em 23% reduzindo os custos por tais afastamentos em R\$ 258 milhões por ano. Assim, a universalização dos serviços de saneamento, levaria a um aumento de 6,1% na renda média do trabalhador brasileiro (ITB, 2014)

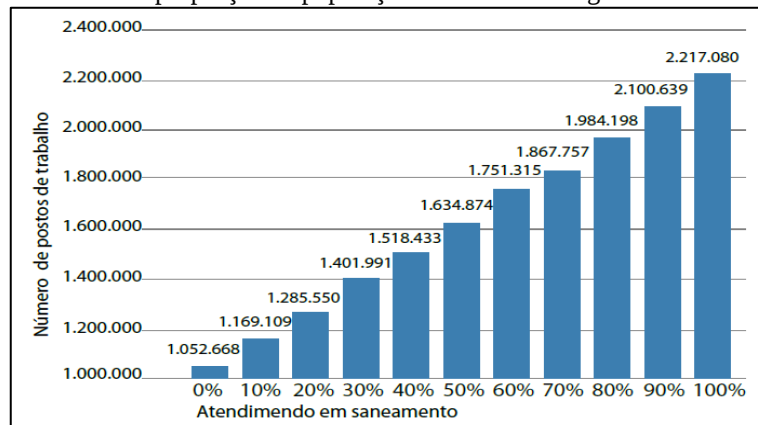
**Gráfico 16 - Saneamento x ganhos de remuneração**



Fonte: ITB, 2014.

O saneamento também tem reflexos na Educação, visto que estudantes sem acesso à coleta de esgoto e água tratada tem atraso maior do que estudantes com acesso a esses serviços, assim, ter acesso ao saneamento reduziria em 6,8% o atraso escolar. O turismo também teria ganhos com a universalização do saneamento básico, visto que países com melhores índices de saneamento que o Brasil, como Cuba, Chile e Argentina recebem maior fluxo de turistas que o Brasil, assim a universalização dos serviços sanitários no país acarretaria um incremento de 500 mil empregos, gerando o crescimento do PIB superior a R\$ 12 bilhões.

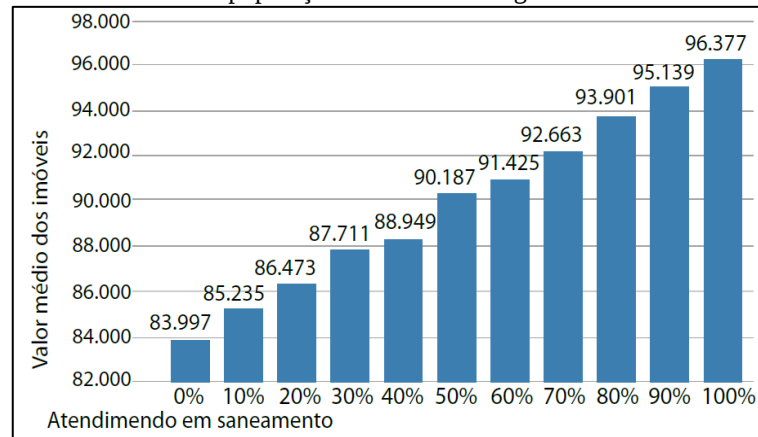
**Gráfico 17 - Número de trabalhadores em turismo segundo proporção da população com acesso a esgoto**



Fonte: ITB (2014)

No setor imobiliário há uma diferença de 13,6% entre o valor de imóveis que possuem acesso a saneamento e dos que não possuem, assim, a valorização dos imóveis com a universalização do saneamento seria de cerca de R\$ 178,3 bilhões.

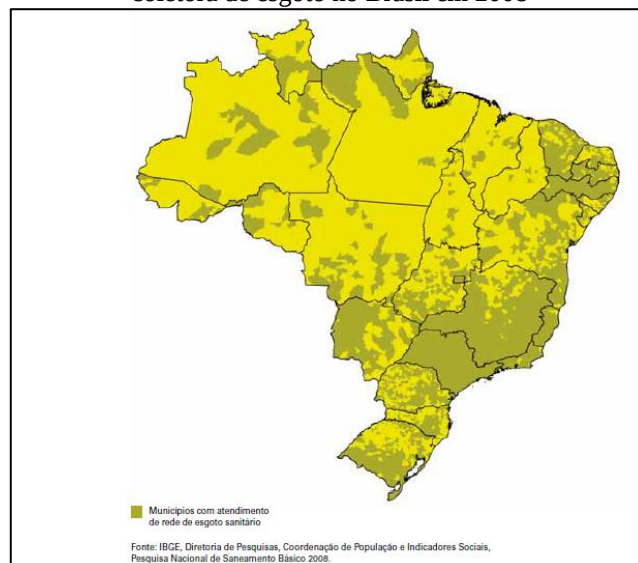
**Gráfico 18** - Valor médio dos imóveis segundo a proporção da população com acesso a esgoto



Fonte: ITB, 2014.

Apesar de todos esses benefícios, a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) de 2008 realizada pelo IBGE em parceria com o Ministério das Cidades, evidenciou que, apesar da Lei 11.445/2007, 44,8% das cidades brasileiras ainda não possuíam acesso a um dos serviços básico do saneamento, a coleta de esgoto. O mapa a seguir evidencia a carência de acesso a rede de esgoto pelas regiões Norte e Nordeste do Brasil, muito embora, o estado Pernambuco é uma das exceções apresentando uma grande cobertura da rede coletora (IBGE, 2010).

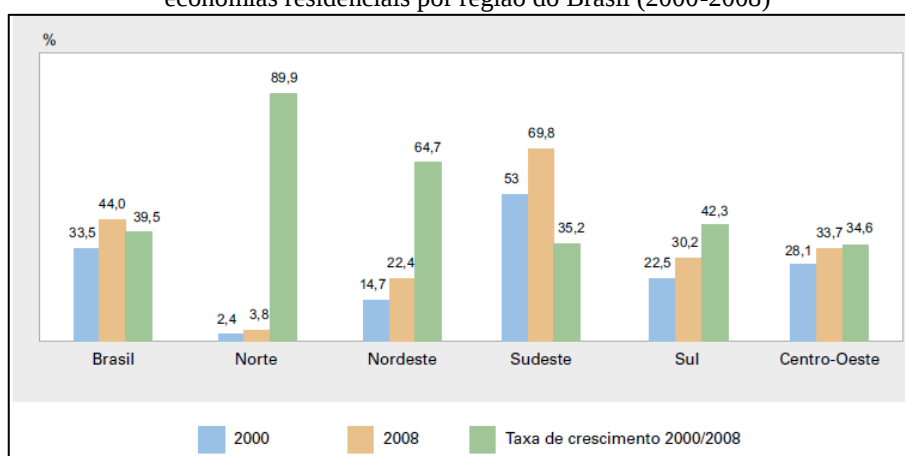
**Mapa 8** - Mapa dos municípios com serviços de rede coletora de esgoto no Brasil em 2008



Fonte: IBGE, 2010.

No entanto, o Norte e o Nordeste são os estados que apresentam as maiores taxas de crescimento desses serviços entre 2000 e 2008, respectivamente 89,9% e 64,7%, apresentando uma taxa de crescimento superior à do país (39,5%) (IBGE, 2010), muito embora, o Atlas do Saneamento 2011, também elaborado pelo IBGE, apontou que alguns estados do Norte e Nordeste como Pará, Maranhão e Piauí não mostraram avanços no saneamento básico desde a PNSB de 1989 (IBGE, 2011).

**Gráfico 19** - Percentual de domicílios com acesso à rede de esgotamento sanitário e taxa de crescimento do número de economias residenciais por região do Brasil (2000-2008)



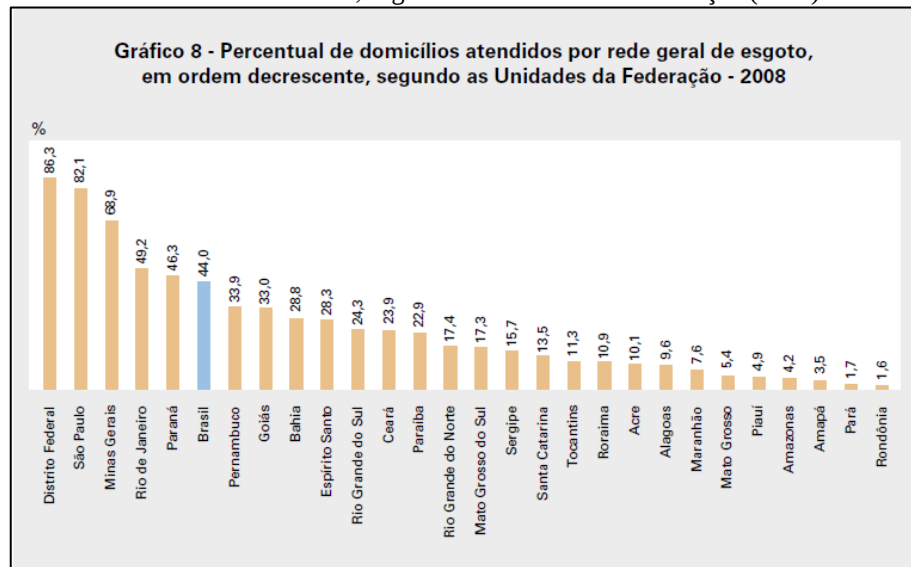
Nota: Considera-se economia residencial esgotada como domicílio atendido por rede geral de esgoto.

Fonte: IBGE 2010.

Segundo a PNSB 2008, a proporção de municípios com rede de coleta de esgoto foi bem inferior à de municípios com rede geral de distribuição de água (99,4%), manejo de resíduos sólidos (100,0%) e manejos de águas pluviais (94,5%). O Sudeste mais uma vez apresentou bons resultados com uma taxa superior a média do país, ao contrário do estado de Pernambuco que evidenciou que carece de substanciais melhorias no atendimento aos domicílios por rede de esgoto.

**Gráfico 20** - Percentual de domicílios atendidos por rede geral de esgoto,

em ordem decrescente, segundo as Unidades da Federação (2008)

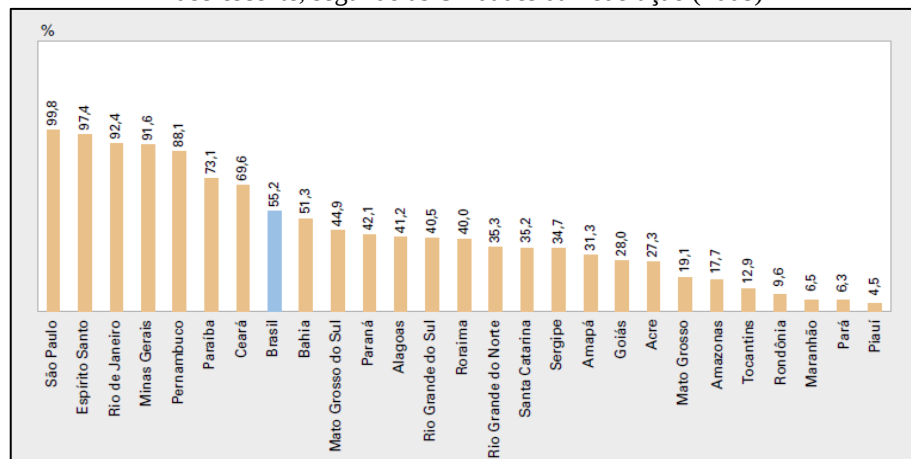


Nota: Considera-se economia residencial esgotada como domicílio atendido por rede geral de esgoto.

Fonte: IBGE, 2010.

Por outro lado, ao considerar o percentual de municípios atendidos pela rede de esgoto, o estado pernambucano apresenta uma taxa superior à média do país e muito próxima de estados da região Sul e Sudeste, que possuem os melhores resultados, o que evidencia que Pernambuco precisa melhorar o alcance da rede de esgoto dentro dos municípios.

**Gráfico 21 - Percentual de municípios com rede coletora de esgoto em ordem decrescente, segundo as Unidades da Federação (2008)**



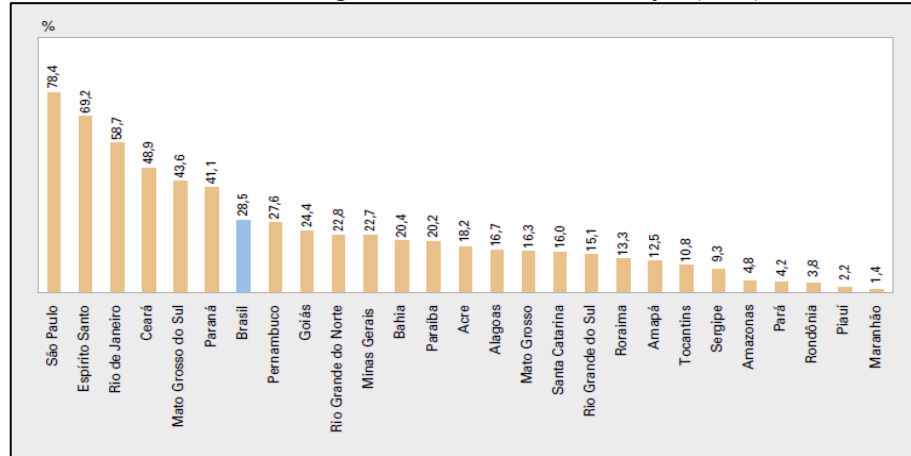
Nota: Considera-se economia residencial esgotada como domicílio atendido por rede geral de esgoto.

Fonte: IBGE, 2010.

Quanto ao percentual de municípios com tratamento de esgoto Pernambuco apresentou um percentual abaixo da média nacional, o que evidencia que apesar de possuir um bom

percentual de cidade com rede coletora, o esgoto coletado não está sendo submetido a tratamento na mesma proporção pelos municípios, de modo que deve-se ampliar o acesso a esse serviço nos municípios.

**Gráfico 22** - Percentual de municípios com tratamento de esgoto, em ordem decrescente, segundo as Unidades da Federação (2008)

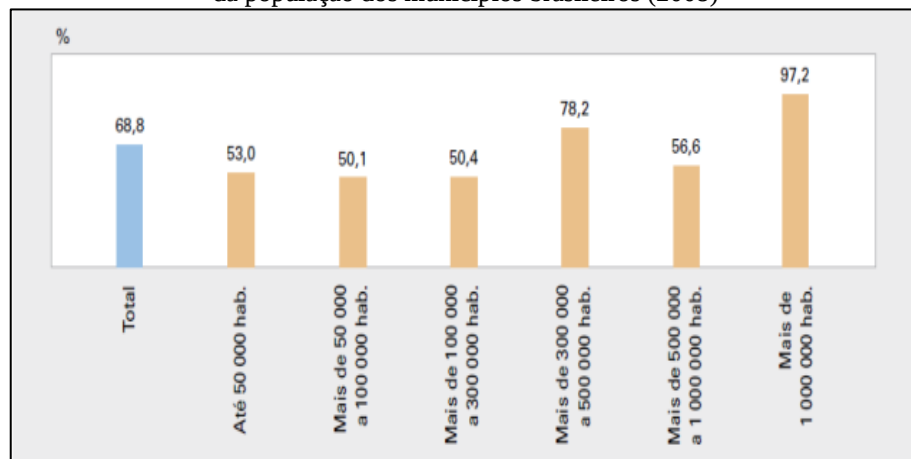


Nota: Considera-se o município em que pelo menos um distrito (mesmo que apenas parte dele) tem tratamento de esgoto.

Fonte: IBGE, 2010.

A pesquisa do IBGE também mostrou que 68,8% do esgoto coletado no Brasil é tratado, e que esse percentual tende a aumentar nas cidades com maior número de habitantes.

**Gráfico 23** - Percentual do esgoto coletado tratado, segundo as classes de tamanho da população dos municípios brasileiros (2008)



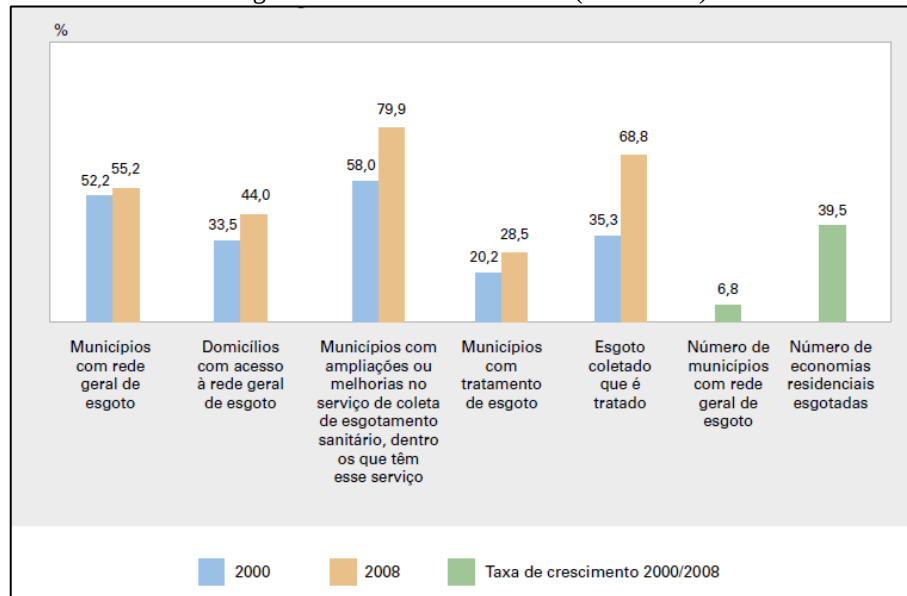
Nota: inclusive os municípios cujas entidades prestadoras do serviço não informaram volume de esgoto tratado por dia.

Fonte: IBGE, 2010.

Em linhas gerais, considerando os serviços de esgotamento sanitário no Brasil, embora as principais variáveis relativas ao esgotamento apresentem melhorias durante o período de

2000 a 2008, ainda há muito a se fazer, sobretudo quanto ao tratamento de esgoto, pois de nada adianta a expansão da rede coletora se o esgoto não for devidamente tratado antes de ser despejado nos cursos de água.

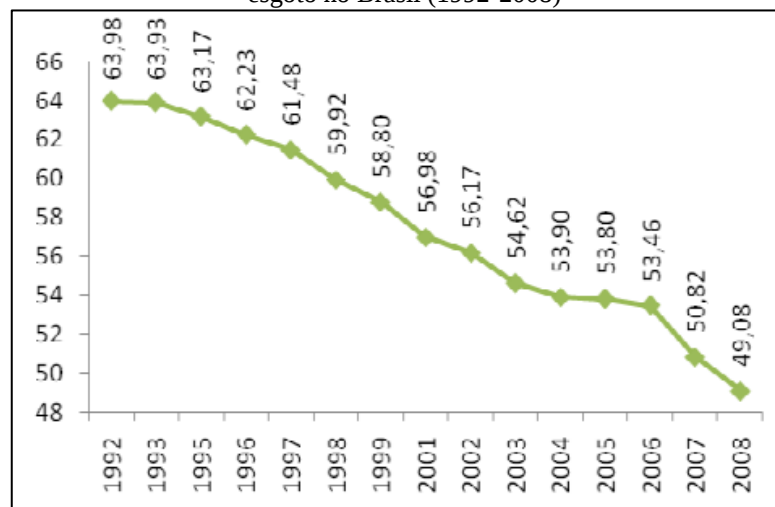
**Gráfico 24** - Evolução percentual das principais variáveis do esgotamento sanitário no Brasil (2000-2008)



Fonte: IBGE, 2010.

No entanto, os dados do SNIS, apontam para o fato de que, o país avançou nos serviços de água e esgoto, muito embora, ainda há muito a se fazer para se alcançar a universalização.

**Gráfico 25** - Déficit de acesso a rede de coleta de esgoto no Brasil (1992-2008)



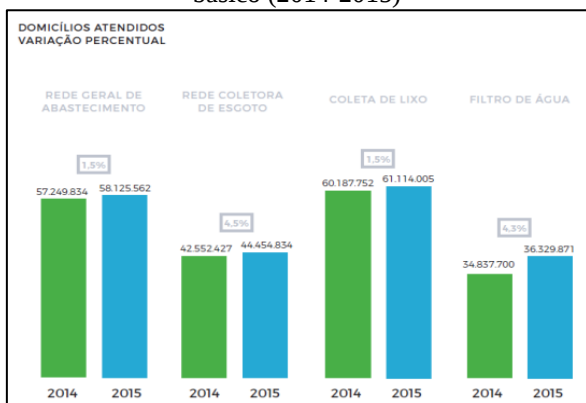
Fonte: ITB (2009a)

O estudo realizado pelo Instituto Trata Brasil (ITB, 2010) intitulado “Esgotamento Sanitário Inadequado e Impactos na Saúde da População” analisou 81 municípios e uma população estimada de 71,9 milhões de pessoas no Brasil entre o período de 2003 e 2008 demonstrou que existe grande discrepância entre as regiões do país no que se refere a coleta de esgoto, apresentando municípios com elevada cobertura de esgoto e menos sujeitos a doenças decorrentes da falta de saneamento, em oposição a municípios, principalmente no Norte e Nordeste, carentes de serviços de esgotamento e mais vulneráveis a contração de doenças.

A pesquisa constatou também que a diarreia corresponde a 80% das doenças relativas ao saneamento inadequado e as crianças de até 5 anos representam mais de 50% das internações por essa enfermidade que é responsável por mais da metade dos gastos do setor público com doenças relacionadas a precariedade sanitária. Além disso, observou-se uma relação entre saneamento básico deficiente, pobreza e índices de internações por diarreia, visto que cidades com esgotamento precário apresentaram as maiores taxas de hospitalização por diarreia, de modo que cidades com melhores condições de esgotamento têm 4 vezes menos internações que as cidades com condições precárias nesse quesito. Assim, áreas pobres e as periferias de grandes cidades, apresentam a situação mais crítica quanto a coleta de esgoto e internações por diarreia. (ITB, 2010)

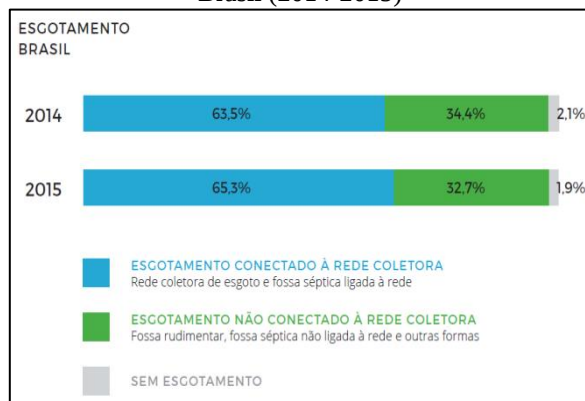
De acordo com dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD) 2015 A Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES) publicou um estudo intitulado “Situação do Saneamento Básico no Brasil: uma análise com base na PNAD 2015” (ABES, 2015a), que faz as seguintes constatações sobre a evolução dos serviços de saneamento no período de 2014 a 2015:

**Gráfico 26** - Variação percentual dos domicílios atendidos por serviços de saneamento básico (2014-2015)



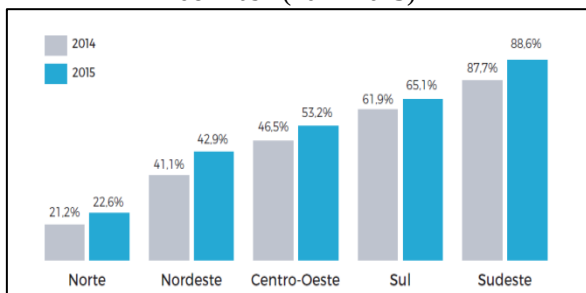
Fonte: ABES (2015a)

**Gráfico 27** - Situação do esgotamento sanitário no Brasil (2014-2015)



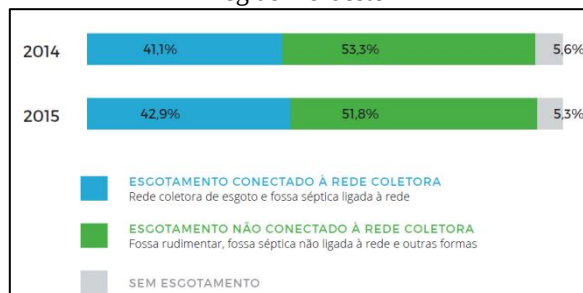
Fonte: ABES (2015a)

**Gráfico 28** - Cobertura da rede de esgoto por região do Brasil (2014-2015)



Fonte: ABES (2015a)

**Gráfico 29** - Situação do esgotamento sanitário na região Nordeste



Fonte: ABES (2015a)

Assim, observou-se a partir da PNAD 2015 que o Brasil teve um leve progresso em termos de saneamento entre os anos de 2014 e 2015, apresentando um aumento de 1,5% em abastecimento de água durante esse período, concentrando a sua maior cobertura no Sudeste com 92,2% de acesso a esse serviço em contraste com o Norte com 60,2%, configurando o menor percentual de acesso à água. Em se tratando de esgotamento sanitário a situação do país é um tanto mais crítica, apresentando um aumento de 4,5% referente aos domicílios conectados à rede de esgoto por canalização ou fossa séptica, o que representa uma cobertura de 65,3% no ano de 2015, sendo mais uma vez o destaque a região Sudeste com um percentual superior ao nacional, 88,6%, em detrimento da região Norte que mais uma vez apresentou o pior percentual, 22,6% (ABES, 2015b).

No entanto, observou-se uma redução do número de domicílios cujo esgotamento se dava por fossa séptica não ligada à rede coletora ou por fossa rudimentar, variando de 34,4% em 2014 para 32,7% em 2015. Mas ainda há no país 1,3 milhão de domicílios sem esgotamento. A coleta de lixo aumentou 1,5% (ABES, 2015b). Verificando-se que embora os serviços de esgotamento sanitário foi o único dentre os serviços de saneamento básico que apresentou evolução, este serviço ainda apresenta o pior desempenho, e que as piores condições sanitárias concentram-se no Norte e Nordeste, a seguinte situação:

**Figura 1** - Evolução do saneamento básico no Brasil de 2014 à 2015



Fonte: ABES, 2015b.

**Figura 2** - Evolução do saneamento básico no Brasil de 2014 à 2015 (Regiões)



Fonte: ABES, 2015b.

De acordo com o Ranking do Saneamento realizado pelo Instituto Trata Brasil em 2017, que reúne informações do SNIS de 2015 referentes a abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto e investimentos e perdas de água, os serviços de saneamento básico apresentam pequenos avanços e ainda há muito a ser fazer no âmbito nacional, estadual e municipal para se alcançar a universalização do acesso ao saneamento (ITB, 2017).

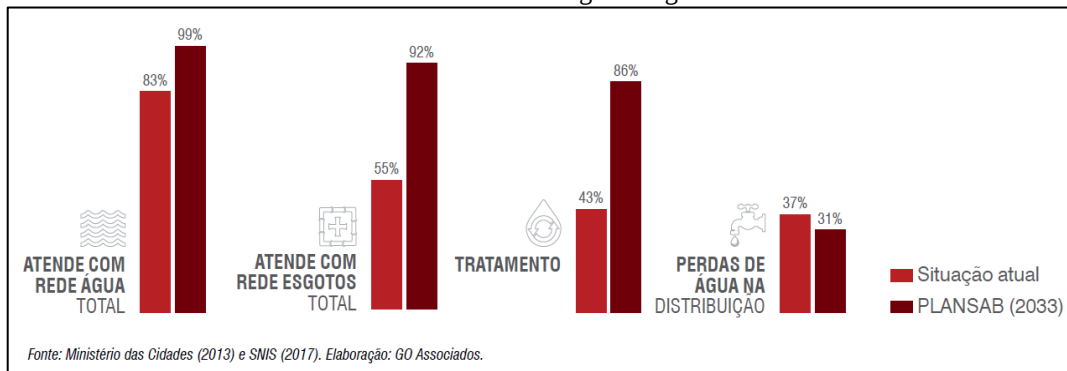
**Mapa 9** - Mapa das 10 melhores x 10 piores cidades do ranking de saneamento do Brasil



Fonte: ITB, 2017.

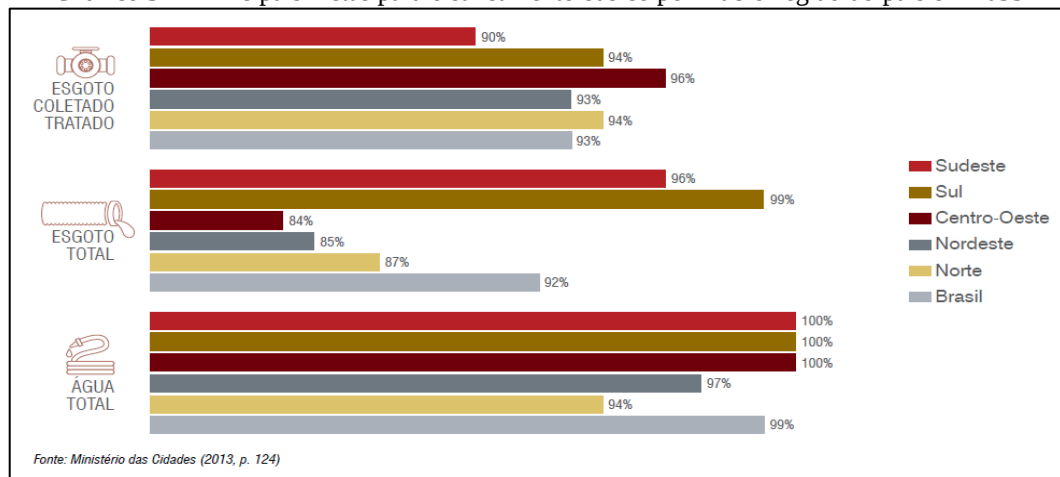
Nesse ranking os municípios pernambucanos figuram nas piores colocações. De acordo com o ITB (2017), dentre os municípios pernambucanos que compõem o ranking de saneamento, estão: Petrolina (35º); Caruaru (63º); Recife (75º); Paulista (78º); Olinda (81º); e Jaboatão dos Guararapes (99º). O que justifica os baixos índices do estado de Pernambuco, em coleta de esgoto (27,03%), tratamento de esgoto (30,23%) e perdas de água (52,64%), apresentando um bom desempenho apenas no que diz respeito a rede de água (77,69%).

Os indicadores de saneamento brasileiro revelam a precariedade do setor no país, sobretudo em se tratando da coleta e tratamento de esgoto, que apresentam baixos níveis, respectivamente 50,3% e 42,7%, em contraponto a situação de abastecimento de água que se apresenta com uma taxa de 83,3% no Brasil. No entanto, os níveis de saneamento, ainda estão muito longe de alcançar as metas do Plansab, posto que a taxa de coleta de esgoto é de 55,2% e a de tratamento de 42,7%, além disso o abastecimento de água apresenta uma taxa de 83,3% mais próxima da meta que os indicadores de esgoto (CNI, 2017).

**Gráfico 30 - Indicadores de água e esgoto no Brasil**

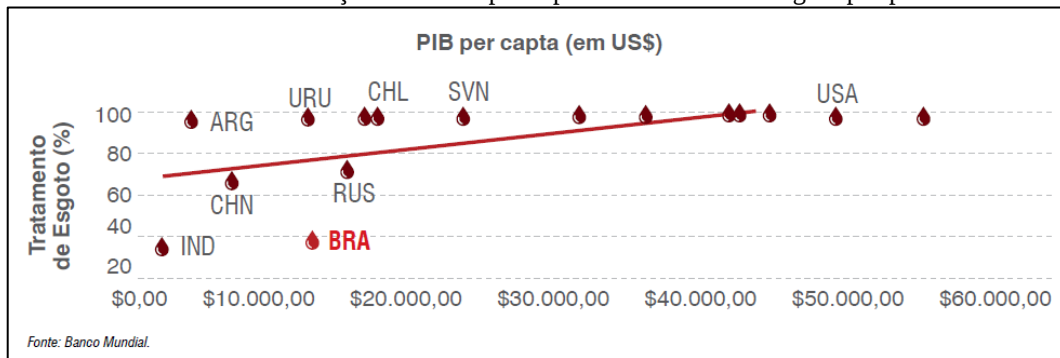
Fonte: CNI, 2017.

Embora o Plansab preveja uma cobertura de 99% em abastecimento de água potável e 92% em esgotamento sanitário, e cada região do país precisa melhorar significativamente seus índices para alcançar essa meta (CNI, 2017).

**Gráfico 31 - Principais metas para o saneamento básico por macrorregião do país em 2033**

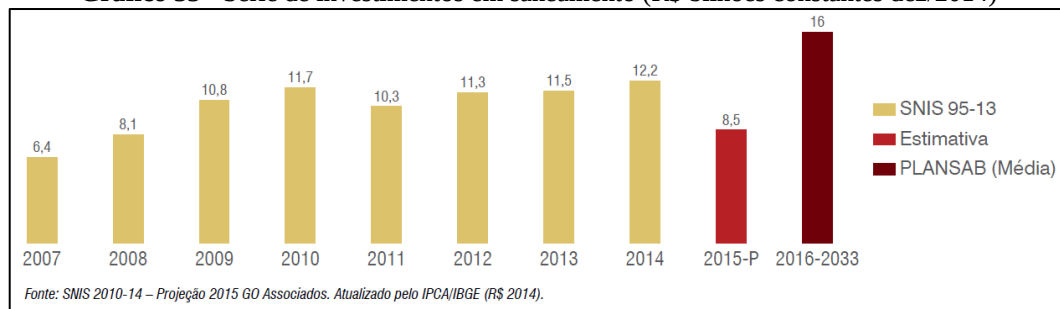
Fonte: CNI, 2017.

O Brasil comparado a outros países e levando-se em consideração o seu PIB per capita do Brasil deveria apresentar, uma taxa de, aproximadamente, 80% de tratamento de esgoto, o que revela o atraso em esgotamento sanitário do país que apresenta menos da metade do esgoto coletado, tratado. (CNI, 2017)

**Gráfico 32 - Relação entre PIB per capita e tratamento de esgoto por país**

Fonte: CNI, 2017.

Apesar desse cenário negativo, o nível de investimentos ainda não é suficiente para garantir o cumprimento da meta do Plansb de alcançar até 2023, 100% de acesso ao abastecimento de água potável e até 2033, 92% dos esgotos tratados. De modo, que se o ritmo dos investimentos for mantido, a universalização desses serviços só seria atingida em 2052 (CNI, 2017).

**Gráfico 33 - Série de investimentos em saneamento (R\$ bilhões constantes dez/2014)**

Nota: Projeção 2015 GO Associados. Atualizado pelo IPCA/IBGE (R\$ 2014).

Fonte: CNI, 2017.

Nesse sentido, o Brasil precisa encontrar meios para a melhoria na gestão dos seus sistemas de saneamento, o que pode ser obtido através de experiências de sucesso no âmbito internacional que demonstra os seguintes elementos como fator de sucesso nos índices de saneamento: ênfase no planejamento; coordenação entre órgãos de diferentes esferas governamentais; aumento da participação privada em alguns países; e ênfase na eficiência a partir da redução de perdas.

**Figura 3** - Exemplos de sucesso internacional em saneamento

Fonte: CNI, 2017.

A ABES elaborou o Ranking da Universalização do Saneamento com o intuito de analisar a situação da universalização do Brasil em termos de saneamento relativos as cidades brasileiras com mais de 100 mil habitantes, correlacionando os dados de saneamento com os de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI). Assim, o estudo contou com 231 municípios cujos dados foram prospectados no SNIS do Ministério das Cidades e do DATASUS do Ministério da Saúde (ABES, 2017). Os municípios foram classificados em três categorias de acordo com a pontuação dos cinco indicadores analisados:

**Quadro 1** - Classificação da universalização do saneamento

| <b>Categorias</b>                       | <b>Pontuação</b> |
|-----------------------------------------|------------------|
| Rumo à universalização                  | Acima de 489     |
| Compromisso com a universalização       | De 450 – 489     |
| Primeiros passos para a universalização | Abaixo de 450    |

Fonte: ABES, 2017.

Os resultados apontaram que apenas 6% dos municípios se enquadram na categoria Rumo à Universalização, 18% compõem a categoria Compromisso com a Universalização e 76% fazem parte da categoria Primeiros Passos para a Universalização, o que demonstra o quão distante estamos da universalização. Destaca-se ainda que os municípios da categoria Rumo a universalização apresentam taxa de internações por DRSAI a cada 100.000 habitantes de 19,79. Os municípios da categoria Compromisso com a universalização possuem taxa de internações por DRSAI a cada 100.000 habitantes de 34,39%. E os municípios enquadrados na categoria Primeiros passos para universalização possuem taxa de internações por DRSAI a cada 100.000 habitantes de 49,13%. Dentre os municípios pernambucanos analisados, todos foram classificados na categoria Primeiros passos para universalização, apresentando a seguinte situação:

**Tabela 2 - Situação da universalização do saneamento nos municípios de Pernambuco**

| MUNICÍPIO               | ABASTECIMENTO DE ÁGUA | COLETA DE ESGOTO | TRATAMENTO DE ESGOTO | COLETA DE LIXO | DESTINAÇÃO ADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS | PONTUAÇÃO TOTAL | DRSAI - TAXA DE INTERNAÇÕES |
|-------------------------|-----------------------|------------------|----------------------|----------------|-----------------------------------------|-----------------|-----------------------------|
| Petrolina               | 92,88                 | 63,12            | 66,15                | 100,00         | 100,00                                  | 422,15          | 27,71                       |
| Recife                  | 84,71                 | 39,95            | 65,58                | 100,00         | 100,00                                  | 390,24          | 44,65                       |
| Caruaru                 | 97,89                 | 44,04            | 44,33                | 100,00         | 100,00                                  | 386,26          | 31,40                       |
| Olinda                  | 87,78                 | 36,17            | 48,15                | 100,00         | 100,00                                  | 372,10          | 41,85                       |
| Cabo de Santo Agostinho | 83,49                 | 11,96            | 1,71                 | 97,00          | 100,00                                  | 294,16          | 38,89                       |
| Jaboatão dos Guararapes | 74,05                 | 6,66             | 6,24                 | 100,00         | 100,00                                  | 286,95          | 47,80                       |
| Igarassu                | 68,77                 | 2,18             | 2,15                 | 98,00          | 100,00                                  | 271,10          | 31,12                       |
| Vitória de Santo Antão  | 73,94                 | 28,14            | 25,60                | 87,27          | 0,00                                    | 214,95          | 337,25                      |
| São Lourenço da Mata    | 67,35                 | 9,62             | 13,84                | 100,00         | 0,00                                    | 190,81          | 30,84                       |
| Camaragibe              | 78,43                 | 1,77             | 1,81                 | 100,00         | 0,00                                    | 182,01          | 27,91                       |

Fonte: ABES, 2017.

Observa-se que Jaboatão dos Guararapes figura com a maior taxa de DSRAI e com um dos piores indicadores de coleta e tratamento de esgoto, o que denota a relação entre esgotamento sanitário e proliferação de doenças relacionadas à falta ou precariedade do saneamento básico. Ademais observa-se que medidas urgentes precisam ser tomadas pelos governantes dos municípios pernambucanos apresentados no estudo a fim de melhorar o desempenho dos sistemas de esgotamento sanitário destes, posto que o esgotamento sanitário apresenta os piores resultados no setor de saneamento, o que afasta o estado do alcance da universalização e consequentemente da sustentabilidade do desenvolvimento.

### 2.3 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO SUSTENTÁVEL E INDICADORES DE DESEMPENHO SUSTENTÁVEL

As primeiras iniciativas de indicadores para mensuração de questões ambientais e sustentáveis, surgem na década de 80, e seguiu três linhas principais: a biocêntrica, com foco em indicadores para mensurar as questões biológicas, físico-químicas e energéticas dos ecossistemas; a econômica, cuja avaliação do capital natural é monetária; e a sintética, que combina indicadores de caráter ecológico, econômico e referentes a qualidade de vida na construção de índices, muitas vezes somados a fatores políticos, culturais e institucionais para o alcance de indicadores de sustentabilidade (BRAGA; FREITAS, 2002).

Mas, antes disso, foram criados instrumentos para auxiliar na gestão dos recursos naturais, alguns destes exigidos por lei como a Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) e Estudo de Impactos Ambientais (EIA), enquanto outros instrumentos, e outros de caráter voluntário como o Sistema de Gestão Ambiental (SGA), este último, estabelecido pela ISO 14001 (SOUZA et al., 2013). Alguns destes instrumentos foram criados pelo poder público a fim de controlar o impacto ambiental causado por diversas organizações, assim, pode-se citar como uma das primeiras iniciativas nesse sentido, a avaliação do impacto ambiental que foi institucionalizada mundialmente a partir da Lei de Política Nacional do Meio Ambiente (National Environmental Policy Act) dos Estados Unidos criada em 1969 (LEITE, 2013).

Assim, propagou-se pelo mundo as iniciativas de implementação da AIA como meio de prevenir a degradação do meio ambiente, chegando ao Brasil em 1980 e culminando na aprovação da lei sobre a Política Nacional do Meio Ambiente em 1981 que estabelecia a AIA como instrumento legal para assegurar a consecução da política ambiental do país (SOUZA et al., 2013).

No Brasil, a resolução 306/2002 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) estabelece que atividades que utilizam recursos naturais e são potencialmente poluidoras necessitam de uma Licença Ambiental para operar, constituindo como um instrumento legal do Estado para o alcance do desenvolvimento sustentável. Diante disso, destaca-se a importância do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) que fazem parte do processo de licenciamento ambiental e contribuem significativamente para avaliação ambiental e para evitar impactos ao meio ambiente (LEITE, 2013), o que por sua vez foi um importante passo para a avaliação do desenvolvimento sustentável, que ganhou mais impulso a partir da publicação do relatório *Brundtland*, no qual surge o conceito de Desenvolvimento Sustentável e com isso o meio ambiente ganha destaque

no cenário mundial, fomentando a criação de indicadores de sustentabilidade, o que foi intensificado após a RIO-92, com CDS da ONU e iniciativas no âmbito nacional (GUIMARÃES; FEICHAS, 2009).

Com o surgimento desse conceito, surge também a necessidade de acompanhar o progresso da sociedade rumo à sustentabilidade, e, portanto, os indicadores de sustentabilidade surgem como ferramenta essencial para mensuração do DS e vêm se consolidando a nível nacional e internacional como instrumento para mensurar, avaliar e controlar fenômenos (SOUZA, 2011). A necessidade de avaliar o DS ganha destaque na Rio-92 com a Agenda 21, que em seu capítulo 40 aponta a importância da criação de indicadores de sustentabilidade (BARBOSA; CÂNDIDO, 2009; CALLADO; FENSTERSEIFER, 2010; GUIMARÃES; FEICHAS, 2009; SILVA, 2008; SOUZA, 2011) que levassem em consideração aspectos ambientais, econômicos, sociais, éticos e culturais para avaliar, mensurar e monitorar o DS (BARBOSA; CÂNDIDO, 2009).

A partir da contestação da utilização de indicadores usuais como o PIB na aferição da sustentabilidade, o capítulo 40 da Agenda 21 aponta a necessidade de elaboração de indicadores que sejam capazes de avaliar a evolução do DS, considerando conjuntamente os aspectos econômicos, sociais e ambientais, a fim de subsidiar as políticas de desenvolvimento em todos os seus níveis (SICHE et al. 2007).

A Rio-92 deixou como legado a criação da Comissão de Desenvolvimento Sustentável (CSD) pela ONU, cuja responsabilidade era monitorar o progresso alcançado em termos de DS, e para tanto, os indicadores de desenvolvimento sustentável passam a ser indispensáveis, conforme disposto nos capítulos 8 e 40 da Agenda 21, para guiar as ações dos atores sociais em direção a sustentabilidade (VAN BELLEN, 2004). Assim, a Comissão para o Desenvolvimento Sustentável (CDS) contou com organizações governamentais, não-governamentais e privadas a fim de operacionalizar o disposto na Agenda 21, sendo um importante ator na construção de indicadores de desenvolvimento sustentável (SOUZA, 2011). Desse modo, tais indicadores surgem como meios para operacionalização do DS de forma transparente e participativa apoiando a tomada de decisão de governantes e gestores (GUIMARÃES; FEICHAS, 2009)

Durante bastante tempo o PIB foi utilizado como método de avaliação do desenvolvimento, a partir da década de 90 é passado a pensar em outras formas de avaliação, posto que o PIB considerava unicamente o crescimento econômico, assim surge o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), criado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), como um método alternativo ao PIB, e que considera na sua base de cálculo a renda per capita, indicadores de saúde e de educação (SOUZA, 2011).

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) foi criado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e divulgado no Relatório do Desenvolvimento Humano. Esse índice surge como uma alternativa ao PIB que mensurava apenas o aspecto econômico do desenvolvimento, inclui, pois, o aspecto social para avaliar o desenvolvimento. Assim, o IDH, pode variar entre 0 e 1 e inclui PIB per capita, longevidade – medida pela expectativa de vida ao nascer – e educação – medida pela taxa de analfabetismo e matrícula de ensino (GUIMARÃES; FEICHAS, 2009).

Outro indicador alternativo ao PIB é o Índice de Bem-Estar Econômico Sustentável (IBES) que pondera dados econômicos; ambientais como custos de degradação ambiental, perda de capital natural e danos ambientais; sociais; e distributivos, por meio do consumo privado – que inclui gastos defensivos, que não afetam o bem-estar e, portanto, são subtraídos do índice; e gastos não defensivos, que influenciam no bem estar e aumentam o custo privado como gastos com educação e saúde, sendo incluídos no índice – da distribuição de renda, de serviços fora do mercado e da formação de capital construído. Esse índice, no entanto, sofreu alterações em 1995 sendo transformado no Índice de Progresso Genuíno (IPG), que passou a considerar alguns gastos defensivos como trabalho voluntário e trabalho doméstico (GUIMARÃES; FEICHAS, 2009).

Desse modo, surgem uma série de indicadores de a fim de avaliar a sustentabilidade, verificando o nível de aderência da sociedade aos objetivos do desenvolvimento sustentável, subsidiando o processo decisório na esfera governamental, empresarial e social abarcando desde o território global ao local (LACERDA; CÂNDIDO, 2013).

Em se tratando de índices e indicadores de sustentabilidade, não há um padrão de avaliação consolidado, no entanto, tais instrumentos devem ser capazes de quantificar e explicar os fenômenos analisados, permitindo compreender como o homem tem afetado o meio em que vive, alertando sobre os efeitos de suas ações e prevendo cenários futuros, o que possibilita o desenvolvimento de políticas públicas adequadas para o contexto evidenciado pelos índices e indicadores (SICHE et al., 2007).

O termo indicador é derivado do latim “*indicare*” e significa estimar, descobrir ou anunciar, nesse sentido, consiste em revelar algum atributo de um sistema (SILVA, 2008; SOUZA, 2011). No entanto, embora os indicadores visem representar a realidade, eles não são a realidade em si, mas um modelo simplificado de informações complexas sobre determinado fenômeno, o tornando mais compreensível e quantificável (SILVA, 2008). Indicadores são ferramentas que quantificam e informam acerca da sustentabilidade contribuindo para o alcance do desenvolvimento sustentável (LACERDA; CÂNDIDO, 2013), são instrumentos de

comunicação que informam tendências e pontos críticos amparando a tomada de decisão a curto, médio e longo prazo em todas as esferas organizacionais (RABELO, 2012).

Siche et al. (2007) salienta que embora os termos índice e indicador sejam utilizados como sinônimos, não o são, pois enquanto o índice consiste em um valor agregado podendo inclusive ser calculado a partir de indicadores ou outro índice a fim de retratar a realidade de um sistema, o indicador restringe-se a avaliar determinado parâmetro do sistema.

Indicadores de sustentabilidade reportam aos tomadores de decisão os limites para o alcance da sustentabilidade (RABELO, 2012). Guimarães e Feichas (2009) comparam os indicadores de sustentabilidade a uma carta de navegação que aponta a localização atual e o percurso que se deve traçar para se chegar ao destino (desenvolvimento sustentável). De acordo com Van Bellen (2002) os indicadores de sustentabilidade auxiliam os tomadores de decisão a entender o cenário de desenvolvimento em que se encontra a humanidade a partir da avaliação do quão próximo das metas de desenvolvimento sustentável encontra-se o sistema para formulação e planejamento de políticas públicas adequadas.

Os indicadores de sustentabilidade sinalizam o progresso de uma região em direção ao desenvolvimento sustentável, indicando pontos críticos e servindo de parâmetro para políticas com vistas à sustentabilidade. Para tanto, é mister que indicadores de desenvolvimento sustentável sejam capazes de avaliar diferentes dimensões conjuntamente, comunicar tendências de comportamento dos fenômenos sociais e relacionar variáveis que interferem na sustentabilidade (GUIMARÃES; FEICHAS, 2009). Os indicadores de sustentabilidade surgem para promover a operacionalização do desenvolvimento sustentável através da avaliação da sustentabilidade por meio de indicadores holísticos, que representam todas as partes do sistema de maneira conjunta (VAN BELLEN, 2002), constituindo-se, em mecanismos eficientes para mitigação de problemas ambientais (FEITOSA, 2012), mas também sociais e econômicos.

Assim, os indicadores de sustentabilidade devem ser capazes de englobar aspectos ecológicos, econômicos, sociais, culturais, institucionais, no tempo (curto, médio ou longo prazo) e no espaço (esfera mundial, nacional, regional ou local), além de ser direcionado a um indivíduo, grupo ou sociedade (VAN BELLEN, 2004). De acordo com Amaral (2003) um sistema de avaliação do desenvolvimento sustentável deve conter indicadores ambientais, econômicos e sociais. Esses indicadores devem ser de fácil obtenção, interpretação e manuseio, sendo representativos da realidade permitindo que se utilize de tais ferramentas a fim de propor melhorias as deficiências identificadas nos sistemas analisados. Em síntese, indicadores “devem refletir um efeito cuja causa seja passível de mudança e devem permitir a comparação com níveis referências, possibilitando o uso de metas” (BROSTEL, 2001, p. 4).

Os indicadores de sustentabilidade são responsáveis por simplificar e quantificar informações acerca do progresso do desenvolvimento, sinalizando sobre potenciais problemas e servindo de base para o planejamento de ações a fim de evitar ou minimizar tais problemas, assim permitem analisar se a sociedade está caminhando em direção ao desenvolvimento sustentável (BARBOSA; CÂNDIDO, 2009). Com o objetivo de auxiliar nas decisões acerca da alocação de fundos e recursos naturais; classificar as condições de sustentabilidade de diferentes espaços; analisar tendências temporais e espaciais; informar a sociedade (SILVA, 2008).

A função principal de um indicador é agregar e quantificar informações sintetizando-as para facilitar a comunicação de fenômenos complexos como o desenvolvimento sustentável (VAN BELLEN, 2004). Os indicadores de sustentabilidade buscam descrever a interação entre o homem e a natureza, transformando a sustentabilidade em algo mais palpável, a fim de subsidiar ações de entidades públicas e/ou privadas em prol do desenvolvimento sustentável no âmbito nacional e internacional (BRAGA; FREITAS, 2002).

Em síntese, os indicadores de sustentabilidade servem de suporte para a tomada de decisão, desenvolvimento de políticas públicas e planejamento, desempenhando as seguintes funções: função analítica; função de comunicação; função de aviso e mobilização; e função de coordenação. Callado e Fensterseifer (2010; VAN BELLEN, 2004), acrescentam ainda a função de monitoramento.

As principais dificuldades para consolidação dos indicadores de desenvolvimento sustentável estão relacionadas a sua complexidade e multidimensionalidade, que exige dos indicadores a capacidade de compilar dados quantitativos, qualitativos, históricos e institucionais acerca de várias dimensões que interagem entre si (RABELO, 2012), o que torna difícil a avaliação desse fenômeno.

Guimarães e Feichas (2009) aponta como principal desafio para implementação de indicadores de sustentabilidade, o rompimento com o paradigma do aspecto econômico como indicador de desenvolvimento. Além disso, a complexidade dos fenômenos sociais e ambientais torna-os de difícil mensuração.

A obtenção de dados é uma das principais dificuldades enfrentadas para o uso de indicadores de sustentabilidade, fatores como dados ambientais indisponíveis ou sem credibilidade, visto que muitos dos dados utilizados para cálculo provêm de fontes secundárias (RABELO, 2012). Schutz et. al. (2012) destaca a deficiência informacional como uma das limitações para a avaliação de aspectos ambientais, corroborando com Braga e Freitas (2002) ao afirmar que a utilização de indicadores ambientais enfrenta a dificuldade da escassez de informações sistemáticas que subsidiem o processo de mensuração da saúde ambiental.

Dentre as limitações dos indicadores de sustentabilidade, destaca-se que estes não retratam o sistema tão qual é, mas emite um modelo aproximado do fenômeno, além disso, é uma ferramenta que informa sobre o passado e, portanto, passível de ruídos, o que torna difícil prever tendências (VAN BELLEN, 2002). Somado a isso, o cálculo de índices é uma tarefa complexa posto que, geralmente, envolve a manipulação de dados de fontes, escalas, espaço e tempo distintos (BRAGA; FREITAS, 2002).

Barbosa e Cândido (2009) sinalizam a carência de indicadores de sustentabilidade municipais e apontam que a maior parte dos indicadores de sustentabilidade são direcionados aos países ou a determinada dimensão da sustentabilidade, o que dificulta a implantação de sistemas de avaliação a nível local.

Atualmente, vários são os exemplos de indicadores de sustentabilidade, tanto a nível internacional quanto nacional. Van Bellen (2002) cita alguns sistemas de indicadores, referentes a dimensões: econômica (*Monitoring Environmental Progress* (MEP); *System of Integrated Environmental and Economic Account* (SEEA); *Index of Sustainable Economic Welfare* (ISEW)); social (*Capability Poverty Measure* (COM); *Compass of Sustainability* (CS); *Human Development Index* (HDI)); ecológica (*Pressure – State – Response* (PSR); *Total Material Consumption* (TMC); *Total Material Input* (TMI)); ademais do *Driving Force – State – Response* (DSR) – que engloba todas as dimensões, seria o propriamente dito, indicador de sustentabilidade.

**Figura 4** - Principais indicadores de desenvolvimento Sustentável

|                                                                         |                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| PSR (Pressure/State/Response)                                           | OECD – Organization for Economic Cooperation and Development  |
| DSR (Driving-Force/State/Response)                                      | UN/CSD – United Nations Commission on Sustainable Development |
| GPI (Genuine Progress Indicator)                                        | Cobb                                                          |
| HDI (Human Development Index)                                           | UNDP – United Nations Development Programme                   |
| MIPS (Material Input per Service)                                       | Wuppertal Institut – Alemanha                                 |
| DS (Dashboard of Sustainability)                                        | International Institut for Sustainable Development – Canadá   |
| EFM (Ecological Footprint Model)                                        | Wackemagel and Rees                                           |
| BS (Barometer of Sustainability)                                        | IUCN – Prescott-Allen                                         |
| SBO (System Basic Orientors)                                            | Bossel – Kassel University                                    |
| Wealth of Nations                                                       | (World Bank)                                                  |
| SEEA (System of Integrating Environment and Economic)                   | United Nations Statistical Division                           |
| NRTEE (National Round Table on the Environment and Economy)             | Human/Ecosystem Approach – Canadá                             |
| PPI (Policy Performance Indicator)                                      | Holanda                                                       |
| IWGSD (Interagency Working Group on Sustainable Development Indicators) | US President Council on Sustainable Development Indicator Set |
| EE – Eco Efficiency                                                     | WBCSD (World Business Council on Sustainable Development)     |
| SPI (Sustainable Process Index)                                         | Institute of Chemical Engineering - Graz University           |
| EIP (European Indices Project)                                          | Eurostat                                                      |
| ESI (Environmental Sustainability Index)                                | World Economic Forum                                          |

Fonte: Van Bellen, 2004.

Somado a esses, Souza (2011) elencou outros sistemas de indicadores de sustentabilidade existentes e seus respectivos criadores, quais sejam: *Driving-force-pressure State Impact Response* (DPSIR) – CDS; *Gross National Happiness* (GNH) – Centro de Estudos do Butão; *Ecological Footprint* (EF) – *University of British Columbia*; Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS Brasil) – IBGE; *Environmental Sustainability Index* (ISA) – Universidades Americanas de Yale e de Columbia; Índice DNA-Brasil – Instituto DNA Brasil e NEPP – Unicamp (Núcleo de Estudos de Políticas Públicas); Portal ODM – Orbis (Observatório de Indicadores de Sustentabilidade, Paraná)/PNUD.

Outra perspectiva de avaliação da sustentabilidade é proposta pelos indicadores de desempenho de sustentabilidade ambiental, conforme exemplificado por Luz, Sellitto e Gomes (2006) que apontam alguns modelos de medição de desempenho da sustentabilidade ambiental: o *Ecoblock*, o do *WRI* (*World Resources Institute*) e o adotado pela UNEP/UNESCO, todavia, os autores propõem uma nova abordagem de medição de desempenho ambiental, o MDA (medição de desempenho ambiental), através da junção de elementos de outras duas abordagens propostas pela literatura, a de medidas exclusivas proposta pela ISO 14031 e de medidas generalistas, sendo um MDA um método mais flexível de mensuração.

Dentre os principais modelos de indicadores de sustentabilidade utilizados internacionalmente destacam-se o *Ecological Footprint Method*, *Dashboard of Sustainability* e o *Barometer of Sustainability* (RABELO, 2012), que apresentam as seguintes características:

**Figura 5** - Comparação entre os principais modelos de indicadores de sustentabilidade

| <b>Categoria de Análise</b> | <b><i>Ecological Footprint Method</i></b>                                              | <b><i>Dashboard of Sustainability</i></b>                        | <b><i>Barometer of Sustainability</i></b>                        |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| <b>1 - Escopo</b>           | Ecológico                                                                              | Ecológico<br>Social<br>Econômico<br>Institucional                | Ecológico<br>Social                                              |
| <b>2 - Esfera</b>           | Global<br>Continental<br>Nacional<br>Regional<br>Local<br>Organizacional<br>Individual | Continental<br>Nacional<br>Regional<br>Local<br>Organizacional   | Global<br>Continental<br>Nacional<br>Regional<br>Local           |
| <b>3 - Dados</b>            |                                                                                        |                                                                  |                                                                  |
| Tipologia                   | Quantitativo                                                                           | Quantitativo                                                     | Quantitativo                                                     |
| Agregação                   | Altamente agregado                                                                     | Altamente agregado                                               | Altamente agregado                                               |
| <b>4 - Participação</b>     | Abordagem <i>top-down</i>                                                              | Abordagem mista                                                  | Abordagem mista                                                  |
| <b>5 - Interface</b>        |                                                                                        |                                                                  |                                                                  |
| Complexidade                | Elevada                                                                                | Mediana                                                          | Mediana                                                          |
| Apresentação                | Simple                                                                                 | Simple<br>Recursos visuais                                       | Simple<br>Recursos visuais                                       |
| Abertura                    | Reduzida - ↔                                                                           | Mediana - ↑↑                                                     | Mediana - ↓↓                                                     |
| Potencial Educativo         | Forte impacto sobre público-alvo<br>Ênfase na dependência dos recursos naturais        | Maior impacto sobre tomadores de decisão<br>Representação visual | Maior impacto sobre tomadores de decisão<br>Representação visual |

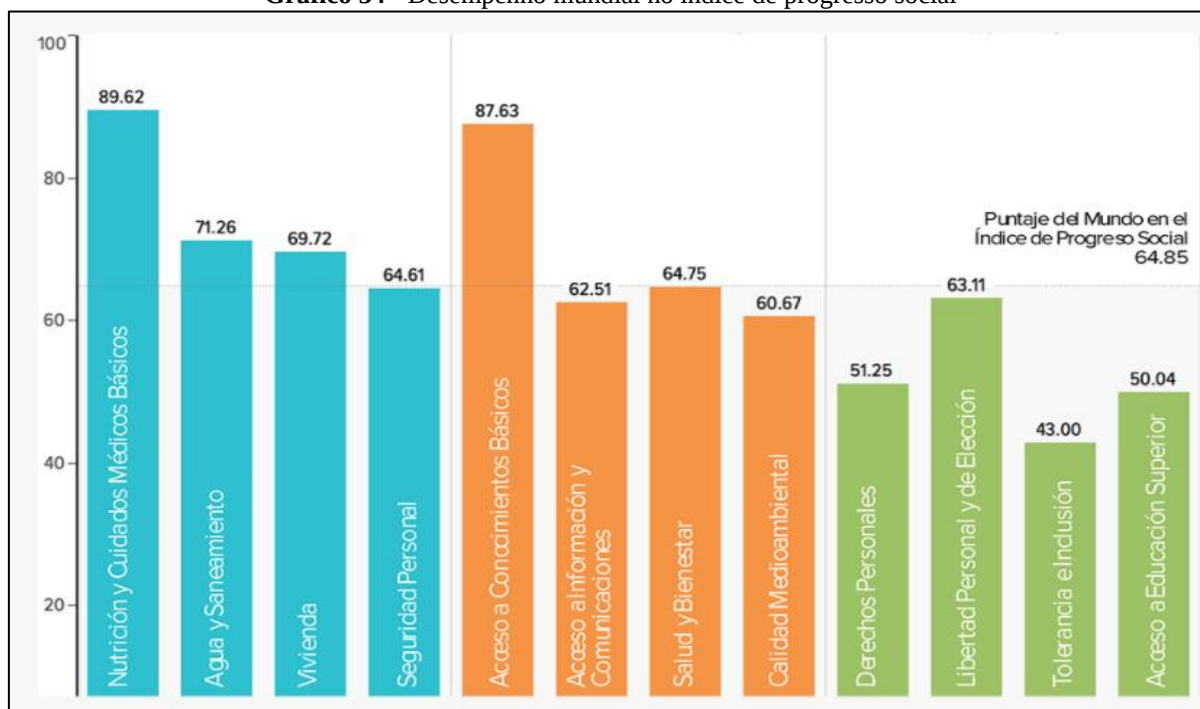
Fonte: Van Bellen, 2002.

O Social Progress Index (2017) também é uma importante ferramenta de avaliação da sustentabilidade, consiste em um índice agregado de 128 países composto por 50 indicadores sociais e ambientais que considera um conjunto de indicadores atrelados a 3 (três) dimensões: 1) Necessidades Humanas Básicas (nutrição e assistência médica básica, água e saneamento, abrigo/moradia e segurança pessoal); 2) Fundamentos do Bem-Estar (acesso ao conhecimento básico, acesso à informação e comunicações, saúde e bem estar e qualidade ambiental); 3)

Oportunidade (direitos pessoais, liberdade e escolha pessoal, tolerância e inclusão, acesso à educação avançada).

O cálculo do índice é feito em comparação com 15 países com PIB per capita semelhantes ao do país analisado, que no caso do Brasil, considerando o ano de 2017 foram Tailândia, Costa Rica, México, Azerbaijão, Colômbia, Botsuana, Líbano, Irã, Sérvia, África do Sul, Montenegro, Bulgária, Argélia, Belarus e China. Diante disso, o Brasil, cujo PIB per capita é de \$14,455 o que corresponde a posição 56 no ranking desse quesito, apresentou uma pontuação de 73,97 de uma pontuação máxima de 100 ocupando a posição 43 do ranking, e ficando acima do desempenho mundial, o que corresponde a um bom desempenho no índice de progresso social, muito embora a maioria dos indicadores apresentem média desempenho e os indicadores de segurança pessoal apresente baixos desempenhos.

**Gráfico 34 - Desempenho mundial no índice de progresso social**

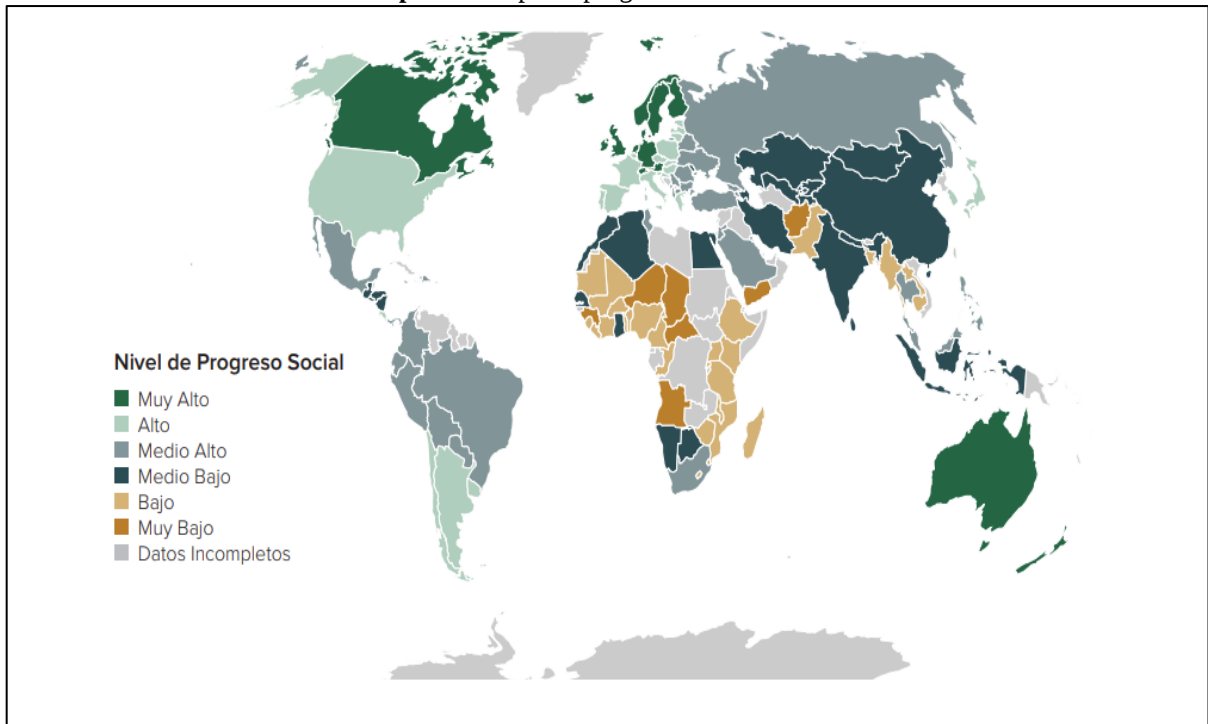


Fonte: Fonte: Social Progress Index, 2017.

O Social Progress Index (2017) constatou que a Dinamarca como primeira colocada no ranking, seguida por Finlândia em segundo lugar e Islândia e Noruega ambas ocupando a terceira posição, destacando que os países nórdicos são os que apresentam progresso social muito alto, mas também países com grandes populações como Canadá (que apresenta o melhor desempenho entre os países do G7), Países Baixos, Austrália, Reino Unido e Alemanha. Ademais, o Brasil possui o melhor desempenho dentre os cinco países que compõe o BRICS.

E os últimos colocados, com um índice de progresso classificado como muito baixo são: Iêmen, Guiné, Nigéria, Angola, Chade, Afeganistão e República Centro-Africana. No entanto, destaca-se que todos os países apresentaram melhora nesse índice, muito embora existam deficiências a serem superadas.

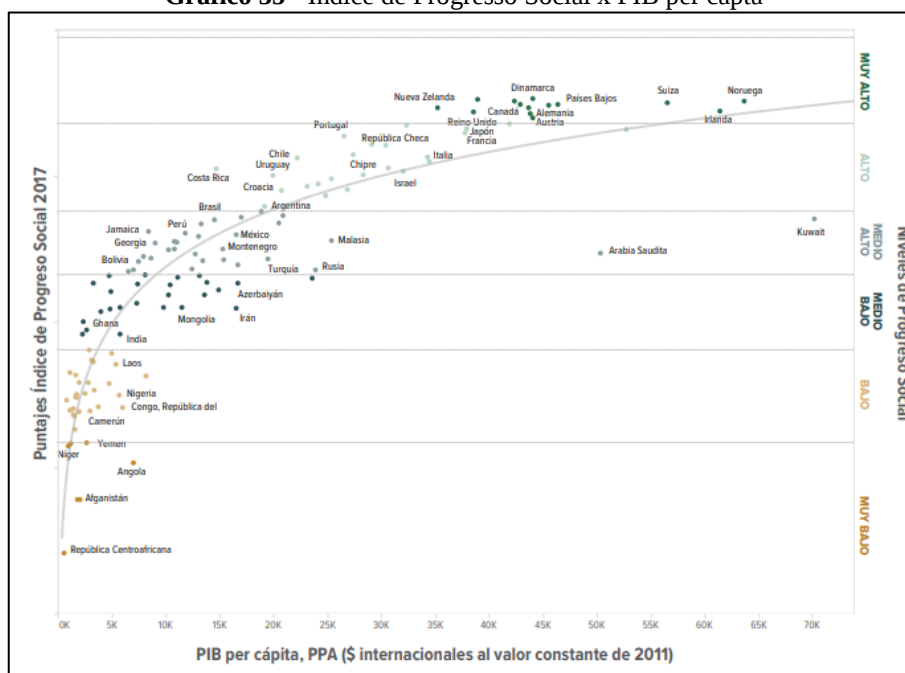
**Mapa 10** - Mapa do progresso social em 2017



Fonte: Social Progress Index, 2017.

Diante de tais avanços, o Social Progress Index (2017) constatou que embora a sociedade tenha progredido em termos sociais, ambientais e econômicos, ainda há muito a se fazer para que o progresso seja alcançado por todos. Esse indicador, destaca que países poderosos demonstraram tímidos avanços, como é o caso dos Estados Unidos que tem o maior PIB do mundo e aparece na 18ª colocação de um total de 128 países. Destaca-se ainda, que o PIB sozinho, não mede o nível de sustentabilidade de um país, visto que considera apenas o viés do econômico sem considerar o efeito deste nas questões sociais e ambientais, no entanto, o PIB per capita apresenta uma relação forte e positiva com o Índice de Progresso Social, e denota uma relação não linear entre desenvolvimento econômico e progresso social, o que significa dizer que nos níveis de renda mais baixos, pequenas diferenças no PIB estão relacionadas a grandes elevações do progresso social, ao passo que quanto mais alto os níveis de renda, o progresso social apresenta tímidos avanços, conforme demonstrado no gráfico a seguir:

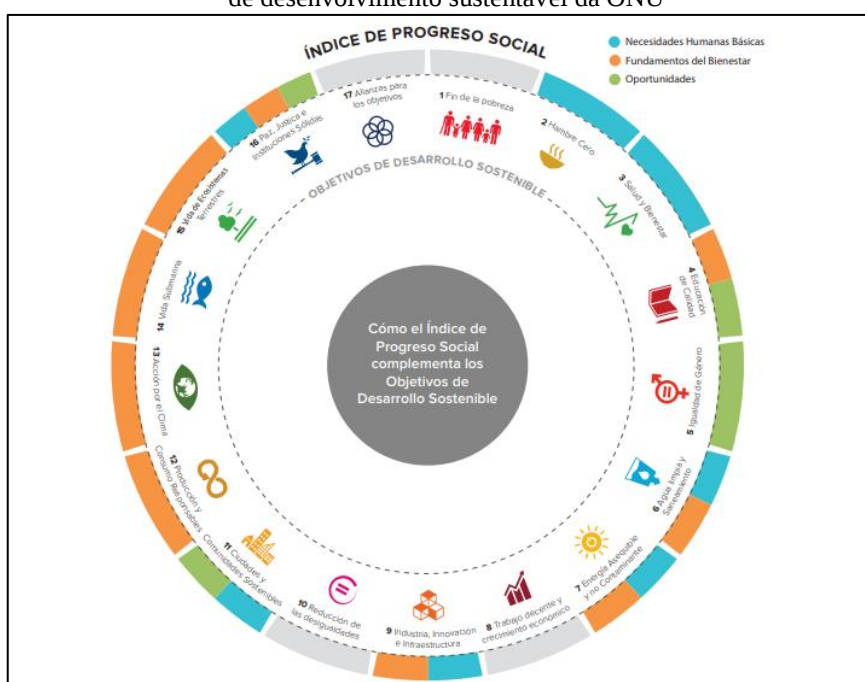
Gráfico 35 - Índice de Progreso Social x PIB per capita



Fonte: Social Progress Index, 2017.

Nesse sentido, pode-se dizer que o Índice de Progreso Social, vai mais além do PIB e apoia a implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) traçado pela ONU para serem alcançados até 2030, auxiliando na mensuração desses objetivos ODS, conforme se apresenta:

**Figura 6 - Contribuição do índice de progresso social aos objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU**



Fonte: Social Progress Index, 2017.

No âmbito nacional, Barbosa e Cândido (2009) destacam alguns Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade:

- A elaboração dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável no Brasil pelo IBGE seguiu as diretrizes da Comissão para o Desenvolvimento Sustentável (CDS) da ONU, que criou o “Livro Azul” que inicialmente propôs 134 indicadores, sendo reduzidos a 57 indicadores em 2000. (BARBOSA; CÂNDIDO, 2009). O IDS Brasil teve início em 2002 com 50 indicadores, e em 2008 passou a contar com 60 referentes as dimensões ambiental, social, econômica e institucional. (BARBOSA; CÂNDIDO, 2009).
- O Índice de Desenvolvimento Sustentável para Territórios Rurais criado no Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA), composto pelas dimensões social, demográfica, político/institucional, econômica, ambiental e cultural, com o objetivo de avaliar o nível de desenvolvimento sustentável de territórios rurais, sendo aplicado em 2005 no Brasil em territórios rurais dos estados de Goiás, Minas Gerais, Paraná e Rio Grande do Sul (BARBOSA; CÂNDIDO, 2009).
- O Índice de Desenvolvimento Sustentável para Municípios (IDSM) desenvolvido em 2008 por Martins e Cândido, a fim de suprir a carência de indicadores de sustentabilidade local visto que a maioria dos indicadores são voltados para o âmbito estadual ou nacional, visa calcular a sustentabilidade dos municípios a partir de indicadores relativos às dimensões social, demográfica, ambiental, econômica, político-institucional e cultural. (BARBOSA; CÂNDIDO, 2009).

No Brasil, o IBGE estabeleceu em 2002, 2004 e 2008, os Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS), que propõe quatro dimensões (econômica, social, ambiental e político-institucional) baseadas na ONU (LINARES, 2017; SOUZA, 2011), a fim de auxiliar na consecução do desenvolvimento sustentável nacional a partir da formulação de indicadores nacionais e estaduais (SOUZA, 2011).

Da primeira edição em 2002 à terceira edição em 2008, a quantidade de Indicadores de Sustentabilidade do IBGE, passou 50 para 60 indicadores (RABELO, 2012) e nesse sentido destacando-se a abrangência da dimensão ambiental que envolve as seguintes áreas: a) Atmosfera, que mensura as emissões de gases de efeito estufa; b) Terra, que mensura a intensidade do uso de fertilizantes em áreas de cultivo; c) Água Doce, que mensura a qualidade da água através da análise da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e do índice de qualidade de água (IQA); d) Oceanos, mares e áreas costeiras, que avaliam a balneabilidade; e) Biodiversidade, que analisa espécies extintas, ameaçadas de extinção e espécies invasoras; f)

Saneamento, avaliam a coleta e o tratamento de esgoto, abastecimento de água e coleta de resíduos sólidos (LINARES, 2017).

De acordo com Guimarães e Feichas (2009) os Indicadores de Desenvolvimento Sustentável do IBGE, surgem com o objetivo de acompanhar as iniciativas internacionais de avaliação da sustentabilidade no âmbito nacional, a fim de medir o desenvolvimento sustentável do Brasil a partir das seguintes dimensões:

- a) social: avalia o atendimento das necessidades humanas, a qualidade de vida e a justiça social por meio de indicadores relativos a saúde, população, educação, trabalho, rendimento, habitação e segurança;
- b) ambiental: avalia a utilização dos recursos naturais e a degradação ambiental através de indicadores relacionados a atmosfera, terra, água, balneabilidade, desertificação;
- c) econômica: avalia questões macroeconômicas e financeiras, e a utilização de recursos não renováveis;
- d) Institucional: avalia a capacidade de implementação do desenvolvimento sustentável por meio da existência de conselhos municipais e gastos públicos com proteção ambiental.

Outro método de avaliação da sustentabilidade, é a Matriz Territorial da sustentabilidade criado por Guimarães (1998) envolvendo questões de desenvolvimento sustentável e territorial, considera 5 (cinco) tipos de capitais – natural, construído, humano, social e institucional – e 17 (dezessete) dimensões atreladas aos capitais supracitados e a um conjunto de indicadores (GUIMARÃES; FEICHAS, 2009).

No âmbito local, Souza (2011) destaca a criação de indicadores para mensurar a sustentabilidade dos municípios e os responsáveis por sua elaboração: Indicadores Sociais Municipais (ISM) - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD); Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM) - Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN); Índice de Qualidade de Vida Urbana dos Municípios Brasileiros (IQVU-BR) - Instituto de Desenvolvimento Humano Sustentável da PUC Minas; IQM Carências – RJ – Fundação CIDE (Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro); IPRS – SP – SEADE (Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados) e Ass. Legislativa do Estado de São Paulo; Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD); Índice de Desenvolvimento Socioeconômico (IDSE) – RS – FEE (Fundação de Economia e Estatística); Índice de Desenvolvimento Sustentável para Territórios

Rurais – IICA (Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura; Atlas de Sustentabilidade: indicadores municipais para a área de atuação do Banco do Nordeste do Brasil –Banco do Nordeste do Brasil S/A (BNB); Índice de Desenvolvimento Sustentável Municipal (IDSM) – Martins e Cândido (2008); Índice de Desenvolvimento Local Sustentável (IDLS) – Silva (2008).

No entanto, observa-se que apesar dos avanços, ainda há muito a se fazer para a consolidação dos indicadores municipais de sustentabilidade, a literatura acerca dessa abordagem dos indicadores sustentável ainda é escassa, além disso a carência de dados secundários a nível local ainda é uma barreira para a avaliação da sustentabilidade dos municípios, aliado a isso, os governos municipais precisam fomentar a participação social nesse processo (SOUZA, 2011).

### **2.3.1 Avaliação de desempenho e indicadores de desempenho em saneamento básico**

Com a difusão da temática do Desenvolvimento Sustentável, cresce também a preocupação com a escassez dos recursos hídricos e com a sua conservação, de modo que impacta não só na dimensão ambiental da sustentabilidade, mas também na social, econômica e política, evidenciando estreita relação com a saúde e a qualidade de vida da população. Parar tanto, os indicadores de desempenho sustentável de abastecimento de água e esgotamento sanitário são importantes instrumentos na consecução da sustentabilidade, muito embora não sejam capazes de informar acerca do nível de sustentabilidade local, o que requer indicadores mais além dos indicadores de saneamento (MIRANDA; TEIXEIRA, 2004).

Na perspectiva do Desenvolvimento Sustentável, a avaliação do desempenho de indicadores de saneamento é fundamental, de modo que, Linares (2017) destaca que o saneamento poderia estar inserido nas demais dimensões e não apenas na ambiental, posto que é uma temática que tem impacto nos indicadores econômicos e sociais. A preocupação com a ocorrência de uma crise hídrica, como a que assolou o Brasil em 2014 torna a avaliação do desempenho de sistemas de esgotamento sanitário um tema relevante no cenário nacional, nesse sentido, os indicadores de desempenho deste serviço são importantes ferramentas para garantir a sua eficiência, eficácia e universalização (OLIVEIRA et al., 2017).

A escassez hídrica, questões sobre a qualidade dos recursos hídricos como a poluição da água devido ao lançamento de esgoto *in natura*, ainda é uma preocupação cotidiana no Brasil, país onde uma das principais causas de poluição dos recursos hídricos é o manejo inadequado de esgoto e efluentes líquidos, sobretudo nas áreas urbanas. Diante disso, o bom

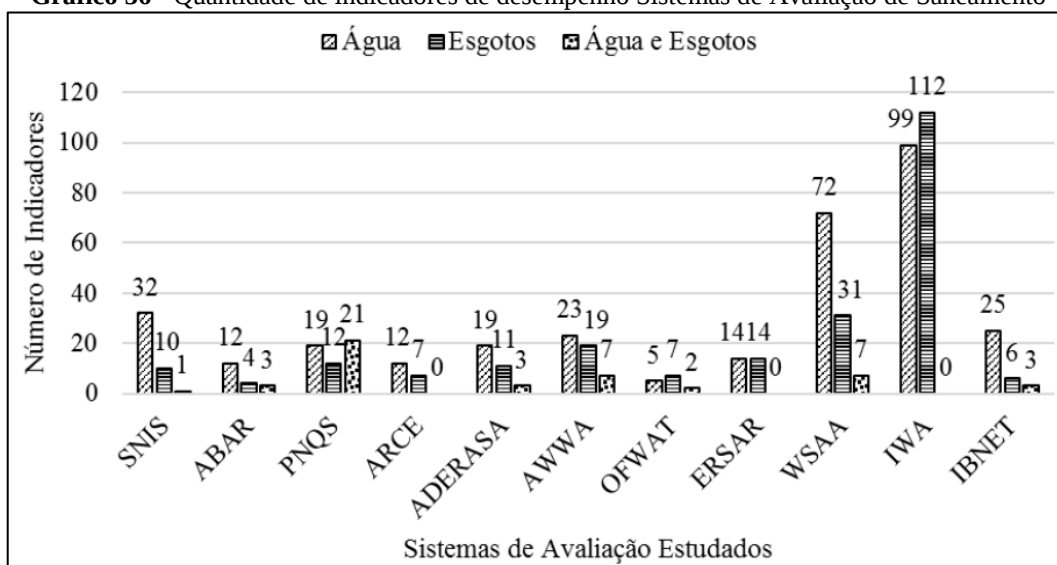
desempenho dos sistemas de esgotamento sanitário que envolve coleta, tratamento e disposição dos esgotos tem impactos substanciais na qualidade dos recursos hídricos e na redução de enfermidades ligadas a esses recursos, bem como no desenvolvimento sustentável do meio urbano e rural (LOPES et al., 2016).

Nesse sentido, os sistemas urbanos de água e esgoto contribuem para o desenvolvimento nas suas mais variadas dimensões, desde a ambiental, garantindo a qualidade ambiental, à social, garantindo acesso igualitário aos serviços. Assim, indicadores de sustentabilidade específicos para estas áreas permitem identificar as deficiências dos sistemas a fim de promover políticas públicas para melhoria dos sistemas e consequentemente para o alcance do desenvolvimento sustentável (MIRANDA; TEIXEIRA, 2004).

Para tanto, os indicadores de desempenho de saneamento – medidas quantitativas da eficiência da prestação de serviços de saneamento básico à comunidade – são importantes instrumentos para subsidiar as políticas públicas de saneamento e contribuir para o desenvolvimento sustentável local (LOPES et al., 2016).

Nesse sentido, algumas técnicas de avaliação de desempenho podem ser adotadas para avaliar a *performance* dos sistemas de esgotamento sanitário municipal, ao longo dos últimos anos os instrumentos de avaliação de tais serviços têm aumentado e se aprimorado com o passar do tempo, de modo que “observa-se que há uma tendência para se avaliar essas unidades num contexto mais amplo, onde se incluem aspectos operacionais, administrativos, segurança, sustentabilidade financeira, controle de unidade, dentre outros” (BROSTEL, 2001, p. 2).

Desse modo, atualmente, existe uma grande quantidade de indicadores de desempenho na área de saneamento, conforme constatado no estudo realizado por Mundim e Junior (2017), no qual analisaram 11 sistemas de avaliação de água e esgoto, o que correspondeu a um total de 612 indicadores de desempenho operacionais e de qualidade, dos quais 332 eram relativos ao abastecimento de água, 233 ao esgotamento sanitário e 47 aos dois tipos de serviços, conforme disposto a seguir:

**Gráfico 36** - Quantidade de indicadores de desempenho Sistemas de Avaliação de Saneamento

Fonte: Mundim; Junior, 2017.

O estudo realizado por Mundim e Junior (2017) sobre os indicadores de desempenho (de água e esgoto) operacionais e de qualidade do SNIS, chegou à conclusão de que a maioria dos sistemas de avaliação de indicadores de saneamento, incluindo o SNIS, consideram o esgotamento sanitário menos relevante que os serviços de abastecimento de água, posto que existem mais indicadores referentes ao abastecimento de água, prejudicando, assim, os avanços na área de esgotamento sanitário. No entanto, apesar dos indicadores relativos a água serem maioria, estes não são recorrentes nos sistemas avaliados, o que denota pouca relevância para os sistemas de avaliação, por outro lado, os indicadores operacionais referentes a esgoto foram considerados relevantes. O estudo aponta também que apenas 42% dos indicadores operacionais e de qualidade do SNIS são considerados relevantes para os sistemas de avaliação analisados, e que o SNIS concentra mais indicadores no âmbito operacional.

No cenário internacional, destaca-se o estudo de Rodrigues (2009) realizou um estudo de avaliação quantitativa da qualidade do serviço em sistemas públicos de abastecimento de água em Portugal. Para tal, tomou como base o conjunto de indicadores propostos pela *International Water Association* (IWA), classificando o desempenho da prestadora do serviço em três categorias: insatisfatório, mediano ou bom (LOPES et al., 2016).

As técnicas desenvolvidas pela *Environmental Protection Agency* (EPA) servem de parâmetro no que concerne a avaliação da performance de esgotamento sanitário e destaca que avaliar o desempenho de estações de tratamento de esgoto (ETE's) não é uma tarefa simples, visto que envolve mais do que produzir efluentes de qualidade, envolvendo desde aspectos econômicos como custos de implantação, operação e manutenção à eficiência do sistema que,

[...] quando analisado sob um ponto de vista mais amplo, é bem mais complexo, pois pretende julgar a forma como o efluente está sendo produzido, envolvendo conceitos como sustentabilidade ambiental (incluindo o uso de recursos naturais, energia, produção de resíduos, etc.), simplicidade operacional, construtiva e de manutenção, uso do espaço físico, segurança operacional, etc. (BROSTEL, 2001, p. 2).

No âmbito nacional, destacam-se alguns estudos acerca da temática, tais como: Borja et al. (2013) realizou uma avaliação quali-quantitativa dos serviços de saneamento da cidade de Salvador; Schneider et al. (2010) realizou um estudo de caso no município de São Carlos com a utilização de indicadores de desempenho; e Heller, Von Sperling e Heller (2009) avaliou o desempenho tecnológico dos serviços de água e esgotamento sanitário em quatro municípios de Minas Gerais. Todos esses, analisam fatores como a coleta e o tratamento de esgoto em detrimento da operação e manutenção dos sistemas de esgotamento sanitário (LOPES et al., 2016).

Em se tratando da avaliação dos sistemas de esgotamento sanitário, a análise de indicadores de coleta e tratamento de esgoto conjuntamente é importante no sentido de evidenciar, por exemplo, quanto do esgoto coletado não é tratado e, portanto, quanto desse esgoto é lançado *in natura*, o que permite estimar os danos causados pela deficiência no processo de esgotamento sanitário na natureza (LINARES, 2017).

Destaca-se também, o modelo ISA/JP é uma adaptação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) elaborado em 1999 pelo Conselho Estadual de Saneamento do Estado de São Paulo. Esse novo modelo, incorpora a análise o quesito drenagem urbana, e permite a avaliação do saneamento ambiental por setor censitário e bairro, contribuindo para a gestão pública urbana em saneamento ambiental (BATISTA; SILVA, 2006).

No estudo realizado por Oliveira et al. (2017), considera-se 3 (três dimensões), cada uma atrelada a indicadores, para avaliação dos serviços de esgotamento sanitário, quais sejam: prestação dos serviços (% de atendimento de esgoto); tratamento de esgoto (% de esgoto coletado que é tratado, % de redução DBO); relação com o usuário (% de atendimento ao prazo para ligação de esgoto, % de atendimento ao prazo para vistoria de esgoto, taxa de reclamações de extravasamentos e vazamento de esgoto, % de atendimento ao prazo para correção de vazamentos de esgoto).

Diante da complexidade de avaliar a performance de tais unidades, é que a literatura a respeito da temática ainda não possui um consenso quanto a melhor forma de mensurar o desempenho sanitário. Brostel (2001), por exemplo, adota o critério econômico e tecnológico como parâmetro para avaliação de desempenho de ETE's, de modo que,

o primeiro critério de avaliação trata de indicadores já bastante conhecidos e de uso comum, o critério tecnológico busca avaliar a unidade, não somente através da sua performance de processo, mas também, incluindo a sua performance operacional e ambiental (BROSTEL, 2001, p. 6).

Nessa análise, os indicadores de desempenho “são amplamente utilizados como ferramenta de avaliação dos serviços de saneamento básico e o seu uso vem se tornando uma prática cada vez mais comum” (VON SPERLING, T.; VON SPERLING, M., 2013, p. 313). Além dos sistemas de indicadores propostos, existem algumas metas para suportar a avaliação de ETE's, trata-se da Resolução CONAMA 357/2005 e a Resolução CONAMA 430/2011, que versam sobre os padrões de lançamento de efluentes (BARROS, 2013).

Outro marco regulatório nesse sentido, é a Lei nº 11.445/2007, a qual traça diretrizes e estabelece indicadores a fim de balizar o setor de saneamento no Brasil. Além disso, essa lei estabelece um sistema de informações articulado com o Sistema Nacional de Informações em Saneamento (SINISA) com o intuito de promover a transparência das ações do saneamento, conforme disposto no artigo 2º e 9º desta Lei (VON SPERLING, T.; VON SPERLING, M., 2013).

O Programa de Despoluição de Bacias Hidrográficas (Prodes) criado pela Agência Nacional de Águas (ANA), também serve de base para a determinação de metas, surgindo em 2001 “com a finalidade de incentivar a implantação de ETE's em todo o Brasil, de reduzir os níveis de poluição hídrica no país” (BARROS, 2013, p. 33).

Brostel (2002), por sua vez, propõe um conjunto de indicadores que levam em conta não só aspectos tradicionais como eficiência econômica e operacional, mas inclui também como sustentabilidade ambiental e simplicidade operacional, a fim de promover a comparação de ETE's do Distrito Federal (BARROS, 2013).

O estudo de Brostel (2001, p. 7) verificou, quanto aos critérios econômicos adotados, que “os processos mais complexos possuem maiores custos operacionais do que os processos mais simplificados”, constatou também que “o custo de operação relacionado ao m<sup>3</sup>, que representa a capacidade hidráulica da estação, sofre grande influência do percentual de atendimento da população (folga da unidade) e do tamanho” (BROSTEL, 2001, p. 6). A autora também observou que o custo de operação relativo ao DQO demonstra a eficiência do processo de tratamento e é influenciado pelo percentual de atendimento da população, o que não acontece com os custos de manutenção e de mão de obra, que mostram-se constantes, independente do volume e da carga de esgoto tratado. Além disso, constatou que “os custos relativos a energia elétrica e utilização de produtos químicos foram relacionados com a DQO removida, por serem

diretamente relacionados à carga orgânica tratada” (BROSTEL, 2001, p. 7)

Por outro lado, para Brostel (2001, p. 7), adotou os indicadores tecnológicos com base no consumo de energia, na produção de lodos pela unidade e na área ocupada, pois estes impactam no meio ambiente, ao passo que tomou como parâmetro o número de motores instalados, quantidade de intervenções da manutenção e o volume de produção de lodos para inferir sobre o grau de mecanização e de complexidade operacional do processo de tratamento de esgoto, de modo que, a porcentagem de DQO e de DBO removida fosse indicativa da eficiência operacional do processo. Além de tais indicadores, a autora avaliou critérios ambientais com vistas ao alcance da sustentabilidade global, tais como:

- a) O aspecto energético relativo ao processo de tratamento de esgoto, partindo do pressuposto de que “o uso de energia deve ser avaliado não somente sob seu ponto de vista econômico local, mas também sob o ponto de vista dos danos ambientais que são necessários para a produção da energia” (BROSTEL, 2001, p. 10), nesse sentido, “Lagoas de estabilização e unidades de disposição no solo (Escoamento superficial ou terras alagadas) tendem a ter uma avaliação positiva sob este aspecto, quando comparadas a unidades mais mecanizadas” (BROSTEL, 2001, p. 10), ou seja, processos de tratamento menos artificiais tendem a consumir menos energia;
- b) O aspecto da geração de CO<sub>2</sub> no processo de tratamento de esgoto, uma vez que tal emissão contribui para o aumento do efeito estufa e consequentemente com o aquecimento global, de modo que,

[...] unidades que envolvem o crescimento de Biomassa, como as Algas em lagoas ou Plantas em sistemas de disposição no solo ou terras alagadas, trazem um benefício significativo à redução deste fenômeno, uma vez que atuam como fixadoras de carbono, contribuindo para a redução dos níveis de CO<sub>2</sub> na atmosfera (BROSTEL, 2001, p. 10),

- c) o que, novamente, demonstra que os métodos de tratamentos naturais são mais benéficas ao meio ambiente do que os métodos artificiais;
- d) O aspecto da biodiversidade relativos ao tratamento de esgoto, visto que, de acordo com a autora, uma ETE pode contribuir para a preservação da biodiversidade visto que pode ser considerada “uma unidade de preservação ambiental em que os diversos aspectos ambientais deveriam ser considerados” (BROSTEL, 2001, p. 10);

- e) O aspecto relativo ao uso do solo nas unidades de tratamento de esgoto, visto que o tipo de prática adotado quanto a ocupação do solo vai determinar a magnitude do impacto ambiental.

No setor de saneamento, assim como nos demais setores, são utilizados indicadores para avaliar o desempenho do sistema, no entanto, na área de saneamento um indicador de desempenho adota certas peculiaridades, sendo, pois, “uma medida quantitativa da eficiência e da eficácia de uma entidade gestora relativamente a aspectos específicos da atividade desenvolvida ou do comportamento de sistemas” (BARROS, 2013, p. 7). Por esse motivo, são instrumentos essenciais na avaliação da performance dos sistemas de esgotamento sanitário, e não são poucos os indicadores (IDs) utilizados com esse objetivo, como pode ser visto no levantamento feito por Barros (2013), que listou indicadores de entidades de referência nacional e internacional.

Dentre estas, destaca-se a ISO 24500, de caráter internacional, sendo composta pelas normas ISO 24510, ISO 24511 e ISO 24512, a primeira traça diretrizes para avaliação dos serviços aos usuários e as duas últimas acerca da gestão de serviços de esgotamento sanitário e abastecimento de água (BARROS, 2013 apud ISO, 2007). No entanto, vale destacar que, diferentemente das outras normas da série ISO, esta não tem caráter obrigatório e não é certificável (BARROS, 2013, p. 9), fato que ocorrer com a maioria das normas ambientais no Brasil, que possuem um caráter voluntário, como é o caso da A3P. Ainda sobre a série ISO, destaca-se que,

[...] a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicou, em dezembro de 2012, a NBR ISO 24511:2012 - Atividades relacionadas aos serviços de água potável e de esgoto - Diretrizes para a gestão dos prestadores de serviços de esgoto e para a avaliação dos serviços de esgoto (BARROS, 2013, p. 9)

Essa norma propõe um conjunto de 41 indicadores de desempenho que propõe critérios de avaliação de esgotamento sanitário, sendo 10 destes relativos a avaliação do desempenho de ETE's com vistas ao alcance dos “seguintes objetivos: proteção da saúde pública, prestação de serviços em situações normais e de emergência, promoção do desenvolvimento sustentável da comunidade e proteção do ambiente” (BARROS, 2013, p. 12).

A avaliação de desempenho proposta pela ISO 24511 leva em consideração características particulares dos sistemas, isto é, aspectos de contexto tais como demografia, topografia e clima (fatores externos ao sistema) e infraestrutura (fatores internos ao sistema) (BARROS, 2013).

Outra iniciativa de destaque nessa perspectiva é a da *International Water Association* - IWA, que publicou manuais acerca de indicadores de desempenho para sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário. A IWA adota uma avaliação composta pelas seguintes dimensões: recursos humanos, operação, meio ambiente, infraestrutura, qualidade do serviço e econômica-financeira, cada qual com seus respectivos indicadores (BARROS, 2013).

Outro exemplo de aplicação de IDs de desempenho sanitário são os adotados, em Portugal, pela Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR) com o apoio do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), que conta com um total de 20 IDs dispostos em 3 dimensões para avaliar a qualidade do serviço de saneamento prestado aos usuários. Essa parceria resultou também na elaboração de um Guia de Avaliação da Qualidade dos Serviços de Águas e Resíduos prestados aos usuários, com o objetivo de tornar público o modelo de regulação pela entidade reguladora, além de trazer melhorias no sentido de simplificar a quantidade de indicadores, passando de 20 para 16 IDs, e estabelecer critérios mínimos para aceitação dos dados (BARROS, 2013 apud ERSAR/LNEC, 2010).

A Associação Brasileira de Agências de Regulação (ABAR) também trouxe sua contribuição por meio da proposição de IDs relacionados ao sistema de esgotamento sanitário a partir da promoção de uma oficina internacional de indicadores para regulação desses serviços, sendo estabelecidas três dimensões para avaliação: indicadores operacionais, indicadores de qualidade e indicadores econômico-financeiros (BARROS, 2013).

Além disso, existem também, os IDs específicos para estações de tratamento de esgotos, Barros (2013, p. 23) destaca os das seguintes instituições: “LNEC de Portugal, da *Swedish Water & Wastewater Association* (SWWA), da *Austrian Water and Waste Association* e o sistema proposto em pesquisa realizada na Universidade de Brasília (UnB) no ano de 2001 para avaliação de estações do Distrito Federal”. Balmér e Hellström (2011 apud Barros, 2013, p. 26),

apresentaram uma proposta de um conjunto de IDs para a caracterização da operação de uma ETE abrangendo diversas dimensões como: qualidade dos efluentes, lodo, energia, produtos químicos e aspectos econômicos,

Os autores ressaltam ainda a importância da qualidade dos dados coletados para a efetiva avaliação da *performance* das unidades analisadas.

O sistema de IDs para caracterização de ETEs proposto pela SWWA, por sua vez, segue as recomendações da ISO e da IWA, ao levar em consideração informações de contexto e a qualidade dos dados para a comparação das unidades (BARROS, 2013).

Lindtner et al. (2008) apud Barros (2013, p. 29) apontam o sistema austríaco de avaliação de desempenho e *benchmarking* de ETE's como um sistema comparativo de ETE's a partir do qual “comparando-se o desempenho de uma ETE com valores de referência, uma otimização e potencial redução de custos das demais ETEs possam ser alcançados”. Já os IDs propostos pela AWWA subdividem-se em indicadores de eficiência e de eficácia e em três categorias principais: financeira – custo dos processos, técnica e de processos –desempenho do sistema (BARROS, 2013).

Von Sperling, T. e Von Sperling, M. (2013), por sua vez, desenvolveram um estudo de levantamento de 699 indicadores de saneamento de 11 entidades nacionais e internacionais a partir do qual criaram um sistema de 46 IDs para o setor de saneamento básico, com base no critério importância e praticidades dos indicadores e por meio da consulta aos especialistas do setor a fim de estabelecer um sistema benéfico para os principais interessados dos serviços de saneamento: as prestadoras de serviço, as agências reguladoras, a administração pública e os usuários.

Observa-se no estudo certa convergência entre algumas entidades que classificam os indicadores em três dimensões (operacional, de qualidade e econômico-financeiro), como é o caso da ABAR, enquanto que a IWA e a IBNET classificam em seis dimensões. No entanto, apesar da heterogeneidade das dimensões utilizadas, nota-se uma convergência entre os critérios de avaliação, o que permitiu que o estudo de Von Sperling, T. e Von Sperling, M. (2013) sintetizasse os indicadores em cinco novas dimensões, “a fim de padronizar e unificar os IDs estudados, quais sejam: indicadores operacionais, de qualidade, de recursos humanos, de infraestrutura e econômico-financeiros. Tais dimensões procuram englobar todos os aspectos relativos ao serviço de esgotamento sanitário” (VON SPERLING, T.; VON SPERLING, M., 2013, p. 316)

O estudo verificou que “exceto para as prestadoras de serviço, a dimensão mais relevante para os atores envolvidos com o saneamento é a de qualidade, enquanto a menos relevante é a operacional. (VON SPERLING, T.; VON SPERLING, M., 2013, p. 319).

Observou-se também que o consumo de energia no sistema de esgotamento sanitário é um indicador relevante para as prestadoras de serviços, e para os usuários o indicador tarifa do serviço prestado tem maior importância, demonstrando que o desempenho dos sistemas tem diferentes vieses de acordo com o olhar de cada *stakeholder* envolvido, por esse motivo, o estudo objetivou por meio da proposição de 46 indicadores de desempenho que traduzissem a performance de esgotamento sanitário universal, que comporte as expectativas de todos os atores ligados ao sistema.

### 3 METODOLOGIA

A presente seção dedicou-se descrever o conjunto de procedimentos e técnicas aplicados para consecução da pesquisa em questão. Portanto, a metodologia traça todo o percurso percorrido para o alcance dos objetivos da pesquisa, ou seja, descreve os métodos e técnicas desenvolvidos com vistas a resolução do problema de pesquisa (PRODANOV; FREITAS, 2013). Assim, a metodologia consiste em um conjunto de etapas sequenciais e que seguem critérios lógicos e científicos a fim de assegurar a confiabilidade do estudo.

No entanto, deve-se atentar para o fato de que uma pesquisa pode adotar uma variedade de métodos em cada uma das classificações existentes, de modo que, deve-se aplicar quantos métodos se fizerem necessários e não restringir-se a aplicação de um método específico, a fim de tornar a pesquisa mais robusta em termos de análises e obtenção de resultados (SILVA; MENEZES, 2001). Neste sentido, a escolha da metodologia mais apropriada para um estudo dependerá do objeto e dos objetivos deste estudo (NEVES; DOMINGUES, 2007), portanto, não existe fórmula pronta no que concerne as escolhas metodológicas de uma pesquisa, posto que tais decisões devem ser pautadas nas características inerente de cada estudo e no delineamento que o pesquisador pretende adotar.

#### 3.1 TIPOLOGIA DA PESQUISA

A tipologia da pesquisa consiste em sua classificação quanto aos seguintes aspectos: natureza e gênero; abordagem; objetivo; natureza dos dados; procedimentos metodológicos; e ambiente da pesquisa.

##### 3.1.1 Quanto à natureza e gênero da pesquisa

O estudo caracteriza-se como de natureza aplicada, posto que objetivou produzir conhecimentos de utilidade prática, isto é, que auxiliem a resolução de problemas reais (PRODANOV; FREITAS, 2013).

De concepção empírica – característica do gênero do estudo – visa, segundo Bacon, confirmar a verdade dos fatos ao passo que de acordo com Newton propõe a formulação de leis e teorias a partir de fatos e não de pressuposições hipotéticas (KOCHE, 2011).

Diante disso, por ser uma pesquisa aplicada e empírica, buscou-se por meio da observação dos dados numéricos do SNIS e das constatações acerca das condições de

saneamento básico dos municípios analisados, subsidiar ações práticas no que concerne a melhoria do desempenho sustentável dos sistemas de esgotamento sanitário analisados.

### **3.1.2 Quanto à abordagem da pesquisa**

A abordagem da pesquisa define os procedimentos lógicos que serão levados a cabo durante a investigação científica, permitindo que o pesquisador decida sobre a corrente filosófica norteadora do estudo no que concerne ao método de explicação dos fatos investigados (MARCONI; LAKATOS, 2003; PRODANOV; FREITAS, 2013), sendo os métodos dedutivo, indutivo, hipotético-dedutivo e dialético, os principais tipos de abordagens adotadas nas ciências sociais aplicadas.

Nesse sentido, de acordo com o positivismo lógico o método mais apropriado para compreender uma proposição é o indutivo (RICHARDSON, 2012), que mantém estreita relação com o empirismo e com o determinismo, posto que pressupõe a análise dos fenômenos, a identificação de relação entre eles e a generalização de tal relação (MARCONI; LAKATOS, 2011).

Esse método apesar de se aproximar do dedutivo, pois ambos partem de premissas acerca dos fatos, difere deste na medida em que a indução parte de observações particulares para inferir sobre verdades universais, levando a conclusões que extrapolam os casos analisados (MARCONI; LAKATOS, 2011; RICHARDSON, 2012).

O método de abordagem indutivo tem como base, premissas dos fatos observados para constatações mais abrangentes, estabelecendo conexões ascendentes, isto é, do particular para o geral, objetivando a generalização dos achados através de uma proposição universal (MARCONI; LAKATOS, 2011; RICHARDSON, 2012), para tanto, preocupa-se com as questões quantitativas do fenômeno estudado (MARCONI; LAKATOS, 2011).

No método indutivo observamos vários fatos a fim de identificar similaridades e discrepâncias entre eles (MARCONI; LAKATOS, 2011), busca-se comparar os fenômenos a fim de identificar as relações entre estes (PRODANOV; FREITAS, 2013). Portanto, o método indutivo parte de enunciados singulares em direção àqueles mais amplos, aplicando-se aos trabalhos de natureza empírica, e voltado aos estudos que visam descrever o fenômeno estudado.

Assim, a pesquisa, quanto ao seu método de abordagem, caracteriza-se como indutivo, uma vez que parte do específico para tentar explicar o geral, tecendo generalizações, isto é, o estudo partiu da análise dos dados municipais para inferir acerca das condições de desempenho

sustentável dos sistemas de esgotamento sanitário do estado de Pernambuco. O estudo partiu da análise da situação de esgotamento dos municípios pernambucanos para tentar explicar o comportamento geral destes, o que demonstra que a indução tem como princípio norteador o empirismo, na medida em que lança mão da observação sistemática para retratar os fatos tais quais são a partir da análise e classificação destes, resultando em generalizações das relações constatadas (KOCHE, 2011; MARCONI; LAKATOS, 2003).

### **3.1.3 Quanto ao objetivo da pesquisa**

Sob o ponto de vista dos objetivos, esse estudo qualifica-se como exploratório-descritivo, tipologia de pesquisa usualmente utilizada em pesquisas aplicadas (GIL, 2010; PRODANOV; FREITAS, 2013). Assim, em consonância com os objetivos da pesquisa que analisou as características de saneamento dos municípios pernambucanos a partir de um conjunto de variáveis, o presente estudo buscou identificar as características de cada município no que concerne aos sistemas de esgotamento sanitário, agrupando-os de acordo com tais características (fase exploratória) e caracterizar os resultados encontrados em cada grupo de acordo com o comportamento das variáveis analisadas (fase descritiva).

Por exploratória entende-se àquela pesquisa que visa fazer o levantamento das variáveis e reconhecimento da temática estudada enquanto que a pesquisa descritiva, analisa e descreve as relações entre as variáveis, sem manipulá-las como ocorre nas pesquisas experimentais (KOCHE, 2011). Desse modo, a pesquisa é exploratória, porque buscou proporcionar maior familiaridade com a temática estudada, gerando mais informações sobre o assunto, tornando-o mais claro (GIL, 2010; PRODANOV; FREITAS, 2013).

Os estudos exploratórios são primordiais em estudos iniciais sobre determinado tema (RICHARDSON, 2012), e tem como objetivo identificar e caracterizar as variáveis que pretende-se conhecer (KOCHE, 2011). De acordo com Marconi e Lakatos (2003) as pesquisas exploratórias são de caráter empírico e visam atender as seguintes finalidades: formulação de hipóteses, gerar maior familiaridade sobre a temática ou definir conceitos. No caso do presente estudo, pretende-se familiarizar-se mais com o objeto de estudo tendo em vista a abordagem recente da temática em questão.

O estudo também tem caráter descritivo, posto que após explorar a temática por meio bibliográfico, o estudo descreve as características dos fenômenos estudados e as relações entre as variáveis identificadas, ou seja, têm-se como pesquisas descritivas àquelas que visam estudar características de grupos, identificar a existência de associações entre variáveis (GIL, 2010).

Uma pesquisa descritiva é aquela em que registra-se, classifica-se e interpreta-se os fenômenos analisados sem interferência do pesquisador (PRODANOV; FREITAS, 2013). De acordo com Koche (2011) a pesquisa descritiva, também conhecida como não-experimental ou *ex post facto*, consiste em estudar as relações entre variáveis sem, no entanto, manipulá-las, como é feito nas pesquisas experimentais. Esse tipo de estudo, tece afirmações sobre o conjunto analisado ou descreve como se dá a distribuição de características em determinado grupo, possibilitando a classificação dos fenômenos estudados, e servindo de base para caracterizar o funcionamento das organizações (RICHARDSON, 2012), similar ao que foi realizado no presente estudo que agrupou os municípios de acordo com suas características de desempenho sanitário, classificando tais grupos de acordo com o seu perfil.

Diante disso, a pesquisa exploratório-descritiva, abrange as características dos métodos exploratórios e descritivos simultaneamente, por serem estudos com finalidade exploratória, mas com ênfase em ações descritivas, isto é, permitem tanto acumular informações e obter maior familiaridade com o tema, quanto obter descrições quantitativas e/ou qualitativas acerca do objeto de estudo (MARCONI; LAKATOS, 2003). Corroborando com Gil (2010) ao afirmar que, pesquisas descritivas têm como finalidade descrever as características da população analisada e por vezes correlacionar variáveis, enquanto que as exploratórias preocupam-se em identificar os fatos causadores de determinado fenômeno, conferindo maior familiaridade aos fatos estudados

Portanto, a pesquisa visou explorar o objeto de estudo a fim de identificar as relações entre as variáveis estudadas para posteriormente descrever a situação de saneamento dos municípios pernambucanos a partir dos achados e analisar tais relações. Portanto, o estudo é exploratório-descritivo, pois buscou explorar e descrever as condições de saneamento básico dos municípios de Pernambuco a partir da análise da correlação de um conjunto de variáveis.

### **3.1.4 Quanto à natureza dos dados da pesquisa**

Genericamente, existem dois métodos de pesquisa que são amplamente empregados: o quantitativo e o qualitativo, que diferem quanto a sistemática e abordagem do problema, sendo este último fator, o que irá nortear o método apropriado para o estudo (RICHARDSON, 2012).

Assim, no que concerne à natureza dos dados e a abordagem do problema, a pesquisa utilizou-se de uma abordagem quantitativa, pois, de acordo com Creswell (2007), esse tipo de estudo analisa as relações entre variáveis a fim de responder à uma questão de pesquisa, utilizando-se para tanto, de técnicas de análise estatística de dados. O enquadramento da

pesquisa foi motivado pela utilização de dados quantitativos e por lançar mão de instrumentos estatísticos tais como estatística descritiva e inferencial, análise multivariada e softwares estatísticos para proceder a análise dos dados (SILVA; MENEZES, 2001).

O método quantitativo caracteriza-se pela ampla utilização de técnicas estatísticas, desde as mais simples como média e desvio-padrão até as mais complexas, como coeficiente de correlação e análise multivariada (RICHARDSON, 2012). Nesse tipo de estudo, procura-se garantir a precisão dos resultados e prevenir a influência do pesquisador nos achados (MARCONI; LAKATOS, 2011). Esse método, é bastante utilizado em pesquisas descritivas, visto que fornecem subsídios para analisar a relação entre variáveis (PRODANOV; FREITAS, 2013; RICHARDSON, 2012).

Estudos quantitativos coletam e tratam dados de natureza quantitativa, ou seja, dados objetivos, expressos em números, requerem, pois, a utilização de conceitos e técnicas de estatísticas descritivas e inferencial para testar teorias e/ou propor modelos, explorando relações entre variáveis a fim de condensar as características do universo investigado ensejando resumos e modelos estatísticos. Difere, pois, do método qualitativo quanto a forma de coleta e análise de dados, posto que os métodos quantitativos se utilizam de amplas amostras e dados numéricos coletados por meio de instrumentos de coleta estruturados, em contrapartida, os qualitativos usam amostras reduzidas, têm como foco a análise do conteúdo dos dados, os quais são coletados por meio de instrumentos não são estruturados (MARCONI; LAKATOS, 2011).

De acordo com Neves e Domingues (2007), de maneira geral, a metodologia quantitativa é utilizada em estudos de natureza amostral extensa a fim de que essa amostra seja representativa da população, de modo que quanto maior a amostra tanto mais confiáveis serão as induções acerca da população, ou seja, os resultados ideais seriam obtidos através de estudos censitários. Portanto, esse estudo, assim como todo estudo quantitativo, preocupou-se em condensar as características da população investigada, que nesse estudo é a situação de esgotamento sanitário dos municípios pernambucanos, dando margem a procedimentos estatísticos de análise de dados a fim de conferir maior objetividade aos resultados encontrados.

### **3.1.5 Quanto aos procedimentos metodológicos da pesquisa**

Os procedimentos metodológicos da pesquisa ou *design*, termo em inglês, consiste no delineamento que o estudo tomará a fim de alcançar o seu fim, isto é, o modo de operação da pesquisa (GIL, 2010), diferentemente dos métodos de abordagem, os métodos de procedimentos são menos abstratos (PRODANOV; FREITAS, 2013), segundo Marconi e

Lakatos (2011) consistem nas fases concretas da pesquisa, o que Gil (2010) chama de planejamento da pesquisa. Desse modo, está relacionado aos procedimentos técnicos a serem seguidos durante a pesquisa, determinando os procedimentos que serão levados a cabo durante a coleta e análise dos dados (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Segundo Gil (2010), o ponto central para classificação do design da pesquisa é o processo de coleta de dados. Nesse sentido, as pesquisas subdividem-se em duas categorias amplas, as que utilizam fontes escritas - pesquisa bibliográfica e documental – e àquelas cujos dados provêm de pessoas - pesquisa experimental, *ex-post facto*, de levantamento e o estudo de caso. Diante do exposto, a pesquisa enquadra-se, principalmente, na categoria de pesquisa documental, uma vez que foi elaborada com base em documentos (GIL, 2010), utilizando-se de registros como fonte de informação reunindo informações dispersas atribuindo novo significado a estas a partir da sua observação, leitura, reflexão e crítica (PRODANOV; FREITAS, 2013).

A pesquisa documental baseia-se em documentos de fontes primárias ou secundárias, isto é, fontes originais, sem tratamento analítico, ou fontes de segunda mãos, àquelas que já foram manipuladas de alguma forma (PRODANOV; FREITAS, 2013), segundo os autores dentre os documentos que se utiliza estão os arquivos públicos quer sejam municipais, estaduais ou nacionais, no caso do presente estudo, mais especificamente, lançou-se um olhar para dados secundários provenientes da base de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) do Ministério das Cidades, que coleta os dados para compor o banco de dados a partir dos prestadores de serviços e órgãos gestores dos municípios.

No entanto, faz-se destacar que um único procedimento de pesquisa não é autossuficiente, podendo ser aplicado vários procedimentos em uma pesquisa (PRODANOV; FREITAS, 2013). Deste modo, esta classificação deve ser flexível a fim de atender as necessidades da pesquisa, que muitas vezes requer mais de um método para se levar a cabo (GIL, 2010).

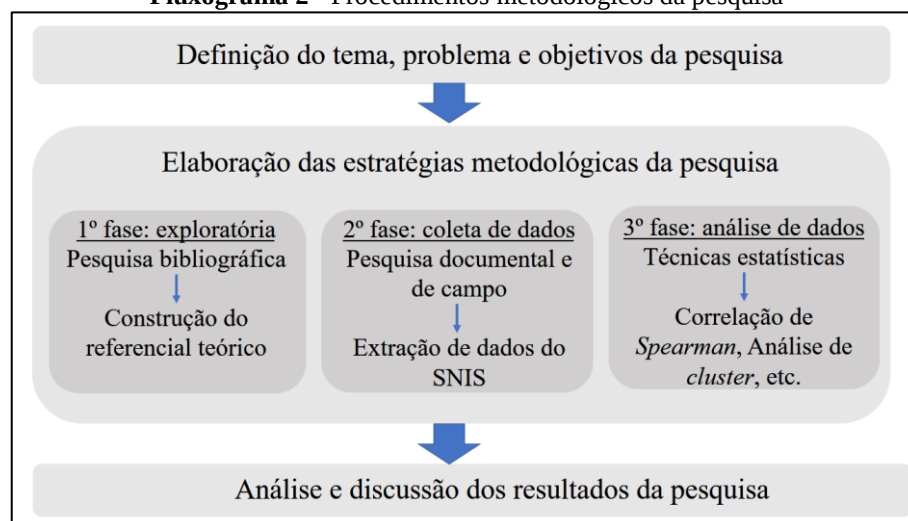
Sendo assim, pode-se dizer que a pesquisa em questão, embora seja prioritariamente de teor documental, envolve também um estudo bibliográfico anterior, uma vez que assim como qualquer pesquisa, faz-se necessário um estudo exploratório sob a bibliografia que servirá de aporte teórico (PRODANOV; FREITAS, 2013), de modo que antes de levar a cabo a análise da base de dados digital do SNIS, empreendeu-se um estudo bibliográfico da temática estudada. A pesquisa bibliográfica visa trazer a contribuição dos autores que compõe a literatura do tema estudado por meio da análise de livros, artigos, periódicos e outras fontes bibliográficas (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Ademais, de acordo com a classificação dos procedimentos metodológicos proposta por Marconi e Lakatos (2011) e Prodanov e Freitas (2013), o estudo pode ser classificado ainda como comparativo e estatístico. O estudo comparativo visa identificar similaridades e discrepâncias, proporcionando a generalização dos achados (PRODANOV; FREITAS, 2013) a partir da análise de dados concretos extraindo constatações gerais e constantes (MARCONI; LAKATOS, 2011). Por outro lado, o método estatístico objetiva descrever quantitativamente os fatos analisados (PRODANOV; FREITAS, 2013), bem como definir grupos, especificando as características de seus membros e mensurando atributos quantificáveis (MARCONI; LAKATOS, 2011).

Em síntese, o presente estudo é primordialmente documental e baseia-se em documentos de natureza quantitativa, de modo que conduz o pesquisador ao tratamento estatístico desses dados quantitativos, resultando na obtenção de tabelas, gráficos e diagramas extraídos de softwares estatísticos que servem de base para análise e discussão de resultados (GIL, 2010), o que será discutido mais adiante.

Nessa situação, os procedimentos metodológicos adotados visam a partir da pesquisa bibliográfica realizada inicialmente realizar uma análise documental da base de dados públicos do SNIS a fim de comparar os desempenhos de cada município no que diz respeito a situação de saneamento básico a partir de uma análise estatística dos dados, conforme disposto na figura abaixo, que retrata o desenvolvimento da pesquisa e os procedimentos metodológicos adotados a fim de dirimir possíveis inconsistências metodológicas.

**Fluxograma 2 - Procedimentos metodológicos da pesquisa**



Fonte: a autora, 2018.

### 3.1.6 Quanto ao ambiente da pesquisa

O estudo é classificado quanto ao ambiente onde é realizada a investigação como uma pesquisa de campo, sendo o campo onde se procederá o estudo a própria fonte de dados, pois é realizada um estudo da situação de saneamento dos municípios do estado de Pernambuco por meio da base de dados do SNIS.

A pesquisa de campo, segundo Marconi e Lakatos (2003) tem como objetivo conseguir informações acerca de uma questão por meio da observação dos fatos reais. Ainda de acordo com os autores, a pesquisa de campo possui duas fases, a primeira consiste na pesquisa bibliográfica sobre o tema estudado e a segunda em determinar as técnicas de coleta de dados e a amostra.

Essa categoria de pesquisa é extremamente valiosa quando se deseja conhecer as características de determinados grupos ou instituições (MARCONI; LAKATOS, 2003), como é o caso do estudo em questão que buscou conhecer as características dos sistemas de esgotamento sanitário municipais.

Sinteticamente e em consonância com a literatura, o estudo adotou o seguinte enquadramento:

**Quadro 2 - Classificação e enquadramento da pesquisa**

| <b>Critério de classificação</b>              | <b>Tipologia</b>                                     |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 1 - Quanto a natureza e gênero da pesquisa    | Aplicada e empírica                                  |
| 2 - Quanto ao método de abordagem da pesquisa | Indutivo                                             |
| 3 - Quanto aos objetivos da pesquisa          | Exploratória-descritiva                              |
| 4 - Quanto a natureza dos dados da pesquisa   | Quantitativa                                         |
| 5 - Quanto aos procedimentos metodológicos    | Documental, bibliográfico, comparativo e estatístico |
| 6 - Quanto ao ambiente da pesquisa            | Pesquisa de campo                                    |

Fonte: a autora, 2018.

### 3.2 ESCOPO DA PESQUISA

O escopo da pesquisa consiste em delimitar em que contexto se desenvolve a investigação (MARCONI; LAKATOS, 2003), de modo que, segundo os autores, a pesquisa pode ser limitada quanto aos seguintes aspectos: assunto e extensão. Por outro lado, Ander-Egg (1978) apud Marconi e Lakatos (2003) propõe três níveis de limitação da pesquisa: quanto ao objeto estudado (variáveis que interferem no fenômeno estudado); quanto ao campo de

investigação (limite no tempo e no espaço); e quanto ao nível de investigação (exploratório, de investigação e de comprovação de hipóteses). Assim, segundo tais classificações, tem-se o seguinte escopo de pesquisa:

**Quadro 3** - Escopo da pesquisa

| <b>Classificação</b>                       | <b>Especificação</b>                                                    |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Assunto                                    | Desempenho sustentável dos sistemas de esgotamento sanitário municipais |
| Extensão / Quanto ao campo de investigação | Municípios pernambucanos com serviços de saneamento no período de 2015  |
| Quanto ao objeto estudado                  | Esgotamento sanitário municipais de Pernambuco                          |
| Quanto ao nível de investigação            | Exploratório                                                            |

Fonte: a autora, 2018.

### 3.3 UNIVERSO E AMOSTRA DA PESQUISA

No que concerne a delimitação do universo da pesquisa, isto é, a descrição da população, Marconi e Lakatos (2003) afirmam que consiste em evidenciar as características dos indivíduos, fatos ou fenômenos que serão estudados. Desse modo, a população da pesquisa pode ser definida como os itens sobre os quais se deseja obter conclusões, enquanto que a amostra é uma parte da população selecionada para a análise (LEVINE et al., 2012).

Nesse sentido, este estudo debruçou-se sobre a análise da população e não de uma amostra, visto que analisou todos os itens acerca dos sistemas de esgotamento sanitário municipais de Pernambuco que constam no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) sendo, pois, um estudo censitário, baseado nos seguintes critérios de inclusão e exclusão:

**Quadro 4** - Critérios para formação do universo da pesquisa

| <b>Tipos de critérios</b> | <b>Descrição dos critérios</b>                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Inclusão                  | São incluídos no estudo todos os municípios nos quais constam informações no SNIS acerca dos serviços de esgotamento sanitário.                                                                                                                                        |
| Exclusão                  | São excluídos do estudo todos os municípios nos quais não constam informações no SNIS serviços de esgotamento sanitário. Ademais, exclui-se da análise municípios com informações ausentes sobre esgotamento sanitário para não prejudicar os resultados das análises. |

Fonte: a autora, 2018.

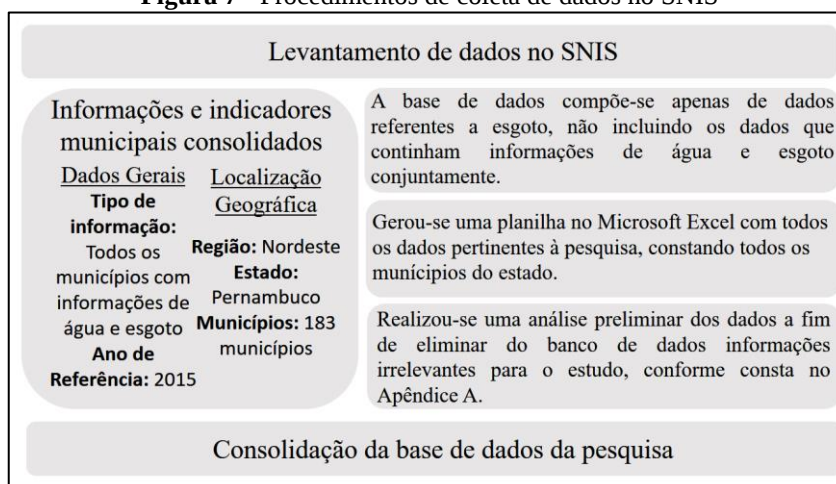
No entanto, vale ressaltar que apesar de não analisar todos os municípios de Pernambuco, caracteriza-se como pesquisa censitária, pois, recolheu informações de todos os componentes do universo analisado (GIL, 2010), isto é, estudou todos os municípios que se enquadram no objetivo da pesquisa e tem dados suficientes para serem analisados. Desse modo, a pesquisa em questão se restringirá mais especificamente a analisar o desempenho dos Sistemas de Esgotamento Sanitário desses municípios que se enquadram nos requisitos de inclusão do estudo.

### 3.4 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados consiste na etapa da pesquisa na qual busca-se obter informações sobre a realidade pesquisada, nesse sentido, faz-se necessário a utilização de instrumentos de coleta de dados para atender a tal finalidade. Sendo assim, se levou a cabo a análise do banco de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), que segundo Creswell (2007) consiste em dados secundários, isto é, já se encontram prontos. A base de dados utilizada é operada pelo Ministério das Cidades, mais precisamente pela Secretária de Saneamento Ambiental, e foi escolhida por conter informações detalhadas e confiáveis acerca do objeto desse estudo.

O SNIS é um sistema de informações do setor saneamento no Brasil, tendo como suporte um banco de dados com informações de institucional, administrativa, operacional, gerencial, econômico-financeiro, contábil e de qualidade sobre a prestação de serviços de esgoto, assim como de água e tratamento de resíduos sólidos urbanos. Tem como objetivo a implementação de políticas públicas; direcionar a aplicação de recursos; avaliar e gerar conhecimento sobre o setor saneamento; avaliar o desempenho dos serviços prestados; melhorar a gestão; orientar atividades de regulação e fiscalização; e exercer o controle social (SNIS, 2017)

Quanto a temporalidade do processo de coleta de dados, a pesquisa é transversal, pois os dados são coletados em um único momento (CRESWELL, 2007), ou seja, concentra-se na análise de unidades diferentes no mesmo período de tempo (DOANE; SEWARD, 2014), descrevendo a população de acordo com suas características em um período pontual (RICHARDSON, 2012), mais especificamente, foi analisado os dados sobre saneamento do ano de 2015, por ser o mais atual que constava no SNIS. Assim, realizou-se os seguintes procedimentos:

**Figura 7** - Procedimentos de coleta de dados no SNIS

Fonte: a autora, 2018.

Definida a base de dados, fez-se necessário definir e classificar as variáveis que serão adotadas nesse estudo, uma vez que, de acordo com Doane e Seward (2014) as técnicas de análise a serem adotadas, dependem das características dos dados e da quantidade de variáveis, ou seja, o delineamento da análise dos dados está atrelado a classificação das variáveis do estudo.

As variáveis são elementos fundamentais da pesquisa científica (NEVES; DOMINGUES, 2007) e consistem nos atributos que são analisados durante a aplicação de um método estatístico, sendo os dados os valores atribuídos a cada variável (LEVINE et al., 2012). Tanto para Marconi e Lakatos (2003) quanto para Koche (2011) e Richardson (2012) as variáveis apresentam as seguintes características fundamentais: são quantidades que variam; são mensuráveis; e são identificadas em determinado objeto investigado.

Somado a isso, há alguns princípios que norteiam a definição das variáveis, o primeiro é cada observação só pode assumir um valor relativo a cada variável; o segundo é que os valores das variáveis devem ser exaustivos para que a variável seja representativa da realidade (RICHARDSON, 2012).

As variáveis podem adotar uma série de classificações, conforme aponta Richardson (2012), podem ser classificadas quanto: ao caráter escalar dos elementos (qualitativas ou quantitativas); as características de continuidade das variáveis (discretas ou contínuas); e a posição na relação entre as variáveis (dependentes ou independentes).

Quanto ao caráter escalar a variável pode ser categórica ou numérica, sendo conhecidos também como nominais ou ordinais e as numéricas como intervalares ou de razão (RICHARDSON, 2012). De acordo com Hair et al. (2005) a escala de medida é

fundamental para determinação da técnica multivariada mais apropriada para o estudo, além de ser uma importante ferramenta para mensurar as observações. Assim, pode-se dizer que existem duas categorias básicas de dados, que podem ser classificados em não-métricos e métricos, sendo as escalas de medida métrica utilizadas para mensurar variáveis quantitativas, de modo intervalar ou de razão. Os dados não métricos ou qualitativos ou nominais ou ordinais, indicam categorias que identificam um objeto, e os dados métricos ou quantitativos ou intervalares ou proporcionais, indicam uma quantia ou grau do atributo (HAIR et al., 2005).

Levine et al. (2012; RICHARDSON, 2012) classificam as variáveis como categóricas (qualitativas) – refletem valores que expressam determinada categoria ou atributo – ou numéricas (quantitativas) - representam quantidades e são subdivididas em discretas, que derivam de um processo de contagem que resulta em números inteiros, e em contínuas, que resultam da medição de algo – estas últimas são adotadas em estudos de correlação como foi feito no estudo em questão.

Marconi e Lakatos (2011) apontam que as variáveis também podem ser classificadas de acordo com o nível de mensuração e escalas de mensuração utilizados, nesse sentido existem quatro tipos de classificações: escala nominal; escala ordinal; escala intervalar; e escala de proporcionalidade (ou de razão), de modo que as duas primeiras servem para mensurar variáveis categóricas, e as duas últimas são empregadas para mensurar variáveis numéricas.

Segundo Hair et al. (2005), as escalas intervalares e de razão possuem elevado nível de precisão de medida, o que permite ampla utilização de técnicas estatísticas e matemáticas. Assim, a presente pesquisa utilizou variáveis numéricas intervalares, o que permite a utilização de toda e qualquer medida estatística que não contenha zero absoluto, que representa a ausência do fato estudado (RICHARDSON, 2012). Portanto, pode-se dizer que as possibilidades de utilização de técnicas estatísticas aumentam a medida que aumenta o grau de sofisticação da variável, sendo possível, pois, a utilização de medidas tais como: proporções, porcentagens, razões (utilizadas pelas variáveis nominais); mediana, decis, quartis, percentis, testes de hipóteses (utilizadas pelas variáveis ordinais); além de média, desvio-padrão e correlação (RICHARDSON, 2012).

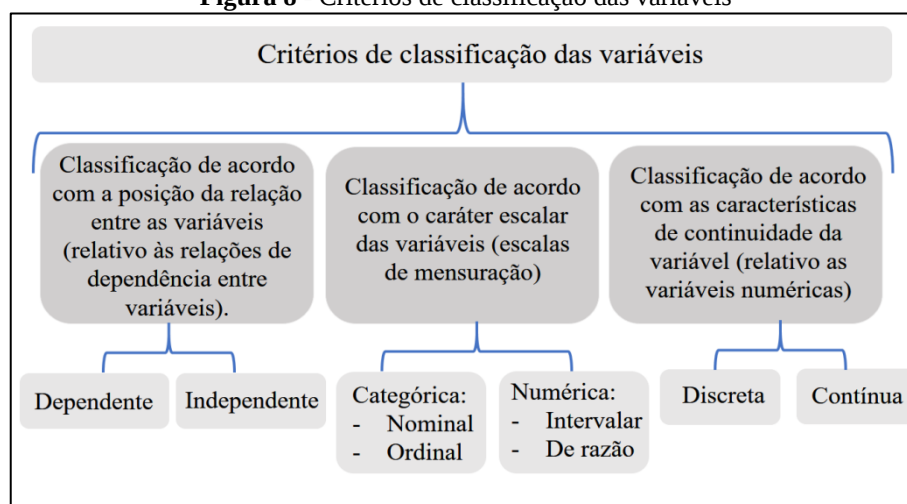
Corrar, Paulo e Dias Filho (2007) pontuam que as variáveis qualitativas, definem categorias e se utilizam de escalas nominais ou ordinais, de modo que ao contrário das escalas nominais, as ordinais apresentam ordenação entre as categorias. Por outro lado, as variáveis quantitativas podem ser discretas ou contínuas, sendo as discretas àquelas que apresentam valores inteiros e as contínuas àquelas cujos valores são fracionados. Assim, as variáveis também podem ser classificadas quanto as características de continuidade, podendo ser

discretas ou contínuas, as primeiras representam categorias e são nominais enquanto que as últimas podem ser ordinais, intervalares ou de razão (RICHARDSON, 2012).

Quanto a posição na relação entre duas ou mais variáveis pode-se classificá-las como independentes, intervenientes e dependentes, no entanto, esses tipos de relações só podem ser investigadas em estudos que analisam relações de dependência entre variáveis (RICHARDSON, 2012), o presente estudo, no entanto, não classifica as variáveis segundo esse critério pois analisa relações de interdependência entre variáveis, de modo que não houve necessidade de classificar as variáveis em dependentes e independentes uma vez que os métodos estatísticos adotados são de interdependência como é o caso da correlação de *Spearman* e análise de *cluster*.

Em síntese, de acordo com a literatura adotada, têm-se:

**Figura 8 - Critérios de classificação das variáveis**



Fonte: a autora, 2018.

Somado a isso, cabe ressaltar que algumas das variáveis da pesquisa são indicadores, e nesse sentido, consiste em uma medida composta formada por um conjunto de variáveis únicas (HAIR et al., 2005). Diante do exposto, as variáveis desse estudo adotaram a seguinte classificação:

**Quadro 5 - Classificação das variáveis**

| Classificação da variável                 | Tipologia                |
|-------------------------------------------|--------------------------|
| Quanto ao caráter escalar                 | Quantitativa ou numérica |
| Quanto as características de continuidade | Contínuas                |

|                            |              |
|----------------------------|--------------|
| Quanto ao nível de medição | Intervalares |
|----------------------------|--------------|

Fonte: a autora, 2018.

Aliado a isso, faz-se necessário, segundo Neves e Domingues (2007), apresentar a definição conceitual das variáveis dentro do contexto desse estudo, conforme consta no Apêndice B desta pesquisa, assim como cabe apontar as variáveis identificadas a partir do processo de coleta de dados, no entanto, cabe ressaltar que estas são variáveis preliminares do estudo, as quais foram submetidas a uma análise minuciosa na seguinte seção, a fim de obter uma base de dados confiável. Portanto, foram obtidas, preliminarmente, a partir do levantamento de dados do SNIS, 28 variáveis pertencentes a 7 grupos distintos conforme disposto a seguir.

**Quadro 6 - Grupos de variáveis**

| <b>Grupo de variáveis</b>                               | <b>Variáveis</b>                                                                                     |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 - Informações gerais                                  | 1.1 - G06B - População urbana residente do(s) município(s) com esgotamento sanitário;                |
|                                                         | 1.2 - G12B - População total residente do(s) município(s) com esgotamento sanitário, segundo o IBGE. |
| 2 - Informações financeiras                             | 2.1 – FN003 - Receita operacional direta de esgoto;                                                  |
|                                                         | 2.2 – FN024 - Investimento realizado em esgotamento sanitário pelo prestador de serviços.            |
| 3 - Informações de esgotos                              | 3.1 - ES001 - População total atendida com esgotamento sanitário;                                    |
|                                                         | 3.2 – ES026 - População urbana atendida com esgotamento sanitário;                                   |
|                                                         | 3.3 - ES002 - Quantidade de ligações ativas de esgotos;                                              |
|                                                         | 3.4 – ES003 - Quantidade de economias ativas de esgotos;                                             |
|                                                         | 3.5 – ES004 - Extensão da rede de esgotos;                                                           |
|                                                         | 3.6 – ES005 - Volume de esgotos coletado;                                                            |
|                                                         | 3.7 – ES006 - Volume de esgotos tratado;                                                             |
|                                                         | 3.8 – ES007 - Volume de esgotos faturado;                                                            |
|                                                         | 3.9 – ES008 - Quantidade de economias residenciais ativas de esgotos;                                |
|                                                         | 3.10 – ES009 - Quantidade de ligações totais de esgotos;                                             |
|                                                         | 3.11 - ES028 - Consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgotos.                            |
| 4 - Informações de qualidade                            | 4.1 – QD011 - Quantidades de extravasamentos de esgotos registrados;                                 |
|                                                         | 4.2 – QD012 - Duração dos extravasamentos registrados.                                               |
| 5 - Indicadores econômico-financeiros e administrativos | 5.1 – IN006_AE - Tarifa média de esgoto                                                              |
|                                                         | 5.2 – IN041_AE - Participação da receita operacional direta de esgoto na receita operacional total   |

|                                        |                                                                                                      |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6 - Indicadores operacionais – esgotos | 6.1 – IN015_AE - Índice de coleta de esgoto                                                          |
|                                        | 6.2 – IN016_AE - Índice de tratamento de esgoto                                                      |
|                                        | 6.3 – IN021_AE - Extensão da rede de esgoto por ligação                                              |
|                                        | 6.4 – IN046_AE - Índice de esgoto tratado referido à água consumida                                  |
|                                        | 6.5 – IN047_AE - Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto |
|                                        | 6.6 – IN056_AE - Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água    |
|                                        | 6.7 – IN059_AE - Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de esgotamento sanitário          |
| 7 - Indicadores de qualidade           | 7.1 – IN077_AE - Duração média dos reparos de extravasamentos de esgotos                             |
|                                        | 7.2 – IN082_AE - Extravasamentos de esgotos por extensão de rede                                     |

Fonte: a autora, 2018.

Terminada a coleta de dados, empreendeu-se a análise destes, conforme disposto na seguinte seção.

### 3.5 TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS

Coletados os dados, realizada a sua definição e classificação, parte-se, então, para as técnicas de análise de dados mais apropriadas para as características de dados encontradas em consonância com os objetivos da pesquisa. Para a análise dos dados utilizou-se de um conjunto de técnicas estatísticas - Estatística Descritiva e a Inferencial, esta última, por sua vez, abrange a Análise Multivariada que foi realizada nesse estudo por meio da Análise de *Cluster*.

Para tanto, o presente estudo fez uso de técnicas estatísticas suportadas pelo software estatístico SPSS – *Statistical Package for the Social Sciences* – com o objetivo de sintetizar os dados coletados e de identificar e caracterizar as relações entre variáveis, a fim de encontrar respostas para a questão que norteia o estudo.

Em síntese, a pesquisa adota as seguintes classificações quanto ao processo de coleta e análise de dados:

**Quadro 7** - Classificação dos critérios de análise de dados

| <b>Crítérios de classificação</b>          | <b>Tipologia</b>   |
|--------------------------------------------|--------------------|
| Técnicas e instrumentos de coleta de dados | Base de dados SNIS |

|                                              |                                      |
|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| Fonte de informação                          | Secundária                           |
| Temporalidade do processo de coleta de dados | Transversal                          |
| Técnicas de análise de dados                 | Estatística descritiva e inferencial |

Fonte: a autora, 2018.

No entanto, deve-se ressaltar que os procedimentos estatísticos adotados numa pesquisa científica devem levar a cabo a análise de dados relevantes a fim de que os resultados encontrados impliquem em conclusões não só estatísticas, mas também empíricas (FIELD, 2009). De modo que as técnicas estatísticas devem ser conduzidas de maneira criteriosa a fim de que seus achados sejam relevantes e com tal de que as premissas estatísticas sejam seguidas à risca.

Para tanto, procedeu-se o exame do banco de dados, que subsidiou os procedimentos estatísticos posteriores: análise de correlação de *Spearman* – mede o grau em que mudanças numa dada variável são acompanhadas ou não por mudanças semelhantes ou opostas numa outra variável – e análise multivariada de *cluster* – expressam as relações entre diversas variáveis ao mesmo tempo, expressando o todo da organização estrutural de um fenômeno, por meio da formação de *clusters*.

### 3.5.1 Exame do banco de dados

O exame do banco de dados deve proceder a aplicação de qualquer técnica estatística com o intuito de garantir maior criticidade ao pesquisador acerca dos seus dados e evitar problemas decorrentes da coleta de dados como a presença de *missing* e/ou *outliers*, os quais tem impactos substanciais nos resultados da pesquisa científica (HAIR et al., 2005).

Assim, de acordo com Hair et al. (2005), existem quatro etapas para o exame dos dados, que foram levadas a cabo nessa pesquisa, quais sejam: exame gráfico; análise de dados perdidos (*missing*); identificação de observações atípicas (*outliers*); e teste das suposições estatísticas inerentes a análise multivariada.

#### 3.5.1.1 Exame gráfico dos dados

O pesquisador não deve confiar em demasia nas técnicas estatísticas, este deve ter um senso crítico para analisar o teor dos dados antes de manipulá-los, para assim utilizar as técnicas

de maneira adequada, evitando incorrer em falhas como o uso de técnicas estatísticas inapropriadas, violações de suposições estatísticas e interpretação errônea dos dados (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007). Nessa perspectiva, o exame gráfico dos dados é um recurso que permite compreender o comportamento dos dados e o porquê de tal comportamento (HAIR et al., 2005).

O primeiro passo nesse sentido é a análise da estatística descritiva dos dados, que se utiliza de tabelas, gráficos e medidas sintéticas como médias e desvio padrão para caracterizar determinado objeto, identificar discrepâncias nos valores dos dados e identificar dados fora da tendência (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007). Nesse sentido, as medidas de posição ou tendência central servirão para expressar os valores mais prováveis da variável aleatória ou aqueles ao redor dos quais a maior parte dos resultados de um experimento se encontra. Sendo assim cada uma dessas medidas aferidas pela estatística descritiva tem um papel fundamental no exame gráfico dos dados, conforme disposto:

Média: medida de tendência central que define o centro da distribuição dos dados, sendo afetada por valores extremos (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007), ou seja, é a única medida de posição que sofre influência de valores extremos, ao contrário da mediana e da moda que não sofrem alteração pela presença de *outliers* (MARCONI; LAKATOS, 2011);

Moda: evento que ocorreu com maior frequência, podendo haver mais de uma moda numa mesma distribuição - bimodal, trimodal, etc (MARCONI; LAKATOS, 2011);

Mediana: valor central a partir do qual metade dos casos se encontra acima dele e metade se encontra abaixo, em certas ocasiões representa com maior exatidão a tendência central da distribuição (MARCONI; LAKATOS, 2011).

Da mesma forma, as medidas de dispersão forneceram evidências sobre o grau de variabilidade ou concentração dos resultados de um experimento, isto é, sua homogeneidade ou heterogeneidade, determinando o grau de variação dos dados em função das medidas de posição - média, mediana e moda (MARCONI; LAKATOS, 2011) de modo que levou-se a cabo o cálculo das seguintes medidas:

Desvio-padrão: medida de dispersão que apresenta a forma de distribuição dos dados em torno da média, seu cálculo se dá através da raiz quadrada da variância, podendo ser calculada para uma amostra (cujo símbolo é  $S$ ) ou para uma população (sujo símbolo é  $\sigma$ ) (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007).

Variância: medida de dispersão calculada pela média da soma dos quadrados dos desvios, que no caso do estudo em questão, é calculada para uma população finita, visto que o

estudo é censitário, assim, têm-se:  $\sigma^2 = \frac{\sum(x - \mu)^2}{N}$  (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007). A partir dela, são calculadas outras medidas de dispersão, como desvio padrão (raiz quadrada da variância); coeficiente de variação (desvio padrão dividido pela média dos resultados); e erro padrão (desvio padrão dividido pela raiz quadrada do tamanho da amostra).

Nesse sentido, foram empregadas tais medidas de tendência central e de dispersão para o exame do banco de dados, servindo de suporte para identificação de *outliers*, *missing* e da normalidade de distribuição dos dados. Além disso, o exame gráfico dos dados implica em examinar a natureza da variável, mais precisamente a sua forma de distribuição, e para tanto utiliza-se da representação gráfica do histograma; e identificar a presença de outliers através do gráfico de caixas (HAIR et al., 2005).

### 3.5.1.2 Exame de presença de *outliers*

Para identificar a presença de observações atípicas (*outliers*), isto é, àquelas que são discrepantes em relação as demais, o método mais apropriado é o gráfico de caixas (*boxplot*) que representa a distribuição de uma variável detalhando as suas extensões (*whiskers*) (HAIR et al., 2005), ou seja, os pontos centrais, os periféricos e os isolados da distribuição (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007).

Os *outliers* são observações dissonantes das demais, no entanto, não se pode inferir se são benéficas ou maléficas à pesquisa sem antes serem analisadas, de modo que deve-se avaliar pelo teor da informação que suporta e sua influência na análise. Assim, se benéficas trazem características novas acerca da população e quando maléficas não representam características reais da população, o que prejudicaria os resultados estatísticos. Portanto, o pesquisador deve analisar o bando de dados a não só de identificar os outliers, mas também entender a influência que causam na pesquisa (HAIR et al., 2005).

Nesse sentido, existem quatro classes de fatores que explicam a existência de observações atípicas, quais sejam: erro de procedimentos oriundos de falha na entrada ou codificação dos dados, devendo ser corrigidas durante a limpeza do banco de dados ou posteriormente registradas como *missing*; ocorrência de fato extraordinário, para as quais o pesquisador tem explicação; observações extraordinárias sem explicação aparente; e observações singulares dentre os valores usuais de determinada variável (HAIR et al., 2005).

Assim, *outliers* provenientes de erro procedimental, como é o caso daqueles identificados nesse estudo, devem ser corrigidos, se possível, ou eliminados (CORRAR;

PAULO; DIAS FILHO, 2007). A presente pesquisa, optou pela eliminação dos *outliers*, posto que o pesquisador não tem autonomia para corrigir o banco de dados do SNIS, que foi elaborado a partir de informações fornecidas pelas prestadoras de serviços de esgotamento sanitário. Assim, visto que a presença de *outliers* se deu pelo erro de entrada de dados na base analisada e sua presença provocaria distorções nas análises de *cluster* o recomendável seria a sua eliminação, no entanto, como os municípios de Ipojuca, Rio Formoso, Vitória de Santo Antão e Itapissuma apresentaram-se como *outliers* em variáveis com elevada presença de *missing values*, optou-se pela eliminação das variáveis e não das observações, conforme consta no Apêndice C.

### 3.5.1.3 Exame de presença de dados perdidos (*missing values*)

A identificação de dados perdidos ou *missing values* consiste na ausência de informações sobre um caso devido a fatores como erros na entrada ou coleta de dados e/ou recusa em prestar informações por parte dos respondentes (HAIR et al., 2005). Esse tipo de ocorrência, é comum nas pesquisas científicas, visto que estão além do controle do pesquisador, que dificilmente consegue evitar as situações que geram dados perdidos – “erro de digitação, erro de coleta de dados, falta de resposta por constrangimento, erro do respondente por desconhecer o que está sendo questionado etc.” (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007, p. 37).

Por ser algo difícil de evitar, os dados perdidos é um desafio para o pesquisador que deve atentar para as causas da existência dos dados perdidos e os impactos causados por estes nos resultados, assim, primeiro deve-se identificar os motivos da existência de *missing* para só então buscar a alternativa adequada para investigação ser conduzida sem que os seus resultados sejam comprometidos (HAIR et al., 2005).

Além disso, deve-se identificar dois aspectos, se os dados perdidos ocorrem ao acaso ou são padrões distintos e a frequência destes nas observações. Sendo constatado algum padrão e a extensão relativos aos dados perdidos, deve-se atuar no sentido de remediar tal problemática, visto que a presença de dados perdidos implica em resultados estatísticos pouco confiáveis (HAIR et al., 2005).

Identificadas as características dos dados perdidos, existem algumas soluções que podem ser adotadas para resolver esse tipo de problema, como a exclusão das observações nas quais constam dados perdidos ou a substituição dos dados perdidos por um valor estimado. Nesse sentido, o pesquisador pode optar por analisar apenas observações com dados completos,

eliminar observações e/ou variáveis com dados perdidos, ou utilizar um método de estimação para os dados perdidos (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007). Nesse estudo, optou-se por eliminar as observações e/ou variáveis com dados perdidos em excesso, posto que, é a melhor solução quando se identifica um padrão não-aleatório de dados perdidos (HAIR et al., 2005).

Além disso, como o estudo em questão pretende levar a cabo uma técnica de análise multivariada dos dados, e considerando técnicas multivariadas requerem variáveis com dados completos, de modo que àquelas variáveis que possuem dados perdidos precisam ser eliminadas para não prejudicar a análise multivariada. Diante disso, e considerando que a exclusão tanto de variáveis quanto de observações com dados perdidos em excesso reduz significativamente a extensão destes dados na pesquisa (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007), optou-se por eliminar as observações e/ou variáveis problemáticas.

Assim, identificados os *missings* – que incluem as categorias de dados com muitos valores igual a zero – e também os *outliers*, conforme disposto na seção anterior, por meio da elaboração do gráfico de caixa (*boxplot*) de todos os grupos de dados a fim de não prejudicar as análises; e ainda recalculados todos indicadores para corrigir possíveis erros de cálculo da própria base de dados, realizou-se a limpeza do banco de dados, eliminando-se as categorias de dados que constam no Apêndice C dessa pesquisa.

Ressalta-se ainda que, eliminou-se também o município de Santa Filomena, pelo fato de apresentar grande quantidade de *missings*. Assim as análises foram realizadas com 45 observações (municípios). Resultando na elaboração do seguinte banco de dados de variáveis a partir da atribuição de nomenclatura e código numérico para cada categoria de dados do SNIS e transformação de alguns dados, conforme disposto:

**Quadro 8** - Banco de dados com as variáveis utilizadas para as análises

| <b>Categorias de dados</b>                                                                                 | <b>Nome das variáveis</b> | <b>Especificação das variáveis</b>                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| G06B - População urbana residente do(s) município(s) com esgotamento sanitário (Habitantes)                | (1) RAZAO_POP_URB_ES      | Condensar as variáveis originais transformando-as em uma variável que forneça inferências acerca da parcela da população urbana que é atendida por serviços de esgotamento sanitário. |
| ES026 - População urbana atendida com esgotamento sanitário (Habitantes)                                   |                           |                                                                                                                                                                                       |
| G12B - População total residente do(s) município(s) com esgotamento sanitário, segundo o IBGE (Habitantes) |                           | Condensar as variáveis originais transformando-as em uma variável que forneça inferências acerca da parcela da população total que é                                                  |

| <b>Categorias de dados</b>                                                 | <b>Nome das variáveis</b>       | <b>Especificação das variáveis</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ES001 - População total atendida com esgotamento sanitário (Habitantes)    | (2) RAZAO_POP_TOT_ES            | atendida por serviços de esgotamento sanitário.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| ES002 - Quantidade de ligações ativas de esgotos (Ligações)                | (3)<br>ES_Qtd_lig_ativas        | Quantidade de ligações ativas de esgotos à rede pública que estavam em pleno funcionamento no último dia do ano de referência. (SNIS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| ES003 - Quantidade de economias ativas de esgotos (Economias)              | (4)<br>ES_Qtd_econ_ativas       | Quantidade de economias ativas de esgotos que estavam em pleno funcionamento no último dia do ano de referência. (SNIS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| ES004 - Extensão da rede de esgotos (km)                                   | (5)<br>ES_Extensão              | Comprimento total da malha de coleta de esgoto, incluindo redes de coleta, coletores tronco e interceptores e excluindo ramais prediais e emissários de recalque, operada pelo prestador de serviços, no último dia do ano de referência. (SNIS)                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| ES005 - Volume de esgotos coletado (1.000 m³/ano)                          | (6)<br>ES_Vol_coletado          | Volume anual de esgoto lançado na rede coletora. Em geral é considerado como sendo de 80% a 85% do volume de água consumido na mesma economia. (SNIS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| ES006 - Volume de esgotos tratado (1.000 m³/ano)                           | (7)<br>ES_Vol_tratado           | Volume anual de esgoto coletado na área de atuação do prestador de serviços e que foi submetido a tratamento, medido ou estimado na(s) entrada(s) da(s) ETE(s). O volume informado para este campo deve ser igual ou inferior ao informado em ES005. (SNIS)                                                                                                                                                                                                                                                          |
| ES007 - Volume de esgotos faturado (1.000 m³/ano)                          | (8)<br>ES_Vol_faturado          | Volume anual de esgoto debitado ao total de economias, para fins de faturamento. Em geral é considerado como sendo um percentual do volume de água faturado na mesma economia. Inclui o volume anual faturado decorrente da importação de esgotos (ES013). As receitas operacionais correspondentes devem estar computadas nas informações FN003 (debitadas em economias na área de atendimento pelo prestador de serviços) e FN038 (para o volume anual de esgotos recebido de outro prestador de serviços). (SNIS) |
| ES008 - Quantidade de economias residenciais ativas de esgotos (Economias) | (9)<br>ES_Qtd_econ_resid_ativas | Quantidade de economias residenciais ativas de esgotos, que estavam em pleno funcionamento no último dia do ano de referência. (SNIS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| ES009 - Quantidade de ligações totais de esgotos (Ligações)                | (10) ES_Qtd_lig_totais          | Quantidade de ligações totais (ativas e inativas) de esgotos à rede                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

| <b>Categorias de dados</b>                                                                   | <b>Nome das variáveis</b>               | <b>Especificação das variáveis</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                              |                                         | pública, existentes no último dia do ano de referência. (SNIS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ES028 - Consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgotos (1.000 kWh/ano)            | (11) ES_Consumo_tot_energia             | Quantidade anual de energia elétrica consumida nos sistemas de esgotamento sanitário, incluindo todas as unidades que compõem os sistemas, desde as operacionais até as administrativas. (SNIS)                                                                                                                                                                                                                                        |
| FN003 - Receita operacional direta de esgoto (R\$/ano)                                       | (12)<br>FN_Receita_op_direta            | Valor faturado anual decorrente da prestação do serviço de esgotamento sanitário, resultante exclusivamente da aplicação de tarifas e/ou taxas, excluídos os valores decorrentes da importação de esgotos. (SNIS)                                                                                                                                                                                                                      |
| FN024 - Investimento realizado em esgotamento sanitário pelo prestador de serviços (R\$/ano) | (13) FN_Invest_prestador_serviço        | Valor do investimento realizado no ano de referência, diretamente ou por meio de contratos celebrados pelo próprio prestador de serviços, em equipamentos e instalações incorporados ao(s) sistema(s) de esgotamento sanitário, contabilizado em Obras em Andamento, no Ativo Imobilizado ou no Ativo Intangível. (SNIS)                                                                                                               |
| QD011 - Quantidades de extravasamentos de esgotos registrados (Extravasamentos/ano)          | (14) QD_Qtd_extravasamentos             | Quantidade de vezes no ano, inclusive repetições, em que foram registrados extravasamentos na rede de coleta de esgotos. No caso de município atendido por mais de um sistema, as informações dos diversos sistemas devem ser somadas. (SNIS)                                                                                                                                                                                          |
| QD012 - Duração dos extravasamentos registrados (Horas/ano)                                  | (15)<br>QD_Duração_extravasamentos      | Quantidade de horas, no ano, despendida no conjunto de ações para solução dos problemas de extravasamentos na rede de coleta de esgotos, desde a primeira reclamação junto ao prestador de serviços até a conclusão do reparo. No caso de município atendido por mais de um sistema, as informações dos diversos sistemas devem ser somadas. As durações devem corresponder aos extravasamentos computados na informação QD011. (SNIS) |
| IN015_AE - Índice de coleta de esgoto (percentual)                                           | (16)<br>IN_Ind_coleta                   | Porcentagem do volume de água tratado exportado e consumido que foi destinado a rede coletora de esgoto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| IN016_AE - Índice de tratamento de esgoto (percentual)                                       | (17) IN_Ind_tratamento                  | Porcentagem do volume de esgoto coletado e importado que foi tratado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| IN021_AE - Extensão da rede de esgoto por ligação (m/lig.)                                   | (18)<br>IN_RECALC_Extensão_redeXligação | Razão em a extensão da rede de esgoto pela quantidade de ligações totais de esgotos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

| <b>Categorias de dados</b>                                                                                  | <b>Nome das variáveis</b>                          | <b>Especificação das variáveis</b>                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IN047_AE - Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto (percentual) | (19)<br>IN_Ind_atend_urb_referido_municip_atend_ES | Porcentagem da população urbana residente dos municípios com esgotamento sanitário que é atendida com esgotamento sanitário. |
| IN056_AE - Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (percentual)    | (20)<br>IN_Ind_atend_tot_referido_municip_atend_ÁG | Porcentagem da população total residente dos municípios com abastecimento de água que é atendida com esgotamento sanitário.  |

Fonte: a autora (2018) com base no SNIS.

#### 3.5.1.4 Exame de normalidade das variáveis

Examinar a normalidade das variáveis, ou seja, grau de adequação da distribuição dos dados à uma distribuição normal é outra questão fundamental no exame dos dados, pois, o ponto inicial para compreender o comportamento das variáveis é caracterizá-las de acordo com a sua distribuição (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007; HAIR et al., 2005), assim pode-se detectar quais as melhores técnicas de estatística inferencial e multivariada a serem utilizadas para determinada categoria de distribuição.

Nessa perspectiva, pode-se utilizar de uma análise gráfica dos dados a partir de histogramas, gráficos que representam a forma de distribuição de uma variável métrica (HAIR et al., 2005). Sendo assim, esse instrumento, apresenta-se como uma importante ferramenta nesse sentido, pois permite representar graficamente a frequência de ocorrência dos dados dentro de cada categoria de dados, evidenciando a forma de distribuição dos dados (HAIR et al., 2005; CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007). Pode-se dizer, portanto, que o método mais simples para diagnosticar a normalidade dos dados é a observação de um histograma (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007). E nesse sentido, os histogramas deste estudo não apresentaram distribuição normal conforme consta no Apêndice D dessa pesquisa.

Além disso, existem testes de normalidade como Kolmogorov-Smirnov, Jarque-Bera e Shapiro-Wilks que atestam a normalidade da distribuição dos dados e podem ser realizados por meio do SPSS (HAIR et al., 2005; CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007). Assim, o exame de normalidade dos dados através do teste de aderência foi utilizado a fim de determinar se uma dada distribuição de frequência pode ou não ser entendida como apresentando mecanismo gaussiano e para tanto, utilizou-se especificamente o teste Shapiro-Wilks (S-W), cujos resultados encontram-se no Apêndice E dessa pesquisa, devido a característica da amostra

do estudo que contém apenas 45 observações. O teste objetivou identificar a normalidade dos dados a partir da análise da significância do teste, sendo  $p \geq 0,05$  indicativo da aceitação de  $H_0$  (hipótese nula), isto é, indica distribuição normal dos dados, o que não foi verificado nos dados da pesquisa, retificando os achados dos histogramas.

Por fim, as medidas de assimetria e curtose também servem ao propósito de determinar se a distribuição da variável é normal ou não, visto que a primeira indica a simetria da distribuição, ou seja, a tendência de concentração dos dados em relação ao ponto médio, enquanto que a segunda indica o grau de achatamento da distribuição (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007; HAIR et al., 2005).

Assim, por meio da medida de assimetria, pode-se dizer inferir que a distribuição dos dados possui assimetria positiva quando há acúmulo de escores à direita e existem poucos valores elevados, assimetria negativa quando há acúmulo de escores à esquerda e apresentarem poucos valores baixos e quando apresentam valor zero apresentam distribuição normal (HAIR et al., 2005). A assimetria tem como parâmetro as relações entre média, mediana e moda, de modo que distribuições simétricas apresentam essas medidas de posição idênticas, ao passo que distribuições assimétricas a média distancia-se da moda e a mediana situa-se numa posição intermediária, de modo que a assimetria é medida através do cálculo entre a média e a moda (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007). Em contrapartida, para a medida de curtose têm-se valores positivos de curtose representam o alongamento da curva de distribuição dos dados enquanto que os valores negativos indicam o achatamento dessa curva e o valor zero aponta uma distribuição normal (HAIR et al., 2005).

Aliado a isso, a estatística descritiva também auxilia na inferência sobre a normalidade dos dados, posto que distribuições gaussianas, isto é, simétricas, média, mediana e moda possuem o mesmo valor, enquanto que em distribuições não-simétricas, como é o caso do estudo em questão, média, moda e mediana são distintas (MARCONI; LAKATOS, 2011), de modo que, os parâmetros da distribuição de probabilidade são as medidas de tendência central e as medidas de dispersão.

Assim, o exame de medidas de estatísticas descritiva (medidas de posição e de dispersão) bem como medidas de distribuição dos dados - assimetria e curtose, que apresentam-se no Apêndice F desta pesquisa, em conjunto com os gráficos de frequência (histogramas), que esboça o formato geométrico da curva de distribuição, e com o diagrama de Box & Whiskers, que permite visualizar a tendência central e a dispersão de diferentes variáveis ou grupos, foi possível examinar a normalidade da distribuição.

Ressalta-se, portanto, que deve-se sempre utilizar de vários métodos desde os gráficos aos testes estatísticos para identificar com precisão a característica de distribuição normal dos dados (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007), conforme foi realizado nesta seção do estudo, o que permitiu constatar que apenas 2 variáveis possuem distribuição normal, quais sejam: Razão da População Total atendida com Esgotamento Sanitário e o Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (percentual). Assim, foi possível decidir quais técnicas inferenciais são as mais adequadas a pesquisa cujos dados não apresentam distribuição normal.

#### 3.5.1.5 Suposições da análise multivariada

A última fase do exame de dados consiste em testar as suposições da análise multivariada, visto que por tratar de relações multivariadas entre variáveis, descumprimento das suposições estatísticas pode comprometer substancialmente os resultados estatísticos (HAIR et al., 2005). Via de regra, as técnicas de análise multivariada pressupõem que se atenda um conjunto de suposições básicas, sendo as principais: normalidade, homocedasticidade e linearidade (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007).

No entanto, a análise de *clusters* é um método objetivo que quantifica as características estruturais da formação de agrupamentos, embora sem fundamentos estatísticos possui propriedades matemáticas, e, portanto, não comporta os pressupostos estatísticos de normalidade, linearidade e homoscedasticidade, pelo contrário, são pressupostos da análise de conglomerados: a representatividade da amostra e a multicolinearidade entre as variáveis (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007), isso porque quando a multicolinearidade aumenta, reduz-se a capacidade predição da variável diminui (HAIR et al., 2005). Assim, fez-se necessário a elaboração de uma matriz de correlação que permitiu verificar esse último pressuposto.

#### 3.5.2 Matriz de correlação de *Spearman*

O coeficiente de correlação mede a força que relaciona duas variáveis, no presente estudo optou-se pela aplicação do coeficiente de *Spearman* – medida de correlação não-paramétrica – para realização das correlações entre variáveis, o que é justificado pela constatação de que a maioria dos dados não possuíam distribuição normal, caso contrário o

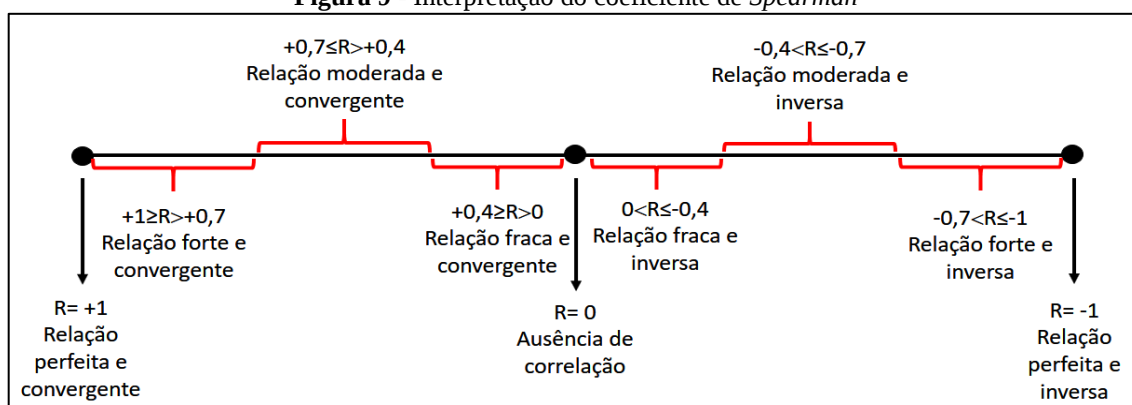
mais adequado seria a utilização do coeficiente de *Pearson*, característico de dados com distribuição normal (FIELD, 2009).

Assim, procedeu-se a elaboração da matriz de correlação dos dados, conforme disposto no Apêndice G, através do SPSS, adotando o coeficiente de correlação de *Spearman*, que foi interpretado considerando apenas as relações que apresentaram significância – cujo  $p \leq 0,05$ , posto que  $p > 0,05$  indica que não há significância na correlação entre as variáveis – e posteriormente, classificou-se o coeficiente de correlação rho de *Spearman* ( $\rho$ ) de acordo com o sinal e a intensidade da correlação, que pode variar entre “-1” (relação negativa, inversa e perfeita) e “+1” (relação positiva, direta e perfeita), com “0” indicando ausência de relação (FEIJOO, 2010). De acordo com Franzblau (1958) o coeficiente de correlação pode ser interpretado da seguinte forma:

- Correlação negligenciável:  $|r| < 0,20$ ;
- Correlação fraca:  $0,20 < |r| < 0,40$ ;
- Correlação moderada:  $0,40 < |r| < 0,60$ ;
- Correlação forte:  $0,60 < |r| < 0,80$ ;
- Correlação muito forte:  $|r| > 0,80$ .

Portanto, para interpretar esse coeficiente, optou-se por considerar apenas as correlações fortes nas análises, e adotou-se a seguinte análise e classificação para a interpretação da matriz:

**Figura 9 - Interpretação do coeficiente de *Spearman***



Fonte: a autora, 2018.

O presente estudo, pretendeu, portanto, investigar a relação entre variáveis a partir da análise do coeficiente de correlação *Spearman* com o intuito de identificar o grau com o qual as variáveis se relacionam entre si, para entender melhor o comportamento dos fenômenos

afetados por tais variáveis, no entanto, essa técnica estatística não evidencia a relação causa-efeito entre as variáveis correlacionadas (RICHARDSON, 2012).

Além disso, por meio da matriz de correlação examinou-se a multicolinearidade dos dados com o objetivo de selecionar as variáveis mais adequadas para a realização da análise de *cluster*, que tem como pressuposto básico a baixa multicolinearidade entre as variáveis. De modo que, observou-se que as variáveis em forma de índices (16, 17, 18, 19 e 20) são as com menor multicolinearidade, e, portanto, as que serão utilizadas para a análise de agrupamentos, descrita na etapa seguinte.

### 3.5.3 Análise multivariada

Por fim, empreendeu-se a análise multivariada, que permite analisar, simultaneamente, um conjunto de variáveis a respeito do objeto investigado (HAIR et al., 2005), uma vez que se levou a cabo a análise de 5 (cinco) indicadores, os quais constituem as variáveis menos correlacionadas evitando-se assim a multicolinearidade, pressuposto básico da análise de *cluster*. Somente por meio de técnicas multivariadas é possível analisar a *performance* conjunta das variáveis, sejam elas variáveis discretas ou contínuas (numéricas) a ordinais ou nominais (categóricas) (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007).

No entanto, existem uma série de técnicas multivariadas, de modo que a escolha da mais apropriada para cada pesquisa, deve basear-se nos seguintes critérios: tipo de relação entre as variáveis – dependência ou interdependência – e forma de medição das variáveis (HAIR et al., 2005). Assim, pode-se adotar técnicas de dependência ou de interdependência entre variáveis, a depender do fato de haver ou não uma prévia determinação de variáveis dependentes e independentes (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007). No caso do presente estudo, como não foi atendido ao pré-requisito das técnicas de dependência, que é a atribuição de variáveis dependentes e independentes, utilizar-se-á de uma das técnicas de interdependência.

As técnicas de interdependência são aquelas nas quais não há variáveis dependentes ou independentes, mas sim uma relação simultânea entre todas as variáveis em conjunto, de modo que o foco dessas técnicas é descrever as relações entre os objetos de estudo (HAIR et al., 2005).

Dentre as técnicas de interdependência tem-se: análise fatorial, análise de agrupamentos ou escalonamento multidimensional, para escolher a técnica mais adequada ao estudo deve-se atentar para as características das variáveis. Nesse sentido, a análise fatorial e a

análise de cluster são empregadas quando se trabalha com variáveis métricas, no entanto, a análise de conglomerados (*clusters analysis*) agrupa casos enquanto que a análise fatorial agrupa variáveis (HAIR et al., 2005).

No caso, da pesquisa em questão, adotou-se a análise multivariada a fim de analisar o conjunto de variáveis que interferem no desempenho sustentável dos sistemas de esgotamento sanitário, e se ateve na análise de *clusters* na tentativa de formar grupos de municípios de acordo com as suas características de desempenho relativas ao esgotamento sanitário. No entanto, ressalta-se que, escolhida a técnica multivariada mais adequada ao estudo, deve-se realizar a limpeza do banco de dados, conforme disposto nas seções anteriores, visto que a presença de *outliers*, *missing values* e a violação das suposições estatísticas inerentes às técnicas multivariadas comprometem significativamente a capacidade de generalização dos resultados estatísticos, isto é, resultados representativos da população analisada (HAIR et al., 2005).

### 3.5.3.1 Análise de *cluster*/agrupamentos

A análise de *cluster* ou agrupamentos ou ainda conglomerados é uma técnica de análise multivariada de interdependência que une objetos ou variáveis de acordo com a sua estrutura natural a partir das características similares existentes entre eles de modo que os *clusters* formados apresentem alta homogeneidade dentro dos grupos e alta heterogeneidade fora dos grupos (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007; FÁVERO et al, 2009; HAIR et al., 2005).

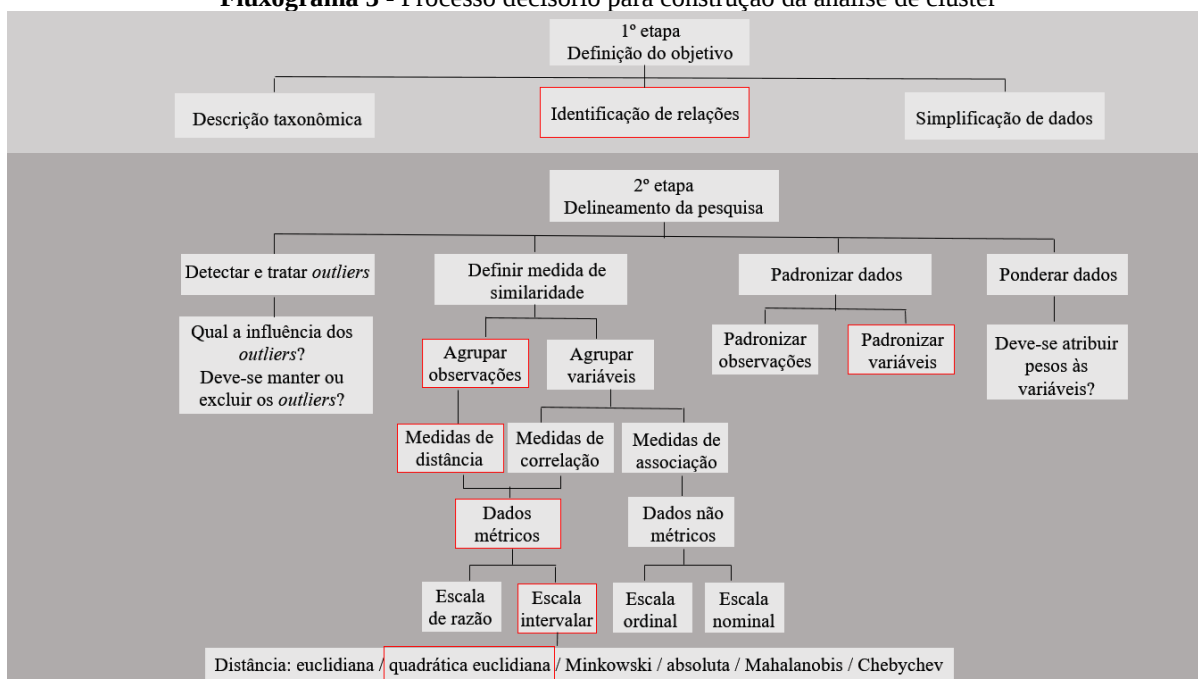
A análise de conglomerados se assemelha à análise fatorial pois ambas visam avaliar a estrutura no entanto diferem pelo seguinte fato: enquanto a primeira agrupa objetos ou variáveis, a segunda agrupa apenas variáveis, assim, pode-se dizer que a análise fatorial é mais eficaz em agrupar variáveis e a análise de cluster em agrupar (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007; FÁVERO et al, 2009; HAIR et al., 2005).

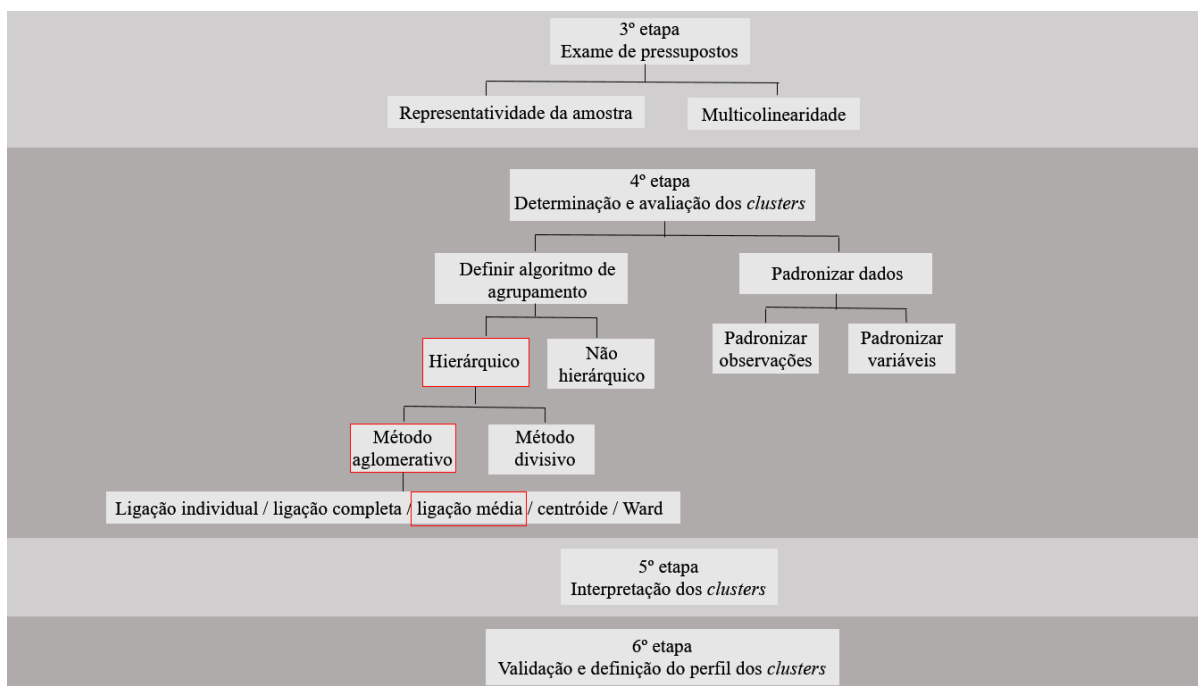
A análise de conglomerados, visa responder a questões do tipo: quantos grupos podem ser identificados a partir da classificação de uma amostra segundo determinadas variáveis? (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007). Nesse sentido, como as variáveis são responsáveis pela definição dos agrupamentos, deve-se ter cuidado na seleção destas, selecionando as mais adequadas para o estudo, posto que a solução encontrada depende do conjunto de variáveis adotados para medir a similaridade entre os objetos, pois a técnica não distingue as variáveis relevantes daquelas irrelevantes, de modo que o pesquisador deve ser criterioso na escolha destas variáveis, tendo como norteador o objeto da pesquisa (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007)

De acordo com Corrar, Paulo; Dias Filho (2007), Fávero et al (2009) e Hair (2005), a análise de cluster é uma técnica sem base teórica e não-inferencial, ou seja, as características de uma amostra não são representativas da população, de modo que seus resultados não podem ser generalizados, no entanto, é uma técnica útil para caracterizar a estrutura de um conjunto de observações. Utilizada com a finalidade descritiva e exploratória, o que significa que a identificação de grupos não implica que as observações pertencentes a um grupo são semelhantes em todos os aspectos, mas sim nos aspectos considerados na análise, pois os grupamentos formados refletem a escolha das variáveis (FÁVERO et al, 2009).

Corrar, Paulo; Dias Filho (2007) apontam que a construção do modelo de cluster perpassa por um processo de decisão que consiste em 6 (seis) etapas subsequentes e dependentes, conforme detalhado na ilustração abaixo na qual consta sublinhado de vermelho o caminho seguido nesta pesquisa.

**Fluxograma 3** - Processo decisório para construção da análise de cluster





Fonte: a autora, 2018.

Assim, a primeira etapa para realização da análise de cluster é definir os objetivos da análise – descrição taxonômica, simplificação de dados ou identificação das relações – que está atrelado a seleção das variáveis que irão balizar os casos que serão agrupados, assim a seleção destas deve considerar questões tanto teóricas quanto empíricas e levar em conta a relevância e seu o poder de discriminação (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007). Assim, o objetivo da análise de cluster no caso desta pesquisa foi identificar as relações entre os objetos componentes de cada grupo, e selecionar as variáveis que serão utilizadas para caracterizar os objetos que serão agrupados, que nesse estudo foram cinco indicadores - variáveis 16, 17, 18, 19 e 20 – os quais refletem a estrutura dos agrupamentos (HAIR et al., 2005). É importante salientar, que essa técnica não identifica quais variáveis são relevantes ou não para o estudo, portanto, deve-se atentar para a escolha de variáveis representativa (FÁVERO et al, 2009).

A segunda etapa consiste no delineamento da pesquisa a partir da identificação de *outliers* e tratamento destes, definição da medida de similaridade entre objetos e definição pela padronização ou não dos dados (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007). A análise de cluster é sensível a observações atípicas que podem distorcer os resultados, assim como a variação de medidas e escalas das variáveis, por isso muitas vezes é necessário a padronização dos dados evitando que estas variações afetem a solução encontrada, assim a partir da padronização das variáveis atribui-se o mesmo peso para cada variável através da transformação da variável em escore padrão (Z scores) (FÁVERO et al, 2009).

Quanto a medida de similaridade, para dados quantitativos deve ser utilizada uma medida de correlação ou de distância ao passo que para dados qualitativos deve-se usar uma medida de associação, além disso, para agrupar objetos costuma-se utilizar medidas de distância que indicam a similaridade por meio da proximidade entre os casos, sendo o método adotado ligação entre grupos e o tipo de medida de distância adotada vai depender da escala da variável (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007). Nesse caso, a medida de distância trata-se de uma medida de dissimilaridade – pois aumentam a medida que diminui a semelhança entre as observações – utilizada para agrupar observações enquanto que as medidas de correlação ou associação para agrupar variáveis, além disso, sabe-se que para dados métricos se utilizam medidas de distância ou correlacionais e para dados não métricos se utilizam medidas de associação, somado a isso, a natureza (discreta, contínua, binária) e a escala (nominal, ordinal, intervalar, de razão) da variável determinam a medida mais adequada (FÁVERO et al, 2009).

Assim, dentre as medidas de similaridade existentes – correlacionais, de distância ou de associação – adotou-se uma medida de distância, pois baseia-se em valores mais similares de acordo com o conjunto de variáveis, nesse sentido, optou-se por um tipo de medida de distância, que nesse caso foi a distância euclidiana quadrada, a qual distâncias menores apontam maior similaridade (HAIR et al., 2005), adotada como padrão pelo software SPSS (FÁVERO et al, 2009), dado que os dados do estudo são intervalares (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007).

Outro aspecto importante nesse etapa é definir se os dados devem ser padronizados ou não e se for o caso como padronizá-los, pelo fato de que as medidas de distância apresentarem sensibilidade a escalas e magnitudes discrepantes entre variáveis, assim utilizou-se da padronização das variáveis através de uma função de distância normalizada transformando as variáveis em escores Z, ou seja, escores padrão cuja média é zero e o desvio-padrão é um, eliminando o efeito de distorção causado pelas escalas distintas (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007), esse procedimento está disponível no próprio software SPSS que dispõe dessa conversão no procedimento de análise de *cluster*, eliminando, assim o viés causado pelas diferenças de escalas entre as variáveis (HAIR et al., 2005).

Além disso faz-se necessário ponderar as variáveis para o caso destas possuírem diferentes graus de importância para a pesquisa, o que não foi o caso do presente estudo, o que se justifica pelo fato de que a análise de cluster é uma técnica exploratória e, portanto, comumente se adota o mesmo peso para todas as variáveis analisadas (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007).

A terceira etapa consiste em garantir o atendimento dos pressupostos da análise de *cluster*, quais sejam: representatividade da amostra, posto que raramente é possível trabalhar com um censo como foi o caso deste estudo, de modo que não houve necessidade de preocupar-se com a escolha da amostra, e evitar a multicolinearidade, para evitar que certas variáveis sejam mais fortemente ponderadas no estudo, como foi feito no estudo que optou por trabalhar apenas com os índices de esgotamento sanitário – variáveis 16, 17, 18, 19 e 20, que apesar de possuírem alta multicolinearidade com as demais variáveis, não possuem alta multicolinearidade entre si – como variáveis posto que são compostos por outras variáveis do estudo (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007; FÁVERO et al, 2009; HAIR et al., 2005).

A quarta etapa busca determinar e avaliar os agrupamentos através da definição do algoritmo – hierárquico ou não-hierárquico – para formação dos grupos, assim optou-se pelo algoritmo de agrupamentos hierárquico – em forma de árvore – que consiste na sucessão de fusões (procedimento aglomerativo) ou divisões (procedimento divisivo) das observações, é caracterizado como um método pouco adequado para amostras extensas e sensível a *outliers*, no estudo em questão o método escolhido foi o aglomerativo que inicia com cada observação formando um grupo e a cada etapa a quantidade de grupos é reduzida até formar um único grupo com todas as observações, de modo que dentre os cinco algoritmos aglomerativos mais popularmente utilizados, escolheu-se o de ligação média mais especificamente a ligação média entre grupos para calcular a distância entre os grupos, que tende a formar grupos com a mesma variância e não sofre influência de valores extremos, pois o cálculo é feito com base na média da distância entre todas as observações de um grupo em relação a todas as observações de outro grupo (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007; HAIR et al., 2005).

Na definição do algoritmo de agrupamento determina-se como a matriz de similaridade/dissimilaridade será utilizada para formar grupos, pelo método hierárquico ou não-hierárquico, o método hierárquico pode adotar o procedimento aglomerativo ou divisivo, sendo o aglomerativo formado por fusões sucessivas na qual em cada etapa reduz-se o número de grupos até formar um único grupo com todas as observações, nesse sentido, deve-se definir também como será calculada a distância entre grupos (FÁVERO et al, 2009).

Sendo assim, optou-se pelo procedimento hierárquico – que permite a apresentação de várias soluções de acordo com diferentes quantidades de clusters, dispostas graficamente através do dendrograma (gráfico similar a uma árvore que apresenta o processo de formação dos grupamentos), possibilitando a visualização da formação dos grupamentos até que permaneça apenas um grupo (HAIR et al., 2005). Ademais, optou-se pelo método aglomerativo ao invés do divisivo, pois o modelo hierárquico aglomerativo permite observar a construção de

uma hierarquia de conjuntos a partir de uma estrutura em forma de árvore, possibilitando uma melhor visualização das distancias entre as observações a medida que os grupos vão se formando em cada estágio do processo, além disso, dentre os algoritmos aglomerativos popularmente utilizados optou-se por usar o método de ligação média cujo critério de agrupamento é a distância média dos indivíduos de um grupo aos de outro grupo, não sendo afetados por valores extremos e reunindo objetos com a mesma variância de modo que a variação interna é pequena (HAIR et al., 2005).

Ressalta-se que não existe o melhor método de análise de *cluster*, mas sim o mais adequado para cada objetivo de pesquisa, o método hierárquico por exemplo, não requer do pesquisador conhecimento prévio da quantidade de *clusters*, servindo para fins exploratórios como é o caso da presente pesquisa (FÁVERO et al, 2009). Os métodos hierárquicos são propícios para amostras pequenas, não comportando amostras grandes; apesar disso os métodos não-hierárquicos são menos sensíveis às observações atípicas e à inclusão de variáveis irrelevantes (HAIR et al., 2005).

Posteriormente, deve-se definir o número de *clusters* que se deseja obter a partir da definição de uma regra de parada, de modo que o julgamento acerca do número adequado de *clusters* deve ser composto por aspectos empíricos, teóricos e conceituais, outra alternativa viável e empregada nesse estudo é a análise do dendrograma a fim de identificar alterações substanciais das medidas de similaridade diante da sequência de fusões (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007). Cabe ao pesquisador julgar a quantidade adequada de clusters para se trabalhar, levando em consideração no caso do método hierárquico o dendrograma como norteador pois permite visualizar as distâncias entre os grupamentos, desse modo, uma alternativa é adotar como regra de parada a menor distância entre os *clusters* (FÁVERO et al, 2009).

A escolha do número de agrupamentos, apesar de subjetiva, requer uma avaliação crítica do pesquisador, pois não existe critério estatístico de suporte, assim, uma orientação comumente adotada por pesquisadores é adotar a solução de agrupamento quando a medida de similaridade excede um valor específico ou quando dá um salto substancial, esse julgamento empírico deve ser complementado por uma explicação teórica baseados em considerações praticas tais como o fato de a análise de certo número de grupamentos ser mais simples de analisar (HAIR et al., 2005). Nesse sentido, a solução ideal de número de agrupamentos é aquela que alie um estrutura simples e homogênea simultaneamente, assim, optou-se nesse estudo, pela escolha da análise de 5 (cinco) agrupamentos, posto que observa-se grande homogeneidade entre os grupos e proximidade destes durante várias etapas da formação dos *clusters* e também

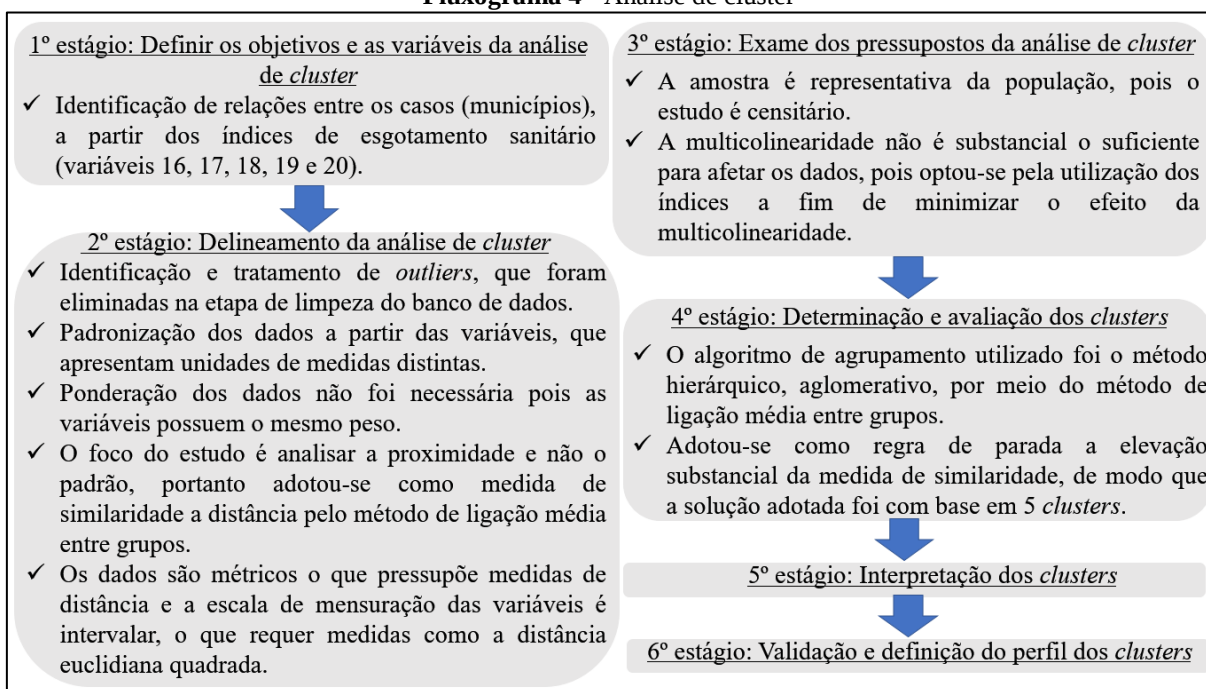
por apresentar uma estrutura de fácil análise, posto que quanto mais pulverizado os grupos mais difícil traçar perfis de municípios distintos (HAIR et al., 2005).

A quinta e penúltima etapa implica na interpretação dos agrupamentos e consiste em atribuir uma denominação que descreva as características dos grupos (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007). A interpretação dos agrupamentos se deu por meio do exame dos perfis de cada grupo, descrevendo as características dos grupos, avaliando as convergências e divergências teóricas e empíricas (HAIR et al., 2005).

E por fim, a sexta etapa equivale a validação dos grupos por meio da representatividade a fim de alcançar a generalização da solução encontrada e definição do perfil dos grupos através da caracterização dos grupos com base em atributos não definidos previamente tais como características demográficas (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007). A validação e caracterização dos agrupamentos, busca evidenciar que o conjunto de grupos encontrados são representativos do todo e traçar um perfil de tais agrupamentos, no entanto, devido a subjetividade da escolha da melhor solução em termos de agrupamentos, o pesquisador deve ser cauteloso nesta última etapa a fim de garantir a significância empírica (HAIR et al., 2005).

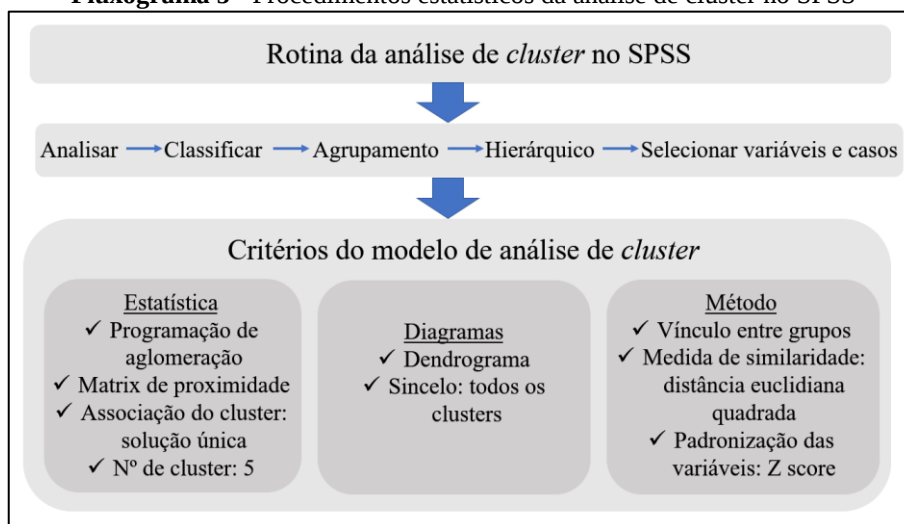
No caso do método hierárquico pode-se validar os agrupamentos por meio da utilização de várias medidas de similaridade a fim de encontrar consistência nos resultados, após a validação deve-se avaliar a formação dos *clusters*, a quantidade de observações existentes, a fim de identificar inconsistências ou a presença de *outliers* (FÁVERO et al, 2009).

Assim, de acordo com Hair et al. (2005) que propõe um fluxograma para balizar o processo decisório para realização da análise de agrupamentos, foi realizado os seguintes procedimentos para consecução da análise de cluster, que consistiu em 6 (seis) estágios:

**Fluxograma 4 - Análise de cluster**

Fonte: a autora (2018) com base em Hair et al. (2005).

E para tanto, adotou-se a seguinte rotina através do software SPSS:

**Fluxograma 5 - Procedimentos estatísticos da análise de cluster no SPSS**

Fonte: a autora (2018) com base em Fávero et al. (2009).

Em síntese, a análise multivariada, levou a cabo a análise de aglomerados (*Cluster Analysis*), técnica que foi empregada a fim de agrupar variáveis ou observações segundo o grau de associação entre elas, nesse caso, buscou-se agrupar os municípios pernambucanos de acordo com o desempenho relativo aos sistemas de esgotamento sanitário.

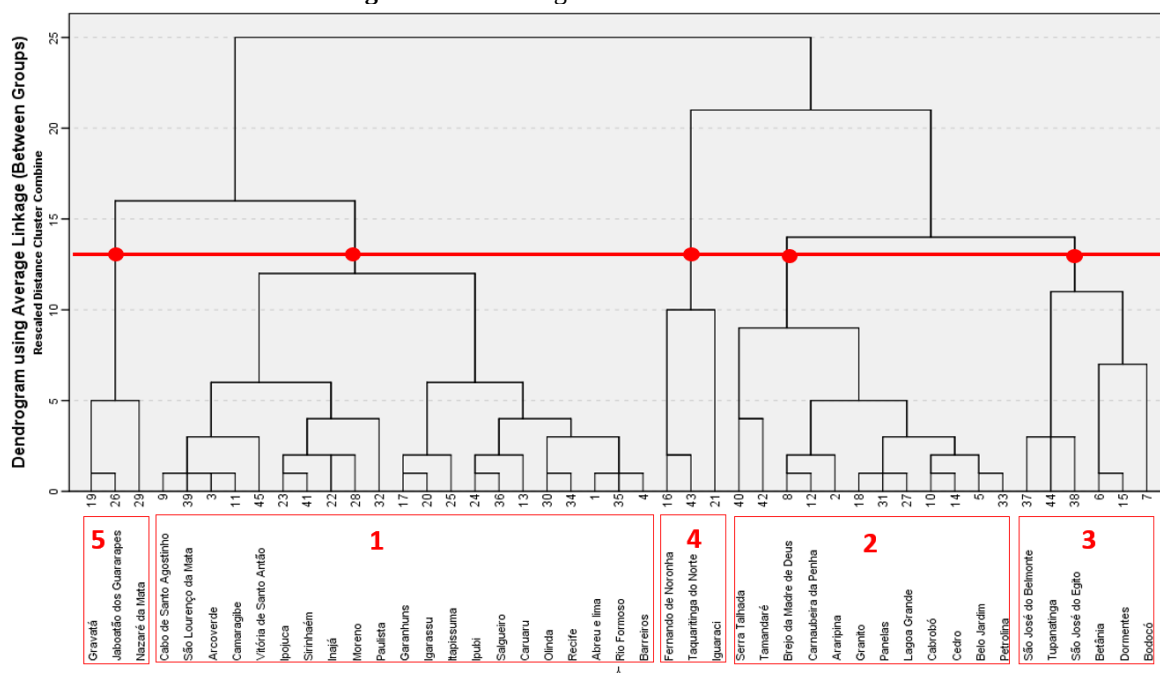
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ANÁLISE DOS AGRUPAMENTOS DOS MUNICÍPIOS PERNAMBUCANOS

Com o intuito de atender ao objetivo específico 1 desta pesquisa, selecionou-se um conjunto de indicadores de saneamento básico (índice de coleta de esgoto, índice de tratamento de esgoto, extensão da rede de esgoto, índice de atendimento urbano de esgoto e índice de atendimento total de esgoto) para avaliar as condições dos sistemas de esgotamento sanitário municipais. Assim, seguiu-se a consecução do objetivo específico 2, agrupando os municípios de acordo com a situação de desempenho dos sistemas de esgotamento sanitário. E em seguida, atingiu-se o objetivo específico 3, ranqueando os municípios individualmente de acordo com seu nível de desempenho.

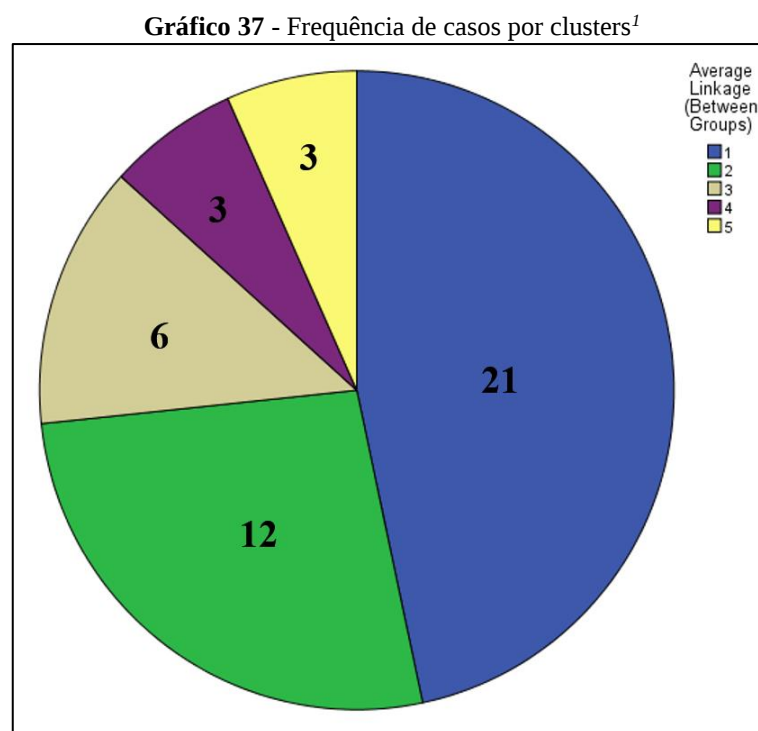
A análise de dos municípios por meio da técnica de agrupamento foi realizada por meio de cinco indicadores de desempenho de saneamento básico (índice de coleta de esgoto, índice de tratamento de esgoto, extensão da rede de esgoto, índice de atendimento urbano de esgoto e índice de atendimento total de esgoto), através do qual cinco clusters foram formados de acordo com o critério de hierárquico aglomerativo de ligação média entre grupos, que resultou no seguinte dendrograma:

**Figura 10 - Dendrograma da análise de cluster**



Fonte: SPSS.

Dentre os cinco grupos de municípios formados, os clusters mais concentrados foram o 1 e o 2, o que denota uma grande quantidade de municípios com as mesmas características de esgotamento sanitário, desse modo apresenta-se a seguinte frequência de municípios por cluster:



Fonte: SPSS.

O ranking individual dos municípios, que conta com 45 cidades, demonstra que as cidades com os melhores desempenhos, encontram-se nos clusters 2, 3 e 4, e que as cidades metropolitanas como Recife (26º), Jaboatão dos Guararapes (27º), Olinda (30º), Abreu e Lima (33º), Paulista (37º), Ipojuca (42º), São Lourenço (43º), Cabo de Santo Agostinho (44º) e Camaragibe (45º) encontram-se nas piores colocações do ranking, sendo a maioria destas pertencentes ao *cluster* 1, com exceção de Jaboatão que pertence ao cluster 5.

**Tabela 3 - Ranking individual dos municípios por cluster**

| MUNICÍPIOS | CLUSTER | MÉDIA DE | POSIÇÃO NO |
|------------|---------|----------|------------|
|------------|---------|----------|------------|

<sup>1</sup> *Cluster* 1: Abreu e Lima; Arcoverde; Barreiros; Cabo de Santo Agostinho; Camaragibe; Caruaru; Garanhuns; Igarassu; Inajá; Ipojuca; Ipubi; Itapissuma; Moreno; Olinda; Paulista; Recife; Rio Formoso; Salgueiro; São Lourenço da Mata; Sirinhaém; e Vitória de Santo Antão.

*Cluster* 2: Araripina; Belo Jardim; Brejo da Madre de Deus; Cabrobó; Carnaubeira da Penha; Cedro; Granito; Lagoa Grande; Panelas; Petrolina; Serra Talhada; e Tamandaré.

*Cluster* 3: Betânia; Bodocó; Dormentes; São José do Belmonte; São José do Egito; e Tupanatinga.

*Cluster* 4: Fernando de Noronha; Igaraci; e Taquaritinga do Norte.

*Cluster* 5: Gravatá; Jaboatão dos Guararapes; e Nazaré da Mata.

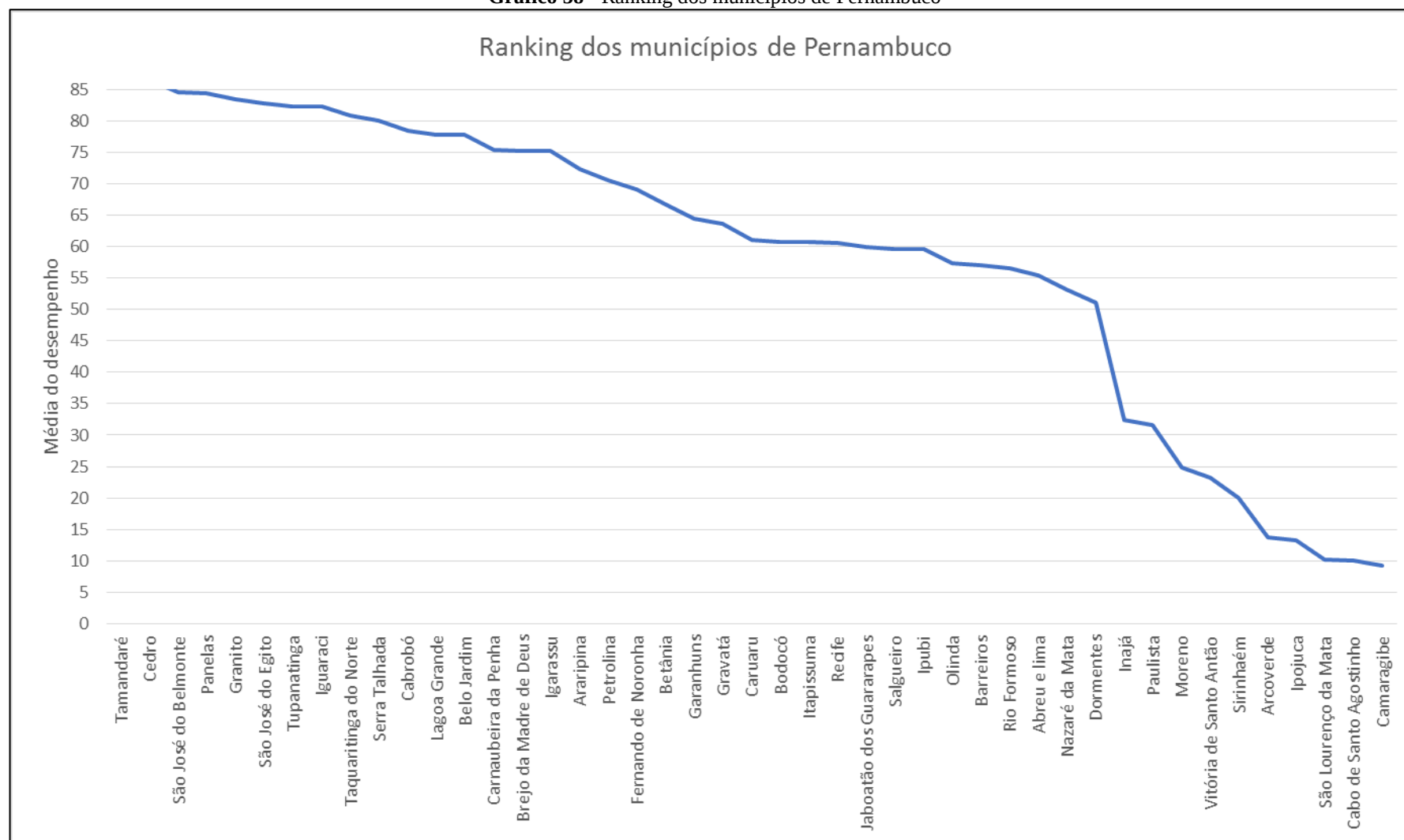
|                         |   | DESEMPENHO | RANKING |
|-------------------------|---|------------|---------|
| Tamandaré               | 2 | 86,71174   | 1º      |
| Cedro                   | 2 | 86,47313   | 2º      |
| São José do Belmonte    | 3 | 84,51656   | 3º      |
| Panelas                 | 2 | 84,39711   | 4º      |
| Granito                 | 2 | 83,39736   | 5º      |
| São José do Egito       | 3 | 82,86358   | 6º      |
| Tupanatinga             | 3 | 82,33631   | 7º      |
| Igaraci                 | 4 | 82,24775   | 8º      |
| Taquaritinga do Norte   | 4 | 80,93716   | 9º      |
| Serra Talhada           | 2 | 80,04374   | 10º     |
| Cabrobó                 | 2 | 78,38455   | 11º     |
| Lagoa Grande            | 2 | 77,77994   | 12º     |
| Belo Jardim             | 2 | 77,72739   | 13º     |
| Carnaubeira da Penha    | 2 | 75,30735   | 14º     |
| Brejo da Madre de Deus  | 2 | 75,28746   | 15º     |
| Igarassu                | 1 | 75,17327   | 16º     |
| Araripina               | 2 | 72,36156   | 17º     |
| Petrolina               | 2 | 70,4778    | 18º     |
| Fernando de Noronha     | 4 | 69,09501   | 19º     |
| Betânia                 | 3 | 66,7642    | 20º     |
| Garanhuns               | 1 | 64,37379   | 21º     |
| Gravatá                 | 5 | 63,65721   | 22º     |
| Caruaru                 | 1 | 61,08572   | 23º     |
| Bodocó                  | 3 | 60,78334   | 24º     |
| Itapissuma              | 1 | 60,72618   | 25º     |
| Recife                  | 1 | 60,57211   | 26º     |
| Jaboatão dos Guararapes | 5 | 59,88961   | 27º     |
| Salgueiro               | 1 | 59,65314   | 28º     |
| Ipubi                   | 1 | 59,58576   | 29º     |
| Olinda                  | 1 | 57,34537   | 30º     |
| Barreiros               | 1 | 57,01165   | 31º     |
| Rio Formoso             | 1 | 56,51139   | 32º     |
| Abreu e lima            | 1 | 55,46767   | 33º     |
| Nazaré da Mata          | 5 | 53,16362   | 34º     |
| Dormentes               | 3 | 51,12421   | 35º     |
| Inajá                   | 1 | 32,44578   | 36º     |
| Paulista                | 1 | 31,65375   | 37º     |
| Moreno                  | 1 | 24,83966   | 38º     |
| Vitória de Santo Antão  | 1 | 23,18458   | 39º     |
| Sirinhaém               | 1 | 20,06881   | 40º     |
| Arcoverde               | 1 | 13,72124   | 41º     |
| Ipojuca                 | 1 | 13,2163    | 42º     |
| São Lourenço da Mata    | 1 | 10,17716   | 43º     |
| Cabo de Santo Agostinho | 1 | 9,987285   | 44º     |
| Camaraçibe              | 1 | 9,166201   | 45º     |

Fonte: a autora, 2018.

Esses achados corroboram com os achados do Ranking Nacional de Saneamento do Instituto Trata Brasil (2017) que apresentam municípios como Recife (75º), Paulista (78º),

Olinda (81º) e Jaboatão dos Guararapes (99º) que é o penúltimo colocado, em péssimas posições no ranking nacional.

Gráfico 38 - Ranking dos municípios de Pernambuco

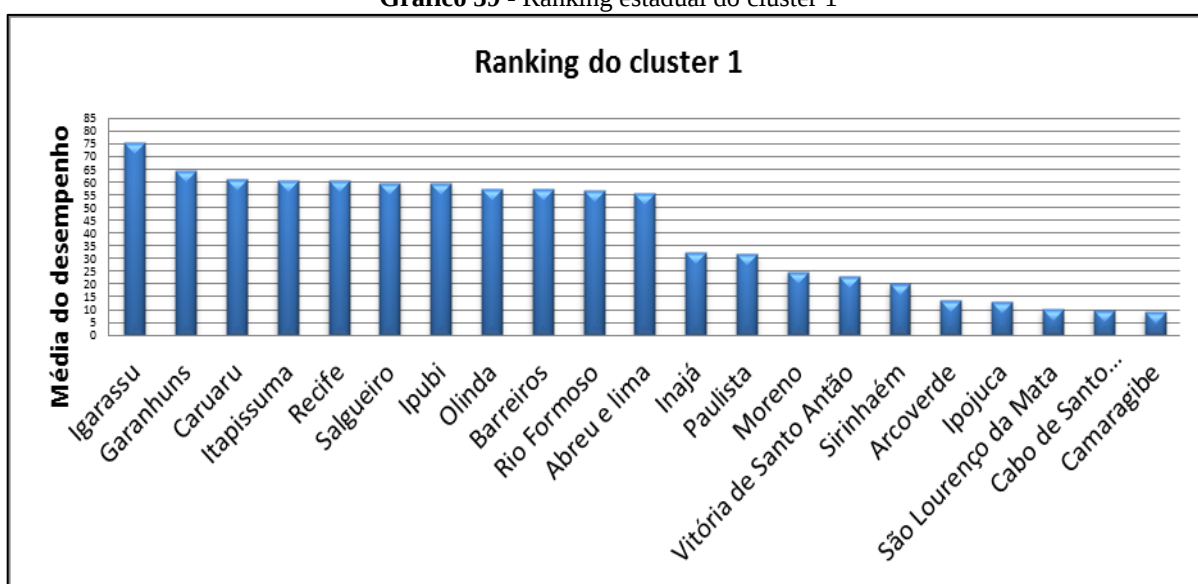


Fonte: a autora, 2018.

De acordo com o gráfico pode-se identificar nas dez primeiras colocações, municípios a concentração de municípios do sertão e com mais de 20 mil habitantes e menos de 50 mil, por outro lado os dez último colocado no ranking do estado de Pernambuco são da RMR e possuem mais de 100 mil habitantes.

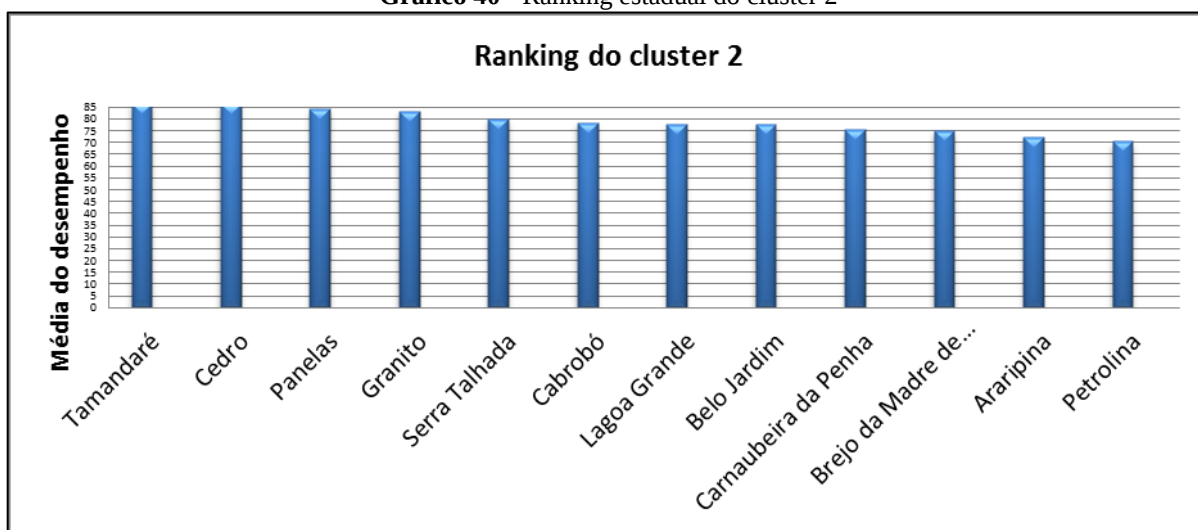
Analisando o cluster 1 observa-se que a maioria dos seus municípios encontra-se na última colocação do ranking estadual, de modo que os dez últimos colocados do ranking se encontram nesse cluster, composto por maioria dos municípios com grande concentração populacional, posto que quase a metade das cidades possuem mais de 100 mil habitantes.

**Gráfico 39 - Ranking estadual do cluster 1**



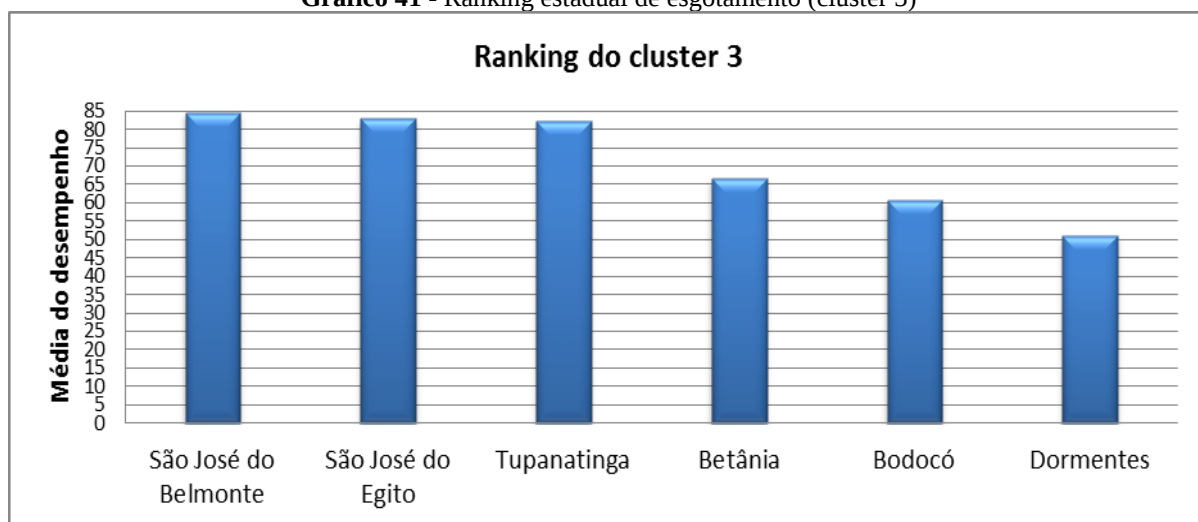
Fonte: a autora, 2018.

O cluster 2 apresenta municípios entre os 18 primeiros colocados do ranking estadual apresentando cinco cidades entre as dez primeiras colocadas, duas das quais são a primeira (Tamandaré) e segunda (Cedro) colocadas, sendo a maioria destas localizadas no sertão do estado e na região do São Francisco, sendo a maioria das cidades com população superior a 20 mil habitantes.

**Gráfico 40 - Ranking estadual do cluster 2**

Fonte: a autora, 2018.

O cluster 3 apresenta metade dos seus municípios entre os sete primeiros colocados no ranking estadual, sendo um deles o terceiro colocado, sendo a maioria das cidades localizadas no sertão de Pernambuco com população maior que 20 mil habitantes, na maioria das cidades desse grupo.

**Gráfico 41 - Ranking estadual de esgotamento (cluster 3)**

Fonte: a autora, 2018.

O cluster 4 é o mais heterogêneo composto pelo 8º, 9º e 19º colocados, com baixa concentração populacional, variando entre mais de 20 mil habitantes à menos de 10 mil, incluindo cidades do sertão e do agreste e um arquipélago considerado Patrimônio Natural da Humanidade.

**Gráfico 42 - Ranking estadual do cluster**

Fonte: a autora, 2018.

O cluster 5 apresenta municípios do Agreste, Zona da Mata e da RMR, com diferentes níveis populacionais com cidades com mais de 20 mil habitantes, outra com mais de 50 mil e outra com mais de 500 mil, todas com baixos desempenhos em esgotamento.

**Gráfico 43 - Ranking estadual do cluster**

Fonte: a autora, 2018.

De acordo com o desempenho apresentado têm-se que o cluster 4 é o que detém os melhores indicadores de esgotamento sanitário, seguido do cluster 2 em segundo lugar e do cluster 3 em terceiro, sendo as últimas posições ocupadas pelo cluster 5 na quarta colocação e pelo cluster 1 na quinta e última posição, assim os indicadores avaliados apresentam o seguinte comportamento:

**Tabela 4** - Média e desvio padrão por grupo de indicador de esgotamento sanitário

| VARIÁVEIS ANALISADAS                                                                                  | AGRUPAMENTOS DE MUNICÍPIOS |             |             |             |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                                                                                                       | 1                          | 2           | 3           | 4           | 5           |
| (16) Índice de coleta de esgoto (percentual)                                                          | 24,58±16,72                | 85,97±21,70 | 76,83±25,29 | 90,83±15,89 | 6,83±5,77   |
| (17) Índice de tratamento de esgoto (percentual)                                                      | 55,15±48,89                | 96,44±6,96  | 0,00±0,00   | 100,00±0,00 | 100,00±0,00 |
| (18) Extensão da rede de esgoto por ligação (m/lig.)                                                  | 10,60±2,50                 | 9,25±1,57   | 8,36±4,34   | 18,13±2,73  | 19,37±2,74  |
| (19) Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto (percentual) | 27,12 ±15,97               | 85,22±17,71 | 95,22±8,57  | 61,25±36,27 | 11,93±13,19 |
| (20) Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (percentual)    | 21,55±12,99                | 58,11±19,36 | 46,64±16,72 | 85,29±13,69 | 10,75±11,51 |

Fonte: Elaborado pela autora a partir do SPSS, 2018.

O índice de coleta de esgoto (variável 16) teve um bom índice nos clusters 2, 3 e 4, sendo o cluster 4 com o melhor desempenho na categoria coleta de esgoto, por outro lado, chama a atenção o péssimo desempenho dos clusters 1 e 5. Ao passo que índice de tratamento de esgoto (variável 17) apresenta os clusters 2, 4 e 5 como ótimos desempenhos, estes dois últimos, por sua vez, apresentam 100% de tratamento do esgoto coletado, ressalta-se, porém que o cluster 5 apesar de possuir excelente índice de tratamento de esgoto apresentou um péssimo índice de coleta, o que indica que este grupamento requer a expansão da coleta. Já o cluster 1 apresenta um médio desempenho nesse quesito, todavia, o cluster 3 apresenta um índice de tratamento de esgoto igual a zero, o que demonstra inconsistência, no entanto esse achado pode ser justificado pelo fato de que este indicador é formado por um grupo de dados do SNIS que apresenta grande quantidade de *missing*.

A extensão da rede de esgoto por ligação (variável 18) apresenta melhor desempenho nos clusters 4 e 5, o que pode ser indicativo da maior abrangência da rede coletora de esgoto, o que justifica o índice de 100% de tratamento de esgoto destes clusters, muito embora, o cluster 5 demonstrou baixo valor do índice de coleta de esgoto. Por outro lado, os clusters 1, 2 e 3 apresentam baixos índices de extensão da rede de esgoto por ligação, apesar de os clusters 2 e 3 terem bons índices de coleta.

O índice de atendimento urbano de esgoto dos municípios atendidos com água (variável 19) aponta o bom desempenho dos clusters 2 e 3, um médio desempenho do cluster 4 e baixos desempenhos dos clusters 1 e 5. Enquanto que o índice de atendimento total de esgoto

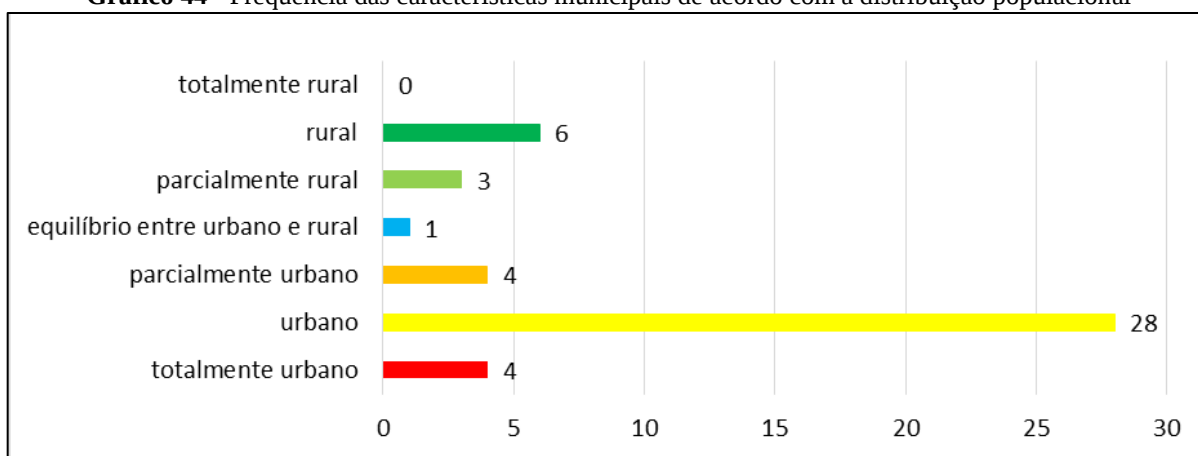
dos municípios atendidos com água (variável 20) demonstra que apenas o cluster 4 apresenta um bom desempenho nesse fator, seguido dos médios desempenhos apresentados nos cluster 2 e 3, e do péssimo desempenho do cluster 1 e 5, ou seja, estes dois últimos apresentam o mesmo baixo desempenho da variável 19, demonstrando que carecem de investimento no atendimento urbano e total de esgotamento sanitário.

Assim, pode-se dizer que os clusters 1 e 5 apresentam baixo desempenho nos índices de coleta de esgoto e por conseguinte nos índices 19 e 20 que mensuram o atendimento urbano e total de esgotamento, respectivamente. O cluster 4, por sua vez, é o que apresenta melhor desempenho em todos os indicadores, exceto no atendimento urbano de esgotamento, no qual apresenta médio desempenho. Os clusters 2 e 3 apresentam bons e médios desempenhos em quase todos os indicadores, de modo que precisam melhorar apenas no índice que trata da extensão da rede de esgoto, ademais o cluster 3 precisa também de melhorias no que concerne ao índice de tratamento de esgoto, sendo o único cluster com defasagem nesse sentido.

#### 4.2 ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS RELACIONADAS AO ESGOTAMENTO SANITÁRIO DOS MUNICÍPIOS PERNAMBUCANOS

Observou-se que há uma concentração de municípios urbanos, principalmente nos *clusters* 1, 2 e 5 e de predominância rural no cluster 3, enquanto que o cluster 4 apresenta certo equilíbrio entre municípios urbanos e rurais.

**Gráfico 44** - Frequência das características municipais de acordo com a distribuição populacional

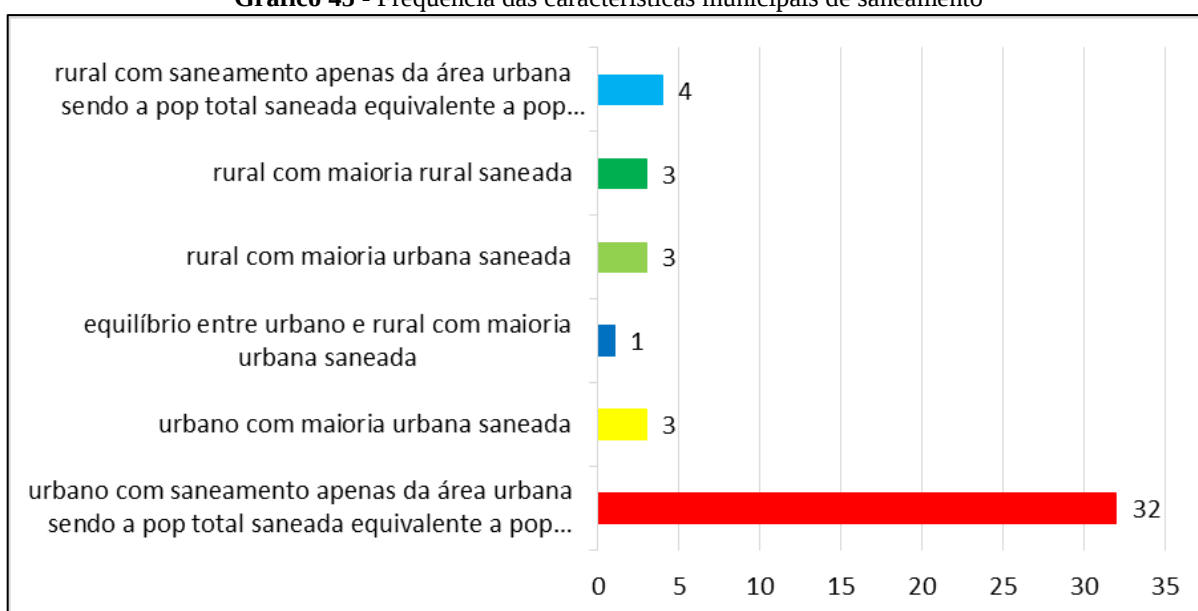


Fonte: Elaborado pela autora a partir do Excel, 2018.

Diante disso, têm-se que a concentração de saneamento dos municípios é na área urbana para todos os clusters, exceto no cluster 4 que apresenta equilíbrio entre atendimento à

população urbana e rural. Essa situação denota carência de serviços de esgotamento sanitário nas áreas rurais conforme evidenciado nos estudos nacionais e internacionais realizados no âmbito do saneamento básico. Essa precariedade das condições sanitárias no meio rural é preocupante, tendo em vista que causa prejuízos as atividades agropecuárias, interfere na qualidade de vida no campo, o que impulsiona o êxodo rural e consequentemente inchaço urbano, sobrecarregando o sistema de saneamento urbano e impactando em diversas áreas como a saúde, o transporte, a educação e etc. Nesse sentido, a falta de saneamento nas zonas rurais não prejudica apenas a vida de quem mora no campo, mas também daqueles que vivem na zona urbana.

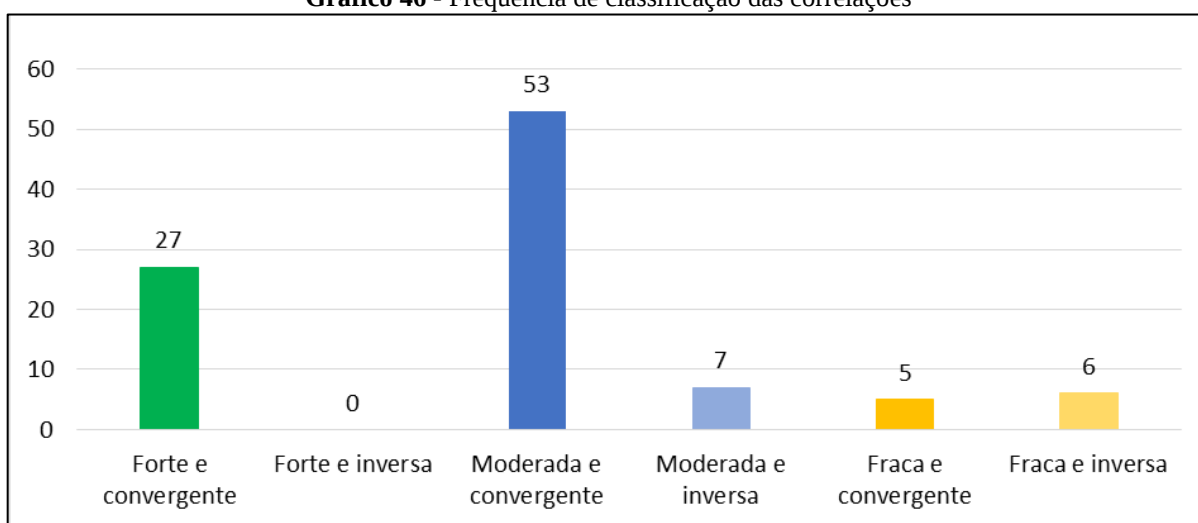
**Gráfico 45** - Frequência das características municipais de saneamento



Fonte: Elaborada pela autora a partir do Excel, 2018.

#### 4.3 ANÁLISE DA MATRIZ DE CORRELAÇÃO DE *SPEARMAN*

Para a análise correlação entre as variáveis, considerou-se apenas as correlações significativas ( $\text{Sig} \leq 0,05$ ) e a partir da natureza do coeficiente de correlação, identificou-se os seguintes tipos de correlação:

**Gráfico 46 - Frequência de classificação das correlações**

Fonte: Elaborado pela autora a partir do Excel, 2018.

Nessa análise considerou-se na análise a correlações fortes e convergentes, de modo que cabe pontuar que, o índice de tratamento de esgoto (variáveis 17) e a Extensão da rede de esgoto por ligação (variáveis 18) não apresentaram correlação com nenhuma das variáveis, muito embora, como são indicadores, a primeira é composta pelos indicadores de Volume de esgoto coletado (variáveis 6) e Volume de esgoto tratado (variáveis 7), bem como, outras medidas que não foram abarcadas nesse estudo, e a segunda é composta pela Extensão da rede de esgoto (variável 5) e Quantidade de ligações totais de esgoto (variável 10).

A parcela da população urbana que é atendida com esgotamento sanitário aumenta de maneira significativa a medida que o índice de coleta de esgoto e o índice de atendimento total de esgoto dos municípios atendidos com água aumentam, de modo que, pode-se dizer que quanto maior estas últimas variáveis, maior a parcela da população urbana atendida com esgotamento. Além disso, a parcela da população urbana que é atendida com esgotamento sanitário aumenta de maneira significativa a medida que a parcela da população total atendida com esgotamento sanitário aumenta, o que pode ser um indicativo de que a população urbana é a mais beneficiada pelo serviço de esgotamento sanitário.

Quanto a parcela da população total com esgotamento sanitário, esta tem forte convergência com o índice de coleta de esgoto e o índice de atendimento urbano de esgoto dos municípios atendidos com esgotamento, de modo que deduz-se que a medida que a população total aumenta aumenta-se a necessidade de ampliação de serviços de esgoto e, portanto, tais índices acompanham a demanda da população à medida que esta cresce.

A quantidade de ligações ativas de esgoto acompanha, o aumento na extensão da rede de esgoto, assim quanto maior a quantidade de ligações maior a extensão da rede de esgoto,

bem como, acompanha a quantidade de ligações totais de esgotos, uma vez que o aumento das ligações ativas acompanha o aumento total de ligações.

A extensão da rede de esgoto por sua vez, além de acompanhar o aumento nas ligações ativas de esgoto, acompanha o aumento nas ligações totais de esgotos, além do fato de que a medida que ocorre o aumento da extensão da rede de esgotos há um aumento do volume de esgotos coletados, tratados e faturados, o que por sua vez requer um consumo de energia dos sistemas para desempenhar tais atividades, acompanhado pelo aumento da receita advindas de tal operação. Além de aumentar os riscos de incorrer em extravasamentos de esgotos e gerar um aumento na duração de tais extravasamentos podendo gerar um grave ônus ambiental prejudicando o desempenho sustentável do sistema, o que pode ser evitado por ações de controle ambiental.

O volume de esgoto coletado acompanha o aumento da quantidade de ligações totais que por sua vez acompanha a quantidade de ligações ativas de esgoto, e por sua vez gera um aumento do consumo de energia elétrica do sistema, além de aumentar a quantidade de extravasamentos de esgotos, o que indica que o aumento da rede e do volume de esgoto não está sendo acompanhado pela manutenção e controle das operações de maneira adequada, assim requiere-se um melhor planejamento e implementação das operações a fim de resguardar o desempenho sustentável do sistema. Esta medida, por sua vez afeta os índices de coleta de esgoto e de atendimento total de esgoto relativo aos municípios atendidos por água, na medida que compõe o cálculo desde índices e, portanto, à medida que há um aumento do volume de esgoto coletado, observa-se também um crescimento de tais índices.

O volume de esgotos tratado, por sua vez, acompanha o aumento de volume de esgoto faturado e gera um aumento da receita operacional de esgoto, além de acompanhar a quantidade de ligações totais de esgotos, o que por sua vez requer um maior consumo de energia elétrica nos sistemas de esgotos e dá margem a um aumento da quantidade e duração de extravasamentos de esgoto. Além disso, observa-se que o investimento em esgotamento sanitário acompanha a atividade de tratamento de esgoto e não o aumento da população, assim a medida que cresce o volume de esgoto tratado, cresce também o investimento nesse tipo de serviço.

A quantidade de ligações totais por esgotos, como se é de esperar, aumenta no mesmo sentido que o consumo total de energia, e gera um aumento das receitas operacionais na medida em que gera o aumento das operações. Além de aumentar a quantidade e duração de extravasamentos de esgoto.

O consumo total de energia elétrica, também sofre um aumento a medida que a receita operacional aumenta, pois, pressupõe-se que a receita operacional acompanha o volume de operações. Ademais, o investimento em esgotamento e a quantidade e duração de extravasamentos de esgoto também acompanham o crescimento do consumo de energia nos sistemas, na medida em que estão relacionados com as operações de esgotamento.

A receita operacional direta de esgoto assim como o investimento em esgotamento, estão atreladas as medidas de operação do sistema, e portanto, crescem à medida que a outra também cresce, assim como a quantidade e duração de extravasamentos de esgotos o fazem. Em contrapartida, o índice de coleta de esgoto decresce à medida que aumenta a receita operacional, talvez porque apesar de variar proporcionalmente ao volume de esgoto coletado, o cálculo desse índice sofra influência inversa do volume de água consumida e tratada.

O investimento em esgotamento sanitário está atrelado a algumas medidas de operação de esgoto, mas também relaciona-se inversamente ao índice de coleta de esgoto que como dito anteriormente é afetado positivamente pelo volume de coleta de esgoto mas inversamente pelos volumes de tratamento e consumo de água. Os índices de atendimento urbano de esgoto e índice de atendimento total de esgoto também caminham em sentido contrário do investimento em esgoto, denotando, mais uma vez, que a quantidade da população atendida por esgotamento não afeta o investimento, mas sim o crescimento das operações ocasionados por esse aumento.

A quantidade de extravasamentos e a duração destes são convergentes, pois, é de se esperar que os extravasamentos apresentarão maior duração à medida em que aumenta-se a quantidade de extravasamentos que ocorrem na rede de esgoto.

O índice de coleta de esgoto, por sua vez, acompanha os índices de atendimento de esgoto urbano e total, o que denota uma boa relação no sentido de se alcançar um bom desempenho dos sistemas de esgotamento na medida em que aumentam conjuntamente.

Já o índice de atendimento urbano de esgoto está totalmente atrelado ao índice de tratamento total de esgoto, a medida que se aumenta o índice de atendimento total há um substancial aumento do índice de tratamento urbano.

## 5 CONCLUSÃO

O estudo em questão objetivou analisar o desempenho sustentável dos sistemas de esgotamento sanitário de Pernambuco a partir de cinco indicadores de desempenhos (índice de coleta de esgoto, índice de tratamento de esgoto, extensão da rede de esgoto, índice de atendimento urbano de esgoto e índice de atendimento total de esgoto) disponibilizados na plataforma do SNIS, agrupando os municípios semelhantes em termos de indicadores de esgotamento – observando-se a formação de cinco clusters – a fim de analisar quais as características de cada município em termos de esgotamento e agrupá-los por níveis de desempenho, identificando tendências e relações entre indicadores com o intuito de entender o impacto causado pelo desempenho de tais sistemas no alcance do desenvolvimento sustentável local e assim, propor ações que norteiem políticas públicas para o setor gerando benefícios para todos os *stakeholders*.

Nesse sentido, a partir da seleção de indicadores de desempenho de esgotamento sanitário (objetivo específico 1); agrupamento dos municípios por nível de desempenho (objetivo específico 2); elaboração de um ranking estadual dos municípios de acordo com o desempenho em esgotamento (objetivo específico 3); delineamento do perfil dos grupos de municípios identificados (objetivo específico 4); e análise das relações entre indicadores que afetam o desempenho sustentável dos sistemas de esgotamento sanitário, chegou-se à seguinte conclusão sobre cada um dos cinco clusters (grupos) de municípios:

- **Cluster 1**

Formado pelos municípios de Abreu e Lima; Arcoverde; Barreiros; Cabo de Santo Agostinho; Camaragibe; Caruaru; Garanhuns; Igarassu; Inajá; Ipojuca; Ipubi; Itapissuma; Moreno; Olinda; Paulista; Recife; Rio Formoso; Salgueiro; São Lourenço da Mata; Sirinhaém; Vitória de Santo Antão, compreende um total de 21 cidades, sendo a maioria das cidades localizadas na RMR e com mais de 100 mil habitantes, apresenta contração de municípios de maioria urbana nos quais apenas a área urbana é saneada, com exceção do município de Inajá, caracterizado como rural, mas que ainda assim, possui saneamento apenas da área urbana.

Esse cluster demonstrou a pior situação geral (5ª posição) dentre os clusters analisados, contém os 10 últimos colocados no ranking estadual de esgotamento, seus índices de coleta de esgoto e de extensão da rede de esgoto possuem uma grande defasagem e precisam ser melhorados significativamente para alcançar a universalização do acesso à esgotamento conforme proposto pela ONU e pela legislação brasileira. Assim, precisam melhorar o índice de coleta e concomitantemente tomar medidas para que os processos de tratamento

acompanhem o aumento do volume de coleta de esgoto, nesse sentido, necessitam também aumentar a extensão da rede por ligação e assim obter maiores resultados em seus índices de atendimento urbano e total da população.

Alguns dos municípios deste cluster constam no Ranking de Saneamento Básico Nacional em péssimas colocações como é o caso de Caruaru (63º), Recife (75º), Paulista (78º) e Olinda (81º), que demonstra indicadores de atendimento de esgoto total e urbano muito abaixo das cidades que encontram-se nas primeiras colocações como os municípios de Franca-SP (1º), Uberlândia-MG (2º), São José dos Campos-SP (3º) que apresentam indicadores muito próximo da universalização, com bons indicadores de investimentos para a situação em que se encontram em termos de saneamento básico, nesse sentido destaca-se a cidade de Recife como a que mais investiu em saneamento dentre as cidades do ranking, apresentando investimentos de mais da metade do que foi arrecadado com os serviços de saneamento, em 5 anos, o que ao mesmo tempo que é um bom indicativo, é também um alerta de que os investimentos precisam ser melhorados qualitativamente, para que se possa aumentar substancialmente os baixos indicadores de esgotamento da cidade.

- **Cluster 2**

Composto por 12 municípios, dentre eles: Araripina; Belo Jardim; Brejo da Madre de Deus; Cabrobó; Carnaubeira da Penha; Cedro; Granito; Lagoa Grande; Panelas; Petrolina; Serra Talhada; Tamandaré. Concentra municípios do Sertão e da região do São Francisco, a maioria com mais de 20 mil habitantes e menos de 100 mil habitantes, possuem característica urbana, com concentração do saneamento na área urbana.

Apresenta a 2º melhor colocação entre os clusters, com suas cidades entre os 18 primeiros colocados do ranking estadual de esgotamento, sendo os dois primeiros lugares pertencentes a esse grupo (Tamandaré – 1º e Cedro – 2º) com destaque para a cidade de Petrolina que ocupa a 35º no Ranking de Saneamento Nacional, com bom desempenho em atendimento urbano de esgoto e mediano desempenho no atendimento total, o que denota a disparidade de acesso aos serviços de esgotamento sanitário entre as regiões rurais e urbanas. Destaca-se ainda que a cidade de Petrolina investiu em saneamento, em 5 anos, pouco mais da metade do que foi arrecadado com a prestação desse serviço.

Assim, diante dos bons indicadores de coleta, tratamento e atendimento urbano apresentado por esse cluster, e um mediano índice de atendimento total, evidencia-se a necessidade de se investir em saneamento rural a fim melhorar o indicador de atendimento total e alcançar a universalização do acesso, além disso, deve-se investir na expansão da extensão da rede de esgoto, que apresenta baixo desempenho.

- **Cluster 3**

Formado pelos municípios de Betânia; Bodocó; Dormentes; São José do Belmonte; São José do Egito; Tupanatinga, um total de 6 cidades, a maioria do Sertão pernambucano e com mais de 20 mil habitantes e menos de 50 mil habitantes, de característica rural, com concentração do saneamento na área urbana. É o 3º melhor clusters, com bons desempenhos nos indicadores de coleta e atendimento urbano; e baixo desempenho na extensão da rede e atendimento total, o que requer maior concentração de investimentos nas zonas rurais para melhorar o atendimento total e para o alcance da universalização. Além disso, apresenta o pior resultado em termos de tratamento, o que pode ser justificado pela falta de informações a esse respeito em todos os municípios deste grupo.

- **Cluster 4**

Apresenta 3 municípios, um do Sertão do estado (Igaraci – 8º posição no ranking estadual de esgotamento, mais de 10 mil habitantes), outro do Agreste (Taquaritinga do Norte – 9º posição no ranking estadual de esgotamento, mais de 20 mil habitantes) e o arquipélago de Fernando de Noronha (19º posição no ranking estadual de esgotamento, menos de 10 mil habitantes), que abrange um Parque Nacional Marinho e uma Área de Proteção Ambiental, sendo considerado patrimônio mundial natural pela UNESCO, essas características juntamente com os bons desempenhos de seus indicadores, coloca esse cluster como 1º colocado em termos de desempenho equiparando-se aos 5 melhores municípios listados no ranking de saneamento de 2017, no que concerne aos indicadores de coleta e tratamento de esgoto. Esses municípios apresentam equilíbrio na concentração de municípios de característica urbana e rural, com predomínio dos serviços de esgotamento na área urbana. No entanto, o índice de atendimento urbano merece atenção posto que ainda apresenta um desempenho moderado

- **Cluster 5**

Apresenta 3 municípios, um do Agreste do estado (Gravatá – 22º posição no ranking estadual de esgotamento, mais de 50 mil habitantes), outro da Zona da Mata (Nazaré da Mata – 34º posição no ranking estadual de esgotamento, mais de 20 mil habitantes) e outro da RMR (Jaboatão dos Guararapes – 27º posição no ranking estadual de esgotamento, mais de 500 mil), esta última cidade ocupa a penúltima posição no Ranking Nacional de Saneamento e apresentou, em 5 anos, baixos índices de investimentos no setor. É o 4º cluster em termos de desempenho, apresenta municípios de maioria rural com concentração do saneamento na área urbana, possui bons índices de tratamento e extensão da rede por ligação e baixo desempenho em coleta de esgoto e no atendimento urbano e total de esgotamento. Portanto, carece de

maiores investimentos em coleta de esgoto, sobretudo nas áreas rurais, com vistas a ampliar o acesso de forma equitativa.

Em síntese, o estado de Pernambuco precisa aumentar o seu investimento em saneamento não só em termos quantitativos como se verificou em Recife, segundo o Ranking Nacional de Saneamento, mas também em termos qualitativos visto que a cidade recifense cujo desempenho dos indicadores de esgotamento sanitário não acompanharam os grandes investimentos realizados no setor.

Assim, políticas públicas voltadas para a melhoria da qualidade dos serviços prestados são fundamentais para a melhoria qualitativa dos indicadores de esgotamento, nesse sentido, criar mecanismos de fomento à elaboração e implementação dos Planos de Saneamento Básico Municipais, como meios de garantir maiores investimentos e planejar ações sistemáticas para o setor, aliados a instrumentos coercitivos implementação das diretrizes do PLANASA, visto que muitos instrumentos propostos para melhoria do desempenho do setor são de caráter voluntário.

Destaca-se que medidas urgentes devem ser tomadas em direção a RMR, que ainda está muito distante de alcançar a universalização deste serviço visto que apresenta os piores resultados e as maiores concentrações de habitantes, de modo que a precariedade dos serviços de saneamento dessas regiões tem impactos negativos na vida de uma grande quantidade de pessoas.

Além disso, o índice de coleta de esgoto deve priorizado devido a grande defasagem apresentada na maioria dos municípios e a sua influência nos índices de atendimento urbano e total, ademais a carência de coleta e tratamento de esgoto contribuem para a poluição dos corpos hídricos, redução da biodiversidade, e conseqüentemente tem impactos na saúde pública e em diversos setores econômicos tais como a agropecuária, portanto esses processos devem evoluir conjuntamente a fim de se alcançar bons níveis de desempenho sustentável dos sistemas de esgotamento.

Aliado a isso, ações voltadas para a expansão do acesso à esgotamento nas zonas rurais merecem destaque visto que essas regiões são as mais carentes nesse tipo de serviços, reduzindo assim as disparidades e promovendo a universalização do acesso de forma equitativa conforme destaca a ONU.

Diante das medidas expostas, espera-se alcançar saltos significativos no estado em termos de saúde, visto que muitas doenças podem proliferar devido a ausências de serviços de saneamento, portanto, os municípios com deficiência nesse tipo de serviço podem apresentar maiores índices de doenças como Leptospirose, Disenteria Bacteriana, Esquistossomose, Febre

Tifóide, Cólera, Parasitóides, além do agravamento das epidemias tais como a Dengue, Zika e Chikunguya.

A pesquisa constatou que o SNIS, embora muito utilizado em pesquisa da área de saneamento, precisa melhorar a divulgação de informações de esgotamento sanitário dos municípios pernambucanos, de modo que dos 183 municípios só foi possível trabalhar com 45. Aponta-se também, que por meio das informações disponibilizadas pelos SNIS, não se pode fazer uma análise de desempenho ambiental mais ampla, que considere por exemplo os tipos de tratamento de esgoto realizados e a sua eficiência nos sistemas de esgotamento. Além disso, os dados precisam ser atualizados na plataforma, posto que os dados mais recentes sobre esgotamento que constam no SNIS são de 2015, o que enseja medidas a fim de proporcionar maior transparência do sistema conforme orienta a Lei de Saneamento.

Diante do exposto, ressalta-se que o projeto, apesar de esbarrar em algumas limitações como a deficiência da base de dados do SNIS, visto que esta demonstra algumas inconsistências numéricas e ausência de valores, bem como não abarca grande quantidade dos indicadores utilizados pela literatura para avaliar o desempenho dos sistemas de esgotamento. Portanto, o estudo tece contribuições no sentido da dificuldade de obtenção de informações fidedignas por parte dos órgãos prestadores de serviços de esgotamento sanitário, que não a disponibilizam, prejudicando a transparência do processo de avaliação do serviço de tais entidades. Além disso, faz-se necessário uma ampliação do arcabouço do SNIS a fim de que as informações ali presentes possam subsidiar estudos acerca do desempenho das prestadoras de serviços de saneamento básico.

Por se tratar de um estudo exploratório, pode-se subsidiar novas pesquisas a partir da comparação dos desempenho dos municípios do estado pernambucano com o de outros estados, a fim de propor melhorias com base em sistemas de esgotamento de referência no ranking de saneamento básico do país. Além de comparar o desempenho de saneamento dos municípios com aspectos como saúde e qualidade de vida, produtividade e economia, etc, e analisar como esse desempenho atende aos ODS da ONU a nível local. Outra perspectiva, é promover a análise dos efeitos dos PMSB no desempenho em saneamento dos municípios. Desse modo, o estudo traçou os primeiros passos para a análise da situação do saneamento dos municípios pernambucanos contribuindo para o desenvolvimento sustentável do estado.

## REFERÊNCIAS

ACSELRAD, Henri. Discursos da sustentabilidade urbana. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, [S.l.], n. 1, p. 79, maio 1999.

ALBUQUERQUE, Gilton Carlos Anísio de; CÂNDIDO, Ataíde Cândido. Capital social e desenvolvimento no submédio São Francisco. In: LIRA, Waleska Silveira; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. **Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa**. Paraíba: EDUEPB, 2013.

ALVES, Isabel Joselita Barbosa da Rocha; FREITAS, Lúcia Santana de. Análise comparativa das ferramentas de gestão ambiental: produção mais Limpa x Ecodesign. In: LIRA, Waleska Silveira; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. **Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa**. SciELO-EDUEPB, 2013.

AMARAL, Sergio Pinto. **Estabelecimento de indicadores e modelo de relatório de sustentabilidade ambiental, social e econômica: uma proposta para a indústria de petróleo brasileira**. 2003. 250 f. Tese (Doutorado)-Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <<http://ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/spamaral.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Ranking ABES da universalização do saneamento**. 2017. Disponível em: <[http://abes-dn.org.br/wp-content/uploads/2017/10/Ranking-ABES-da-universalizacao-do-saneamento-\\_17.09.17-3.pdf](http://abes-dn.org.br/wp-content/uploads/2017/10/Ranking-ABES-da-universalizacao-do-saneamento-_17.09.17-3.pdf)>. Acesso em: 29 dez. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Situação do saneamento básico no Brasil: uma análise com base na PNAD 2015**. [2015a?]. Disponível em: <<http://abes-dn.org.br/pdf/Situacao.pdf>>. Acesso em: 13 jul. 2017.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. [2015b?]. Disponível em: <[http://abes-dn.org.br/pdf/Infografico\\_100117.pdf](http://abes-dn.org.br/pdf/Infografico_100117.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2017.

BANCO MUNDIAL. **[Indicadores]**, 2017a. Disponível em: <<https://datos.bancomundial.org/indicador/sh.sta.acsn>>. Acesso em: 12 jul. 2017.

\_\_\_\_\_. **Esperança de vida ao nascer, total (anos) no mundo em 2015**. 2017h. Disponível em: <<https://datos.bancomundial.org/indicador/sp.dyn.le00.in?view=chart>>. Acesso em: 13 jul. 2017h.

\_\_\_\_\_. **Esperança de vida ao nascer, total (anos) no mundo (1960-2015) no Brasil e no mundo**. 2017i. Disponível em: <<https://datos.bancomundial.org/indicador/sp.dyn.le00.in?view=chart>>. Acesso em: 13 jul. 2017h.

\_\_\_\_\_. **Gastos em saúde no setor público (% do gasto total em saúde) no Brasil e no mundo (1999-2014)**. 2017e. Disponível em: <<https://datos.bancomundial.org/indicador/sh.xpd.publ?end=2014&start=1995&view=chart>>. Acesso em: 12 jul. 2017.

BANCO MUNDIAL. **Mapa dos gastos em saúde no setor público (% do gasto total em saúde) no mundo em 2014**. 2017d. Disponível em: <<https://datos.bancomundial.org/indicador/SH.XPD.PUBL?end=2014&start=1995&view=chart>>. Acesso em: 12 jul. 2017.

\_\_\_\_\_. **Melhoria das instalações sanitárias do setor rural (% da população com acesso) no Brasil e no mundo (1999-2015)**. 2017c. Disponível em: <<https://datos.bancomundial.org/indicador/sh.sta.acsn.ru?end=2015&locations=br&start=1990&view=chart>>. Acesso em: 12 jul. 2017.

\_\_\_\_\_. **Melhoria das instalações sanitárias do setor urbano (% da população com acesso) no mundo em 2015**. 2017b. Disponível em: <<https://datos.bancomundial.org/indicador/SH.STA.ACSN.UR?end=2015&locations=BR&start=1990&view=map>>. Acesso em: 12 jul. 2017.

\_\_\_\_\_. **Taxa de mortalidade – menores de 5 anos (por cada 1.000) no mundo em 2016**. 2017f. Disponível em: <<https://datos.bancomundial.org/indicador/SH.DYN.MORT?type=shaded&view=map>>. Acesso em: 13 jul. 2017.

\_\_\_\_\_. **Taxa de mortalidade infantil – menores de 5 anos (por cada 1.000) no Brasil e no mundo (1960-2016)**. 2017g. Disponível em: <<https://datos.bancomundial.org/indicador/SH.DYN.MORT?type=shaded&view=map>>. Acesso em: 13 jul. 2017.

BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO. **Guias sociambientais do BNDES: abastecimento de água e esgotamento sanitário**. 2014. Disponível em: <[https://www.bndes.gov.br/wps/wcm/connect/site/f533cb52-2cf3-4993-9482-94e33b8b1f52/guiasocioambiental\\_agua\\_e\\_esgoto.pdf?mod=ajperes&cvid=lq0wi9e&cvid=lq0wi9e&cvid=lq0wi9e&cvid=lq0wi9e&cvid=lq0wi9e](https://www.bndes.gov.br/wps/wcm/connect/site/f533cb52-2cf3-4993-9482-94e33b8b1f52/guiasocioambiental_agua_e_esgoto.pdf?mod=ajperes&cvid=lq0wi9e&cvid=lq0wi9e&cvid=lq0wi9e&cvid=lq0wi9e&cvid=lq0wi9e)>. Acesso em: 22 fev. 2017.

BARBOSA, Robson Fernandes; Cândido, Gesinaldo Ataíde. Os índices de sustentabilidade municipal e as ações políticas direcionadas para o desenvolvimento sustentável: um estudo exploratório em um município do Brejo paraibano. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 29., Salvador-BA. **Anais...** Salvador: [s.n.], 2009.

BARROS, Izabela Pinheiro Alves Felipe. **Proposta de um sistema de indicadores de desempenho para avaliação de estações de tratamento de esgotos do Distrito Federal**. 2013. 210f. Dissertação (Mestrado em saneamento)-Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <<http://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/804M.PDF>>. Acesso em: 17 mar. 2017.

BATISTA, Marie Eugénie Malzac; SILVA, Tarciso Cabral da. O modelo ISA/JP-indicador de performance para diagnóstico do saneamento ambiental urbano. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 55-64, 2006. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Marie\\_Eugenie\\_malzac/publication/240771115\\_o\\_modelo\\_isajp\\_-\\_indicador\\_de\\_performance\\_para\\_diagnostico\\_do\\_saneamento\\_ambiental\\_urbano/links/55f303ef08ae1d98039343b6/o-modelo-isa-jp-indicador-de-performance-para-diagnostico-do-saneamento-ambiental-urbano.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Marie_Eugenie_malzac/publication/240771115_o_modelo_isajp_-_indicador_de_performance_para_diagnostico_do_saneamento_ambiental_urbano/links/55f303ef08ae1d98039343b6/o-modelo-isa-jp-indicador-de-performance-para-diagnostico-do-saneamento-ambiental-urbano.pdf)>. Acesso em 25 maio 2017.

BERCHIN, I. I.; CARVALHO, A. de S. C. O Papel das Conferências Internacionais sobre o Meio Ambiente para o Desenvolvimento dos Regimes Internacionais Ambientais: de

Estocolmo a Rio+ 20. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA INTERDISCIPLINAR. 7., Florianópolis, SC, **Anais...** Florianópolis-SC: [s.n.], 2015.

BRAGA, Tânia Moreira; FREITAS, Gonçalves de. Índice de sustentabilidade local: uma avaliação da sustentabilidade dos municípios do entorno do Parque Estadual do Rio Doce (MG). In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS POPULACIONAIS. 13., Ouro Preto-MG. **Anais...** Ouro Preto: [s.n.], 2002. p. 4-8.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Protocolo de Quioto. 2010.** Brasília, 2010. Disponível em: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0012/12425.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0012/12425.pdf)>. Acesso em: 24 jul. 2017.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Panorama dos planos municipais de saneamento básico no Brasil.** Brasília, 2017. Disponível em: <[http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos\\_PDF/panorama\\_planos\\_municipais\\_de\\_saneamento\\_basico.pdf](http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/panorama_planos_municipais_de_saneamento_basico.pdf)>. Acesso em: 16 ju. 2017.

BRASIL. Presidência da República. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Brasília, 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicaocompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm)>. Acesso em: 19 mar. 2017.

\_\_\_\_\_. **Lei n. 13.329, de 1º de agosto de 2016.** Brasília, 2016. Altera a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, para criar o Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento do Saneamento Básico - REISB, com o objetivo de estimular a pessoa jurídica prestadora de serviços públicos de saneamento básico a aumentar seu volume de investimentos, por meio da concessão de créditos relativos à contribuição para o Programa de Integração Social - PIS e para o Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público - PASEP e à Contribuição para Financiamento da Seguridade Social - COFINS. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2016/lei/L13329.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/L13329.htm)>. Acesso em: 21 fev. 2017.

\_\_\_\_\_. **Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.** Brasília, 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm)>. Acesso em: 7 abr. 2017.

BROSTEL, Raquel de Carvalho; NEDER, Klaus Dieter; SOUZA, Marco Antônio Almeida de. Análise comparativa do desempenho de estações de tratamento de esgotos do Distrito Federal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21., [S.l.]. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2001. p. 1-17. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/aresidua/brasil/ii-146.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2017.

CALLADO, Aldo Leonardo Cunha; FENSTERSEIFER, Jaime Evaldo. Indicadores de sustentabilidade: uma abordagem empírica a partir de uma perspectiva de especialistas. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 13., [S.l.]. **Anais...** [S.l.:s.n.], 2010. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/aldo\\_cunha\\_callado/publication/266059442\\_indicadores\\_de\\_sustentabilidade\\_uma\\_abordagem\\_empirica\\_a\\_partir\\_de\\_uma\\_perspectiva\\_de\\_especialistas/links/54c](https://www.researchgate.net/profile/aldo_cunha_callado/publication/266059442_indicadores_de_sustentabilidade_uma_abordagem_empirica_a_partir_de_uma_perspectiva_de_especialistas/links/54c)>

8f47d0cf289f0ced12d9e/indicadores-de-sustentabilidade-uma-abordagem-empirica-a-partir-de-uma-perspectiva-de-especialistas.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2017.

CAMPOS, L. M. de S.; MELO, D. A. de. Indicadores de desempenho dos Sistemas de Gestão Ambiental (SGA): uma pesquisa teórica. **Produção**, v. 18, n. 3, p. 540-555, 2008.

CARVALHO, José Ribamar Marques de; CURI, Wilson Fadlo; LIRA, Waleska Silveira. Processo participativo na construção de indicadores hidroambientais para bacias hidrográficas. In: LIRA, Waleska Silveira; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. **Gestão sustentável dos recursos naturais**: uma abordagem participativa. Campina Grande-PB: EDUEPB, 2013.

CASTRO, S. O. D.; MOREL, E.; LEÃO, G.; SELKITTO, M. Metodologia para avaliação de desempenho ambiental em fabricação utilizando um método de apoio à decisão multicriterial. **Estudos tecnológicos**, v. 1, n. 2, p. 21-29, 2005.

COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO. **Esgotamento Sanitário**. Recife, 2016. Disponível em: <<http://servicos.compesa.com.br/esgotamento-sanitario/>>. Acesso em: 20 de out. 2016.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Comparações internacionais uma agenda de soluções para os desafios do saneamento brasileiro**. Brasília, 2017. Disponível em: <[https://static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer\\_public/92/13/92132cd2-f22c-4372-aa83-f705d21d2cbb/estudo\\_-\\_comparacoes\\_internacionais\\_em\\_saneamento\\_basico.pdf](https://static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/92/13/92132cd2-f22c-4372-aa83-f705d21d2cbb/estudo_-_comparacoes_internacionais_em_saneamento_basico.pdf)>. Acesso: em 25 maio 2017.

CORAL, Eliza. **Modelo de planejamento estratégico para a sustentabilidade empresarial**. 2002. 275 f. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção e Sistemas)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: 27 set. 2017.

CORRAR, Luiz. J.; PAULO, Edilson; DIAS FILHO, José Maria. **Análise multivariada**: para os cursos de administração, ciências contábeis e economia. São Paulo: Atlas, 2009.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto. Porto Alegre: Artmed, 2. ed., 2007.

DOANE, Doane. P.; SEWARD, Lori. E. **Estatística aplicada à administração e à economia**. McGraw Hill Brasil, 4º ed., 2014.

FÁVERO, Luiz Pauip; BELFIORE, Patrícia; SILVA, F. L. da; CHAN, Betty. L. **Análise de dados**: modelagem multivariada para tomada de decisões. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier, 2009. 646p.

FEIJOO, Ana Maria Lopez Calvo de. Correlação. **A pesquisa e a estatística na psicologia e na educação**. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2010,

FEITOSA, Maria José da Silva. **Pegada ecológica do turismo**: adaptação e aplicação em Fernando de Noronha – PE. 2012. Dissertação (Mestrado em administração)- Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

FIELD, Andy. **Descobrendo a estatística usando o SPSS**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FRANZBLAU, Abraham Norman. **A primer of statistics for non-statisticians**. New York: Harcourt, Brace & World, 1958.

GARCIA, Ronise Siqueira Mendes; OLIVEIRA, Daniele Lopes. **Gestão & Tecnologia**, Goiás, set./out. 2009. Disponível em: <[http://www.faculdedelta.edu.br/imagens/revista\\_gestao\\_tecnologia/edicao\\_1/contabilidade\\_ambiental.pdf](http://www.faculdedelta.edu.br/imagens/revista_gestao_tecnologia/edicao_1/contabilidade_ambiental.pdf)>. Acesso em: 12 maio 2017.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed., São Paulo: Atlas, 2010, 184p.

GONÇALVES, Sidalina Santos; HELIODORO, Paula Alexandra. A contabilidade ambiental como um novo paradigma. **Revista Universo Contábil**, v. 1, n. 3, p. 81-93, 2005. Disponível em: <<http://proxy.furb.br/ojs/index.php/universocontabil/article/view/91>>. Acesso em: 05 jul. 2017.

GUIMARÃES, Roberto Pereira; FEICHAS, Susana Arcangela Quacchia. Desafios na construção de indicadores de sustentabilidade. **Ambiente & sociedade**, v. 12, n. 2, p. 307-323, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v12n2/a07v12n2>>. Acesso em: 17 jul. 2017.

GUIMARÃES, Roberto Pereira; FONTOURA, Yuna Souza dos Reis da. Rio+ 20 ou Rio-20? crônica de um fracasso anunciado. **Ambiente & Sociedade**, v. 15, n. 3, p. 19-39, 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-753X2012000300003](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2012000300003)>. Acesso em: 12 mar. 2017.

HAIR, Joseph F et al. **Análise multivariada de dados**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas de Saneamento 2011**. Brasília, 2011. Disponível em: <[https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas\\_saneamento/default\\_zip.shtm](https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_saneamento/default_zip.shtm)>. Acesso em: 01 fev. 2017.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2008**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45351.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2017.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Benefícios econômicos da expansão do saneamento brasileiro: qualidade de vida, produtividade, educação e valorização ambiental**. Brasília, 2014. Disponível em: <<http://cebds.org/wp-content/uploads/2014/03/BeneficiosEconomicosdaexpans%C3%A3odoSaneamentoBrasileiro.pdf>> Acesso em: 27 fev. 2017.

\_\_\_\_\_. **Esgotamento sanitário inadequado e impactos na saúde da população: um diagnóstico da situação nos 81 municípios brasileiros com mais de 300 mil habitantes**. 2010. Disponível em: <<http://cmdss2011.org/site/wp-content/uploads/2012/01/esgotamento.pdf>>. Acesso em: 24 jul. 2017.

\_\_\_\_\_. **Estudo mostra que avanços em saneamento básico das Capitais nos últimos 5 anos foi insuficiente para tirar o Brasil do atraso histórico**. [2017?]. Disponível em: <<http://tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/ranking/2017/press-release.pdf>>. Acesso em: 11 mar. 2017.

INSTITUTO TRATA BRASIL. Estudo mostra que diarreia, dengue e leptospirose crescem em cidades com saneamento básico precário. 2017. Disponível em: <<http://tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/doencas/press-release.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2017.

\_\_\_\_\_. **Manual do saneamento básico**: entendendo o saneamento básico ambiental no Brasil e sua importância socioeconômica. 2012. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/estudos/pesquisa16/manual-imprensa.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2017.

\_\_\_\_\_. **Ranking do saneamento 2017**. São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/ranking/2017/relatorio-completo.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2017.

\_\_\_\_\_. **Trata Brasil**: a falta que o saneamento faz. 2009a. Disponível em: <[http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/estudos/pesquisa5/texto\\_principal.pdf](http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/estudos/pesquisa5/texto_principal.pdf)>. Acesso em 12 ago. 2017.

KÖCHE, Jose Carlos. **Fundamentos de metodologia científica**. Petrópolis: Vozes, 2011.

KRAEMER, Maria Elisabeth Pereira. Responsabilidade Social—uma alavanca para sustentabilidade. 2012. Disponível em: <<http://gerencia.ambientebrasil.com.br/midia/anexos/457.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2017.

LACERDA; Cícero de Souza; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. Modelos de indicadores de sustentabilidade para gestão de recursos hídricos. In: LIRA, Waleska Silveira; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. **Gestão sustentável dos recursos naturais**: uma abordagem participativa. Campina Grande-PB: EDUEPB, 2013.

LEITE, Marcelo Meira. Análise comparativa dos sistemas de avaliação de impacto ambiental. In: LIRA, Waleska Silveira; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. **Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa**. Campina Grande-PB: EDUEPB, 2013.

LEVINE, D. M. et al. **Estatística**: teoria e aplicações - usando o Microsoft Excel em Português. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

LINARES, Eduardo Bueno. **Indicadores de sustentabilidade em saneamento na região metropolitana de Londrina**. 2017. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia ambiental)-Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/7989/1/LD\\_COEAM\\_2017\\_1\\_08.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/7989/1/LD_COEAM_2017_1_08.pdf)>. Acesso em: 12 fev. 2018.

LIRA, Waleska Silveira; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. Análise dos modelos de indicadores no contexto do desenvolvimento sustentável. **Perspectivas Contemporâneas**, v. 3, n. 1, p. 31-45, jan./jul. 2008. Disponível em: <<http://revista.grupointegrado.br/revista/index.php/perspectivascontemporaneas/article/view/436/208>>. Acesso em: 12 fev. 2008.

LOPES, Wilza da Silva et al. Determinação de um índice de desempenho do serviço de esgotamento sanitário. Estudo de caso: cidade de Campina Grande, Paraíba. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 21, n.1. p. 1-10, jan./mar. 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbrh/v21n1/2318-0331-rbrh-21-1-1.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2017,

LUZ, Sheila Oliveira de Castro da; SELBITTO, Miguel Afonso; GOMES, Luciana Paulo. Medição de desempenho ambiental baseada em método multicriterial de apoio à decisão: estudo de caso na indústria automotiva. **Gestão & Produção**, v. 13, n. 3, p. 557-570, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v13n3/15>>. Acesso em: 12 fev. 2018.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

\_\_\_\_\_. **Metodologia Científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MIRANDA, Aline Branco de; TEIXEIRA, Bernardo Arantes do Nascimento. Indicadores para o monitoramento da sustentabilidade em sistemas urbanos de abastecimento de água e esgotamento sanitário. **Engenharia sanitária e ambiental**, v. 9, n. 4, p. 269-279, out./dez. 2004. Disponível em: <<http://saudepublica.bvs.br/pesquisa/resource/pt/lil-406800>>. Acesso em: 24 jul. 2017.

MONTEIRO, Paulo Roberto Anderson; CASTRO, Alexandre Ramos; PROCHNIK, Victor. A mensuração do desempenho ambiental no Balanced Scorecard e o caso da Shell. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 7., São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s.n.], 2003.

MUNDIM, Bernardo Costa; VOLSCHAN JUNIOR, Isaac. Relevância dos indicadores operacionais e de qualidade do sistema nacional de informações sobre o saneamento para sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário. In: CONGRESSO ABES FENASAN, 29., São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s.n.], 2017.

NASCIMENTO, José Mancinelli Lêdo do; CURI, Rosires Catão. A interface da responsabilidade social na gestão de recursos naturais. In: LIRA, Waleska Silveira; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. **Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa**. Campina Grande-PB: EDUEPB, 2013.

NEVES, Eduardo Borba; DOMINGUES, Clayton Amaral. **Manual de metodologia da pesquisa científica**. Rio de Janeiro: EB/CEP, 2007.

OLIVEIRA, Misael Dieimes de et al. **Desenvolvimento e aplicação de índice de desempenho municipal dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário**. 2017. Disponível em: <<http://www.arsae.mg.gov.br/ajuda/page/763-desenvolvimento-e-aplicacao-de-indice-de-desempenho-municipal-dos-servicos-de-abastecimento-de-agua-e-de-esgotamento-sanitario>>. Acesso em: 22 fev. 2018.

OLIVEIRA, Verônica Macário de. **Promoção do consumo sustentável no contexto brasileiro: uma análise dos papéis dos governos, das empresas e da sociedade civil**. 2014. 235 f. Tese (Doutorado em Administração)—Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/12302/1/tese%20ver%c3%b4nica%20mac%c3%a1rio%20de%20oliveira.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2017.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando nosso mundo: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/#>>. Acesso em: 23 jul. 2017.

PEREIRA, Ana Carla Filipe. A contabilidade ambiental: A sua revelação no relato financeiro. **Jornal de Contabilidade**, n. 367, p. 320-332, 2007. Disponível em: <<http://cienciascontabeis-brasil.blogspot.com.br/2011/03/contabilidade-ambiental-sua-revelacao.html>>. Acesso em: 12 jan. 2018.

PONTES, Julio Cesar de; LIRA, Waleska Silveira; LIMA, Vera Lúcia Antunes de. Aplicação de técnicas de produção mais limpa no desmonte de rocha e sua contribuição para a saúde do trabalhador. LIRA, Waleska Silveira; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. **Gestão sustentável dos recursos naturais**: uma abordagem participativa. Campina Grande-PB: EDUEPB, 2013. Disponível em: <<http://cienciascontabeis-brasil.blogspot.com.br/2011/03/contabilidade-ambiental-sua-revelacao.html>>. Acesso em: 12 fev. 2018.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RABELO, Laudemira. **Treze Indicadores de Sustentabilidade**. 2012. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/301987428\\_13\\_Indicadores\\_de\\_Sustentabilidade](https://www.researchgate.net/publication/301987428_13_Indicadores_de_Sustentabilidade)>. Acesso em: 29 abr. 2017.

REPORT of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. [Oxford, U.K.: Oxford University Press, 1987]. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

RIBEIRO, Júlia Werneck; ROOKE, Juliana Maria Scoralick. **Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública**. 2010. 36 f. Monografia (Especialização em Análise Ambiental)-Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, 2010. Disponível em: <<https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/38708350/tcc-saneamentoesaude.pdf?awsaccesskeyid=akiaiwowyygz2y53ul3a&expires=1524273324&signature=%2fdtqfcaqghor3clanqzchpshr1a%3d&response-content-disposition=inline%3b%20filename%3dllicitacao.pdf>>. Acesso em: 17 maio 2017.

RICHARDSON, Roberto Jarry. **Pesquisa social**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

SCHÜTZ, Gabriel Eduardo et al. A agenda da sustentabilidade global e sua pauta oficial: uma análise crítica na perspectiva da Saúde Coletiva. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, p. 1407-1418, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csc/v17n6/v17n6a05.pdf>>. Acesso em: 17 maio 2017.

SICHE, Raúl. et al. Índices versus Indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. **Ambiente & Sociedade**, v. 10, n. 2, p. 137-148, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v10n2/a09v10n2.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2017

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

SILVA, Mozaniel Gomes da. **Sistema de Indicadores para viabilização do desenvolvimento local e sustentável**: uma proposta de modelo de sistematização. 2008. 239 f. Tese (Doutorado em recursos naturais)-Universidade Federal de Campina Grande,

Campina Grande, 2008. Disponível em: <<http://www.recursosnaturais.ufcg.edu.br/downloads/mozanielgomesdasilva.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **[Série histórica]. Brasília**, 2017. Acesso em: <<http://app.cidades.gov.br/serieHistorica/>>. Disponível em: 20 de novembro de 2017. Acesso em: 18 mar. 2017.

SOCIAL PROGRESS INDEX. **Social progress imperative**. 2017. Disponível em: <<https://www.socialprogressindex.com/>>. Acesso em: 22 jan. 2018.

SOUZA, Edlúcio Gomes de. **Índice de desenvolvimento sustentável municipal: uma análise a partir da articulação de atores sociais no município de Fagundes - PB**. 2011. Disponível em: <<http://www.recursosnaturais.ufcg.edu.br/downloads/edluciogomesdesouza.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2017.

SOUZA, Edlúcio Gomes de et al. Impactos ambientais no setor coureiro-calçadista em Campina Grande-PB: uma análise quanto à utilização do cromo no processo produtivo. In: LIRA, Waleska Silveira; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. **Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa**. Campina Grande-PB: EDUEPB, 2013.

SOUZA, José Henrique et al. Desenvolvimento de indicadores síntese para o desempenho ambiental. **Saúde Social**, v. 18, n. 3, p. 500-514, 2009. Disponível em: <[https://www.academia.edu/5021934/Desenvolvimento\\_de\\_Indicadores\\_S%C3%ADntese\\_para\\_o\\_Desempenho\\_Ambiental\\_Developing\\_Synthesis\\_Indicators\\_for\\_Environmental\\_Performance](https://www.academia.edu/5021934/Desenvolvimento_de_Indicadores_S%C3%ADntese_para_o_Desempenho_Ambiental_Developing_Synthesis_Indicators_for_Environmental_Performance)>. Acesso em: 22 jan. 2018.

VAN BELLEN, Hans Michael. Indicadores de sustentabilidade: um levantamento dos principais sistemas de avaliação. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 2, n. 1, p. 1-14, mar. 2004. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/cebape/v2n1/v2n1a02.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2017.

VAN BELLEN, Hans Michael. **Indicadores de sustentabilidade**: uma análise comparativa. Tese (Doutorado em engenharia da produção)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/84033>>. Acesso em: 25 out. 2017.

VEIGA, José Eli da. Indicadores de sustentabilidade. **Estudos avançados**, v. 24, n. 68, p. 39-52, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v24n68/06.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2017.

VON SPERLING, Tiago Lages; VON SPERLING, Marcos. 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.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Don't pollute my future! the impact of the environment on children's health**. 2017a. Disponível em: <<http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/254678/who-fwc-ihe-17.01-eng.pdf;jsessionid=ee01de57f3a58016a264e14f68b71192?sequence=1>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Financing universal water, sanitation and hygiene under the sustainable development goals**. 2017c. Disponível em: <<http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/254999/9789241512190-eng.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 21 maio 2017.

\_\_\_\_\_. **Investing in water and sanitation**: increasing Access, reducing inequalities um-water global analysis and assessment of sanitation and drinking-water glaas 2014 report. 2014. Disponível em: <[http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/139735/1/9789241508087\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/139735/1/9789241508087_eng.pdf)>. Acesso em: 20 de jun. 2016.

\_\_\_\_\_. **Progress on drinking water, sanitation and hygiene**: 2017 update and SDG baselines. 2017b. Disponível em: <[https://www.unicef.org/publications/files/Progress\\_on\\_Drinking\\_Water\\_Sanitation\\_and\\_Hygiene\\_2017.pdf](https://www.unicef.org/publications/files/Progress_on_Drinking_Water_Sanitation_and_Hygiene_2017.pdf)>. Acesso em: 18 ago. 2017.

## APÊNDICE A – DADOS EXCLUÍDOS DA BASE DE DADOS DA PESQUISA

| Motivação da exclusão                                                                                                                                                                | Excluídos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Foram excluídos todos os municípios nos quais não constavam informações sobre serviços de esgotamento sanitário, precisamente 137 municípios.                                        | Afogados da Ingazeira; Afrânio; Agrestina; Água Preta; Águas Belas; Alagoinha; Aliança; Altinho; Amaraji; Angelim; Araçoiaba; Barra de Guabiraba; Belém de Maria; Belém de São Francisco; Bezerras; Bom Conselho; Bom Jardim; Bonito; Brejão; Brejinho; Buenos Aires; Buíque; Cachoeirinha; Caetés; Calçado; Calumbi; Camocim de São Félix; Camutanga; Canhotinho; Capoeiras; Carnaíba; Carpina; Casinhas; Catende; Chã de Alegria; Chã Grande; Condado; Correntes; Cortês; Cumaru; Cupira; Custódia; Escada; Exu; Feira Nova; Ferreiros; Flores; Floresta; Frei Miguelinho; Gameleira; Glória do Goitá; Goiana; Ibimirim; Ibirajuba; Ilha de Itamaracá; Ingazeira; Itacuruba; Itaíba; Itapetim; Itaquitinga; Jaqueira; Jataí; Jatobá; João Alfredo; Joaquim Nabuco; Jucati; Jupi; Jurema; Lagoa do Carro; Lagoa do Itaenga; Lagoa do Ouro; Lagoa dos Gatos; Lajedo; Limoeiro; Macaparana; Machados; Manari; Maraial; Mirandiba; Moreilândia; Orobó; Orocó; Ouricuri; Palmares; Palmeirina; Paranatama; Parnamirim; Passira; Paudalho; Pedra; Pesqueira; Petrolândia; Poção; Pombos; Primavera; Quipapá; Quixaba; Riacho das Almas; Ribeirão; Sairé; Salgadinho; Saloá; Sanharó; Santa Cruz; Santa Cruz da Baixa Verde; Santa Cruz do Capibaribe; Santa Maria da Boa Vista; Santa Maria do Cambucá; Santa Terezinha; São Benedito do Sul; São Bento do Uma; São Caitano; São João; São Joaquim do Monte; São José da Coroa Grande; São Vicente Ferrer; Serrita; Sertânia; Solidão; Surubim; Tabira; Tacaimbó; Tacaratu; Terezinha; Terra Nova; Timbaúba; Toritama; Tracunhaém; Trindade; Triunfo; Tuparetama; Venturosa; Verdejante; Vertente do Lério; Vertentes; Vicência; Xexéu. |
| Foram excluídas 4 categorias de informações de esgoto por conterem grande quantidade de dados perdidos.                                                                              | ES012 - Volume de esgoto bruto exportado; ES013 - Volume de esgotos bruto importado; ES014 - Volume de esgoto importado tratado nas instalações do importador; ES015 - Volume de esgoto bruto exportado tratado nas instalações do importador;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Foram excluídas 3 categorias de informações financeiras por conterem grande quantidade de dados perdidos.                                                                            | FN038 - Receita operacional direta - esgoto bruto importado; FN039 - Despesa com esgoto exportado; FN043 - Investimento realizado em esgotamento sanitário pelo(s) município(s); FN053 - Investimento realizado em esgotamento sanitário pelo estado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Foram excluídas 2 categorias de informações gerais por conterem dados repetidos, isto é, dados iguais a outras 2 categorias de informações gerais.                                   | POP_TOT - População total do município do ano de referência (Fonte: IBGE); POP_URB - População urbana do município do ano de referência (Fonte: IBGE).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Foi excluída 1 categoria de dados de indicadores operacionais – esgotos, por conterem dados repetidos, isto é, dados iguais a outra categoria de indicadores operacionais – esgotos. | IN024_AE - Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

## APÊNDICE B – DEFINIÇÃO PRELIMINAR DAS VARIÁVEIS DA PESQUISA

| <b>Famílias de informações e indicadores</b> | <b>Indicadores</b>                                                                                   | <b>Definição das variáveis</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 - Informações gerais                       | 1.1 - G06B - População urbana residente do(s) município(s) com esgotamento sanitário;                | Valor da soma das populações urbanas residentes nos municípios em que o prestador de serviços atua com serviços de esgotamento sanitário (aplica-se aos dados agregados da amostra de prestadores de serviços). Inclui tanto a população beneficiada quanto a que não é beneficiada com os serviços. Para cada município é adotada no SNIS uma estimativa usando a respectiva taxa de urbanização do último Censo ou Contagem de População do IBGE, multiplicada pela população total estimada anualmente pelo IBGE. Quando da existência de dados de Censos ou Contagens populacionais do IBGE, essas informações são utilizadas. Quando o prestador de serviços é de abrangência local, o valor deste campo corresponde à população urbana residente no município. Não deve ser confundida com a população urbana atendida com esgotamento sanitário, identificada pelo código ES026. |
|                                              | 1.2 - G12B - População total residente do(s) município(s) com esgotamento sanitário, segundo o IBGE. | Valor da soma das populações totais residentes (urbanas e rurais) dos municípios -sedes municipais e localidades- em que o prestador de serviços atua com serviços de esgotamento sanitário (aplica-se aos dados agregados da amostra de prestadores de serviços). Inclui tanto a população beneficiada quanto a que não é beneficiada com os serviços. Quando o prestador de serviços é de abrangência local, o valor deste campo corresponde à população total residente (urbana e rural) do município. Para cada município é adotada no SNIS a estimativa realizada anualmente pelo IBGE, ou as populações obtidas por meio de Censos demográficos ou Contagens populacionais também do IBGE. Não deve ser confundida com a população total atendida com esgotamento sanitário, identificada pelo código ES001.                                                                      |
| <b>Total de Informações gerais</b>           |                                                                                                      | <b>2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 2 - Informações financeiras                  | 2.1 – FN003 - Receita operacional direta de esgoto;                                                  | Valor faturado anual decorrente da prestação do serviço de esgotamento sanitário, resultante exclusivamente da aplicação de tarifas e/ou taxas, excluídos os valores decorrentes da importação de esgotos (FN038).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                                              | 2.2 – FN024 - Investimento realizado em esgotamento sanitário pelo prestador de serviços.            | Valor do investimento realizado no ano de referência, diretamente ou por meio de contratos celebrados pelo próprio prestador de serviços, em equipamentos e instalações incorporados ao(s) sistema(s) de esgotamento sanitário, contabilizado em Obras em Andamento, no Ativo Imobilizado ou no Ativo Intangível.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Total de Informações financeiras</b>      |                                                                                                      | <b>2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 3 - Informações de esgotos                   | 3.1 - ES001 - População total atendida com esgotamento sanitário;                                    | Valor da população total atendida com esgotamento sanitário pelo prestador de serviços, no último dia do ano de referência. Corresponde à população urbana que é efetivamente atendida com os serviços acrescida de outras populações atendidas localizadas em áreas não consideradas urbanas. Essas populações podem ser rurais ou mesmo com características urbanas, apesar de estarem localizadas em áreas consideradas rurais pelo IBGE. A população ES001 deve ser menor ou igual à população da informação G12b.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                              | 3.2 – ES026 - População urbana atendida com                                                          | Valor da população urbana beneficiada com esgotamento sanitário pelo prestador de serviços, no último dia do ano de referência. Corresponde à população urbana que é efetivamente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                                        |                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                        | esgotamento sanitário;                                                    | atendida com os serviços. A população ES026 deve ser menor ou igual à população da informação G06b.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                        | 3.3 - ES002 - Quantidade de ligações ativas de esgotos;                   | Quantidade de ligações ativas de esgotos à rede pública que estavam em pleno funcionamento no último dia do ano de referência.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                        | 3.4 – ES003 - Quantidade de economias ativas de esgotos;                  | Quantidade de economias ativas de esgotos que estavam em pleno funcionamento no último dia do ano de referência.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                        | 3.5 – ES004 - Extensão da rede de esgotos;                                | Comprimento total da malha de coleta de esgoto, incluindo redes de coleta, coletores tronco e interceptores e excluindo ramais prediais e emissários de recalque, operada pelo prestador de serviços, no último dia do ano de referência.                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                                        | 3.6 – ES005 - Volume de esgotos coletado;                                 | Volume anual de esgoto lançado na rede coletora. Em geral é considerado como sendo de 80% a 85% do volume de água consumido na mesma economia. Não inclui volume de esgoto bruto importado (ES013).                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                        | 3.7 – ES006 - Volume de esgotos tratado;                                  | Volume anual de esgoto coletado na área de atuação do prestador de serviços e que foi submetido a tratamento, medido ou estimado na(s) entrada(s) da(s) ETE(s). Não inclui o volume de esgoto bruto importado que foi tratado nas instalações do importador (informação ES014), nem o volume de esgoto bruto exportado que foi tratado nas instalações do importador (ES015). O volume informado para este campo deve ser igual ou inferior ao informado em ES005.                                            |
|                                        | 3.8 – ES007 - Volume de esgotos faturado;                                 | Volume anual de esgoto debitado ao total de economias, para fins de faturamento. Em geral é considerado como sendo um percentual do volume de água faturado na mesma economia. Inclui o volume anual faturado decorrente da importação de esgotos (ES013). As receitas operacionais correspondentes devem estar computadas nas informações FN003 (debitadas em economias na área de atendimento pelo prestador de serviços) e FN038 (para o volume anual de esgotos recebido de outro prestador de serviços). |
|                                        | 3.9 – ES008 - Quantidade de economias residenciais ativas de esgotos;     | Quantidade de economias residenciais ativas de esgotos, que estavam em pleno funcionamento no último dia do ano de referência.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                        | 3.10 – ES009 - Quantidade de ligações totais de esgotos;                  | Quantidade de ligações totais (ativas e inativas) de esgotos à rede pública, existentes no último dia do ano de referência.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                        | 3.11 - ES028 - Consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgotos. | Quantidade anual de energia elétrica consumida nos sistemas de esgotamento sanitário, incluindo todas as unidades que compõem os sistemas, desde as operacionais até as administrativas. A despesa com energia elétrica deve estar computada na informação FN013.                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Total de Informações de esgotos</b> |                                                                           | <b>11</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 4 - Informações de qualidade           | 4.1 – QD011 - Quantidades de extravasamentos de esgotos registrados;      | Quantidade de vezes no ano, inclusive repetições, em que foram registrados extravasamentos na rede de coleta de esgotos. No caso de município atendido por mais de um sistema, as informações dos diversos sistemas devem ser somadas.                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                        | 4.2 – QD012 - Duração dos extravasamentos registrados.                    | Quantidade de horas, no ano, despendida no conjunto de ações para solução dos problemas de extravasamentos na rede de coleta de esgotos, desde a primeira reclamação junto ao prestador de serviços até a conclusão do reparo. No caso de                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|                                                                     |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                     |                                                                                                                   | município atendido por mais de um sistema, as informações dos diversos sistemas devem ser somadas. As durações devem corresponder aos extravasamentos computados na informação QD011. |
| <b>Total de Informações de qualidade</b>                            |                                                                                                                   | <b>2</b>                                                                                                                                                                              |
| 5 - Indicadores econômico-financeiros e administrativos             | 5.1 – IN006_AE - Tarifa média de esgoto <sup>2</sup>                                                              | $\frac{FN003}{ES007 - ES013} \times \frac{1}{1.000}$                                                                                                                                  |
|                                                                     | 5.2 – IN041_AE - Participação da receita operacional direta de esgoto na receita operacional total <sup>3</sup>   | $\frac{FN003 + FN038}{FN005} \times 100$                                                                                                                                              |
| <b>Total de Indicadores econômico-financeiros e administrativos</b> |                                                                                                                   | <b>2</b>                                                                                                                                                                              |
| 6 - Indicadores operacionais - esgotos                              | 6.1 – IN015_AE - Índice de coleta de esgoto <sup>4</sup>                                                          | $\frac{ES005}{AG010 - AG019} \times 100$                                                                                                                                              |
|                                                                     | 6.2 – IN016_AE - Índice de tratamento de esgoto <sup>5</sup>                                                      | $\frac{ES006 + ES014 + ES015}{ES005 + ES013} \times 100$                                                                                                                              |
|                                                                     | 6.3 – IN021_AE - Extensão da rede de esgoto por ligação <sup>6</sup>                                              | $\frac{ES004}{ES009} \times 100$                                                                                                                                                      |
|                                                                     | 6.4 – IN046_AE - Índice de esgoto tratado referido à água consumida <sup>7</sup>                                  | $\frac{ES006 + ES015}{AG010 - AG019} \times 100$                                                                                                                                      |
|                                                                     | 6.5 – IN047_AE - Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto <sup>8</sup> | $\frac{ES026}{G06B} \times 100$                                                                                                                                                       |

<sup>2</sup> FN003: Receita operacional direta de esgoto; ES007: Volume de esgotos faturado; ES013: Volume de esgotos bruto importado.

<sup>3</sup> FN003: Receita operacional direta de esgoto; FN005: Receita operacional total (direta + indireta); FN038: Receita operacional direta – esgoto bruto importado.

<sup>4</sup> AG010: Volume de água consumido; AG019: Volume de água tratada exportada.

<sup>5</sup> ES005: Volume de esgotos coletado; ES006: Volume de esgotos tratado; ES013: Volume de esgotos bruto importado; ES014: Volume de esgoto importado tratado nas instalações do importador; ES015: Volume de esgoto bruto exportado tratado nas instalações do importador.

<sup>6</sup> ES004: Extensão da rede de esgotos; ES009: Quantidade de ligações totais de esgotos.

<sup>7</sup> AG010: Volume de água consumido; AG019: Volume de água tratada exportado; ES006: Volume de esgotos tratado; ES015: Volume de esgoto bruto exportado tratado nas instalações do importador.

<sup>8</sup> ES026: População urbana atendida com esgotamento sanitário; G06B: População urbana residente dos municípios com esgotamento sanitário.

|                                                    |                                                                                                                |                                  |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|                                                    | 6.6 – IN056_AE - Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água <sup>9</sup> | $\frac{ES001}{GE12A} \times 100$ |
|                                                    | 6.7 – IN059_AE - Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de esgotamento sanitário <sup>10</sup>      | $\frac{ES028}{ES005}$            |
| <b>Total de Indicadores operacionais - esgotos</b> |                                                                                                                | <b>7</b>                         |
| 7 - Indicadores de qualidade                       | 7.1 – IN077_AE - Duração média dos reparos de extravasamentos de esgotos <sup>11</sup>                         | $\frac{QD012}{QD011}$            |
|                                                    | 7.2 – IN082_AE - Extravasamentos de esgotos por extensão de rede <sup>12</sup>                                 | $\frac{QD011}{ES004}$            |
| <b>Total de Indicadores de qualidade</b>           |                                                                                                                | <b>2</b>                         |
| <b>TOTAL</b>                                       |                                                                                                                | <b>28</b>                        |

<sup>9</sup> ES001: População total atendida com esgotamento sanitário; GE12A: População total residente dos municípios com abastecimento de água.

<sup>10</sup> ES005: Volume de esgotos coletado; ES028: Consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgotos

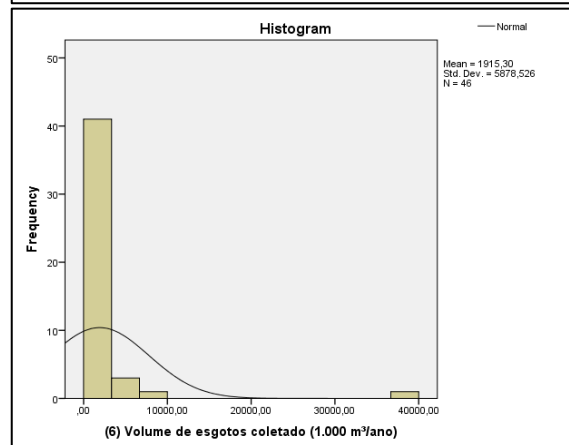
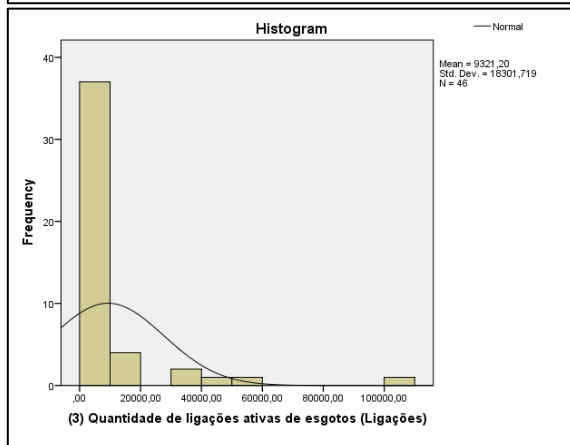
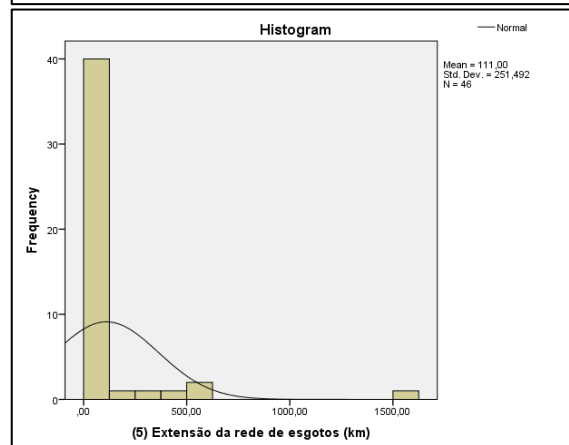
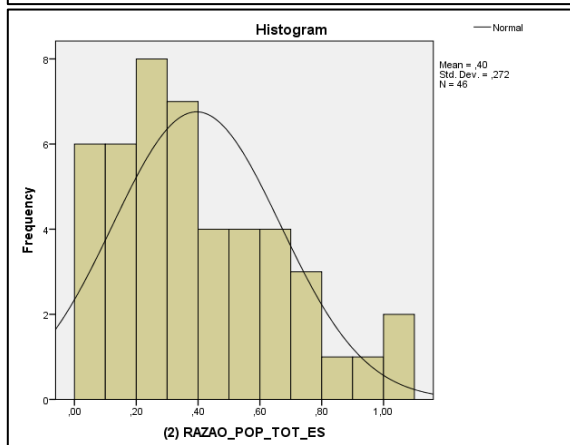
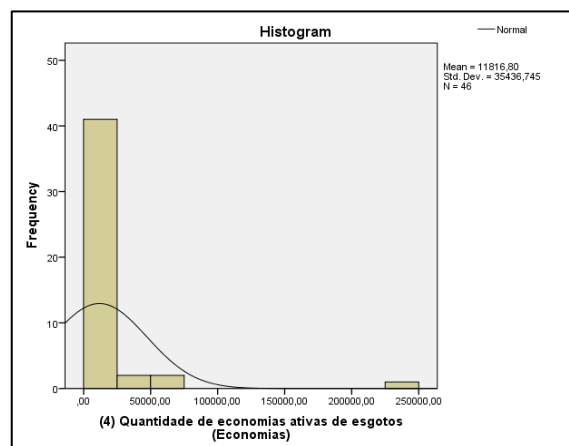
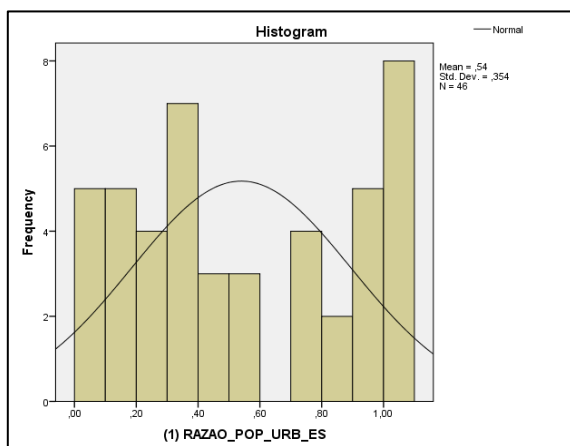
<sup>11</sup> QD011: Quantidade de extravasamentos de esgotos registrados; QD012: Duração dos extravasamentos registrados.

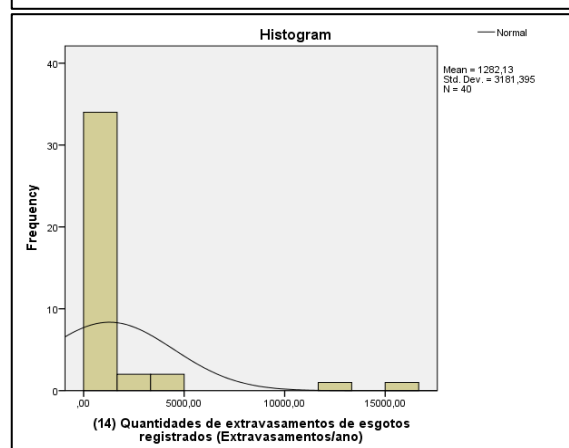
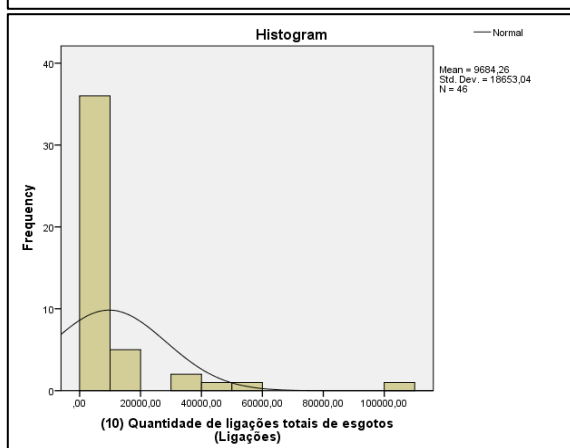
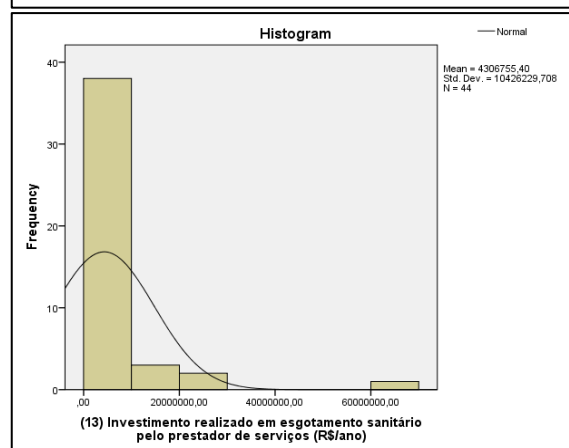
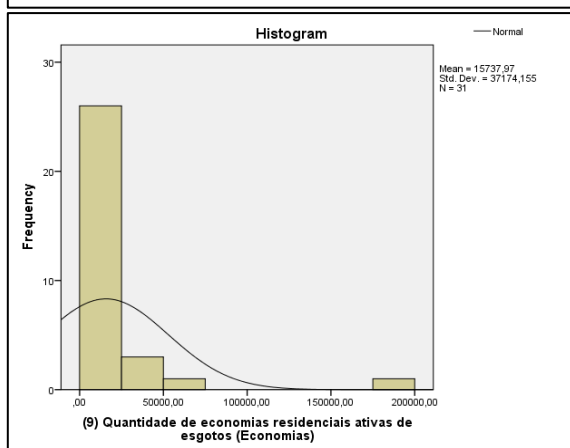
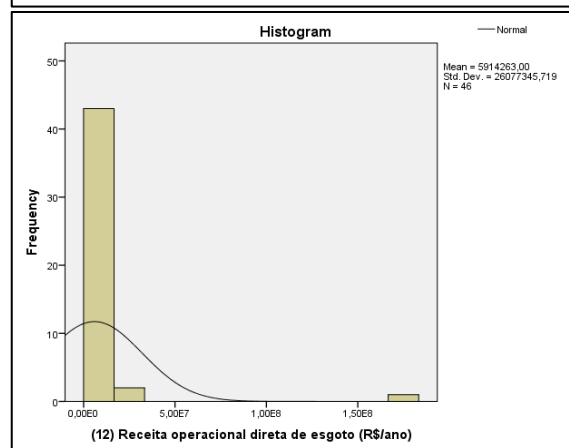
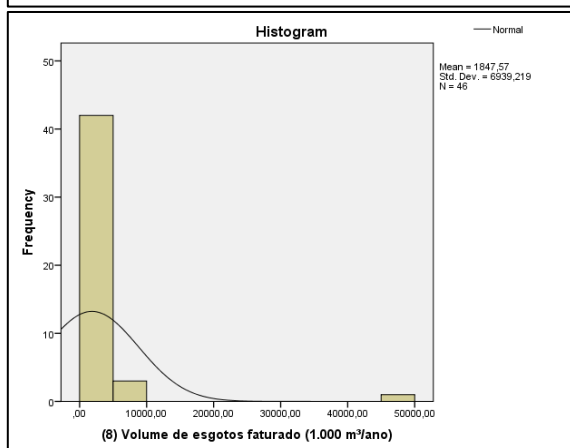
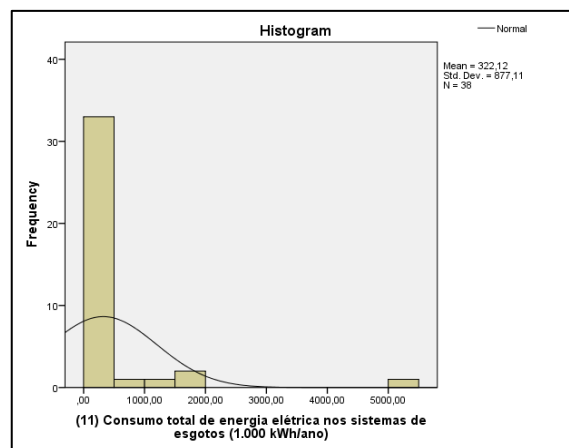
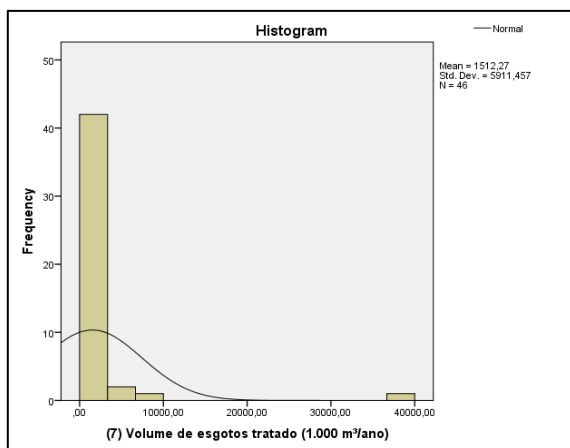
<sup>12</sup> ES004: Extensão da rede de esgotos; QD011: Quantidade de extravasamentos de esgotos registrados.

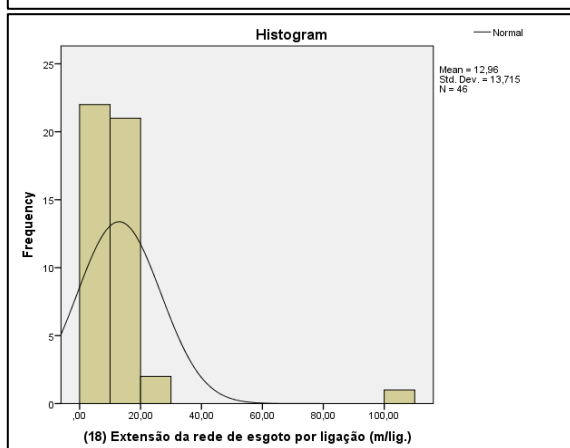
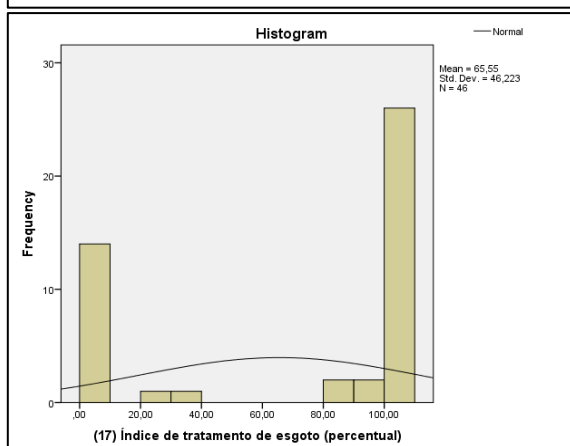
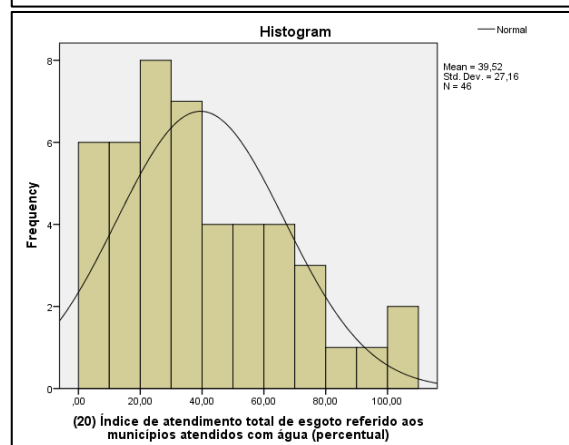
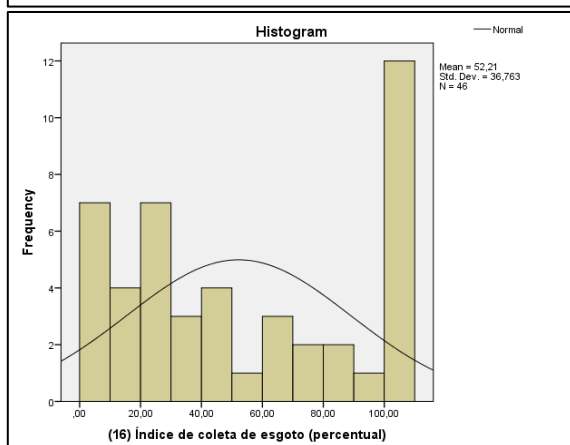
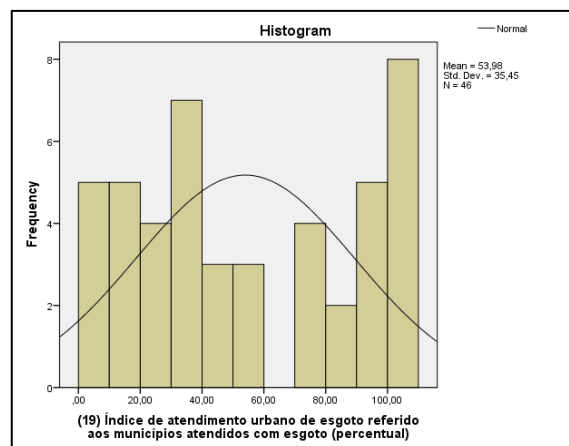
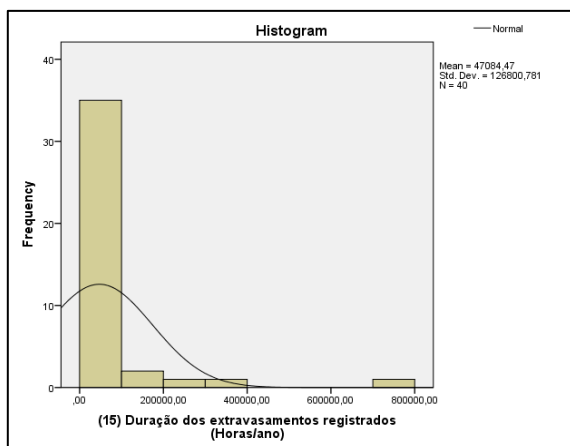
## APÊNDICE C – EXCLUSÃO DE INDICADORES DA BASE DE DADOS

| Categoria de dados excluídas                                                                  | Motivações da exclusão da categoria de dados |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------|
|                                                                                               | <i>Missing</i>                               | Outliers               |
| IN006_AE - Tarifa média de esgoto.                                                            | X                                            | Ipojuca                |
| IN041_AE - Participação da receita operacional direta de esgoto na receita operacional total. | X                                            | -                      |
| IN046_AE - Índice de esgoto tratado referido à água consumida.                                | X                                            | -                      |
| IN059_AE - Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de esgotamento sanitário.        | X                                            | Rio Formoso            |
| IN077_AE - Duração média dos reparos de extravasamentos de esgotos.                           | X                                            | Vitória de Santo Antão |
| IN082_AE - Extravasamentos de esgotos por extensão de rede.                                   | X                                            | Itapissuma             |

## APÊNDICE D – HISTOGRAMAS DAS VARIÁVEIS DA PESQUISA







### APÊNDICE E – TESTE DE NORMALIDADE DE SHAPIRO-WILK

| TESTE DE NORMALIDADE                                                                                  | SHAPIRO-WILK |    |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----|------|
|                                                                                                       | ESTATÍSTICA  | DF | SIG. |
| (1) RAZAO_POP_URB_ES                                                                                  | ,887         | 46 | ,000 |
| (2) RAZAO_POP_TOT_ES                                                                                  | ,943         | 46 | ,025 |
| (3) Quantidade de ligações ativas de esgotos (Ligações)                                               | ,499         | 46 | ,000 |
| (4) Quantidade de economias ativas de esgotos (Economias)                                             | ,347         | 46 | ,000 |
| (5) Extensão da rede de esgotos (km)                                                                  | ,433         | 46 | ,000 |
| (6) Volume de esgotos coletado (1.000 m³/ano)                                                         | ,293         | 46 | ,000 |
| (7) Volume de esgotos tratado (1.000 m³/ano)                                                          | ,256         | 46 | ,000 |
| (8) Volume de esgotos faturado (1.000 m³/ano)                                                         | ,273         | 46 | ,000 |
| (9) Quantidade de economias residenciais ativas de esgotos (Economias)                                | ,429         | 31 | ,000 |
| (10) Quantidade de ligações totais de esgotos (Ligações)                                              | ,511         | 46 | ,000 |
| (11) Consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgotos (1.000 kWh/ano)                        | ,404         | 38 | ,000 |
| (12) Receita operacional direta de esgoto (R\$/ano)                                                   | ,222         | 46 | ,000 |
| (13) Investimento realizado em esgotamento sanitário pelo prestador de serviços (R\$/ano)             | ,470         | 44 | ,000 |
| (14) Quantidades de extravasamentos de esgotos registrados (Extravasamentos/ano)                      | ,422         | 40 | ,000 |
| (15) Duração dos extravasamentos registrados (Horas/ano)                                              | ,412         | 40 | ,000 |
| (16) Índice de coleta de esgoto (percentual)                                                          | ,870         | 46 | ,000 |
| (17) Índice de tratamento de esgoto (percentual)                                                      | ,644         | 46 | ,000 |
| (18) Extensão da rede de esgoto por ligação (m/lig.)                                                  | ,368         | 46 | ,000 |
| (19) Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto (percentual) | ,887         | 46 | ,000 |
| (20) Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (percentual)    | ,943         | 46 | ,025 |

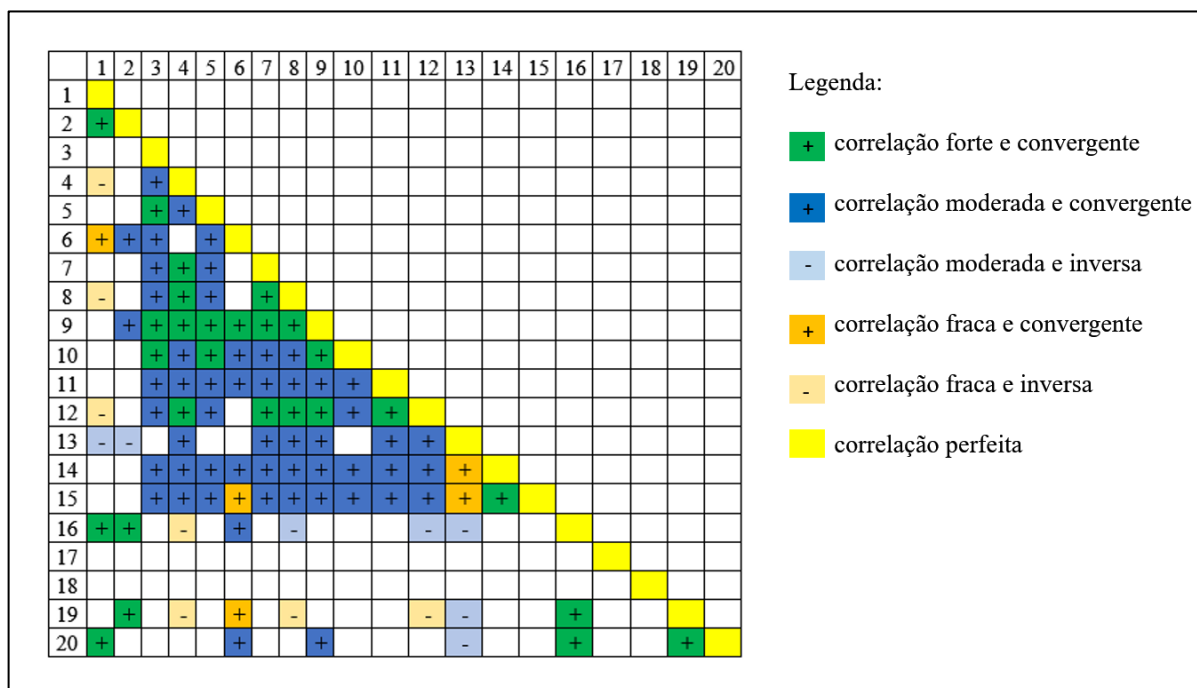
## APÊNDICE F – ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS

|                                                                 |               | ESTATÍSTICA    | ERRO<br>PADRÃO |
|-----------------------------------------------------------------|---------------|----------------|----------------|
| (1)<br>RAZAO_POP_URB_ES                                         | Média         | ,5398          | ,05227         |
|                                                                 | Mediana       | ,4715          |                |
|                                                                 | Variância     | ,126           |                |
|                                                                 | Desvio padrão | ,35450         |                |
|                                                                 | Mínimo        | ,02            |                |
|                                                                 | Máximo        | 1,00           |                |
|                                                                 | Assimetria    | ,069           | ,350           |
|                                                                 | Curtose       | -1,518         | ,688           |
|                                                                 | Média         | ,3952          | ,04004         |
| (2) RAZAO_POP_TOT_ES                                            | Mediana       | ,3476          |                |
|                                                                 | Variância     | ,074           |                |
|                                                                 | Desvio padrão | ,27159         |                |
|                                                                 | Mínimo        | ,02            |                |
|                                                                 | Máximo        | 1,00           |                |
|                                                                 | Assimetria    | ,634           | ,350           |
|                                                                 | Curtose       | -,299          | ,688           |
|                                                                 | Média         | 9321,1957      | 2698,44129     |
|                                                                 | Mediana       | 3450,0000      |                |
| (3) Quantidade de ligações<br>ativas de esgotos (Ligações)      | Variância     | 334952929,316  |                |
|                                                                 | Desvio padrão | 18301,71930    |                |
|                                                                 | Mínimo        | 1,00           |                |
|                                                                 | Máximo        | 105169,00      |                |
|                                                                 | Assimetria    | 3,835          | ,350           |
|                                                                 | Curtose       | 17,099         | ,688           |
|                                                                 | Média         | 11816,8043     | 5224,86301     |
|                                                                 | Mediana       | 1865,5000      |                |
|                                                                 | Variância     | 1255762897,628 |                |
| (4) Quantidade de<br>economias ativas de esgotos<br>(Economias) | Desvio padrão | 35436,74502    |                |
|                                                                 | Mínimo        | ,00            |                |
|                                                                 | Máximo        | 227826,00      |                |
|                                                                 | Assimetria    | 5,371          | ,350           |
|                                                                 | Curtose       | 32,032         | ,688           |
|                                                                 | Média         | 110,9985       | 37,08044       |
|                                                                 | Mediana       | 32,9050        |                |
|                                                                 | Variância     | 63248,114      |                |
|                                                                 | Desvio padrão | 251,49178      |                |
| (5) Extensão da rede de<br>esgotos (km)                         | Mínimo        | 1,00           |                |
|                                                                 | Máximo        | 1528,68        |                |
|                                                                 | Assimetria    | 4,449          | ,350           |
|                                                                 | Curtose       | 23,003         | ,688           |
|                                                                 | Média         | 1915,3004      | 866,74143      |
|                                                                 | Mediana       | 574,3050       |                |
|                                                                 | Variância     | 34557072,837   |                |
|                                                                 | Desvio padrão | 5878,52642     |                |
|                                                                 | Mínimo        | 54,10          |                |
| (6) Volume de esgotos<br>coletado (1.000 m <sup>3</sup> /ano)   | Máximo        | 39532,18       |                |
|                                                                 | Assimetria    | 6,099          | ,350           |
|                                                                 | Curtose       | 39,393         | ,688           |
|                                                                 | Média         | 1512,2650      | 871,59683      |
|                                                                 | Mediana       | 142,0000       |                |
|                                                                 | Variância     | 34945327,217   |                |
|                                                                 | Desvio padrão | 5911,45728     |                |
|                                                                 | Mínimo        | ,00            |                |
|                                                                 | Máximo        | 39400,00       |                |
| (7) Volume de esgotos<br>tratado (1.000 m <sup>3</sup> /ano)    | Assimetria    | 6,139          | ,350           |

|                                                                                           |               |                     |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------|---------------|
| (8) Volume de esgotos faturado (1.000 m³/ano)                                             | Curtose       | 39,671              | ,688          |
|                                                                                           | Média         | 1847,5657           | 1023,13201    |
|                                                                                           | Mediana       | 123,5600            |               |
|                                                                                           | Variância     | 48152759,088        |               |
|                                                                                           | Desvio padrão | 6939,21891          |               |
|                                                                                           | Mínimo        | ,00                 |               |
|                                                                                           | Máximo        | 45926,85            |               |
|                                                                                           | Assimetria    | 5,990               | ,350          |
|                                                                                           | Curtose       | 38,186              | ,688          |
| (9) Quantidade de economias residenciais ativas de esgotos (Economias)                    | Média         | 15737,9677          | 6676,67536    |
|                                                                                           | Mediana       | 3634,0000           |               |
|                                                                                           | Variância     | 1381917807,699      |               |
|                                                                                           | Desvio padrão | 37174,15510         |               |
|                                                                                           | Mínimo        | 468,00              |               |
|                                                                                           | Máximo        | 198771,00           |               |
|                                                                                           | Assimetria    | 4,314               | ,421          |
|                                                                                           | Curtose       | 20,732              | ,821          |
|                                                                                           | Média         | 9684,2609           | 2750,24069    |
| (10) Quantidade de ligações totais de esgotos (Ligações)                                  | Mediana       | 3541,5000           |               |
|                                                                                           | Variância     | 347935898,197       |               |
|                                                                                           | Desvio padrão | 18653,03992         |               |
|                                                                                           | Mínimo        | 10,00               |               |
|                                                                                           | Máximo        | 107323,00           |               |
|                                                                                           | Assimetria    | 3,807               | ,350          |
|                                                                                           | Curtose       | 17,005              | ,688          |
|                                                                                           | Média         | 322,1161            | 142,28605     |
|                                                                                           | Mediana       | 41,0450             |               |
| (11) Consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgotos (1.000 kWh/ano)            | Variância     | 769322,196          |               |
|                                                                                           | Desvio padrão | 877,11014           |               |
|                                                                                           | Mínimo        | ,00                 |               |
|                                                                                           | Máximo        | 5033,73             |               |
|                                                                                           | Assimetria    | 4,574               | ,383          |
|                                                                                           | Curtose       | 23,503              | ,750          |
|                                                                                           | Média         | 5914263,0024        | 3844894,86418 |
|                                                                                           | Mediana       | 292729,0900         |               |
|                                                                                           | Variância     | 680027959763893,800 |               |
| (12) Receita operacional direta de esgoto (R\$/ano)                                       | Desvio padrão | 26077345,71930      |               |
|                                                                                           | Mínimo        | ,00                 |               |
|                                                                                           | Máximo        | 1,76E+008           |               |
|                                                                                           | Assimetria    | 6,440               | ,350          |
|                                                                                           | Curtose       | 42,684              | ,688          |
|                                                                                           | Média         | 4306755,3952        | 1571813,26906 |
|                                                                                           | Mediana       | ,0000               |               |
|                                                                                           | Variância     | 108706265923405,770 |               |
|                                                                                           | Desvio padrão | 10426229,70797      |               |
| (13) Investimento realizado em esgotamento sanitário pelo prestador de serviços (R\$/ano) | Mínimo        | ,00                 |               |
|                                                                                           | Máximo        | 6,03E+007           |               |
|                                                                                           | Assimetria    | 4,047               | ,357          |
|                                                                                           | Curtose       | 19,575              | ,702          |
|                                                                                           | Média         | 1282,1250           | 503,02275     |
|                                                                                           | Mediana       | 295,5000            |               |
|                                                                                           | Variância     | 10121275,446        |               |
|                                                                                           | Desvio padrão | 3181,39520          |               |
|                                                                                           | Mínimo        | ,00                 |               |
| (14) Quantidades de extravasamentos de esgotos registrados (Extravasamentos/ano)          | Máximo        | 15762,00            |               |
|                                                                                           | Assimetria    | 3,803               | ,374          |
|                                                                                           | Curtose       | 14,634              | ,733          |
|                                                                                           | Média         | 47084,4750          | 20048,96384   |
|                                                                                           | Mediana       | 4449,0000           |               |
|                                                                                           | Variância     | 16078438047,538     |               |
|                                                                                           | Desvio padrão |                     |               |
|                                                                                           | Mínimo        |                     |               |
|                                                                                           | Máximo        |                     |               |
| (15) Duração dos extravasamentos registrados (Horas/ano)                                  | Assimetria    |                     |               |
|                                                                                           | Curtose       |                     |               |
|                                                                                           | Média         |                     |               |

|                                                                                                       |               |              |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------|---------|
| (16) Índice de coleta de esgoto (percentual)                                                          | Desvio padrão | 126800,78094 |         |
|                                                                                                       | Mínimo        | ,00          |         |
|                                                                                                       | Máximo        | 711667,00    |         |
|                                                                                                       | Assimetria    | 4,298        | ,374    |
|                                                                                                       | Curtose       | 20,436       | ,733    |
|                                                                                                       | Média         | 52,2115      | 5,42046 |
|                                                                                                       | Mediana       | 44,5750      |         |
|                                                                                                       | Variância     | 1351,543     |         |
|                                                                                                       | Desvio padrão | 36,76334     |         |
|                                                                                                       | Mínimo        | 1,38         |         |
| (17) Índice de tratamento de esgoto (percentual)                                                      | Máximo        | 100,00       |         |
|                                                                                                       | Assimetria    | ,148         | ,350    |
|                                                                                                       | Curtose       | -1,549       | ,688    |
|                                                                                                       | Média         | 65,5500      | 6,81514 |
|                                                                                                       | Mediana       | 100,0000     |         |
|                                                                                                       | Variância     | 2136,524     |         |
|                                                                                                       | Desvio padrão | 46,22255     |         |
|                                                                                                       | Mínimo        | ,00          |         |
|                                                                                                       | Máximo        | 100,00       |         |
|                                                                                                       | Assimetria    | -,685        | ,350    |
| (18) Extensão da rede de esgoto por ligação (m/lig.)                                                  | Curtose       | -1,537       | ,688    |
|                                                                                                       | Média         | 12,9613      | 2,02213 |
|                                                                                                       | Mediana       | 10,0700      |         |
|                                                                                                       | Variância     | 188,094      |         |
|                                                                                                       | Desvio padrão | 13,71474     |         |
|                                                                                                       | Mínimo        | 3,13         |         |
|                                                                                                       | Máximo        | 100,00       |         |
|                                                                                                       | Assimetria    | 5,921        | ,350    |
|                                                                                                       | Curtose       | 38,009       | ,688    |
|                                                                                                       | Média         | 53,9767      | 5,22680 |
| (19) Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto (percentual) | Mediana       | 47,1450      |         |
|                                                                                                       | Variância     | 1256,694     |         |
|                                                                                                       | Desvio padrão | 35,44987     |         |
|                                                                                                       | Mínimo        | 1,77         |         |
|                                                                                                       | Máximo        | 100,00       |         |
|                                                                                                       | Assimetria    | ,069         | ,350    |
|                                                                                                       | Curtose       | -1,518       | ,688    |
|                                                                                                       | Média         | 39,5176      | 4,00452 |
|                                                                                                       | Mediana       | 34,7650      |         |
|                                                                                                       | Variância     | 737,664      |         |
| (20) Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (percentual)    | Desvio padrão | 27,15998     |         |
|                                                                                                       | Mínimo        | 1,77         |         |
|                                                                                                       | Máximo        | 100,00       |         |
|                                                                                                       | Assimetria    | ,634         | ,350    |
|                                                                                                       | Curtose       | -,299        | ,688    |

## APÊNDICE G – MATRIZ DE CORRELAÇÃO DE SPEARMAN



**APÊNDICE H – RELAÇÃO ENTRE A POPULAÇÃO URBANA  
E A POPULAÇÃO TOTAL**

| <b>Municípios</b>       | <b>(A) População urbana residente do(s) município(s) com esgotamento sanitário (Habitantes)</b> | <b>(B) População total residente do(s) município(s) com esgotamento sanitário (Habitantes)</b> | <b>Relação A/B</b> | <b>Caraterística do Município</b> |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| Abreu e Lima            | 90453                                                                                           | 98602                                                                                          | 92%                | urbano                            |
| Araripina               | 50244                                                                                           | 82800                                                                                          | 61%                | urbano                            |
| Arcoverde               | 66159                                                                                           | 72625                                                                                          | 91%                | urbano                            |
| Barreiros               | 35223                                                                                           | 42220                                                                                          | 83%                | urbano                            |
| Belo Jardim             | 60669                                                                                           | 75462                                                                                          | 80%                | urbano                            |
| Betânia                 | 3878                                                                                            | 12539                                                                                          | 31%                | rural                             |
| Bodocó                  | 13612                                                                                           | 37317                                                                                          | 36%                | rural                             |
| Brejo da Madre de Deus  | 38165                                                                                           | 49092                                                                                          | 78%                | urbano                            |
| Cabo de Santo Agostinho | 181858                                                                                          | 200546                                                                                         | 91%                | urbano                            |
| Cabrobó                 | 21320                                                                                           | 33247                                                                                          | 64%                | urbano                            |
| Camaragibe              | 154054                                                                                          | 154054                                                                                         | 100%               | totalmente urbano                 |
| Carnaubeira da Penha    | 2120                                                                                            | 12603                                                                                          | 17%                | rural                             |
| Caruaru                 | 308156                                                                                          | 347088                                                                                         | 89%                | urbano                            |
| Cedro                   | 6721                                                                                            | 11515                                                                                          | 58%                | parcialmente urbano               |
| Dormentes               | 6502                                                                                            | 18321                                                                                          | 35%                | rural                             |
| Fernando de Noronha     | 2930                                                                                            | 2930                                                                                           | 100%               | totalmente urbano                 |
| Garanhuns               | 122078                                                                                          | 136949                                                                                         | 89%                | urbano                            |
| Granito                 | 3388                                                                                            | 7308                                                                                           | 46%                | parcialmente rural                |
| Gravatá                 | 73246                                                                                           | 81893                                                                                          | 89%                | urbano                            |
| Igarassu                | 103545                                                                                          | 112463                                                                                         | 92%                | urbano                            |
| Iguaraci                | 6296                                                                                            | 12137                                                                                          | 52%                | parcialmente urbano               |
| Inajá                   | 9147                                                                                            | 21932                                                                                          | 42%                | parcialmente rural                |
| Ipojuca                 | 67646                                                                                           | 91341                                                                                          | 74%                | urbano                            |
| Ipubi                   | 18262                                                                                           | 29721                                                                                          | 61%                | urbano                            |
| Itapissuma              | 19884                                                                                           | 25798                                                                                          | 77%                | urbano                            |
| Jaboatão dos Guararapes | 671194                                                                                          | 686122                                                                                         | 98%                | urbano                            |
| Lagoa Grande            | 11330                                                                                           | 24757                                                                                          | 46%                | parcialmente rural                |
| Moreno                  | 54022                                                                                           | 61016                                                                                          | 89%                | urbano                            |
| Nazaré da Mata          | 28301                                                                                           | 32064                                                                                          | 88%                | urbano                            |
| Olinda                  | 381816                                                                                          | 389494                                                                                         | 98%                | urbano                            |
| Panelas                 | 14410                                                                                           | 26464                                                                                          | 54%                | parcialmente urbano               |
| Paulista                | 322730                                                                                          | 322730                                                                                         | 100%               | totalmente urbano                 |
| Petrolina               | 247544                                                                                          | 331951                                                                                         | 75%                | urbano                            |
| Recife                  | 1617183                                                                                         | 1617183                                                                                        | 100%               | totalmente urbano                 |
| Rio Formoso             | 13995                                                                                           | 23181                                                                                          | 60%                | urbano                            |
| Salgueiro               | 48248                                                                                           | 59769                                                                                          | 81%                | urbano                            |
| Santa Filomena          | 2359                                                                                            | 14172                                                                                          | 17%                | rural                             |

| <b>Municípios</b>      | <b>(A) População urbana residente do(s) município(s) com esgotamento sanitário (Habitantes)</b> | <b>(B) População total residente do(s) município(s) com esgotamento sanitário (Habitantes)</b> | <b>Relação A/B</b> | <b>Caraterística do Município</b> |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| São José do Belmonte   | 16693                                                                                           | 33677                                                                                          | 50%                | equilíbrio entre urbano e rural   |
| São José do Egito      | 21971                                                                                           | 33365                                                                                          | 66%                | urbano                            |
| São Lourenço da Mata   | 103708                                                                                          | 110264                                                                                         | 94%                | urbano                            |
| Serra Talhada          | 65235                                                                                           | 84352                                                                                          | 77%                | urbano                            |
| Sirinhaém              | 23559                                                                                           | 44187                                                                                          | 53%                | parcialmente urbano               |
| Tamandaré              | 16544                                                                                           | 22591                                                                                          | 73%                | urbano                            |
| Taquaritinga do Norte  | 19900                                                                                           | 27592                                                                                          | 72%                | urbano                            |
| Tupanatinga            | 9243                                                                                            | 26454                                                                                          | 35%                | rural                             |
| Vitória de Santo Antão | 118518                                                                                          | 135805                                                                                         | 87%                | urbano                            |

**APÊNDICE I – RELAÇÃO ENTRE A POPULAÇÃO URBANA ATENDIDA COM ESGOTAMENTO SANITÁRIO E A POPULAÇÃO TOTAL ATENDIDA COM ESGOTAMENTO SANITÁRIO**

| <b>Municípios</b>       | <b>População urbana atendida com esgotamento sanitário (Habitantes)</b> | <b>População total atendida com esgotamento sanitário (Habitantes)</b> | <b>Relação B/C</b> | <b>Caraterística do Município</b>                                                                      |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Abreu e Lima            | 22002                                                                   | 22002                                                                  | 100%               | urbano com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada |
| Araripina               | 35531                                                                   | 35531                                                                  | 100%               | urbano com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada |
| Arcoverde               | 3859                                                                    | 3859                                                                   | 100%               | urbano com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada |
| Barreiros               | 13555                                                                   | 13555                                                                  | 100%               | urbano com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada |
| Belo Jardim             | 48880                                                                   | 53155                                                                  | 92%                | urbano com maioria urbana saneada                                                                      |
| Betânia                 | 3878                                                                    | 3878                                                                   | 100%               | rural com saneamento apenas da área urbana                                                             |
| Bodocó                  | 13612                                                                   | 20037                                                                  | 68%                | rural com maioria urbana saneada                                                                       |
| Brejo da Madre de Deus  | 20000                                                                   | 20000                                                                  | 100%               | urbano com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada |
| Cabo de Santo Agostinho | 23981                                                                   | 23981                                                                  | 100%               | urbano com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada |
| Cabrobó                 | 21320                                                                   | 21320                                                                  | 100%               | urbano com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada                                  |

| <b>Municípios</b>    | <b>População urbana atendida com esgotamento sanitário (Habitantes)</b> | <b>População total atendida com esgotamento sanitário (Habitantes)</b> | <b>Relação B/C</b> | <b>Caraterística do Município</b>                                                                      |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      |                                                                         |                                                                        |                    | equivalente a pop urbana saneada                                                                       |
| Camaragibe           | 2734                                                                    | 2734                                                                   | 100%               | urbano com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada |
| Carnaubeira da Penha | 1200                                                                    | 3200                                                                   | 38%                | rural com maioria rural saneada                                                                        |
| Caruaru              | 152841                                                                  | 152841                                                                 | 100%               | urbano com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada |
| Cedro                | 6721                                                                    | 6721                                                                   | 100%               | urbano com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada |
| Dormentes            | 5077                                                                    | 5077                                                                   | 100%               | rural com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada  |
| Fernando de Noronha  | 2129                                                                    | 2129                                                                   | 100%               | urbano com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada |
| Garanhuns            | 13707                                                                   | 13707                                                                  | 100%               | urbano com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada |
| Granito              | 3368                                                                    | 3368                                                                   | 100%               | rural com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada  |
| Gravatá              | 1512                                                                    | 1512                                                                   | 100%               | urbano com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada |
| Igarassu             | 2455                                                                    | 2455                                                                   | 100%               | urbano com saneamento apenas da área urbana sendo                                                      |

| <b>Municípios</b>       | <b>População urbana atendida com esgotamento sanitário (Habitantes)</b> | <b>População total atendida com esgotamento sanitário (Habitantes)</b> | <b>Relação B/C</b> | <b>Caraterística do Município</b>                                                                      |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         |                                                                         |                                                                        |                    | a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada                                                   |
| Iguaraci                | 1300                                                                    | 12117                                                                  | 11%                | urbano com maioria rural saneada                                                                       |
| Inajá                   | 5021                                                                    | 5021                                                                   | 100%               | rural com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada  |
| Ipojuca                 | 10918                                                                   | 10918                                                                  | 100%               | urbano com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada |
| Ipubi                   | 8162                                                                    | 8162                                                                   | 100%               | urbano com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada |
| Itapissuma              | 3000                                                                    | 3000                                                                   | 100%               | urbano com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada |
| Jaboatão dos Guararapes | 45689                                                                   | 45689                                                                  | 100%               | urbano com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada |
| Lagoa Grande            | 8924                                                                    | 13399                                                                  | 67%                | rural com maioria urbana saneada                                                                       |
| Moreno                  | 18000                                                                   | 18000                                                                  | 100%               | urbano com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada |
| Nazaré da Mata          | 7616                                                                    | 7616                                                                   | 100%               | urbano com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada |
| Olinda                  | 140866                                                                  | 140866                                                                 | 100%               | urbano com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada |

| <b>Municípios</b>    | <b>População urbana atendida com esgotamento sanitário (Habitantes)</b> | <b>População total atendida com esgotamento sanitário (Habitantes)</b> | <b>Relação B/C</b> | <b>Caraterística do Município</b>                                                                      |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Panelas              | 14410                                                                   | 14410                                                                  | 100%               | urbano com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada |
| Paulista             | 124297                                                                  | 124297                                                                 | 100%               | urbano com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada |
| Petrolina            | 209527                                                                  | 209527                                                                 | 100%               | urbano com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada |
| Recife               | 646006                                                                  | 646006                                                                 | 100%               | urbano com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada |
| Rio Formoso          | 3967                                                                    | 3967                                                                   | 100%               | urbano com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada |
| Salgueiro            | 19937                                                                   | 19937                                                                  | 100%               | urbano com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada |
| Santa Filomena       | 2359                                                                    | 14172                                                                  | 17%                | rural com maioria rural saneada                                                                        |
| São José do Belmonte | 16000                                                                   | 21500                                                                  | 74%                | equilíbrio entre urbano e rural com maioria urbana saneada                                             |
| São José do Egito    | 21971                                                                   | 21971                                                                  | 100%               | urbano com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada |
| São Lourenço da Mata | 10603                                                                   | 10603                                                                  | 100%               | urbano com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada |

| <b>Municípios</b>      | <b>População urbana atendida com esgotamento sanitário (Habitantes)</b> | <b>População total atendida com esgotamento sanitário (Habitantes)</b> | <b>Relação B/C</b> | <b>Caraterística do Município</b>                                                                      |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Serra Talhada          | 64950                                                                   | 65450                                                                  | 99%                | urbano com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada |
| Sirinhaém              | 7308                                                                    | 7308                                                                   | 100%               | urbano com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada |
| Tamandaré              | 16544                                                                   | 22591                                                                  | 73%                | urbano com maioria urbana saneada                                                                      |
| Taquaritinga do Norte  | 18000                                                                   | 23000                                                                  | 78%                | urbano com maioria urbana saneada                                                                      |
| Tupanatinga            | 9000                                                                    | 10000                                                                  | 90%                | rural com maioria urbana saneada                                                                       |
| Vitória de Santo Antão | 38222                                                                   | 38222                                                                  | 100%               | urbano com saneamento apenas da área urbana sendo a pop total saneada equivalente a pop urbana saneada |

## APÊNDICE J – SÍNTESE DAS CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DOS MUNICÍPIOS PERNAMBUCANOS

| Municípios   | Quanto da população urbana é atendida com esgotamento? | Quanto da população total é atendida com esgotamento? | Conclusão                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Abreu e Lima | 24%                                                    | 22%                                                   | Município caracterizado como de maioria urbana, sendo a população total atendida com esgotamento sanitário equivalente a população urbana (92%), de modo que 8% da população do município, que é rural, não é saneada.                     |
| Araripina    | 71%                                                    | 43%                                                   | Município caracterizado como de maioria urbana, sendo a população total atendida com esgotamento sanitário equivalente a população urbana (61%), de modo que 39% da população do município, que é rural, não é saneada.                    |
| Arcoverde    | 6%                                                     | 5%                                                    | Município caracterizado como de maioria urbana, sendo a população total atendida com esgotamento sanitário equivalente a população urbana (91%), de modo que 9% da população do município, que é rural, não é saneada.                     |
| Barreiros    | 38%                                                    | 32%                                                   | Município caracterizado como de maioria urbana, sendo a população total atendida com esgotamento sanitário equivalente a população urbana (83%), de modo que 17% da população do município, que é rural, não é saneada.                    |
| Belo Jardim  | 81%                                                    | 70%                                                   | Município caracterizado como de maioria urbana (80%), sendo a população urbana atendida com esgotamento sanitário equivalente a 92% da população total, de modo que apenas 8% da população rural, que é 20% da população total, é saneada. |
| Betânia      | 100%                                                   | 31%                                                   | Município caracterizado como de maioria rural (69%), sendo que apenas a população urbana (31%) é atendida com esgotamento                                                                                                                  |

| Municípios              | Quanto da população urbana é atendida com esgotamento? | Quanto da população total é atendida com esgotamento? | Conclusão                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         |                                                        |                                                       | sanitário, que atende 100% da população urbana.                                                                                                                                                                                            |
| Bodocó                  | 100%                                                   | 54%                                                   | Município caracterizado como de maioria rural (64%), sendo a população rural atendida com esgotamento sanitário equivalente a 32% da população total, de modo que 68% da população urbana, que é 36% da população total, é saneada.        |
| Brejo da Madre de Deus  | 52%                                                    | 41%                                                   | Município caracterizado como de maioria urbana, sendo a população total atendida com esgotamento sanitário equivalente a população urbana (78%), de modo que 22% da população do município, que é rural, não é saneada.                    |
| Cabo de Santo Agostinho | 13%                                                    | 12%                                                   | Município caracterizado como de maioria urbana, sendo a população total atendida com esgotamento sanitário equivalente a população urbana (91%), de modo que 9% da população do município, que é rural, não é saneada.                     |
| Cabrobó                 | 100%                                                   | 64%                                                   | Município caracterizado como de maioria urbana, sendo a população total atendida com esgotamento sanitário equivalente a população urbana (64%), de modo que 36% da população do município, que é rural, não é saneada.                    |
| Camaragibe              | 2%                                                     | 2%                                                    | Município caracterizado como de totalidade urbana, sendo a população total atendida com esgotamento sanitário equivalente a população urbana (100%).                                                                                       |
| Carnaubeira da Penha    | 57%                                                    | 25%                                                   | Município caracterizado como de maioria rural (83%), sendo a população rural atendida com esgotamento sanitário equivalente a 62% da população total, de modo que apenas 38% da população urbana, que é 17% da população total, é saneada. |

| Municípios          | Quanto da população urbana é atendida com esgotamento? | Quanto da população total é atendida com esgotamento? | Conclusão                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Caruaru             | 50%                                                    | 44%                                                   | Município caracterizado como de maioria urbana, sendo a população total atendida com esgotamento sanitário equivalente a população urbana (89%), de modo que 11% da população do município, que é rural, não é saneada. |
| Cedro               | 100%                                                   | 58%                                                   | Município caracterizado como de maioria urbana, sendo a população total atendida com esgotamento sanitário equivalente a população urbana (58%), de modo que 42% da população do município, que é rural, não é saneada. |
| Dormentes           | 78%                                                    | 28%                                                   | Município caracterizado como de maioria rural (65%), sendo que apenas a população urbana (35%) é atendida com esgotamento sanitário, que atende 100% da população urbana.                                               |
| Fernando de Noronha | 73%                                                    | 73%                                                   | Município caracterizado como de totalidade urbana, sendo a população total atendida com esgotamento sanitário equivalente a população urbana (100%).                                                                    |
| Garanhuns           | 11%                                                    | 10%                                                   | Município caracterizado como de maioria urbana, sendo a população total atendida com esgotamento sanitário equivalente a população urbana (89%), de modo que 11% da população do município, que é rural, não é saneada. |
| Granito             | 99%                                                    | 46%                                                   | Município caracterizado como de maioria rural (65%), sendo que apenas a população urbana (35%) é atendida com esgotamento sanitário, que atende 100% da população urbana.                                               |
| Gravatá             | 2%                                                     | 2%                                                    | Município caracterizado como de maioria urbana, sendo a população total atendida com esgotamento sanitário equivalente a população urbana (89%), de modo que 11% da população do município, que é rural, não é saneada. |

| <b>Municípios</b>       | <b>Quanto da população urbana é atendida com esgotamento?</b> | <b>Quanto da população total é atendida com esgotamento?</b> | <b>Conclusão</b>                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Igarassu                | 2%                                                            | 2%                                                           | Município caracterizado como de maioria urbana, sendo a população total atendida com esgotamento sanitário equivalente a população urbana (92%), de modo que 8% da população do município, que é rural, não é saneada.           |
| Iguaraci                | 21%                                                           | 100%                                                         | Município caracterizado como de maioria urbana (52%), sendo a população urbana atendida com esgotamento sanitário equivalente a 11% da população total, de modo 89% da população rural, que é 48% da população total, é saneada. |
| Inajá                   | 55%                                                           | 23%                                                          | Município caracterizado como de maioria rural (65%), sendo que apenas a população urbana (35%) é atendida com esgotamento sanitário, que atende 100% da população urbana.                                                        |
| Ipojuca                 | 16%                                                           | 12%                                                          | Município caracterizado como de maioria urbana, sendo a população total atendida com esgotamento sanitário equivalente a população urbana (74%), de modo que 26% da população do município, que é rural, não é saneada.          |
| Ipubi                   | 45%                                                           | 27%                                                          | Município caracterizado como de maioria urbana, sendo a população total atendida com esgotamento sanitário equivalente a população urbana (61%), de modo que 39% da população do município, que é rural, não é saneada.          |
| Itapissuma              | 15%                                                           | 12%                                                          | Município caracterizado como de maioria urbana, sendo a população total atendida com esgotamento sanitário equivalente a população urbana (77%), de modo que 23% da população do município, que é rural, não é saneada.          |
| Jaboatão dos Guararapes | 7%                                                            | 7%                                                           | Município caracterizado como de maioria urbana, sendo a população total atendida com esgotamento                                                                                                                                 |

| Municípios     | Quanto da população urbana é atendida com esgotamento? | Quanto da população total é atendida com esgotamento? | Conclusão                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                |                                                        |                                                       | sanitário equivalente a população urbana (98%), de modo que 2% da população do município, que é rural, não é saneada.                                                                                                               |
| Lagoa Grande   | 79%                                                    | 54%                                                   | Município caracterizado como de maioria rural (54%), sendo a população rural atendida com esgotamento sanitário equivalente a 33% da população total, de modo que 67% da população urbana, que é 46% da população total, é saneada. |
| Moreno         | 33%                                                    | 30%                                                   | Município caracterizado como de maioria urbana, sendo a população total atendida com esgotamento sanitário equivalente a população urbana (89%), de modo que 11% da população do município, que é rural, não é saneada.             |
| Nazaré da Mata | 27%                                                    | 24%                                                   | Município caracterizado como de maioria urbana, sendo a população total atendida com esgotamento sanitário equivalente a população urbana (88%), de modo que 12% da população do município, que é rural, não é saneada.             |
| Olinda         | 37%                                                    | 36%                                                   | Município caracterizado como de maioria urbana, sendo a população total atendida com esgotamento sanitário equivalente a população urbana (98%), de modo que 2% da população do município, que é rural, não é saneada.              |
| Panelas        | 100%                                                   | 54%                                                   | Município caracterizado como de maioria urbana, sendo a população total atendida com esgotamento sanitário equivalente a população urbana (54%), de modo que 46% da população do município, que é rural, não é saneada.             |
| Paulista       | 39%                                                    | 39%                                                   | Município caracterizado como de totalidade urbana, sendo a população total atendida com esgotamento sanitário equivalente a população urbana (100%).                                                                                |

| Municípios           | Quanto da população urbana é atendida com esgotamento? | Quanto da população total é atendida com esgotamento? | Conclusão                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Petrolina            | 85%                                                    | 63%                                                   | Município caracterizado como de maioria urbana, sendo a população total atendida com esgotamento sanitário equivalente a população urbana (75%), de modo que 25% da população do município, que é rural, não é saneada.                    |
| Recife               | 40%                                                    | 40%                                                   | Município caracterizado como de totalidade urbana, sendo a população total atendida com esgotamento sanitário equivalente a população urbana (100%).                                                                                       |
| Rio Formoso          | 28%                                                    | 17%                                                   | Município caracterizado como de maioria urbana, sendo a população total atendida com esgotamento sanitário equivalente a população urbana (60%), de modo que 40% da população do município, que é rural, não é saneada.                    |
| Salgueiro            | 41%                                                    | 33%                                                   | Município caracterizado como de maioria urbana, sendo a população total atendida com esgotamento sanitário equivalente a população urbana (81%), de modo que 19% da população do município, que é rural, não é saneada.                    |
| Santa Filomena       | 100%                                                   | 100%                                                  | Município caracterizado como de maioria rural (83%), sendo a população rural atendida com esgotamento sanitário equivalente a 83% da população total, de modo que apenas 17% da população urbana, que é 17% da população total, é saneada. |
| São José do Belmonte | 96%                                                    | 64%                                                   | Município caracterizado como parcialmente urbano e rural (respectivamente 50%), sendo a população urbana atendida com esgotamento sanitário equivalente a 74% da população total, e apenas 26% da população rural saneada.                 |
| São José do Egito    | 100%                                                   | 66%                                                   | Município caracterizado como de maioria urbana, sendo a população total                                                                                                                                                                    |

| Municípios            | Quanto da população urbana é atendida com esgotamento? | Quanto da população total é atendida com esgotamento? | Conclusão                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       |                                                        |                                                       | atendida com esgotamento sanitário equivalente a população urbana (66%), de modo que 34% da população do município, que é rural, não é saneada.                                                                                         |
| São Lourenço da Mata  | 10%                                                    | 10%                                                   | Município caracterizado como de maioria urbana, sendo a população total atendida com esgotamento sanitário equivalente a população urbana (94%), de modo que 6% da população do município, que é rural, não é saneada.                  |
| Serra Talhada         | 100%                                                   | 78%                                                   | Município caracterizado como de maioria urbana, sendo a população total atendida com esgotamento sanitário equivalente a população urbana (77%), de modo que 23% da população do município, que é rural, não é saneada.                 |
| Sirinhaém             | 31%                                                    | 17%                                                   | Município caracterizado como de maioria urbana, sendo a população total atendida com esgotamento sanitário equivalente a população urbana (53%), de modo que 47% da população do município, que é rural, não é saneada.                 |
| Tamandaré             | 100%                                                   | 100%                                                  | Município caracterizado como de maioria urbana (73%), sendo a população urbana atendida com esgotamento sanitário equivalente a 73% da população total, de modo que 27% da população rural, que é de 27% da população total, é saneada. |
| Taquaritinga do Norte | 90%                                                    | 83%                                                   | Município caracterizado como de maioria urbana (72%), sendo a população urbana atendida com esgotamento sanitário equivalente a 78% da população total, de modo que 22% da população rural, que é de 28% da população total, é saneada. |
| Tupanatinga           | 97%                                                    | 38%                                                   | Município caracterizado como de maioria rural (65%), sendo a população rural atendida com                                                                                                                                               |

| Municípios             | Quanto da população urbana é atendida com esgotamento? | Quanto da população total é atendida com esgotamento? | Conclusão                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                        |                                                        |                                                       | esgotamento sanitário equivalente a apenas 10% da população total, de modo que 90% da população urbana, que é 35% da população total, é saneada.                                                                        |
| Vitória de Santo Antão | 32%                                                    | 28%                                                   | Município caracterizado como de maioria urbana, sendo a população total atendida com esgotamento sanitário equivalente a população urbana (87%), de modo que 13% da população do município, que é rural, não é saneada. |

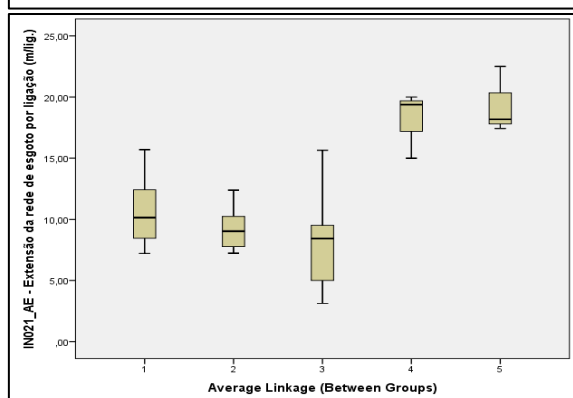
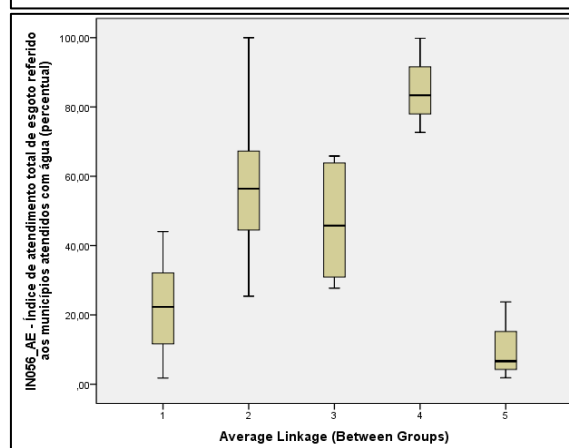
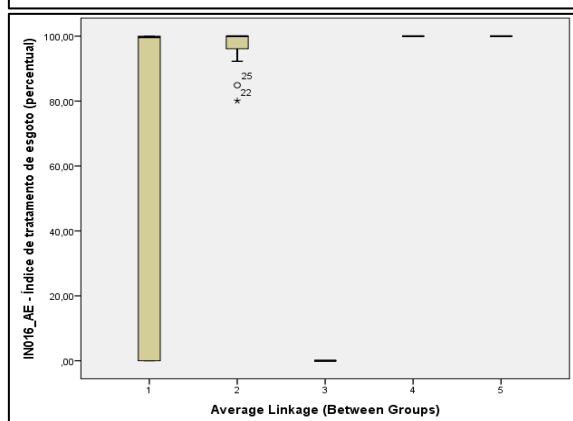
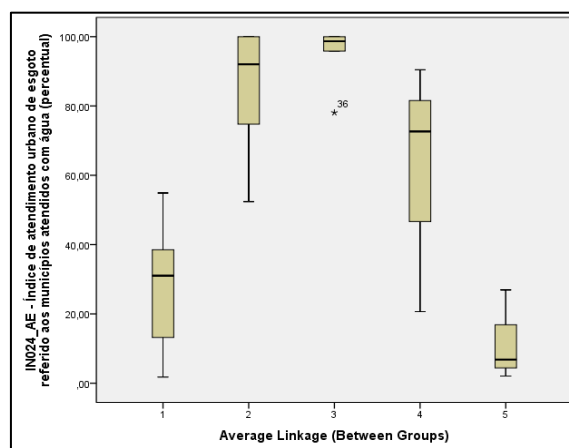
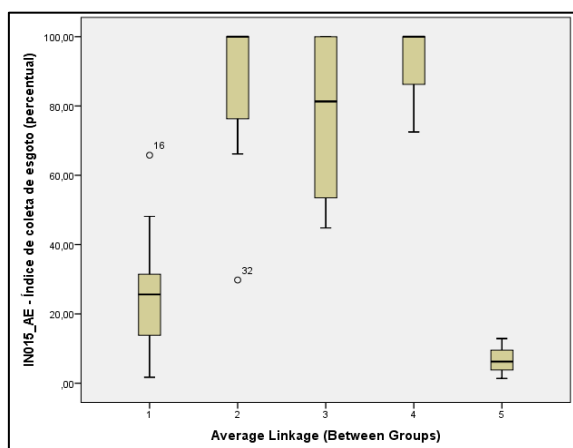
## APÊNDICE K – METODOLOGIA DE CÁLCULO DO RANKING DE DESEMPENHO EM ESGOTAMENTO SANITÁRIO DOS MUNICÍPIOS PERNAMBUCANOS

| Municípios              | Cluster | Var.16: Índice de coleta de esgoto (0-100) | Nota Var.16(0-10) | Índice x Nota | Var.17: Índice de tratamento de esgoto (0-100) | Nota Var.17 (0-10) | Índice x Nota | Var.18: Extensão da rede de esgoto por ligação (0-25 m/lig.) | Nota Var.18 (0-10) | Índice x Nota | Var.19: Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto | Nota Var.19 (0-10) | Índice x Nota | Var.20: Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (0-100) | Nota Var.20 (0-10) | Índice x Nota | Média aritmética ponderada | Ranking |
|-------------------------|---------|--------------------------------------------|-------------------|---------------|------------------------------------------------|--------------------|---------------|--------------------------------------------------------------|--------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------|----------------------------|---------|
| Abreu e lima            | 1       | 27,33                                      | 2,733             | 74,693        | 100                                            | 10                 | 1000          | 12,82                                                        | 5,128              | 65,741        | 24,32                                                                                       | 2,432              | 59,15         | 22,31                                                                                            | 2,231              | 49,77         | 55,46767                   | 33º     |
| Araripina               | 2       | 100                                        | 10                | 1000          | 80,09                                          | 8,009              | 641,441       | 7,75                                                         | 3,1                | 24,025        | 70,72                                                                                       | 7,072              | 500,1         | 42,91                                                                                            | 4,291              | 184,1         | 72,36156                   | 17º     |
| Arcoverde               | 1       | 5,37                                       | 0,537             | 2,8837        | 25,49                                          | 2,549              | 64,974        | 9,3                                                          | 3,72               | 34,596        | 5,83                                                                                        | 0,583              | 3,399         | 5,31                                                                                             | 0,531              | 2,82          | 13,72124                   | 41º     |
| Barreiros               | 1       | 28,63                                      | 2,863             | 81,968        | 100                                            | 10                 | 1000          | 10,64                                                        | 4,256              | 45,284        | 38,48                                                                                       | 3,848              | 148,1         | 32,11                                                                                            | 3,211              | 103,1         | 57,01165                   | 31º     |
| Belo Jardim             | 2       | 83,08                                      | 8,308             | 690,23        | 100                                            | 10                 | 1000          | 8,64                                                         | 3,456              | 29,86         | 80,57                                                                                       | 8,057              | 649,2         | 70,44                                                                                            | 7,044              | 496,2         | 77,72739                   | 13º     |
| Betânia                 | 3       | 65,25                                      | 6,525             | 425,76        | 0                                              | 0                  | 0             | 9,19                                                         | 3,676              | 33,782        | 100                                                                                         | 10                 | 1000          | 30,93                                                                                            | 3,093              | 95,67         | 66,7642                    | 20º     |
| Bodocó                  | 3       | 44,82                                      | 4,482             | 200,88        | 0                                              | 0                  | 0             | 15,65                                                        | 6,26               | 97,969        | 100                                                                                         | 10                 | 1000          | 53,69                                                                                            | 5,369              | 288,3         | 60,78334                   | 24º     |
| Brejo da Madre de Deus  | 2       | 100                                        | 10                | 1000          | 100                                            | 10                 | 1000          | 8,78                                                         | 3,512              | 30,835        | 52,4                                                                                        | 5,24               | 274,6         | 40,74                                                                                            | 4,074              | 166           | 75,28746                   | 15º     |
| Cabo de Santo Agostinho | 1       | 1,71                                       | 0,171             | 0,2924        | 0                                              | 0                  | 0             | 8,46                                                         | 3,384              | 28,629        | 13,19                                                                                       | 1,319              | 17,4          | 11,96                                                                                            | 1,196              | 14,3          | 9,987285                   | 44º     |
| Cabrobó                 | 2       | 81,55                                      | 8,155             | 665,04        | 84,89                                          | 8,489              | 720,631       | 7,23                                                         | 2,892              | 20,909        | 100                                                                                         | 10                 | 1000          | 64,13                                                                                            | 6,413              | 411,3         | 78,38455                   | 11º     |
| Camaragibe              | 1       | 1,81                                       | 0,181             | 0,3276        | 0                                              | 0                  | 0             | 10,14                                                        | 4,056              | 41,128        | 1,77                                                                                        | 0,177              | 0,313         | 1,77                                                                                             | 0,177              | 0,313         | 9,166201                   | 45º     |
| Carnaubeira da Penha    | 2       | 100                                        | 10                | 1000          | 100                                            | 10                 | 1000          | 10                                                           | 4                  | 40            | 56,6                                                                                        | 5,66               | 320,4         | 25,39                                                                                            | 2,539              | 64,47         | 75,30735                   | 14º     |
| Caruaru                 | 1       | 44,33                                      | 4,433             | 196,51        | 100                                            | 10                 | 1000          | 8,73                                                         | 3,492              | 30,485        | 49,6                                                                                        | 4,96               | 246           | 44,04                                                                                            | 4,404              | 194           | 61,08572                   | 23º     |
| Cedro                   | 2       | 100                                        | 10                | 1000          | 100                                            | 10                 | 1000          | 7,67                                                         | 3,068              | 23,532        | 100                                                                                         | 10                 | 1000          | 58,37                                                                                            | 5,837              | 340,7         | 86,47313                   | 2º      |
| Dormentes               | 3       | 53,5                                       | 5,35              | 286,23        | 0                                              | 0                  | 0             | 9,51                                                         | 3,804              | 36,176        | 78,08                                                                                       | 7,808              | 609,6         | 27,71                                                                                            | 2,771              | 76,78         | 51,12421                   | 35º     |
| Fernando de Noronha     | 4       | 72,48                                      | 7,248             | 525,34        | 100                                            | 10                 | 1000          | 19,38                                                        | 7,752              | 150,23        | 72,66                                                                                       | 7,266              | 527,9         | 72,66                                                                                            | 7,266              | 527,9         | 69,09501                   | 19º     |

| Municípios              | Cluster | Var.16: Índice de coleta de esgoto (0-100) | Nota Var.16(0-10) | Índice x Nota | Var.17: Índice de tratamento de esgoto (0-100) | Nota Var.17 (0-10) | Índice x Nota | Var.18: Extensão da rede de esgoto por ligação (0-25 m/lig.) | Nota Var.18 (0-10) | Índice x Nota | Var.19: Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto | Nota Var.19 (0-10) | Índice x Nota | Var.20: Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (0-100) | Nota Var.20 (0-10) | Índice x Nota | Média aritmética ponderada | Ranking |
|-------------------------|---------|--------------------------------------------|-------------------|---------------|------------------------------------------------|--------------------|---------------|--------------------------------------------------------------|--------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------|----------------------------|---------|
| Garanhuns               | 1       | 7,76                                       | 0,776             | 6,0218        | 100                                            | 10                 | 1000          | 8,94                                                         | 3,576              | 31,969        | 11,23                                                                                       | 1,123              | 12,61         | 10,01                                                                                            | 1,001              | 10,02         | 64,37379                   | 21º     |
| Granito                 | 2       | 100                                        | 10                | 1000          | 100                                            | 10                 | 1000          | 11,03                                                        | 4,412              | 48,664        | 99,41                                                                                       | 9,941              | 988,2         | 46,09                                                                                            | 4,609              | 212,4         | 83,39736                   | 5º      |
| Gravatá                 | 5       | 1,38                                       | 0,138             | 0,1904        | 100                                            | 10                 | 1000          | 18,18                                                        | 7,272              | 132,2         | 2,06                                                                                        | 0,206              | 0,424         | 1,85                                                                                             | 0,185              | 0,342         | 63,65721                   | 22º     |
| Igarassu                | 1       | 2,15                                       | 0,215             | 0,4623        | 100                                            | 10                 | 1000          | 7,35                                                         | 2,94               | 21,609        | 2,37                                                                                        | 0,237              | 0,562         | 2,18                                                                                             | 0,218              | 0,475         | 75,17327                   | 16º     |
| Iguaraci                | 4       | 100                                        | 10                | 1000          | 100                                            | 10                 | 1000          | 15                                                           | 6                  | 90            | 20,65                                                                                       | 2,065              | 42,64         | 99,84                                                                                            | 9,984              | 996,8         | 82,24775                   | 8º      |
| Inajá                   | 1       | 31,87                                      | 3,187             | 101,57        | 0                                              | 0                  | 0             | 12,42                                                        | 4,968              | 61,703        | 54,89                                                                                       | 5,489              | 301,3         | 22,89                                                                                            | 2,289              | 52,4          | 32,44578                   | 36º     |
| Ipojuca                 | 1       | 14,71                                      | 1,471             | 21,638        | 0                                              | 0                  | 0             | 12,1                                                         | 4,84               | 58,564        | 16,14                                                                                       | 1,614              | 26,05         | 11,95                                                                                            | 1,195              | 14,28         | 13,2163                    | 42º     |
| Ipubi                   | 1       | 19,87                                      | 1,987             | 39,482        | 100                                            | 10                 | 1000          | 8,31                                                         | 3,324              | 27,622        | 44,69                                                                                       | 4,469              | 199,7         | 27,46                                                                                            | 2,746              | 75,41         | 59,58576                   | 29º     |
| Itapissuma              | 1       | 30,48                                      | 3,048             | 92,903        | 100                                            | 10                 | 1000          | 8,33                                                         | 3,332              | 27,756        | 15,09                                                                                       | 1,509              | 22,77         | 11,63                                                                                            | 1,163              | 13,53         | 60,72618                   | 25º     |
| Jaboatão dos Guararapes | 5       | 6,24                                       | 0,624             | 3,8938        | 100                                            | 10                 | 1000          | 17,43                                                        | 6,972              | 121,52        | 6,81                                                                                        | 0,681              | 4,638         | 6,66                                                                                             | 0,666              | 4,436         | 59,88961                   | 27º     |
| Lagoa Grande            | 2       | 100                                        | 10                | 1000          | 100                                            | 10                 | 1000          | 12,39                                                        | 4,956              | 61,405        | 78,76                                                                                       | 7,876              | 620,3         | 54,12                                                                                            | 5,412              | 292,9         | 77,77994                   | 12º     |
| Moreno                  | 1       | 21,65                                      | 2,165             | 46,872        | 32,92                                          | 3,292              | 108,373       | 12,36                                                        | 4,944              | 61,108        | 33,32                                                                                       | 3,332              | 111           | 29,5                                                                                             | 2,95               | 87,03         | 24,83966                   | 38º     |
| Nazaré da Mata          | 5       | 12,88                                      | 1,288             | 16,589        | 100                                            | 10                 | 1000          | 22,5                                                         | 9                  | 202,5         | 26,91                                                                                       | 2,691              | 72,41         | 23,75                                                                                            | 2,375              | 56,41         | 53,16362                   | 34º     |
| Olinda                  | 1       | 48,15                                      | 4,815             | 231,84        | 100                                            | 10                 | 1000          | 12,97                                                        | 5,188              | 67,288        | 36,89                                                                                       | 3,689              | 136,1         | 36,17                                                                                            | 3,617              | 130,8         | 57,34537                   | 30º     |
| Panelas                 | 2       | 100                                        | 10                | 1000          | 100                                            | 10                 | 1000          | 10,29                                                        | 4,116              | 42,354        | 100                                                                                         | 10                 | 1000          | 54,45                                                                                            | 5,445              | 296,5         | 84,39711                   | 4º      |
| Paulista                | 1       | 42,74                                      | 4,274             | 182,67        | 0                                              | 0                  | 0             | 15,7                                                         | 6,28               | 98,596        | 38,51                                                                                       | 3,851              | 148,3         | 38,51                                                                                            | 3,851              | 148,3         | 31,65375                   | 37º     |
| Petrolina               | 2       | 66,15                                      | 6,615             | 437,58        | 92,24                                          | 9,224              | 850,822       | 10,18                                                        | 4,072              | 41,453        | 84,64                                                                                       | 8,464              | 716,4         | 63,12                                                                                            | 6,312              | 398,4         | 70,4778                    | 18º     |
| Recife                  | 1       | 65,8                                       | 6,58              | 432,96        | 100                                            | 10                 | 1000          | 14,24                                                        | 5,696              | 81,111        | 39,95                                                                                       | 3,995              | 159,6         | 39,95                                                                                            | 3,995              | 159,6         | 60,57211                   | 26º     |
| Rio Formoso             | 1       | 31,44                                      | 3,144             | 98,847        | 99,67                                          | 9,967              | 993,411       | 11,28                                                        | 4,512              | 50,895        | 28,35                                                                                       | 2,835              | 80,37         | 17,11                                                                                            | 1,711              | 29,28         | 56,51139                   | 32º     |
| Salgueiro               | 1       | 28,39                                      | 2,839             | 80,599        | 100                                            | 10                 | 1000          | 7,21                                                         | 2,884              | 20,794        | 41,32                                                                                       | 4,132              | 170,7         | 33,36                                                                                            | 3,336              | 111,3         | 59,65314                   | 28º     |
| São José do Belmonte    | 3       | 97,38                                      | 9,738             | 948,29        | 0                                              | 0                  | 0             | 3,13                                                         | 1,252              | 3,9188        | 95,85                                                                                       | 9,585              | 918,7         | 63,84                                                                                            | 6,384              | 407,6         | 84,51656                   | 3º      |

| Municípios             | Cluster | Var.16: Índice de coleta de esgoto (0-100) | Nota Var.16(0-10) | Índice x Nota | Var.17: Índice de tratamento de esgoto (0-100) | Nota Var.17 (0-10) | Índice x Nota | Var.18: Extensão da rede de esgoto por ligação (0-25 m/lig.) | Nota Var.18 (0-10) | Índice x Nota | Var.19: Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto | Nota Var.19 (0-10) | Índice x Nota | Var.20: Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (0-100) | Nota Var.20 (0-10) | Índice x Nota | Média aritmética ponderada | Ranking |
|------------------------|---------|--------------------------------------------|-------------------|---------------|------------------------------------------------|--------------------|---------------|--------------------------------------------------------------|--------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------|----------------------------|---------|
| São José do Egito      | 3       | 100                                        | 10                | 1000          | 0                                              | 0                  | 0             | 7,67                                                         | 3,068              | 23,532        | 100                                                                                         | 10                 | 1000          | 65,85                                                                                            | 6,585              | 433,6         | 82,86358                   | 6º      |
| São Lourenço da Mata   | 1       | 13,84                                      | 1,384             | 19,155        | 0                                              | 0                  | 0             | 8,89                                                         | 3,556              | 31,613        | 10,22                                                                                       | 1,022              | 10,44         | 9,62                                                                                             | 0,962              | 9,254         | 10,17716                   | 43º     |
| Serra Talhada          | 2       | 29,78                                      | 2,978             | 88,685        | 100                                            | 10                 | 1000          | 7,79                                                         | 3,116              | 24,274        | 99,56                                                                                       | 9,956              | 991,2         | 77,59                                                                                            | 7,759              | 602           | 80,04374                   | 10º     |
| Sirinhaém              | 1       | 22,55                                      | 2,255             | 50,85         | 0                                              | 0                  | 0             | 14,08                                                        | 5,632              | 79,299        | 31,02                                                                                       | 3,102              | 96,22         | 16,54                                                                                            | 1,654              | 27,36         | 20,06881                   | 40º     |
| Tamandaré              | 2       | 71,06                                      | 7,106             | 504,95        | 100                                            | 10                 | 1000          | 9,28                                                         | 3,712              | 34,447        | 100                                                                                         | 10                 | 1000          | 100                                                                                              | 10                 | 1000          | 86,71174                   | 1º      |
| Taquaritinga do Norte  | 4       | 100                                        | 10                | 1000          | 100                                            | 10                 | 1000          | 20                                                           | 8                  | 160           | 90,45                                                                                       | 9,045              | 818,1         | 83,36                                                                                            | 8,336              | 694,9         | 80,93716                   | 9º      |
| Tupanatinga            | 3       | 100                                        | 10                | 1000          | 0                                              | 0                  | 0             | 5                                                            | 2                  | 10            | 97,37                                                                                       | 9,737              | 948,1         | 37,8                                                                                             | 3,78               | 142,9         | 82,33631                   | 7º      |
| Vitória de Santo Antão | 1       | 25,6                                       | 2,56              | 65,536        | 0                                              | 0                  | 0             | 8,28                                                         | 3,312              | 27,423        | 32,25                                                                                       | 3,225              | 104           | 28,14                                                                                            | 2,814              | 79,19         | 23,18458                   | 39º     |

## APÊNDICE L – *BOXPLOT* DA DISTRIBUIÇÃO DOS *CLUSTERS* POR INDICADOR DE SANEAMENTO BÁSICO



## APÊNDICE M – ESTATÍSTICA DESCRITIVA POR INDICADOR DE SANEAMENTO BÁSICO

| ESTATÍSTICA DESCRITIVA                               |    |        |        |         |               |
|------------------------------------------------------|----|--------|--------|---------|---------------|
| Ligação média (entre grupos)                         | N  | Mínimo | Máximo | Média   | Desvio padrão |
| 1 IN015_AE - Índice de coleta de esgoto (percentual) | 21 | 1,71   | 65,80  | 24,5800 | 16,72307      |
| Valid N (listwise)                                   | 21 |        |        |         |               |
| 2 IN015_AE - Índice de coleta de esgoto (percentual) | 12 | 29,78  | 100,00 | 85,9683 | 21,69673      |
| Valid N (listwise)                                   | 12 |        |        |         |               |
| 3 IN015_AE - Índice de coleta de esgoto (percentual) | 6  | 44,82  | 100,00 | 76,8250 | 25,29437      |
| Valid N (listwise)                                   | 6  |        |        |         |               |
| 4 IN015_AE - Índice de coleta de esgoto (percentual) | 3  | 72,48  | 100,00 | 90,8267 | 15,88868      |
| Valid N (listwise)                                   | 3  |        |        |         |               |
| 5 IN015_AE - Índice de coleta de esgoto (percentual) | 3  | 1,38   | 12,88  | 6,8333  | 5,77291       |
| Valid N (listwise)                                   | 3  |        |        |         |               |

| ESTATÍSTICA DESCRITIVA                                   |    |        |        |          |               |
|----------------------------------------------------------|----|--------|--------|----------|---------------|
| Ligação média (entre grupos)                             | N  | Mínimo | Máximo | Média    | Desvio padrão |
| 1 IN016_AE - Índice de tratamento de esgoto (percentual) | 21 | ,00    | 100,00 | 55,1467  | 48,88933      |
| Valid N (listwise)                                       | 21 |        |        |          |               |
| 2 IN016_AE - Índice de tratamento de esgoto (percentual) | 12 | 80,09  | 100,00 | 96,4350  | 6,95719       |
| Valid N (listwise)                                       | 12 |        |        |          |               |
| 3 IN016_AE - Índice de tratamento de esgoto (percentual) | 6  | ,00    | ,00    | ,0000    | ,00000        |
| Valid N (listwise)                                       | 6  |        |        |          |               |
| 4 IN016_AE - Índice de tratamento de esgoto (percentual) | 3  | 100,00 | 100,00 | 100,0000 | ,00000        |
| Valid N (listwise)                                       | 3  |        |        |          |               |
| 5 IN016_AE - Índice de tratamento de esgoto (percentual) | 3  | 100,00 | 100,00 | 100,0000 | ,00000        |
| Valid N (listwise)                                       | 3  |        |        |          |               |

| ESTATÍSTICA DESCRITIVA                                       |    |        |        |         |               |
|--------------------------------------------------------------|----|--------|--------|---------|---------------|
| Ligação média (entre grupos)                                 | N  | Mínimo | Máximo | Média   | Desvio padrão |
| 1 IN021_AE - Extensão da rede de esgoto por ligação (m/lig.) | 21 | 7,21   | 15,70  | 10,5976 | 2,49531       |
| Valid N (listwise)                                           | 21 |        |        |         |               |
| 2 IN021_AE - Extensão da rede de esgoto por ligação (m/lig.) | 12 | 7,23   | 12,39  | 9,2525  | 1,56929       |
| Valid N (listwise)                                           | 12 |        |        |         |               |
| 3 IN021_AE - Extensão da rede de esgoto por ligação (m/lig.) | 6  | 3,13   | 15,65  | 8,3583  | 4,34221       |
| Valid N (listwise)                                           | 6  |        |        |         |               |
| 4 IN021_AE - Extensão da rede de esgoto por ligação (m/lig.) | 3  | 15,00  | 20,00  | 18,1267 | 2,72546       |
| Valid N (listwise)                                           | 3  |        |        |         |               |

|   |                                                            |   |       |       |         |         |
|---|------------------------------------------------------------|---|-------|-------|---------|---------|
| 5 | IN021_AE - Extensão da rede de esgoto por ligação (m/lig.) | 3 | 17,43 | 22,50 | 19,3700 | 2,73648 |
|   | Valid N (listwise)                                         | 3 |       |       |         |         |

| ESTATÍSTICA DESCRITIVA       |                                                                                                           |    |        |        |         |               |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------|--------|---------|---------------|
| Ligação média (entre grupos) |                                                                                                           | N  | Mínimo | Máximo | Média   | Desvio padrão |
| 1                            | IN024_AE - Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água (percentual) | 21 | 1,77   | 54,89  | 27,1157 | 15,97014      |
|                              | Valid N (listwise)                                                                                        | 21 |        |        |         |               |
| 2                            | IN024_AE - Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água (percentual) | 12 | 52,40  | 100,00 | 85,2217 | 17,71230      |
|                              | Valid N (listwise)                                                                                        | 12 |        |        |         |               |
| 3                            | IN024_AE - Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água (percentual) | 6  | 78,08  | 100,00 | 95,2167 | 8,57140       |
|                              | Valid N (listwise)                                                                                        | 6  |        |        |         |               |
| 4                            | IN024_AE - Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água (percentual) | 3  | 20,65  | 90,45  | 61,2533 | 36,27112      |
|                              | Valid N (listwise)                                                                                        | 3  |        |        |         |               |
| 5                            | IN024_AE - Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água (percentual) | 3  | 2,06   | 26,91  | 11,9267 | 13,19151      |
|                              | Valid N (listwise)                                                                                        | 3  |        |        |         |               |

| ESTATÍSTICA DESCRITIVA       |                                                                                                          |    |        |        |         |               |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------|--------|---------|---------------|
| Ligação média (entre grupos) |                                                                                                          | N  | Mínimo | Máximo | Média   | Desvio padrão |
| 1                            | IN056_AE - Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (percentual) | 21 | 1,77   | 44,04  | 21,5486 | 12,98787      |
|                              | Valid N (listwise)                                                                                       | 21 |        |        |         |               |
| 2                            | IN056_AE - Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (percentual) | 12 | 25,39  | 100,00 | 58,1125 | 19,36452      |
|                              | Valid N (listwise)                                                                                       | 12 |        |        |         |               |
| 3                            | IN056_AE - Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (percentual) | 6  | 27,71  | 65,85  | 46,6367 | 16,72041      |
|                              | Valid N (listwise)                                                                                       | 6  |        |        |         |               |
| 4                            | IN056_AE - Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (percentual) | 3  | 72,66  | 99,84  | 85,2867 | 13,69205      |
|                              | Valid N (listwise)                                                                                       | 3  |        |        |         |               |
| 5                            | IN056_AE - Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (percentual) | 3  | 1,85   | 23,75  | 10,7533 | 11,50952      |
|                              | Valid N (listwise)                                                                                       | 3  |        |        |         |               |

**APÊNDICE N – DESEMPENHO DOS *CLUSTERS* POR INDICADORES DE  
SANEAMENTO BÁSICO E POSIÇÃO NO RANKING ESTADUAL DE  
ESGOTAMENTO SANITÁRIO**

| Municípios              | Cluster | Var.16:<br>Índice de<br>coleta de<br>esgoto (0-<br>100) | Var.17:<br>Índice de<br>tratamento de<br>esgoto (0-<br>100) | Var.18:<br>Extensão da<br>rede de<br>esgoto por<br>ligação (0-25<br>m/lig.) | Var.19: Índice de<br>atendimento urbano<br>de esgoto referido<br>aos municípios<br>atendidos com<br>esgoto (0-100) | Var.20: Índice de<br>atendimento total de<br>esgoto referido aos<br>municípios<br>atendidos com água<br>(0-100) | Ranking |
|-------------------------|---------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Igarassu                | 1       | 2,15                                                    | 100                                                         | 7,35                                                                        | 2,37                                                                                                               | 2,18                                                                                                            | 16°     |
| Garanhuns               | 1       | 7,76                                                    | 100                                                         | 8,94                                                                        | 11,23                                                                                                              | 10,01                                                                                                           | 21°     |
| Caruaru                 | 1       | 44,33                                                   | 100                                                         | 8,73                                                                        | 49,6                                                                                                               | 44,04                                                                                                           | 23°     |
| Itapissuma              | 1       | 30,48                                                   | 100                                                         | 8,33                                                                        | 15,09                                                                                                              | 11,63                                                                                                           | 25°     |
| Recife                  | 1       | 65,8                                                    | 100                                                         | 14,24                                                                       | 39,95                                                                                                              | 39,95                                                                                                           | 26°     |
| Salgueiro               | 1       | 28,39                                                   | 100                                                         | 7,21                                                                        | 41,32                                                                                                              | 33,36                                                                                                           | 28°     |
| Ipubi                   | 1       | 19,87                                                   | 100                                                         | 8,31                                                                        | 44,69                                                                                                              | 27,46                                                                                                           | 29°     |
| Olinda                  | 1       | 48,15                                                   | 100                                                         | 12,97                                                                       | 36,89                                                                                                              | 36,17                                                                                                           | 30°     |
| Barreiros               | 1       | 28,63                                                   | 100                                                         | 10,64                                                                       | 38,48                                                                                                              | 32,11                                                                                                           | 31°     |
| Rio Formoso             | 1       | 31,44                                                   | 99,67                                                       | 11,28                                                                       | 28,35                                                                                                              | 17,11                                                                                                           | 32°     |
| Abreu e lima            | 1       | 27,33                                                   | 100                                                         | 12,82                                                                       | 24,32                                                                                                              | 22,31                                                                                                           | 33°     |
| Inajá                   | 1       | 31,87                                                   | 0                                                           | 12,42                                                                       | 54,89                                                                                                              | 22,89                                                                                                           | 36°     |
| Paulista                | 1       | 42,74                                                   | 0                                                           | 15,7                                                                        | 38,51                                                                                                              | 38,51                                                                                                           | 37°     |
| Moreno                  | 1       | 21,65                                                   | 32,92                                                       | 12,36                                                                       | 33,32                                                                                                              | 29,5                                                                                                            | 38°     |
| Vitória de Santo Antão  | 1       | 25,6                                                    | 0                                                           | 8,28                                                                        | 32,25                                                                                                              | 28,14                                                                                                           | 39°     |
| Sirinhaém               | 1       | 22,55                                                   | 0                                                           | 14,08                                                                       | 31,02                                                                                                              | 16,54                                                                                                           | 40°     |
| Arcoverde               | 1       | 5,37                                                    | 25,49                                                       | 9,3                                                                         | 5,83                                                                                                               | 5,31                                                                                                            | 41°     |
| Ipojuca                 | 1       | 14,71                                                   | 0                                                           | 12,1                                                                        | 16,14                                                                                                              | 11,95                                                                                                           | 42°     |
| São Lourenço da Mata    | 1       | 13,84                                                   | 0                                                           | 8,89                                                                        | 10,22                                                                                                              | 9,62                                                                                                            | 43°     |
| Cabo de Santo Agostinho | 1       | 1,71                                                    | 0                                                           | 8,46                                                                        | 13,19                                                                                                              | 11,96                                                                                                           | 44°     |
| Camaragibe              | 1       | 1,81                                                    | 0                                                           | 10,14                                                                       | 1,77                                                                                                               | 1,77                                                                                                            | 45°     |

| Municípios    | Cluster | Var.16:<br>Índice de<br>coleta de<br>esgoto (0-<br>100) | Var.17: Índice<br>de tratamento<br>de esgoto (0-<br>100) | Var.18:<br>Extensão da<br>rede de esgoto<br>por ligação<br>(0-25 m/lig.) | Var.19: Índice de<br>atendimento urbano<br>de esgoto referido<br>aos municípios<br>atendidos com esgoto<br>(0-100) | Var.20: Índice de<br>atendimento total de<br>esgoto referido aos<br>municípios atendidos<br>com água (0-100) | Ranking |
|---------------|---------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Tamandaré     | 2       | 71,06                                                   | 100                                                      | 9,28                                                                     | 100                                                                                                                | 100                                                                                                          | 1°      |
| Cedro         | 2       | 100                                                     | 100                                                      | 7,67                                                                     | 100                                                                                                                | 58,37                                                                                                        | 2°      |
| Panelas       | 2       | 100                                                     | 100                                                      | 10,29                                                                    | 100                                                                                                                | 54,45                                                                                                        | 4°      |
| Granito       | 2       | 100                                                     | 100                                                      | 11,03                                                                    | 99,41                                                                                                              | 46,09                                                                                                        | 5°      |
| Serra Talhada | 2       | 29,78                                                   | 100                                                      | 7,79                                                                     | 99,56                                                                                                              | 77,59                                                                                                        | 10°     |

|                        |   |       |       |       |       |       |     |
|------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| Cabrobó                | 2 | 81,55 | 84,89 | 7,23  | 100   | 64,13 | 11° |
| Lagoa Grande           | 2 | 100   | 100   | 12,39 | 78,76 | 54,12 | 12° |
| Belo Jardim            | 2 | 83,08 | 100   | 8,64  | 80,57 | 70,44 | 13° |
| Carnaubeira da Penha   | 2 | 100   | 100   | 10    | 56,6  | 25,39 | 14° |
| Brejo da Madre de Deus | 2 | 100   | 100   | 8,78  | 52,4  | 40,74 | 15° |
| Araripina              | 2 | 100   | 80,09 | 7,75  | 70,72 | 42,91 | 17° |
| Petrolina              | 2 | 66,15 | 92,24 | 10,18 | 84,64 | 63,12 | 18° |

| Municípios           | Cluster | Var.16: Índice de coleta de esgoto (0-100) | Var.17: Índice de tratamento de esgoto (0-100) | Var.18: Extensão da rede de esgoto por ligação (0-25 m/lig.) | Var.19: Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto (0-100) | Var.20: Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (0-100) | Ranking |
|----------------------|---------|--------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| São José do Belmonte | 3       | 97,38                                      | 0                                              | 3,13                                                         | 95,85                                                                                               | 63,84                                                                                            | 3°      |
| São José do Egito    | 3       | 100                                        | 0                                              | 7,67                                                         | 100                                                                                                 | 65,85                                                                                            | 6°      |
| Tupanatinga          | 3       | 100                                        | 0                                              | 5                                                            | 97,37                                                                                               | 37,8                                                                                             | 7°      |
| Betânia              | 3       | 65,25                                      | 0                                              | 9,19                                                         | 100                                                                                                 | 30,93                                                                                            | 20°     |
| Bodocó               | 3       | 44,82                                      | 0                                              | 15,65                                                        | 100                                                                                                 | 53,69                                                                                            | 24°     |
| Dormentes            | 3       | 53,5                                       | 0                                              | 9,51                                                         | 78,08                                                                                               | 27,71                                                                                            | 35°     |

| Municípios            | Cluster | Var.16: Índice de coleta de esgoto (0-100) | Var.17: Índice de tratamento de esgoto (0-100) | Var.18: Extensão da rede de esgoto por ligação (0-25 m/lig.) | Var.19: Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto (0-100) | Var.20: Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (0-100) | Ranking |
|-----------------------|---------|--------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Iguaraci              | 4       | 100                                        | 100                                            | 15                                                           | 20,65                                                                                               | 99,84                                                                                            | 8°      |
| Taquaritinga do Norte | 4       | 100                                        | 100                                            | 20                                                           | 90,45                                                                                               | 83,36                                                                                            | 9°      |
| Fernando de Noronha   | 4       | 72,48                                      | 100                                            | 19,38                                                        | 72,66                                                                                               | 72,66                                                                                            | 19°     |

| Municípios              | Cluster | Var.16: Índice de coleta de esgoto (0-100) | Var.17: Índice de tratamento de esgoto (0-100) | Var.18: Extensão da rede de esgoto por ligação (0-25 m/lig.) | Var.19: Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto (0-100) | Var.20: Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (0-100) | Ranking |
|-------------------------|---------|--------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Gravatá                 | 5       | 1,38                                       | 100                                            | 18,18                                                        | 2,06                                                                                                | 1,85                                                                                             | 22°     |
| Jaboatão dos Guararapes | 5       | 6,24                                       | 100                                            | 17,43                                                        | 6,81                                                                                                | 6,66                                                                                             | 27°     |
| Nazaré da Mata          | 5       | 12,88                                      | 100                                            | 22,5                                                         | 26,91                                                                                               | 23,75                                                                                            | 34°     |

## APÊNDICE O – RESULTADOS DA MATRIZ DE CORRELAÇÃO DE SPEARMAN

| Variável                                                        | Variáveis correlacionadas                                                                                                                                                                                                  | Tipo de correlação                                                   | Total de correlações |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------|
| (1) Razão da parcela população urbana com esgotamento sanitário | (2) Razão da parcela da população total com esgotamento sanitário;<br>(16) Índice de coleta de esgoto (percentual);<br>(20) Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (percentual). | Forte e convergente: r com valores positivos e superior a 0,7 até 1. | 3                    |
|                                                                 | (13) Investimento realizado em esgotamento sanitário pelo prestador de serviços (R\$/ano).                                                                                                                                 | Moderada e inversa: r com valores negativos e acima de 0,4 até 0,7.  | 1                    |
|                                                                 | (6) Volume de esgotos coletado (1.000 m³/ano).                                                                                                                                                                             | Fraca e convergente: r com valores positivos e acima de 0 até 0,4.   | 1                    |
|                                                                 | (4) Quantidade de economias ativas de esgotos (Economias);<br>(8) Volume de esgotos faturado (1.000 m³/ano);<br>(12) Receita operacional direta de esgoto (R\$/ano).                                                       | Fraca e inversa: r com valores negativos e acima de 0 até 0,4.       | 3                    |

| Variável                                                          | Variáveis correlacionadas                                                                                                                               | Tipo de correlação                                                      | Total de correlações |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| (2) Razão da parcela da população total com esgotamento sanitário | (16) Índice de coleta de esgoto (percentual);<br>(19) Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto (percentual). | Forte e convergente: r com valores positivos e superior a 0,7 até 1.    | 2                    |
|                                                                   | (6) Volume de esgotos coletado (1.000 m³/ano);<br>(9) Quantidade de economias residenciais ativas de esgotos (Economias).                               | Moderada e convergente: r com valores positivos e acima de 0,4 até 0,7. | 2                    |
|                                                                   | (13) Investimento realizado em esgotamento sanitário pelo prestador de serviços (R\$/ano).                                                              | Moderada e inversa: r com valores negativos e acima de 0,4 até 0,7.     | 1                    |

| Variável                                                | Variáveis correlacionadas                                                                                                                                                     | Tipo de correlação                                                   | Total de correlações |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------|
| (3) Quantidade de ligações ativas de esgotos (Ligações) | (5) Extensão da rede de esgotos (km);<br>(9) Quantidade de economias residenciais ativas de esgotos (Economias);<br>(10) Quantidade de ligações totais de esgotos (Ligações). | Forte e convergente: r com valores positivos e superior a 0,7 até 1. | 3                    |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                         |   |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---|
|  | (4) Quantidade de economias ativas de esgotos (Economias);<br>(6) Volume de esgotos coletado (1.000 m³/ano);<br>(7) Volume de esgotos tratado (1.000 m³/ano);<br>(8) Volume de esgotos faturado (1.000 m³/ano);<br>(11) Consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgotos (1.000 kWh/ano);<br>(12) Receita operacional direta de esgoto (R\$/ano);<br>(14) Quantidades de extravasamentos de esgotos registrados (Extravasamentos/ano);<br>(15) Duração dos extravasamentos registrados (Horas/ano). | Moderada e convergente: r com valores positivos e acima de 0,4 até 0,7. | 8 |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---|

| Variável                                                  | Variáveis correlacionadas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Tipo de correlação                                                    | Total de correlações |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------|
| (4) Quantidade de economias ativas de esgotos (Economias) | (7) Volume de esgotos tratado (1.000 m³/ano);<br>(8) Volume de esgotos faturado (1.000 m³/ano);<br>(9) Quantidade de economias residenciais ativas de esgotos (Economias);<br>(12) Receita operacional direta de esgoto (R\$/ano).                                                                                                                                                                                                    | Forte e convergente: r com valores positivos e superior a 0,7 até 1.  | 4                    |
|                                                           | (5) Extensão da rede de esgotos (km);<br>(10) Quantidade de ligações totais de esgotos (Ligações);<br>(11) Consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgotos (1.000 kWh/ano);<br>(13) Investimento realizado em esgotamento sanitário pelo prestador de serviços (R\$/ano);<br>(14) Quantidades de extravasamentos de esgotos registrados (Extravasamentos/ano);<br>(15) Duração dos extravasamentos registrados (Horas/ano); | Moderada convergente: r com valores positivos e acima de 0,4 até 0,7. | 6                    |
|                                                           | (16) Índice de coleta de esgoto (percentual);<br>(19) Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto (percentual).                                                                                                                                                                                                                                                                               | Fraca e inversa: r com valores negativos e acima de 0 até 0,4.        | 2                    |



| Variável                             | Variáveis correlacionadas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Tipo de correlação                                                      | Total de correlações |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| (5) Extensão da rede de esgotos (km) | (9) Quantidade de economias residenciais ativas de esgotos (Economias);<br>(10) Quantidade de ligações totais de esgotos (Ligações);                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Forte e convergente: r com valores positivos e superior a 0,7 até 1.    | 2                    |
|                                      | (6) Volume de esgotos coletado (1.000 m³/ano);<br>(7) Volume de esgotos tratado (1.000 m³/ano);<br>(8) Volume de esgotos faturado (1.000 m³/ano);<br>(11) Consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgotos (1.000 kWh/ano);<br>(12) Receita operacional direta de esgoto (R\$/ano);<br>(14) Quantidades de extravasamentos de esgotos registrados (Extravasamentos/ano);<br>(15) Duração dos extravasamentos registrados (Horas/ano). | Moderada e convergente: r com valores positivos e acima de 0,4 até 0,7. | 7                    |

| Variável                                      | Variáveis correlacionadas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Tipo de correlação                                                      | Total de correlações |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| (6) Volume de esgotos coletado (1.000 m³/ano) | (9) Quantidade de economias residenciais ativas de esgotos (Economias).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Forte e convergente: r com valores positivos e superior a 0,7 até 1.    | 1                    |
|                                               | (10) Quantidade de ligações totais de esgotos (Ligações);<br>(11) Consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgotos (1.000 kWh/ano);<br>(14) Quantidades de extravasamentos de esgotos registrados (Extravasamentos/ano);<br>(16) Índice de coleta de esgoto (percentual);<br>(20) Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (percentual). | Moderada e convergente: r com valores positivos e acima de 0,4 até 0,7. | 5                    |
|                                               | (15) Duração dos extravasamentos registrados (Horas/ano);<br>(19) Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto (percentual).                                                                                                                                                                                                                       | Fraca e convergente: r com valores positivos e acima de 0 até 0,4       | 2                    |

| Variável                                     | Variáveis correlacionadas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Tipo de correlação                                                      | Total de correlações |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| (7) Volume de esgotos tratado (1.000 m³/ano) | (8) Volume de esgotos faturado (1.000 m³/ano);<br>(9) Quantidade de economias residenciais ativas de esgotos (Economias);<br>(12) Receita operacional direta de esgoto (R\$/ano).                                                                                                                                                                                                            | Forte e convergente: r com valores positivos e superior a 0,7 até 1.    | 3                    |
|                                              | (10) Quantidade de ligações totais de esgotos (Ligações);<br>(11) Consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgotos (1.000 kWh/ano);<br>(13) Investimento realizado em esgotamento sanitário pelo prestador de serviços (R\$/ano);<br>(14) Quantidades de extravasamentos de esgotos registrados (Extravasamentos/ano).<br>(15) Duração dos extravasamentos registrados (Horas/ano). | Moderada e convergente: r com valores positivos e acima de 0,4 até 0,7. | 5                    |

| Variável                                      | Variáveis correlacionadas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Tipo de correlação                                                      | Total de correlações |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| (8) Volume de esgotos faturado (1.000 m³/ano) | (9) Quantidade de economias residenciais ativas de esgotos (Economias);<br>(12) Receita operacional direta de esgoto (R\$/ano).                                                                                                                                                                                                                                                              | Forte e convergente: r com valores positivos e superior a 0,7 até 1.    | 2                    |
|                                               | (10) Quantidade de ligações totais de esgotos (Ligações);<br>(11) Consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgotos (1.000 kWh/ano);<br>(13) Investimento realizado em esgotamento sanitário pelo prestador de serviços (R\$/ano);<br>(14) Quantidades de extravasamentos de esgotos registrados (Extravasamentos/ano);<br>(15) Duração dos extravasamentos registrados (Horas/ano). | Moderada e convergente: r com valores positivos e acima de 0,4 até 0,7. | 5                    |
|                                               | (16) Índice de coleta de esgoto (percentual).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Moderada e inversa: r com valores negativos e acima de 0,4 até 0,7.     | 1                    |
|                                               | (19) Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto (percentual).                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Fraca e inversa: r com valores negativos e acima de 0 até 0,4.          | 1                    |

| Variável                                                               | Variáveis correlacionadas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Tipo de correlação                                                      | Total das correlações |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| (9) Quantidade de economias residenciais ativas de esgotos (Economias) | (10) Quantidade de ligações totais de esgotos (Ligações);<br>(12) Receita operacional direta de esgoto (R\$/ano).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Forte e convergente: r com valores positivos e superior a 0,7 até 1.    | 2                     |
|                                                                        | (11) Consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgotos (1.000 kWh/ano)<br>(13) Investimento realizado em esgotamento sanitário pelo prestador de serviços (R\$/ano);<br>(14) Quantidades de extravasamentos de esgotos registrados (Extravasamentos/ano);<br>(15) Duração dos extravasamentos registrados (Horas/ano);<br>(20) Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (percentual). | Moderada e convergente: r com valores positivos e acima de 0,4 até 0,7. | 5                     |

| Variável                                                 | Variáveis correlacionadas                                                                                                                                                                                                                                                                 | Tipo de correlação                                                      | Total de correlações |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| (10) Quantidade de ligações totais de esgotos (Ligações) | (11) Consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgotos (1.000 kWh/ano);<br>(12) Receita operacional direta de esgoto (R\$/ano);<br>(14) Quantidades de extravasamentos de esgotos registrados (Extravasamentos/ano);<br>(15) Duração dos extravasamentos registrados (Horas/ano). | Moderada e convergente: r com valores positivos e acima de 0,4 até 0,7. | 4                    |

| Variável                                                                       | Variáveis correlacionadas                                                                                                                                                                                                                    | Tipo de correlação                                                      | Total de correlações |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| (11) Consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgotos (1.000 kWh/ano) | (12) Receita operacional direta de esgoto (R\$/ano).                                                                                                                                                                                         | Forte e convergente: r com valores positivos e superior a 0,7 até 1.    | 1                    |
|                                                                                | (13) Investimento realizado em esgotamento sanitário pelo prestador de serviços (R\$/ano);<br>(14) Quantidades de extravasamentos de esgotos registrados (Extravasamentos/ano);<br>(15) Duração dos extravasamentos registrados (Horas/ano). | Moderada e convergente: r com valores positivos e acima de 0,4 até 0,7. | 3                    |

| Variável                                            | Variáveis correlacionadas                                                                                                                                                                                                                    | Tipo de correlação                                                      | Total de correlações |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| (12) Receita operacional direta de esgoto (R\$/ano) | (13) Investimento realizado em esgotamento sanitário pelo prestador de serviços (R\$/ano);<br>(14) Quantidades de extravasamentos de esgotos registrados (Extravasamentos/ano);<br>(15) Duração dos extravasamentos registrados (Horas/ano). | Moderada e convergente: r com valores positivos e acima de 0,4 até 0,7. | 3                    |
|                                                     | (16) Índice de coleta de esgoto (percentual).                                                                                                                                                                                                | Moderada e inversa: r com valores negativos e acima de 0,4 até 0,7.     | 1                    |
|                                                     | (19) Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto (percentual)                                                                                                                                        | Fraca e inversa: r com valores negativos e acima de 0 até 0,4.          | 1                    |

| Variável                                                                                  | Variáveis correlacionadas                                                                                                                                                                                                                                      | Tipo de correlação                                                  | Total de correlações |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------|
| (13) Investimento realizado em esgotamento sanitário pelo prestador de serviços (R\$/ano) | (16) Índice de coleta de esgoto (percentual);<br>(19) Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto (percentual);<br>(20) Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (percentual). | Moderada e inversa: r com valores negativos e acima de 0,4 até 0,7. | 3                    |
|                                                                                           | (14) Quantidades de extravasamentos de esgotos registrados (Extravasamentos/ano);<br>(15) Duração dos extravasamentos registrados (Horas/ano).                                                                                                                 | Fraca e convergente: r com valores positivos e acima de 0 até 0,4   | 2                    |

| Variável                                                                         | Variáveis correlacionadas                                 | Tipo de correlação                                                   | Total de Correlações |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------|
| (14) Quantidades de extravasamentos de esgotos registrados (Extravasamentos/ano) | (15) Duração dos extravasamentos registrados (Horas/ano). | Forte e convergente: r com valores positivos e superior a 0,7 até 1. | 1                    |

| Variável                                     | Variáveis correlacionadas                                                                                                                                                                                     | Tipo de correlação                                                   | Total de correlações |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------|
| (16) Índice de coleta de esgoto (percentual) | (19) Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto (percentual);<br>(20) Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (percentual). | Forte e convergente: r com valores positivos e superior a 0,7 até 1. | 2                    |

| Variável                                                                                              | Variáveis correlacionadas                                                                           | Tipo de correlação                                                   | Total de correlações |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------|
| (19) Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto (percentual) | (20) Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (percentual). | Forte e convergente: r com valores positivos e superior a 0,7 até 1. | 1                    |