

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGE**

**FERNANDA KLAFKE**

**INDICADORES DE GESTÃO DE SANEAMENTO BÁSICO E INFESTAÇÃO DO**  
***Aedes aegypti* EM REGIÕES BRASILEIRAS.**

**JOINVILLE - SC**  
**2021**

**INDICADORES DE GESTÃO DE SANEAMENTO BÁSICO E INFESTAÇÃO DO  
*Aedes aegypti* EM REGIÕES BRASILEIRAS.**

**FERNANDA KLAFKE**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil do Centro de Ciências Tecnológicas, da Universidade do Estado de Santa Catarina como requisito para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil.

Orientadora Dr(a): Prof. Virgínia Grace Barros

Coorientadora Dr(a): Prof. Elisa Henning

**JOINVILLE  
2021**

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da  
Biblioteca Setorial do CCT/UDESC,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Klafke, Fernanda

Indicadores de gestão de saneamento básico e infestação  
do *Aedes aegypti* em regiões brasileiras / Fernanda Klafke. --  
2021.

196 p.

Orientadora: Virginia Grace Barros

Coorientadora: Elisa Henning

Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de  
Santa Catarina, Centro de Ciências Tecnológicas, Programa  
de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Joinville, 2021.

1. Saneamento Básico. 2. *Aedes aegypti*. 3. árvores de  
regressão. 4. indicadores. 5. LIRAA. I. Barros, Virginia Grace.  
II. Henning, Elisa. III. Universidade do Estado de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Tecnológicas, Programa de  
Pós-Graduação em Engenharia Civil. IV. Título.

**FERNANDA KLAFKE**

**INDICADORES DE GESTÃO DE SANEAMENTO BÁSICO E INFESTAÇÃO DO  
*Aedes aegypti* EM REGIÕES BRASILEIRAS.**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil do Centro de Ciências Tecnológicas, da Universidade do Estado de Santa Catarina como requisito para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil.

**BANCA EXAMINADORA**

Dra. Virgínia Grace Barros  
UDESC

Membros:

Dr. Romualdo Theophanes de França Júnior  
UDESC

Dra. Therezinha Maria Novais de Oliveira  
UNIVILLE

Joinville, 25 de fevereiro de 2021.

“Sou muito grato às adversidades que apareceram na minha vida, pois elas me ensinaram a tolerância, a simpatia, o autocontrole, a perseverança e outras qualidades que, sem essas adversidades, eu jamais conheceria” (Napoleon Hill).

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço em primeiro lugar à Deus, pelos teus planos para minha vida serem sempre maiores do que os meus sonhos. E por sempre permitir que eu me reinvente diante das adversidades da vida.

À minha família, em especial meu pai e minha mãe, que sempre incentivaram meus sonhos, compreenderam a minha ausência e sempre estiveram presentes apesar da distância.

À Universidade do Estado de Santa Catarina, em especial ao Programa de Pós-Graduação em engenharia civil por esta oportunidade.

À FAPESC pelo apoio concedido em parte da minha pós-graduação.

À minha orientadora, Profa. Dra. Virgínia Grace Barros por todos os ensinamentos e apoio durante esse período.

À minha coorientadora Profa. Dra. Elisa Henning, pela experiência e alicerce na área de Estatística, tão necessária para a obtenção dos resultados e conclusão do trabalho.

À Profa. Dra. Andreza Kalbusch, coordenadora do mestrado em Engenharia Civil, por toda a compreensão e disponibilidade para nos auxiliar nas dificuldades do mestrado.

Aos professores Dr. Romualdo Theophanes de França Júnior e Dra. Therezinha Maria Novais de Oliveira por aceitarem o convite de participar da minha banca examinadora, contribuindo com ideias e sugestões para a melhoria da minha dissertação.

Ao meu namorado Gabriel por sempre me incentivar a ser uma pessoa melhor, e compreender minha ausência, cansaço e nervosismo durante todo o mestrado.

Aos colegas de mestrado da turma 2018/02 do PPGEC, por toda a amizade e companheirismo, em especial ao Fabiano e a Cláudia.

Aos amigos que respeitaram a minha ausência e sempre estiveram presentes nas horas mais difíceis, em especial Wagner, Kalindi e Karina.

## RESUMO

Atualmente, as doenças transmitidas por vetores são apontadas como uma das principais causas de morbidade e mortalidade em todo o mundo. O *Aedes aegypti*, é o principal vetor transmissor de doenças em todo o mundo. O presente trabalho tem como objetivo identificar as relações existentes entre os indicadores do saneamento básico no Brasil com o índice de infestação do mosquito *Aedes Aegypti*. As análises referentes ao saneamento básico envolveram o banco de dados do abastecimento de água e esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais fornecidos pelo SNIS para o ano de 2017. Para o índice de infestação do mosquito *Aedes Aegypti* foi utilizado o LIRAA (Levantamento Rápido do Índice de Infestação para *Aedes aegypti*) obtido no portal da transparência do Ministério da Saúde para o ano de 2017. Os dados analisados do LIRAA foram avaliados segundo o critério do IIP (Índice de Infestação Predial) que são classificados em três classes: satisfatório, em alerta e em risco. Cada banco de dados do saneamento básico foi analisado separadamente com o LIRAA dos municípios, resultando em três análises distintas dispostas da seguinte forma: Água e esgoto x LIRAA, Resíduos Sólidos x LIRAA e, Drenagem x LIRAA. Além disso, em virtude das diferenças culturais, sociais, econômicas, geográficas, entre outras, optou-se por agrupar os municípios brasileiros em suas respectivas regiões. Inicialmente, foi feita análise exploratória de dados e de correlação para os 5570 municípios brasileiros em cada uma das três análises. Para avaliar o efeito simultâneo dos fatores escolheu-se usar árvores de regressão, visto que este método é adequado para analisar banco de dados complexos, com muitas variáveis, com presença de não linearidade e interações entre os fatores. Árvores de regressão foram aplicadas para identificar os fatores do saneamento básico que mais afetam o LIRAA. Os erros absolutos médios variaram entre 0,755 região Sul (água e esgoto x LIRAA) e 2,7 para a região Nordeste (drenagem x LIRAA). Em todas as análises realizadas, identificou-se que os municípios com uma gestão mais eficiente dos indicadores de saneamento básico têm índices menores de infestação predial, evidenciando uma relação entre o índice de IIP e o saneamento básico.

**Palavras-chave:** *Aedes aegypti*, LIRAA, Saneamento Básico, indicadores, árvore de regressão.

## ABSTRACT

Currently, vector-borne diseases are identified as one of the main causes of morbidity and mortality worldwide. *Aedes aegypti*, is the main vector that transmits diseases worldwide. The present work aims to identify the existing relationships between basic sanitation indicators in Brazil and the *Aedes Aegypti* mosquito infestation index. The analyzes referring to basic sanitation involved three distinct databases: water supply and sanitary sewage, solid waste, and rainwater drainage provided by SNIS for the year 2017. LIRAA was used for the infestation index of the mosquito *Aedes Aegypti* (Rapid Survey of the Infestation Index for *Aedes aegypti*) obtained from the Ministério da Saúde transparency portal for the year 2017. The analyzed data from LIRAA were evaluated according to the IIP (Building Infestation Index) criteria, which are classified into three indexes: satisfactory, alert and at risk. Each database of basic sanitation was analyzed separately with the LIRAA of the municipalities, resulting in three different analyzes arranged as follows: Water and sewage x LIRAA, Solid Waste x LIRAA and, Drainage x LIRAA. In addition, due to cultural, social, economic and geographical differences, among others, it was decided to divide Brazilian municipalities into their respective regions. Initially, exploratory data and correlation analysis was carried out for the 5,570 Brazilian municipalities in each of the three analyzes. To assess the simultaneous effect of the factors, we chose to use regression trees, since this method is suitable for analyzing complex databases, with many variables, with the presence of non-linearity and interactions between the factors. Regression trees were applied to identify the basic sanitation factors that most affect LIRAA. The mean absolute errors varied between 0.755 south (water and exhaustion x LIRAA) and 2.7 for the northeast region (drainage x LIRAA). In all the analyzes carried out, it was identified that the municipalities with a more efficient management of basic sanitation indicators have lower rates of building infestation, showing a relationship between the IIP index and basic sanitation.

**Palavras-chave:** *Aedes aegypti*, LIRAA, Basic Sanitation, indicators, regression tree.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Proporção da população com acesso ao saneamento básico em 2011. ....	26
Figura 2- Prioridades de investimento para o saneamento básico até 2012. ....	31
Figura 3- Evolução dos índices de atendimento com abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto. ....	33
Figura 4- Proporção de investimentos em saneamento básico no Brasil entre os anos de 1971 a 2015, em relação ao PIB. ....	34
Figura 5- Percentual de pessoas atendidas com abastecimento de água, coleta de esgoto e tratamento do esgoto gerado por região no Brasil (2015). ....	34
Figura 6- Relação entre Situação em 2016 e meta do governo para 2033. ....	35
Figura 7- Mosquito <i>Aedes aegypti</i> . ....	39
Figura 8- Ovos do mosquito <i>Aedes aegypti</i> . ....	40
Figura 9- Larva do mosquito <i>Aedes aegypti</i> . ....	40
Figura 10- Pupa do mosquito <i>Aedes aegypti</i> . ....	41
Figura 11- Ciclo de vida do <i>Aedes aegypti</i> . ....	42
Figura 12- Medidas preventivas contra o mosquito <i>Ae. aegypti</i> . ....	46
Figura 13– As áreas verdes representam o risco de incidência de <i>Ae. Aegypti</i> . ....	47
Figura 14– Classificação e Definição de Depósitos. ....	52
Figura 15– Desenho esquemático da metodologia. ....	54
Figura 16- Divisão territorial do Brasil. ....	56
Figura 17– Estrutura da árvore de decisão. ....	63
Figura 18– Estrutura da poda em uma AD. ....	64

Figura 19- Percentual dos municípios que disponibilizaram ao menos um indicador ao SNIS referente ao abastecimento de água e esgotamento sanitário por região no ano de 2017.....	66
Figura 20 - Percentual dos municípios selecionados, que apresentaram os 47 indicadores, para a análise de abastecimento de água e esgotamento sanitário por região no ano de 2017.....	67
Figura 21 - Faixa populacional municípios selecionados por região. ....	68
Figura 22- Percentual dos municípios que disponibilizaram ao menos um indicador ao SNIS referente ao manejo de resíduos sólidos por região no ano de 2017. ....	70
Figura 23- Percentual dos municípios selecionados para a análise de manejo de resíduos sólidos por região no ano de 2017.....	70
Figura 24- Faixa populacional dos municípios selecionados por região. ....	71
Figura 25- Percentual dos municípios que disponibilizaram ao menos um indicador ao SNIS referente a drenagem e manejo de águas pluviais por região no ano de 2017. ....	72
Figura 26- Percentual dos municípios selecionados para a análise de drenagem e manejo de águas pluviais por região no ano de 2017.....	73
Figura 27- Faixa populacional municípios selecionados por região. ....	74
Figura 28- Quantidade de municípios com IIP disponíveis para o ano de 2017. ....	75
Figura 29– IIP dos municípios selecionados para análise do abastecimento de água e esgotamento sanitário distribuídos por região.....	75
Figura 30- IIP dos municípios selecionados para análise do manejo de resíduos sólidos distribuídos por região. ....	76
Figura 31- IIP dos municípios selecionados para análise da drenagem e manejo de águas pluviais distribuídos por região.....	76
Figura 32- Distribuição dos municípios selecionados para a primeira análise classificados pelo IIP.....	77
Figura 33 - <i>Boxplot</i> da variável IIP. ....	79
Figura 34 - Histograma variável IIP. ....	79
Figura 35 –Matriz de correlação dos Indicadores econômico-financeiros e administrativos. ....	81

Figura 36 – Primeira Matriz de correlação dos Indicadores operacionais de água .....	83
Figura 37 – Segunda Matriz de correlação dos Indicadores operacionais de água. ....	83
Figura 38 –Matriz de correlação dos Indicadores operacionais de esgoto.....	84
Figura 39 –Matriz de correlação dos Indicadores de qualidade referente a água e ao esgoto.....	85
Figura 40 – Municípios selecionados para as análises das árvores de regressão referente ao abastecimento de água e esgotamento sanitário.....	88
Figura 41 - Árvore de regressão da região Centro oeste. ....	90
Figura 42 - Árvore de regressão da região Nordeste. ....	91
Figura 43 - Árvore de regressão da região Norte. ....	92
Figura 44 – Árvore de regressão da região Sudeste.....	93
Figura 45 - Árvore de regressão da região Sul.....	94
Figura 46- Indicadores regionais para AE. ....	97
Figura 47- <i>Boxplot</i> da variável IIP .....	102
Figura 48 - Histograma variável IIP. ....	102
Figura 49 –Matriz de correlação dos Indicadores de despesas e de pessoal.....	104
Figura 50 –Matriz de correlação dos Indicadores coleta domiciliar e pública.....	106
Figura 51 – Matriz de correlação dos Indicadores de coleta seletiva e triagem. ....	107
Figura 52 – Matriz de correlação dos Indicadores referentes aos serviços de varrição, capina e roçada. ....	108
Figura 53– Municípios selecionados para as análises das árvores de regressão referente ao manejo de resíduos sólidos.....	112
Figura 54 - Árvore de regressão da região Centro Oeste. ....	113
Figura 55 - Árvore de regressão região Nordeste. ....	114
Figura 56 - Árvore de regressão região Norte. ....	115
Figura 57- Árvore de regressão região Sudeste.....	116

Figura 58 – Árvore de regressão da região Sul.....	117
Figura 59– Indicadores regionais para RS. ....	119
Figura 60- <i>Boxplot</i> da variável IIP .....	124
Figura 61 - Histograma variável IIP. ....	125
Figura 62 – Matriz de correlação dos Indicadores sobre despesas e trabalhadores. ....	126
Figura 63– Municípios selecionados para as análises das árvores de regressão referente à drenagem e manejo de águas pluviais.....	129
Figura 64 - Árvore de regressão da região Centro Oeste. ....	130
Figura 65 - Árvore de regressão da região Nordeste. ....	131
Figura 66 - Árvore de regressão da região Norte. ....	131
Figura 67- Árvore de regressão da região Sudeste.....	132
Figura 68- Árvore de regressão da região Sul.....	133
Figura 69- Indicadores regionais para DRE. ....	136

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Investimento em projetos com saneamento em 2008. ....	31
Tabela 2- Análise do IIP. ....	52
Tabela 3- População do país em cada região. ....	55
Tabela 4- Níveis de classificação dos coeficientes de correlação.....	61
Tabela 5- Estatísticas Descritivas do IIP referente ao abastecimento de água e esgotamento sanitário. ....	78
Tabela 6 – Teste Shapiro-Wilk para variáveis independentes com nível de significância de 5%.....	80
Tabela 7- Estatísticas Descritivas do AE índice de infestação predial (IIP) para a análise de árvores de regressão. ....	89
Tabela 8- Erros obtidos nas árvores regionais para o abastecimento de água e esgotamento sanitário. ....	96
Tabela 9 - Estatísticas Descritivas do IIP referente ao manejo de resíduos sólidos. ....	101
Tabela 10– Teste Shapiro-Wilk para variáveis independentes com nível de significância de 5%.....	103
Tabela 11- Estatísticas Descritivas dos RS referentes ao índice de infestação predial (IIP) para a análise de árvores de regressão. ....	111
Tabela 12 - Erros obtidos nas árvores regionais para o manejo de resíduos sólidos. ....	118
Tabela 13- Estatísticas Descritivas do IIP referente a drenagem e manejo de águas pluviais.....	124
Tabela 14- Teste Shapiro-Wilk para variáveis independentes com nível de significância de 5%.....	125
Tabela 15- Estatísticas Descritivas do AE índice de infestação predial (IIP) para a análise de árvores de regressão. ....	128
Tabela 16 - Erros obtidos nas árvores em cada região para a drenagem e manejo de águas pluviais. ....	134

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação das faixas populacionais de acordo com o SNIS. ....	68
Quadro 2 - Resumo dos indicadores selecionados para as árvores de regressão referente ao abastecimento de água e esgotamento sanitário. ....	86
Quadro 3 - Resumo dos resultados regionais que influenciam o IIP referente ao abastecimento de água e esgotamento sanitário. ....	96
Quadro 4- Resumo dos indicadores selecionados para as árvores de regressão referente ao manejo de resíduos sólidos. ....	109
Quadro 5 -Resumo dos resultados obtidos nas árvores de regressão referente ao manejo de resíduos sólidos. ....	119
Quadro 6 - Resumo dos indicadores selecionados para as árvores de regressão referente a drenagem e ao manejo de águas pluviais. ....	127
Quadro 7- Resumo dos resultados regionais obtidos nas árvores de regressão referente à drenagem e manejo de águas pluviais. ....	135

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AE	Indicadores de abastecimento de água e esgotamento sanitário
<i>Ae. Aegypti</i>	<i>Aedes aegypti</i>
BNH	Banco Nacional da Habitação
CESBs	Companhias Estaduais de Saneamento Básico
CHIKV	Vírus da Chikungunya
CNSB	Conselho Nacional de Saneamento Básico
DENV	Sorotipo da Dengue
DNOS	Departamento Nacional de Obras de Saneamento
DRE	Indicadores de drenagem e manejo de águas pluviais
EUA	Estados Unidos da América
FAT	Fundo de Amparo ao Trabalhador
FGTS	Fundo de Garantia por Tempo de Serviço
FNOS	Fundo Nacional de Obras de Saneamento
FRAE	Fundo Rotativo de Águas e Esgoto
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IA	Intervalo Amostral
IB	Índice de Infestação de Breteau
IC	Início Casual
IIP	Índice de Infestação Predial
IOC	Instituto Oswaldo Cruz
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
ITBI	Imposto de Transmissão de Bens Imóveis
ITR	Índice por tipo de recipiente
LIRAa	Levantamento Rápido do índice de infestação para <i>Aedes aegypti</i>
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
MS	Ministério da Saúde
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
OPAS	Organização Pan-Americana de Saúde
PLANASA	Política Nacional de Saneamento Básico

PLANSAB	Plano Nacional de Saneamento Básico
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
RS	Indicadores de manejo de resíduos sólidos
SFS	Sistema Financeiro de Saneamento
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNIS-AE	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento para o Abastecimento de água e Esgotamento sanitário
SNIS-DRE	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento para a Drenagem e manejo de águas pluviais
SNIS-RS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento para o Manejo de Resíduos Sólidos
SNS	Secretaria Nacional de Saneamento
ZIKV	Vírus da Zika



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>20</b>
<b>1.1</b>	<b>JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>20</b>
<b>1.2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>23</b>
1.2.1	Objetivo Geral.....	23
1.2.2	Objetivos Específicos.....	23
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>24</b>
2.1	SANEAMENTO BÁSICO .....	24
2.2	SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL .....	26
2.2.1	Saneamento Básico no Brasil.....	26
2.2.2	Panorama Atual Brasileiro .....	32
2.3	SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO.....	36
2.4	SAÚDE PÚBLICA E SANEAMENTO.....	37
2.4.1	Panorama Mundial.....	37
2.4.2	Panorama Brasileiro .....	38
2.5	AEDES AEGYPTI .....	39
2.5.1	Características do <i>Aedes aegypti</i> .....	39
2.5.2	Proliferação do <i>Aedes aegypti</i> .....	42
2.5.3	Medidas preventivas.....	45
2.5.4	Abordagem histórica.....	47
2.6	LEVANTAMENTO RÁPIDO DO ÍNDICE DE INFESTAÇÃO PARA <i>Aedes aegypti</i> - LIRAA .....	48
2.6.1	Amostragem .....	49
2.6.2	Indicadores .....	50
2.6.3	Criadouros .....	52
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>53</b>
3.1	ÁREA DE ESTUDO .....	54



Anexo 5 – Glossário dos Indicadores de DRENAGEM PLUVIAL usados para o estudo.

187

Anexo 6 – Lista dos Municípios Estudados na análise inicial e seus respectivos Índices

LIRAA..... 190

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 JUSTIFICATIVA

A infraestrutura de saneamento básico é essencial para a manutenção da saúde pública e para o desenvolvimento social e econômico de uma comunidade (WELLE; WALNYCKI, 2012). Para Prado e Miagostovich (2014) as atividades de saneamento, representadas pelo abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos urbanos e a drenagem de águas pluviais são componentes centrais para o controle da disseminação e transmissão de doenças e da mortalidade infantil. A transmissão dessas doenças pode ocorrer por diferentes meios como a contaminação da água, a exposição ao esgoto e a proliferação de vetores. Alguns exemplos de doenças relacionadas à falta de saneamento são a Cólera, a Esquistossomose, a Malária, a Febre Amarela e a Dengue.

Teixeira e Guilhermino (2006), afirmam que a saúde pública nos estados brasileiros pode ser melhorada com a ampliação da infraestrutura sanitária. Para a Organização Pan-Americana da Saúde (2004), além de elevar a qualidade de vida das pessoas as intervenções em saneamento básico podem ser concebidas com o intuito de diminuir as desigualdades regionais. Somado a isso, Franco Netto *et al.*, (2009) ressaltam que a má qualidade de vida da população, gerada principalmente pela desigualdade social, resulta em pressão não só sobre o meio ambiente, mas também sobre o homem nele inserido.

No Brasil cerca da metade da população não possui serviços adequados de coleta ou tratamento de esgotos, destes, apenas 70% dos esgotos coletados recebem algum tipo de tratamento (BRASIL, 2018). Somando-se a estes fatos, o Ministério da Saúde aponta que a má qualidade no abastecimento de água, a destinação inadequada de resíduos sólidos, as enchentes e inundações nas cidades são apontados como os principais causadores de aproximadamente 263 mil internações e um custo de R\$ 100 milhões no país ao longo de 2017 (GONÇALVES, 2018).

O descaso da gestão pública com o saneamento básico é observado na ausência de regulamentação e ordenamento jurídico entre os anos de 1990 a 2006. Em 2007 a Lei Federal 11.445/07 instituiu a Política Nacional de Saneamento Básico

(PLANSAB), seguindo os princípios da universalização, integridade, qualidade e equidade (BRASIL, 2007).

Dentro do saneamento, o manejo de resíduos sólidos urbanos ganha relevância. O crescimento da população aliado à gestão imprópria destes resíduos tem causado um grave problema urbano e ambiental contemporâneo contribuindo diretamente nos problemas de saúde pública (GOUVEIA, 2012). Quando não há um manejo adequado dos resíduos, doenças podem ser transmitidas indiretamente por meio da proliferação de vetores como, por exemplo, roedores e insetos.

Embora a Lei Federal 11.445/2007 tenha intitulado a drenagem e o manejo de águas pluviais como um dos pilares do saneamento básico, em termos de regulação e regulamentação é o menos assistido no Brasil. Na maioria dos casos brasileiros, as secretarias municipais são responsáveis pela prestação desse serviço, que, não raro, encontram-se defasadas em termos de estrutura, qualificação técnica e recursos financeiros, e não integram os serviços de drenagem e manejo de águas pluviais com os demais pilares do saneamento básico, isto é, o abastecimento de água, o esgotamento sanitário e o manejo de resíduos sólidos (COLOMBELLI, 2018).

Municípios, principalmente dos países em desenvolvimento, carecem de informações para orientar a tomada de decisões (CERVANTES *et al.*, 2021). São necessárias ferramentas que sistematizem a coleta e análise de dados e, avaliem todos os aspectos do sistema, incluindo os técnicos e não técnicos. Para Romero *et al.*, (2020), a falta de informações, dificulta o uso de indicadores e, conseqüentemente, o aprimoramento dos sistemas. No Brasil, a utilização de indicadores esbarra na escassez e má qualidade das informações disponíveis (SILVA; PRIETTO; KORF, 2019).

Utilizados para avaliação há décadas, indicadores são parâmetros que fornecem informações ou descrevem um ambiente, área ou fenômeno, com um significado além do valor associado (LINSTER, 2003). Além de auxiliar nas pesquisas e compreensão do meio inserido, servem também para simplificar informações relevantes sobre fenômenos complexos, tomar decisões ou verificar o cumprimento de objetivos (EEA, 2016; CERVANTES *et al.*, 2018).

Dados da organização Pan-Americana de Saúde – OPAS (2019), demonstram que em 2019 o continente Americano apresentou recordes nos casos de Dengue até então registrados. O Brasil com 2.070.170 casos notificados foi o país com maior número de casos (OPAS, 2019). Típico de regiões de clima tropical e subtropical, com

hábitos principalmente diurnos, o *Aedes aegypti* é um inseto encontrado em todos os estados brasileiros, sendo o responsável pela proliferação de sucessivas epidemias no país (MARTINS *et al.*, 2010). O *Aedes aegypti* se desenvolve em criadouros artificiais onde encontra água parada. Durante os períodos de calor intenso, o descaso para com o saneamento básico é perfeito para que ocorra o acúmulo de água e a proliferação desse mosquito (FLAUZINO; SANTOS; OLIVEIRA, 2011).

De acordo com o Ministério da Saúde (BRASIL, 2013), no Brasil, métodos simplificados por amostragem têm sido utilizados para facilitar a obtenção de dados estatísticos a respeito desse vetor, objetivando análises sistemáticas e periódicas de forma rápida e econômica. Visitas domiciliares são realizadas por agentes da saúde para verificar possíveis locais e depósitos de proliferação dos mosquitos *Aedes aegypti*. O índice de infestação predial – IIP (porcentagem de imóveis com a presença do *Aedes aegypti*), o índice de Breteau – IB (número de depósitos positivos para cada 100 imóveis analisados) e o índice de recipiente – ITR (porcentagem de depósitos com presença de *Aedes aegypti*) são os indicadores estimados durante as visitas domiciliares (BRASIL, 2013). No entanto, o uso de tais índices como um sinal de alarme raramente é considerado ao planejar programas de prevenção (CAVALCANTE *et al.*, 2020). As taxas de reprodução alarmantes são provenientes da crescente urbanização, movimentação da população, programas fracos de controle de vetores e mudanças climáticas (SIM *et al.*, 2020).

Grande parte da literatura aborda as relações entre as variações climáticas e o LIRAA, e apesar de citar a relação entre o saneamento básico e o aumento da proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, há poucas informações a respeito de como os indicadores de saneamento básico influenciam este índice. Portanto, embora evidente a relação entre o LIRAA e o saneamento básico (LAGROTTA, SILVA; SANTOS, 2008; DIENGE *et al.*, 2018, BELLINI *et al.*, 2018; HEINISCH *et al.*, 2019), há a necessidade de estudos aprofundados que apontem os indicadores que mais contribuem para o aumento da proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, para melhorar o entendimento entre a gestão do saneamento e a abundante população deste mosquito. Apesar de ser conhecida a influência do saneamento sobre a saúde pública, observa-se que há falta de dados na literatura científica que relacione indicadores de saneamento básico aos dados de infestação do *Aedes aegypti*. Desta forma, este trabalho é inovador pois busca evidenciar essa relação.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Identificar as relações existentes entre os indicadores de saneamento básico no Brasil com o índice de infestação do mosquito *Aedes Aegypti* (LIRAA) para o ano de 2017 em regiões brasileiras.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

A partir do objetivo geral, definem-se os seguintes objetivos específicos:

- Analisar dados de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo das águas pluviais e resíduos sólidos do SNIS e dados de infestação de *Aedes Aegypti* do LIRAA, por regiões brasileiras;
- identificar as regiões com maior e menor infestação por *Aedes aegypti*;
- avaliar por meio de árvores de regressão os efeitos das ações de gestão de saneamento sobre o índice de infestação de *Aedes Aegypti*.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 SANEAMENTO BÁSICO

De acordo com a Organização Mundial de Saúde - OMS, o saneamento visa controlar todos os fatores nocivos do meio físico do homem sobre o seu bem-estar físico, mental e social. Ou seja, o saneamento é caracterizado pelo conjunto de ações socioeconômicas com o objetivo de alcançar a Salubridade Ambiental (OMS, 2013).

A Fundação Nacional de Saúde - FUNASA (2004), relatou que o saneamento deve priorizar a integração mundial para o desenvolvimento sustentável, garantindo a sobrevivência da biodiversidade e questões prioritárias como o bem-estar da população e a preservação ambiental, pois os serviços de saneamento são essenciais para a proteção do meio ambiente e para a vida das pessoas.

De acordo com a OMS (2018), o saneamento básico apoia-se em quatro pilares cujas definições são descritas a seguir:

a) o Abastecimento de água é constituído por todo o sistema de captação, tratamento e distribuição de água, e objetiva proporcionar às comunidades água com qualidade e quantidade suficiente para os diversos usos exigidos;

b) o Esgotamento Sanitário compreende todo o sistema de captação, tratamento e lançamento do efluente tratado, sendo obrigatório sua separação com o sistema de captação de águas pluviais. Este sistema tem por objetivos evitar a exposição da humanidade às doenças que podem ser veiculadas pelo contato direto com os esgotos domésticos, e ainda garantir a preservação da qualidade dos mananciais ou outros locais de lançamento desses efluentes;

c) o Manejo de Resíduos Sólidos abrange as estruturas de limpeza urbana, coleta, tratamento ou destinação adequada dos resíduos sólidos urbanos. São exemplos os serviços de varrição, as usinas de compostagem, aterros sanitários, usinas de reciclagem e de materiais da construção civil;

d) a Drenagem Urbana constitui todo sistema de captação de águas pluviais, composto basicamente pelas sarjetas, bocas de lobo, canais, bueiros e galerias pluviais.

Diariamente presente na vida das pessoas, o saneamento básico está relacionado com a maioria das atividades domésticas diárias. Toda infraestrutura de saneamento é essencial à saúde e à qualidade de vida da população, pois ao mesmo



tempo que reduz os riscos de doenças, aumenta a segurança e o conforto da comunidade (WELLE; WALNYCKI, 2012).

A Assembleia Geral das Nações Unidas, em 2010, aprovou a Resolução 64/292 reconhecendo que o direito ao saneamento e à água potável segura e limpa são direitos humanos (ONU, 2010). Em 2015, a Organização das Nações Unidas – ONU desenvolveu um plano de ação para a prosperidade do planeta, a chamada Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Esse plano contém um conjunto de 17 objetivos a serem alcançados pelos países do mundo visando assegurar a sustentabilidade. O objetivo número 6 é assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e saneamento para todos (ONU, 2017). O Anexo 1 contém todas as metas relacionadas ao objetivo 6 da Agenda 2030. Esses direitos obrigam os Estados a agirem rumo à obtenção do acesso universal à água e ao saneamento para todos até 2030, sem discriminação, ao mesmo tempo em que devem dar prioridade às pessoas mais necessitadas. No entanto apesar de significativos progressos nos últimos 15 anos, esse objetivo é inalcançável para grande parte da população mundial (ONU, 2019).

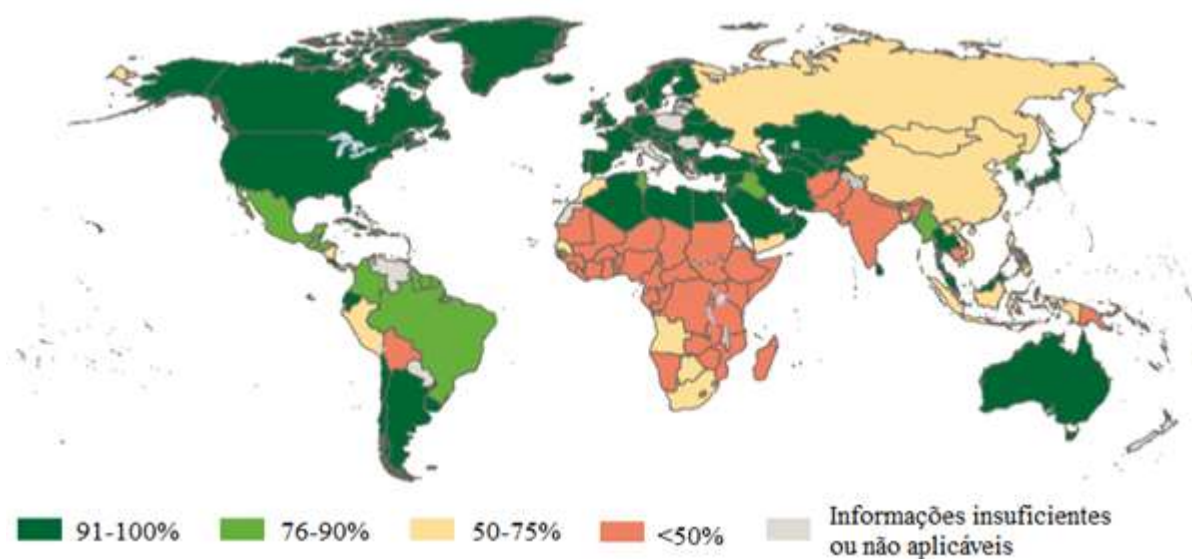
De acordo com dados da Organização Mundial da Saúde - OMS (2013), em 2011, 64% da população mundial possuía acesso a serviços de saneamento básico. Os números ainda estão longe do esperado pela ONU, que recomenda um alcance do saneamento para no mínimo 75% da população mundial.

A Figura 1 ilustra a porcentagem da população em cada país com acesso ao serviço de saneamento no ano de 2013. A OMS (2013) relata que em 2011, 45 países possuíam cobertura de saneamento básico inferior a 50%.

Em 2017 a ONU relatou que, aproximadamente, 827 mil pessoas morrem a cada ano nos países de baixa e média renda devido a um sistema inadequado de água, saneamento e higiene. Do total, acredita-se que 432.000 (52,23%) são proveniente da falta de saneamento básico (ONU, 2017).

Ainda de acordo com a ONU (2017), mais de 2 bilhões de pessoas não dispõem dos serviços básicos de saneamento. Para atingir a universalização deste serviço em todos os países seria necessário investir US\$ 265 bilhões em cinco anos, visto que a falta de saneamento básico custa, para o mundo, US\$ 260 bilhões todos os anos.

Figura 1 - Proporção da população com acesso ao saneamento básico em 2011.



Fonte: OMS (2013).

## 2.2 SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL

Mesmo não desfazendo o déficit brasileiro existente, o saneamento básico tem evoluído nos últimos anos. Embora a Constituição brasileira não o expresse como direito fundamental, o saneamento básico está ligado à dignidade da pessoa humana, e está contemplado entre os direitos humanos fundamentais como o direito à saúde, expressamente previsto como direito social (COSTA; PIEROBON; SOARES, 2018).

### 2.2.1 Saneamento Básico no Brasil

No período colonial e imperial do Brasil não há relatos de políticas e planos voltados ao saneamento básico. É válido ressaltar que nesta época os escravos carregavam tonéis de excreta das habitações até o mar para lançá-las na água (MOTTA; AZEREDO; GELMAN, 2008).

Em virtude de epidemias ocorridas na antiga capital do país, Rio de Janeiro, em 1851 foi criada a Junta Central da Higiene Pública para fiscalização dos serviços de limpeza e esgoto revelando uma inicial preocupação com o tratamento da água e esgoto. Posteriormente em 1856, os governantes necessitaram contratar empresas para realizar os serviços de coleta de esgoto e limpeza da cidade, sistema que

perdurou até a década de 60 do século XX quando a população das cidades começou a aumentar (MOTTA; AZEREDO; GELMAN, 2008).

De acordo com Ribeiro (1995), o contingente urbanizado em todo o país cresceu em torno de duas vezes e meia em um período de 40 anos, passando de 3,6 milhões em 1920 para 70,9 milhões em 1960. Isso tudo somado ao incremento das cidades pequenas e médias, que em 1960 constituíram centenas de núcleos urbanos distribuídos ao longo do país e criaram as constelações articuladas aos centros metropolitanos e regionais (RIBEIRO, 1995).

As primeiras políticas públicas de saneamento brasileiras vieram com a ditadura militar a partir da década de 1960, em que o governo federal vinculava o Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS) ao Ministério da Viação e obras Públicas. Apesar de não ter nenhuma autonomia sobre o DNOS, este Ministério era o responsável pela execução dos serviços de saneamento no país (COSTA, PIEROBON, SOARES, 2018).

Com a Lei Federal 4.089/1962, o DNOS passou a ser uma autarquia com verbas próprias e autonomia (BRASIL, 1962).

De acordo com Costa, Pierobon e Soares (2018), apesar de não ser um plano nacional de saneamento básico a criação da autarquia com recursos próprios e autonomia, passou a administrar e desenvolver projetos nacionais, estaduais e municipais. Para auxiliar o DNOS foi criado o Fundo Nacional de Obras de Saneamento (FNOS), responsável pela execução dos serviços de obras e atributos ao DNOS.

Em 1966 o artigo 4 do Decreto Federal 52/66 instituiu o FRAE (Fundo Rotativo de Águas e Esgoto) com o intuito de financiar as obras de abastecimento de água urbano e rural, bem como redes de esgoto sanitário e o atendimento dos encargos de investimentos para implantar sistemas de irrigação na zona rural. A Política de Saneamento Básico no Brasil foi instituída em 1967 com o Decreto Federal 248/67 e compreendia apenas os setores de abastecimento de água e esgoto sanitário. Com a Política de Saneamento Básico no Brasil veio também o Conselho Nacional de Saneamento Básico (CNSB) com a finalidade de planejar, controlar, coordenar e estabelecer as condições da execução realizadas pelo DNOS (COSTA; PIEROBON; SOARES, 2018).

A Política Nacional de Saneamento Básico (PLANASA) foi instituída pela Lei Federal 5.318/67 e compreendia as diretrizes técnicas e administrativas destinadas a intensificar a ação governamental na área do saneamento (BRASIL, 1967).

De acordo com Costa, Pierobon e Soares (2018), o objetivo do PLANASA era promover um acesso ao abastecimento de água e esgotamento sanitário em um curto período de tempo, com a estadualização dos serviços de saneamento e da criação de companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESB). O PLANASA foi responsável pelo grande avanço no Saneamento Básico no século XX (SAIANI; TONETO JUNIOR, 2010). Entre as décadas de 70 e 80 o número de pessoas beneficiadas com o abastecimento de água aumentou de 11,9 milhões (35%) para 49,6 milhões (55%) e com o esgotamento sanitário de 6,1 milhões (15%) para 17,4 milhões (29%) (FARIA; FARIA, 2004; SAIANI; TONETO JÚNIOR, 2010).

O Decreto/Lei Federal de 949/69 autorizou o Banco Nacional da Habitação (BNH) a investir em saneamento básico os recursos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS). A preferência dos investimentos era para as regiões, estados e municípios, que constituíram Fundos de Financiamento para Água e Esgoto de acordo com os critérios do BNH. A partir desse momento, os estados começaram a administrar os serviços de saneamento básico no país, adotando sociedades de economia mista por meio de concessões de serviços públicos elaborados pelos municípios (COSTA; PIEROBON; SOARES, 2018).

Em 1978, com a Lei Federal 6.528/1978, foram instituídas as tarifas para o serviço de saneamento básico, a partir de regras impostas pelo Ministério do Interior e ficando a cargo dos Estados-membros a competência pela cobrança. Como complementação, a Lei Federal 6.766/79 em seus art. 2º e 5º, instituiu que todo o loteamento deve ter uma faixa não edificável destinada a equipamento urbanos, juntamente com uma estrutura básica de saneamento compreendendo o abastecimento de água potável, o escoamento de águas pluviais, esgotamento sanitário, iluminação pública, gás canalizado, rede telefônica. Estas medidas fizeram com que o saneamento básico fosse uma condição para liberação de novos loteamentos (COSTA; PIEROBON; SOARES, 2018).

O BNH foi extinto em 1986 com o Decreto Federal 2.291/86, assim a administração do PLANASA foi repassada à Caixa Econômica Federal. O saneamento básico começou a ser abordado na Constituição de 1988. As Constituições anteriores preocupavam-se apenas com a propriedade da água e a sua utilização. A Constituição

de 88 institui como competência exclusiva da União as diretrizes do desenvolvimento urbano, como competência de todos os entes da federação a promoção de programas que melhorem as condições de saneamento, e estabelece que o Sistema Único de Saúde (SUS) participe da formulação da política e execução das ações de saneamento básico. A Constituição de 88 parte do princípio que o meio ambiente ecologicamente equilibrado é direito de todos e é essencial à sadia qualidade de vida, impondo ao Poder Público e a todos os cidadãos o dever de defendê-lo e preservá-lo para a presente e futura geração (COSTA; PIEROBON; SOARES, 2018).

Em 1990, a extinção do DNOS provocou o término do PLANASA devido a uma desestruturação nas bases do modelo, provocado principalmente por desequilíbrios financeiros provenientes da inadimplência das CESBs (Companhias Estaduais de Saneamento Básico), a redução das transferências para o Sistema Financeiro de Saneamento (SFS), a não-adesão das regras em alguns estados do Sul e Sudeste e problemas de manutenção de taxas tarifárias (FARIA; FARIA, 2004).

Com o PLANASA extinto, o governo brasileiro passou a estabelecer orientações nacionais referentes ao saneamento básico. A Lei Federal 9.985/00, que regulamenta os incisos I, II, III e VII do art. 225 da Constituição de 88, menciona que a instalação das redes de água e esgoto devem ter autorização prévia, estudo de impacto ambiental e aprovação do órgão responsável pela administração desses serviços. O Estatuto da Cidade, Lei Federal 10.527/01 em seu art. 2º, trouxe diretrizes acerca do saneamento básico (COSTA; PIEROBON; SOARES, 2018).

Após dezessete anos, o Brasil volta a ter uma Política de Saneamento Básico em 2007 implantada pela Lei Federal 11.445/2007 e influenciada pela Constituição de 1988 (MADEIRA, 2010).

A Lei Federal nº 11.445/07 estabelece as diretrizes nacionais do saneamento e abrange as operações de: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas. Esta lei define ainda novas atribuições para os municípios, como titulares de serviços, entre elas a implantação da política e a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). É obrigatório a universalização do acesso ao saneamento básico e à inclusão social, com o propósito de mobilizar diversos segmentos da sociedade para a construção do Plano, bem como seu engajamento para o alcance dos objetivos e metas propostos (BRASIL, 2007). Em seu art. 52 §2º, a Lei do PNSB determina que

o plano seja avaliado anualmente e revisado a cada quatro anos, preferencialmente junto com os planos plurianuais, e seja desenvolvido para um período de vinte anos justamente para não ficar à mercê de apenas um partido político governante (COSTA; PIEROBON; SOARES, 2018).

O Decreto 7.217/10 regulamenta a Lei 11.445/07 e com base neles e nos dados coletados do CENSO de 2010, foi elaborado o Plano Nacional de Saneamento Básico, também conhecido por PLANSAB (BRASIL, 2007).

A estrutura do PLANSAB é composta pela introdução e descrição das bases legais para estabelecimento das competências em relação ao saneamento básico no Brasil, com os princípios da universalidade, integridade, equidade, intersetorialidade, participação e controle social, sustentabilidade e a matriz tecnológica que orienta o planejamento e a política setorial (BRASIL, 2007).

O PMSB é um dos principais instrumentos da política municipal, além de ser requisito para o acesso a recursos federais a partir de 2014 e um condicionante para a validação dos contratos de prestação de serviços (BRASIL, 2007; BRASIL 2010). Em virtude disso, mesmo sem incorporar os princípios, o conteúdo mínimo e o processo participativo necessário, muitos municípios desenvolveram o PMSB.

O governo Federal institui o Programa Saneamento para Todos como estratégia de investimento e ações que visam o financiamento de operações de crédito com recursos do FGTS e do FAT (Fundo de Amparo ao Trabalhador) para executar as ações de saneamento básico. Assim, municípios e estados podem solicitar verbas destes fundos para financiar obras de implantação e ampliação relacionadas ao saneamento básico que contemplem o abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos, águas pluviais e resíduos da construção, saneamento integrado, preservação e recuperação de mananciais e elaboração de estudos que objetivem a qualificar a prestação de serviços (BRASIL, 2008). A tabela 1 indica os investimentos feitos pelo Programa Saneamento para Todos no ano de 2008.

O Sudeste, com cerca de R\$ 1,08 bilhão, foi a região com maior número de financiamentos disponibilizados (BRASIL, 2008). De acordo com o Ministério das Cidades (BRASIL, 2007), além dos recursos citados foram disponibilizados mais de R\$ 40 bilhões até 2012, figura 2.

Tabela 1– Investimento em projetos com saneamento em 2008.

<b>DESEMBOLSO PROGRAMA SANEAMENTO PARA TODOS - 2008</b>		
<b>PROJETO</b>	<b>NÚMERO DE PROJETOS</b>	<b>VALOR DESEMBOLSADO</b>
ABASTECIMENTO DE ÁGUA	100	R\$ 449,3 MILHÕES
ESGOTAMENTO SANITÁRIO	85	R\$ 524,5 MILHÕES
RESÍDUOS SÓLIDOS	97	R\$ 3074 MILHÕES
DRENAGEM	53	R\$ 657,1 MILHÕES
SANEAMENTO INTEGRADO	23	R\$ 132,1 MILHÕES
PROPOSTAS DE ESTUDOS E PROJETOS	175	R\$ 154,8 MILHÕES

Fonte: Adaptado de BRASIL (2008).

Figura 2- Prioridades de investimento para o saneamento básico até 2012.

Fonte	Prioridades de investimento	Investimento
OGU	Saneamento integrado em favelas e palafitas (PPI)	4
	Água, esgoto, destinação final de lixo e drenagem urbana em cidades de grande e médio porte, incluindo desenvolvimento institucional (PPI)	4
	Água, esgoto, destinação final de lixo e drenagem urbana em cidades de até 50 mil habitantes (Funasa)	4
	Subtotal	12
FGTS / FAT	Financiamento a estados, municípios e prestadores públicos de serviços de saneamento	12
	Financiamento a prestadores privados e operações de mercado	8
	Subtotal	20
	Contrapartida de estados, municípios e prestadores	8
	<b>TOTAL</b>	<b>40</b>

OGU - Ouvidoria Geral da União  
FGTS - Fundo de Garantia do Tempo de Serviço  
FAT - Fundo de Amparo ao Trabalhador

Fonte: Adaptado de BRASIL (2007).

### 2.2.2 Panorama Brasileiro dos Últimos 20 Anos

Dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) apontaram que em 2011, 31,5 milhões (55%) dos brasileiros possuíam banheiro ligado à rede coletora ou rede pluvial (forma indevida de ligação). Entre os anos de 2000 a 2010, os serviços de saneamento básico cresceram em média 4,1%, valor baixo ao comparado com as médias obtidas nas últimas décadas (4,6% ano). Apesar do ritmo desacelerado nos serviços de saneamento básico, regiões com menor acesso ao saneamento básico como Norte e Sul, apresentaram crescimento mais elevados ao comparados com regiões onde o saneamento já era mais desenvolvido, exemplo Sudeste (BRASIL, 2011).

De acordo com Freitas *et al.*, (2014), o Brasil está perdendo muito por não realizar a universalização do acesso à rede de água e esgoto visto que geraria ao país:

- i) Economia de R\$ 27,3 milhões com a redução dos números de internações;
- ii) redução de 15,5% na mortalidade devido a infecções gastrointestinais;
- iii) economia anual de R\$ 258 milhões com relação ao número de afastamentos de trabalho;
- iv) crescimento da massa salarial, com crescimento da folha de pagamentos em R\$ 105,5 bilhões/ano;
- v) a longo prazo, aumento na massa salarial de R\$ 31,6 bilhões/ano, em virtude da melhoria da produtividade gerado pelo atraso na educação;
- vi) valorização dos imóveis de aproximadamente R\$ 178,3 bilhões;
- vii) lucro de R\$ 7,2 bilhões/ano em salários gerados no setor do turismo.

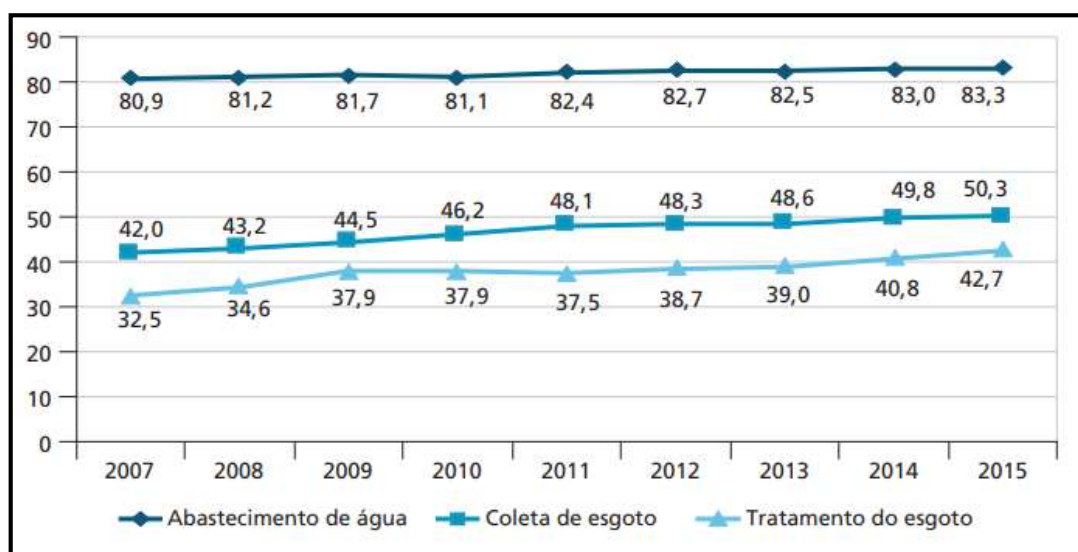
Freitas *et al.*, (2014), ainda relatam que seria necessário investir R\$ 313,2 bilhões para atingir a universalização. Ao analisar os ganhos, observa-se que no primeiro ano, apenas os quesitos aumento da folha de pagamento e valorização dos preços dos imóveis já supririam esses gastos, isso sem incluir impostos gerados por tais quesitos. Estima-se que em longo prazo, a valorização imobiliária poderia gerar um aumento do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) de R\$ 845 milhões/ano, e de ITBI (Imposto de Transmissão de Bens Imóveis) de R\$ 183 milhões/ano.



Araújo e Bertussi (2018) apontam que a falta de recursos nacionais para investir no setor de saneamento é um dos principais motivos da não universalização, no entanto, é necessário investigar o real motivo dessa falta de investimento. Para Cunha (2011), o setor de saneamento é principalmente financiado pelo setor das tarifas, com o baixo investimento no setor, possivelmente as estruturas tarifárias implantadas têm dificuldades na geração de recursos necessários para a expansão dos serviços de saneamento no Brasil.

Embora evoluído nos últimos anos, o Brasil apresenta um grande déficit na prestação de serviços e está distante da universalização, principalmente no que tange o esgotamento sanitário. Abaixo, a figura 3 representa a evolução do saneamento básico do Brasil até o ano de 2015 com dados municipais retirados do SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) 2015 relacionados ao abastecimento de água e esgotamento sanitário (ARAÚJO, BERTUSSI, 2018).

Figura 3- Evolução dos índices de atendimento com abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto.



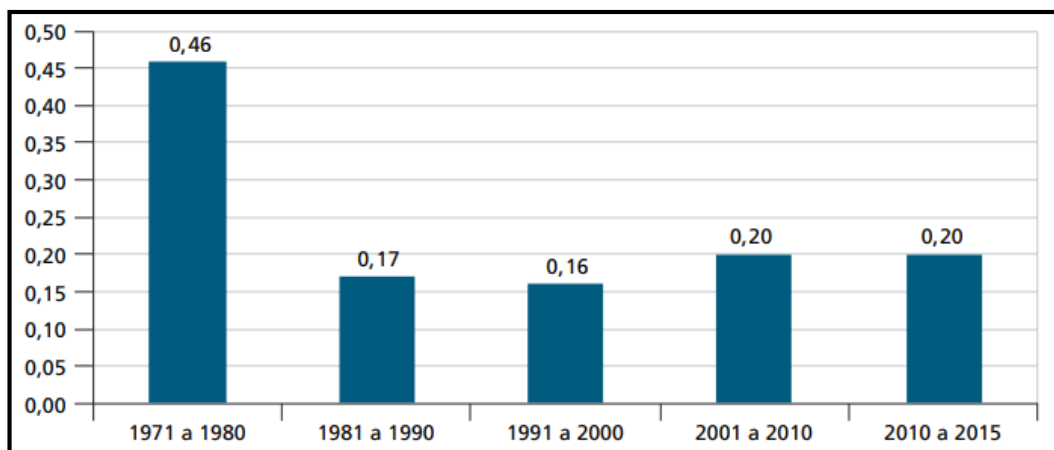
Fonte: Araújo, Bertussi (2018).

Observa-se que o abastecimento de água nos últimos anos está estabilizado, mas a coleta e tratamento de esgoto apresentaram um rápido crescimento. A figura 4 representa investimentos do saneamento básico, 1971 a 2015, em relação ao PIB - Produto Interno Bruto (ARAÚJO; BERTUSSI, 2018).

Pela figura 4, observa-se que no período de 1971 a 2015, os maiores investimentos nesse setor ocorreram na década de 70, período em que iniciaram as

preocupações com o saneamento e consequente ampliação das redes de abastecimento de água e esgotamento sanitário (ARAÚJO; BERTUSSI, 2018).

Figura 4- Proporção de investimentos em saneamento básico no Brasil entre os anos de 1971 a 2015, em relação ao PIB.



Fonte: Araújo, Bertussi (2018).

Somada à baixa evolução dos últimos anos, pode-se destacar ainda uma grande diferença entre os investimentos realizados nas cinco regiões do Brasil. A figura 5 representa o percentual de pessoas em cada região do país atendidas com os serviços de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto (ARAÚJO; BERTUSSI, 2018).

Figura 5- Percentual de pessoas atendidas com abastecimento de água, coleta de esgoto e tratamento do esgoto gerado por região no Brasil (2015).

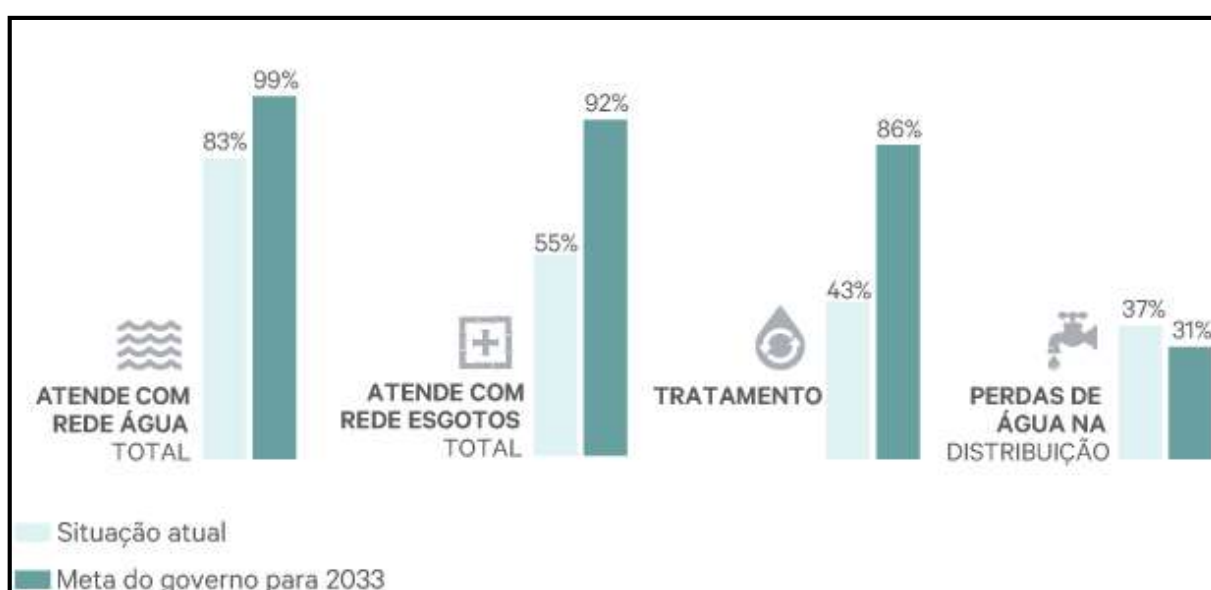
Região	Índice de atendimento com rede		Índice de tratamento do esgoto gerado
	Água	Coleta de esgoto	
Norte	56,9	8,7	16,4
Nordeste	73,4	24,7	32,1
Sudeste	91,2	77,2	47,4
Sul	89,4	41,0	41,4
Centro-Oeste	89,6	49,6	50,2
<b>Brasil</b>	<b>83,3</b>	<b>50,3</b>	<b>42,7</b>

Fonte: Araújo, Bertussi (2018).

Com base na figura 5, observa-se que a região Norte tem os piores índices de atendimento dos três serviços, e a Sudeste é a região com os índices mais elevados, porém seu tratamento está abaixo dos 50% ficando atrás da região Centro-Oeste (ARAÚJO, BERTUSSI, 2018).

Para alcançar a meta do PLANSAB em 2033 o Brasil necessita dobrar o investimento atual em saneamento básico (BRASIL, 2016). A figura 6 indica a relação entre o panorama atual e a meta do PLANSAB para 2033.

Figura 6- Relação entre Situação em 2016 e meta do governo para 2033.



Fonte: BRASIL (2013) e BRASIL (2015).

Ao decorrer das décadas, foram realizados investimentos pontuais no Brasil, principalmente pelo setor público. Existe ainda uma indefinição das responsabilidades peculiares da União, estados, Distrito Federal e dos municípios em relação a aplicação dos recursos em saneamento. Além da melhoria na governança das organizações do setor, torna-se necessário um planejamento consistente dos recursos de futuros investimentos para que seja possível e viável melhorar a qualidade do setor de saneamento do Brasil (LEONETI; PRADO; OLIVEIRA, 2011).

A Lei Federal nº 14.026 de 15 de julho de 2020, atualiza o marco sobre o saneamento básico e altera as seguintes leis federais: Lei Federal nº 9.984 de 17 de julho de 2000, Lei Federal nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, Lei Federal nº 11.107, de 6 de abril de 2005, Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, Lei Federal nº 13.089, de 12 de janeiro de

2015, Lei Federal nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017 (BRASIL, 2020). Essa Lei Federal tem por objetivo distribuir água potável para 99% da população até dezembro de 2033, implantar ações para reduzir o desperdício de água e incentivar o aproveitamento da água da chuva, estimular o investimento privado através de licitações entre empresas privadas e públicas, além de instituir o fim do direito preferencial as empresas estaduais, e mencionar que o não cumprimento das metas por parte das empresas, pode gerar a perda do direito de executar o serviço. A expectativa para os próximos 14 anos é gerar em torno de 700 mil empregos no país e alcançar mais de 700 bilhões de reais em investimentos (INSTITUTO ÁGUA SUSTENTÁVEL, 2020).

### **2.3 SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO**

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS é o maior e o principal sistema de dados e informações do setor de saneamento no Brasil. Criado em 1996 pelo Governo Federal e hoje vinculado à Secretaria Nacional de Saneamento (SNS) do Ministério do Desenvolvimento Regional, possui uma base de dados pública com indicadores e informações sobre a prestação de serviços de água e esgoto, manejo de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais urbanas. Os prestadores de serviços disponibilizam as informações referentes aos índices de água e esgoto, resíduos sólidos e águas pluviais dos municípios. Em virtude disso, o SNIS é desmembrado em três componentes: Água e Esgotos (SNIS-AE); Resíduos Sólidos (SNIS-RS); e Águas Pluviais (SNIS-AP). Os indicadores estabelecidos e computados pelo SNIS têm caráter operacional, gerencial, financeiro e de qualidade sobre a prestação dos serviços de saneamento básico. Estas informações auxiliam o planejamento e execução das políticas públicas de saneamento, o conhecimento e a avaliação do setor de saneamento e ainda, a avaliação do desempenho dos prestadores de serviços (SNIS, 2019).

De acordo com o SNIS (2019), é importante salientar que a adimplência com o fornecimento dos dados ao SNIS é condição para acessar recursos de investimentos no âmbito do órgão responsável pela Política de Saneamento do Governo Federal, sendo atualmente a Secretaria Nacional de Saneamento – SNS do Ministério do Desenvolvimento Regional – MDR. A adimplência é concedida ao prestador de

serviços e é extensiva ao município em que o prestador opera, sendo publicada anualmente no site do SNIS.

Inicialmente os dados do SNIS referiam-se apenas aos prestadores de água e/ou esgoto. A partir de 2002, foram disponibilizados dados referentes ao manejo de resíduos sólidos urbanos e em 2016 foram disponibilizados dados acerca das Águas Pluviais Urbanas referente ao ano de 2015. Além disso são disponibilizados Glossários de Informações e Indicadores com o intuito de facilitar a compreensão dos termos utilizados (SNIS, 2019).

O SNIS (2019) objetiva:

- 1- planejar e executar as políticas públicas de saneamento;
- 2- orientar a aplicação dos recursos;
- 3- proporcionar o conhecimento e a avaliação do setor de saneamento;
- 4- avaliar o desempenho dos prestadores de serviços;
- 5- proporcionar o aperfeiçoamento da gestão;
- 6- orientar as atividades regulatórias e de fiscalização;
- 7- exercer o controle social.

## **2.4 SAÚDE PÚBLICA E SANEAMENTO**

### **2.4.1 Panorama Mundial**

Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (2014) para cada US\$ 1 gasto em saneamento, são economizados US\$ 4 com saúde pública, enquanto 2,5 bilhões de pessoas ainda sofrem com a falta de acesso a serviços de saneamento básico e 1 bilhão pratica a defecação ao ar livre.

Mundialmente, a água contaminada e a falta de saneamento básico estão interligadas à transmissão de doenças como diarreia, cólera, hepatite A, febre tifoide, disenteria e poliomielite, ou seja, serviços de água e saneamento ausentes ou inadequados expõem os indivíduos a riscos de saúde evitáveis. O mau gerenciamento das águas residuárias urbanas, industriais e agrícolas, contamina perigosamente ou polui quimicamente a água potável de inúmeras regiões (OMS, 2019).

De acordo com estimativas mundiais da OMS (2019) cerca de 829.000 pessoas morrem anualmente de diarreia como resultado da falta de água potável, saneamento e higiene nas mãos.

Além da diarreia doenças relacionadas a alimentos e água contaminados, como a esquistossomose, e transmitidas por mosquitos como a dengue podem ser relacionadas à falta de saneamento. Os insetos, animais encontrados mundialmente que vivem e se reproduzem na água, transmitem e transportam doenças como a dengue. Conhecidos como vetores, esses insetos em sua maioria vivem em água limpa, os recipientes de água parada podem servir como criadouros. Uma simples intervenção de cobrir os recipientes pode reduzir a criação desses vetores e ainda a contaminação fecal da água no nível doméstico (OMS, 2019).

#### 2.4.2 Panorama Brasileiro

Embora o Brasil seja a nona economia mundial, ocupa apenas a 112<sup>o</sup> posição no ranking entre 200 países no quesito saneamento básico (FREITAS *et al.*, 2014).

A falta de saneamento básico ou a ineficiência da prestação desses serviços, contribui fortemente para a precariedade da saúde pública de uma localidade. Isso fica bastante evidenciado no Brasil ao se observar a qualidade da maioria dos corpos d'água urbanos, a qualidade de vida do cidadão e o elevado nível de susceptibilidade da população às doenças de veiculação hídrica (FERREIRA *et al.*, 2016, p. 216).

De acordo com o Ministério da Saúde em 2017 foram registradas mais de 258 mil internações por doenças de veiculações hídricas no país (BRASIL, 2017). A previsão das despesas relacionadas à falta de saneamento entre os anos de 2016 a 2036 deve alcançar R\$ 5,9 bilhões no país (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2014). Nos países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, como o caso do Brasil, a urbanização acelerada e a falta de planejamento nas cidades resultam no acúmulo de residências precárias em locais onde o saneamento é inadequado ou inexistente, causando riscos à saúde pública com a consequente proliferação e disseminação de doenças (PUSTIGLIONE, 2016). Como consequência, a falta de controle dos vetores que provocam doenças, leva a índices significativos de morbidade e mortalidade causadas por enfermidades infecciosas e parasitárias (BRUSCHI *et al.*, 2002). No

Brasil podemos citar como exemplos dessas doenças epidemiológicas a dengue, cólera, leptospirose e esquistossomose. Recentemente, doenças como a Chikungunya e a Zika se tornaram grandes epidemias nacionais, trazendo consequências gravíssimas para a população brasileira (BRASIL, 2017). Outro desafio no âmbito da Saúde Pública no Brasil é controlar as arboviroses que expõem a população ao risco de infecção, visto que todos os indivíduos são susceptíveis e não existem vacinas disponíveis como método profilático (LIMA-CAMARA, 2016). Atualmente as arboviroses com maior incidência no Brasil são a Dengue, a Chikungunya e a Zika todas elas causadas pelo mosquito *Aedes aegypti* (REIS *et al.*, 2019).

## 2.5 AEDES AEGYPTI

### 2.5.1 Características do *Aedes aegypti*

Apresentando tamanho menor do que mosquitos comuns e provocando um ruído quase inaudível ao ser humano, o *Aedes aegypti* (*Ae. aegypti*) é preto com pequenos riscos brancos no dorso, nas pernas e na cabeça e asas translúcidas, figura 7. Seu ciclo de reprodução dura em média de 7 a 10 dias e envolve quatro fases: ovo, larva, pupa e adulto, ilustradas pelas figuras 7, 8, 9 e 10. Na fase larval, o *Ae. aegypti* tem tamanho reduzido semelhante a uma cabeça de agulha de costura, conforme identificado na figura 7, se locomove com facilidade e busca ficar longe da luz. A fase larval do mosquito dura cerca de 7 dias. A fase de pupa, figura 12, dura em média 3 dias e é caracterizada pela metamorfose que dará início a vida adulta a partir da divisão do corpo em cefalotórax e abdômen, onde a pupa permanece na superfície da água para facilitar o voo (SANEAMENTO BÁSICO, 2018).

Figura 7- Mosquito *Aedes aegypti*.



Fonte: Portal Saneamento Básico (2018).

Figura 8- Ovos do mosquito *Aedes aegypti*.



Fonte: IOC (2018).

Figura 9- Larva do mosquito *Aedes aegypti*.



Fonte: IOC (2018).

Tem-se o conhecimento de que apenas o mosquito do sexo feminino contaminado é capaz de transmitir os diversos vírus, picando em média 300 pessoas num raio de 400 metros até a sua morte (OMS, 2009). O *Ae. aegypti* se alimenta de néctar e seiva das plantas e, as fêmeas embora possam vir a se alimentar de sangue antes da cópula, intensificam a voracidade pela hematofagia após a fecundação, período em que necessitam ingerir sangue para o desenvolvimento completo dos ovos e maturação dos ovários (SANEAMENTO BÁSICO, 2018). Aproximadamente três dias após a ingestão de sangue, as fêmeas realizam a desova em locais apropriados como a parede interna de objetos que contenham água limpa e/ou suja (BRASIL, 2019).



Figura 10- Pupa do mosquito *Aedes aegypti*.

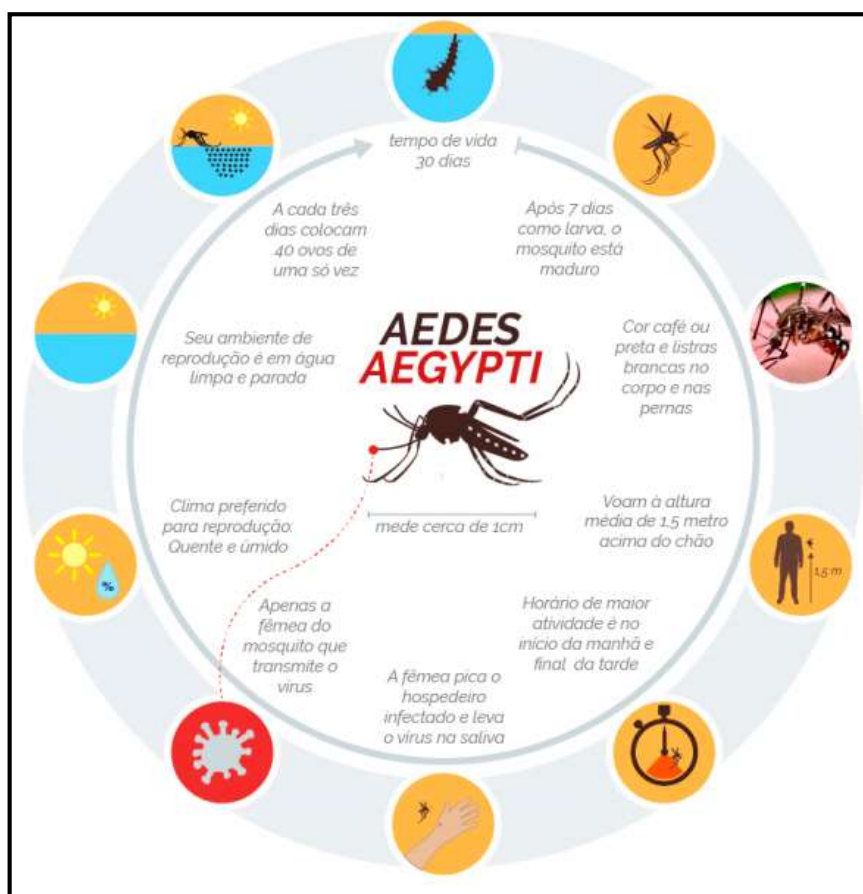


Fonte: IOC (2018).

A cada ciclo reprodutivo a fêmea põe cerca de 150 a 200 ovos e caso esteja infectiva no momento da reprodução, é provável que a maioria das fêmeas transmita o vírus ao completar o ciclo evolutivo, caracterizando a transmissão vertical. A deposição dos ovos é realizada de maneira distribuída afim de garantir a preservação da espécie. É importante destacar que mesmo nos períodos de seca, estes ovos não morrem, podendo resistir em torno de 450 dias de dessecação, e eclodirão com condições favoráveis de calor e umidade. De acordo com o Instituto Oswaldo Cruz – IOC, a fêmea do mosquito possui uma característica biológica chamada de discordância gonotrófica, ou seja, permite ao mosquito picar e transmitir o vírus para mais de uma pessoa (IOC, 2018).

Uma vez infectada, a fêmea jamais deixa de transmitir o vírus e apesar da sua vida curta, cerca de 30 dias, pode picar uma pessoa a cada 20 ou 30 minutos e ainda depositar 1.500 ovos. Portanto, os maiores responsáveis pela dispersão das doenças entre países e regiões são as próprias pessoas contaminadas (OMS, 2009). A figura 11 ilustra o ciclo de vida do mosquito *Aedes aegypti*.

Figura 11- Ciclo de vida do *Aedes aegypti*.



Fonte: BRASIL (2019).

### 2.5.2 Proliferação do *Aedes aegypti*

Weaver e Barrett (2004) e Weaver e Reisen (2010), relatam que a proliferação de *Ae. aegypti* está aumentando em virtude do crescimento populacional, da pobreza, da urbanização e de uma sociedade descartável que utiliza plástico e outros recipientes e por consequência contribuem com o habitat larval disponível.

O *Ae. aegypti* é altamente antropofílico (infecta o ser humano) e endofílico (busca o interior das casas para se abrigar e se alimenta do sangue das pessoas), fato que aumenta o número de contato mosquito/humano e amplia a transmissão arboviral (CARRINGTON; SIMMONS, 2014).

A necessidade de sangue faz com que este vetor seja encontrado com maior frequência em áreas urbanas, pois quanto maior a densidade populacional maiores

são as chances de reprodução da espécie, principalmente se a região tiver uma ocupação desordenada onde as fêmeas conseguem mais oportunidades para alimentação e mais criadouros para desovar (FLAUZINO; SANTOS; OLIVEIRA, 2011; TSAI *et al.*, 2018; REIS *et al.*, 2019).

De acordo com Chitolina *et al.*, (2016), a seleção dos locais para a oviposição pelas fêmeas do *Ae. Aegypti* são indispensáveis para a sobrevivência da forma imatura da espécie, influenciando diretamente nos programas de controle desses vetores. Fatores visuais, olfativos, táteis, umidade, temperatura, vegetação e compostos químicos influenciam na escolha do local, devido à presença de matéria orgânica, mosquitos imaturos e bactérias associadas à fauna (BENSON; APPERSON, 1988; LOGAN; BIRKETT, 2007; SHARMA *et al.*, 2008). Apesar de poderem colonizar qualquer item reabastecido pela chuva, nas zonas urbanas o habitat natural do *Ae. aegypti* normalmente são contêineres produzidos pelo homem (DIENGE *et al.*, 2018; FLAUZINO; SANTOS; OLIVEIRA, 2011).

A aptidão desse mosquito permanecer nas áreas urbanas e causar problemas de saúde pública depende principalmente da sua capacidade de encontrar alimentos e habitats (BELLINI *et al.*, 2014). Clements (1992) e Ignell *et al.*, (2010), relatam que ambos os sexos do mosquito utilizam as fontes de açúcar como alimento, caso não encontrem, morrerão rapidamente. Desse modo, fontes de açúcar disponíveis são parâmetros fundamentais de sobrevivência e por consequência meios de transmissão de doenças (DIENGE *et al.*, 2018).

Apesar da água limpa ser o principal meio de reprodução, para manter a sobrevivência da espécie, esses mosquitos se adaptam facilmente ao meio em que vivem, mesmo em locais considerados desfavoráveis, como a água poluída e os resíduos sólidos. A capacidade de reprodução desses vetores em locais com altos níveis de poluição e esgoto bruto deve-se à alta concentração de matéria orgânica compostos por proteínas, carboidratos e lipídios (BESERRA *et al.*, 2010).

Dienge *et al.*, (2018) relatam que a produção de resíduos sólidos está crescendo significativamente em virtude do aumento populacional. Apesar disso, os serviços de coleta de resíduos sólidos não acompanharam esse crescimento e por consequência entulhos se acumularam em vários locais dos centros urbanos. Nesses entulhos facilmente são encontrados recipientes que contêm compostos orgânicos, em sua maioria doces e que normalmente acumulam água da chuva. Assim como na água limpa, as larvas do *Ae. aegypti* podem se reproduzir em contêineres com

resíduos orgânicos, provenientes de frutas ou vegetais. Estes recipientes também são considerados locais de oviposição e fontes de energia desses vetores, podendo ser tão eficientes como um ambiente embrionário aquático (DIENGE *et al.*, 2018).

Lagrotta, Silva e Santos (2008), apontam que os resíduos sólidos provenientes das embalagens de produtos industrializados sem o correto tratamento de coleta e disposição contribuem para a disseminação e densidade do vetor, pois aumentam o volume de entulhos acumulados e consequentemente criam recintos ideais para que o vetor se estabeleça e se reproduza. Portanto, pode-se considerar que o manejo de resíduos sólidos urbanos inadequados é um dos principais responsáveis pela manutenção da endemia da Dengue, e de outras doenças transmitidas pelo *Ae. aegypti* (FLAUZINO; SANTOS; OLIVEIRA, 2011).

Além dos fatores já citados, variáveis climáticas como temperatura e precipitação também contribuem para potencializar a transmissão das doenças arbovirais (HEINISCH *et al.*, 2019).

No verão, devido a elevações na temperatura e volume das chuvas, países como Porto Rico, Brasil (BARRERA *et al.*, 2011; DEGENER *et al.*, 2014) e EUA (MARTIN *et al.*, 2019) apresentaram uma infestação mais intensa do mosquito. O aumento da temperatura provoca um maior número de casos em virtude do desenvolvimento mais acelerado dos estágios imaturos dos mosquitos, resultando em uma maior densidade desses vetores (GRECH *et al.*, 2015; RUEDA *et al.*, 1990; TUN-LIN *et al.*, 2000; MARTIN *et al.*, 2019).

Martin *et al.*, (2019) demonstraram que o número de *Ae. aegypti* encontrado dentro de residências em estações mais frias é muito semelhante ao encontrado no verão. Portanto, apesar dessa maior proliferação no verão, os mosquitos que vivem em ambientes internos durante o ano todo, isto é, dentro das construções, não estão sujeitos a essa sazonalidade e são menos sujeitos às condições ambientais, podendo sobreviver e se reproduzir em meses mais frios. Como o mosquito possui hábitos domésticos, essa ação depende sobretudo do empenho da população.

Essa capacidade de adaptação a novos nichos de oviposição coloca em risco a eficiência de programas de controle de vetores, visto que aspectos pertinentes à adaptação da espécie a novos criadouros são negligenciados (CHITOLINA *et al.*, 2016). Isto é, em áreas onde o saneamento básico não é eficiente, o esgoto bruto pode ser considerado como um segundo meio de reprodução (WONG *et al.*, 2012), e uma fonte de infestação (BURKE *et al.*, 2010; BANERJEE *et al.*, 2015; CHITOLINA *et*

*al.*, 2016; FERREIRA; CHIARAVALLLOTI NETO, 2017). Somado à falta de saneamento básico e alterações na temperatura, outros autores (SALLAM *et al.*, 2017; ZELLWEGER *et al.*, 2017; MARTIN *et al.*, 2019) indicam que o nível da renda familiar, nível de educação, infraestrutura familiar e condições de aglomeração, também são responsáveis pela proliferação do *Ae. aegypti* e das doenças por ele transmitidas.

### 2.5.3 Medidas preventivas

De acordo com o IOC (2018) os criadouros mais perigosos que reproduzem *Ae. aegypti* são os grandes reservatórios, como caixas d'água, galões e tonéis (recipientes que armazenam a água para uso doméstico em locais com infraestrutura urbana precária), pois oferecem condições ideais para o desenvolvimento em todas as fases. No entanto, reservatórios de pequeno porte como vasos de plantas, calhas entupidas, garrafas, resíduos sólidos, lixões a céu aberto, bandejas de ar-condicionado, poço de elevador, entre outros, também necessitam de cuidados frequentes como vistoria e limpeza contínua. Todos os locais devem ser inspecionados pois o *Ae. aegypti* é oportunista. No Rio de Janeiro, em bairros suburbanos, estes grandes reservatórios produzem cerca de 70% do total de mosquitos adultos (IOC, 2018).

De acordo com o Ministério da Saúde (BRASIL, 2019), a população precisa contribuir no combate e na prevenção do mosquito adotando as seguintes medidas, ilustradas na figura 12.

O Ministério da Saúde (BRASIL, 2019) contribui com a fiscalização e conscientização da população com as seguintes medidas:

- i) Programas permanentes de prevenção e combate ao mosquito;
- ii) desenvolvimento de campanhas de informação e mobilização das pessoas;
- iii) fortalecimento da vigilância epidemiológica e entomológica para ampliar a capacidade de predição e de detecção precoce de surtos da doença;
- iv) melhoria da qualidade do trabalho de campo de combate ao vetor (mosquito *Aedes Aegypti*);

- v) integração das ações de controle da dengue na atenção básica, com a mobilização dos Programas de Agentes Comunitários de Saúde (PACS) e Programas de Saúde da Família (PSF);

Figura 12- Medidas preventivas contra o mosquito *Ae. aegypti*.



Fonte: BRASIL (2019).

- i) utilização de instrumentos legais que facilitem o trabalho do poder público na eliminação de criadouros em imóveis comerciais, casas abandonadas ou fechadas, terrenos baldios;
- ii) atuação em vários setores, por meio do fomento à destinação adequada de resíduos sólidos e a utilização de recursos seguros para armazenagem de água;
- iii) desenvolvimento de instrumentos mais eficazes de acompanhamento e supervisão das ações desenvolvidas pelo Ministério da Saúde, estados e municípios.

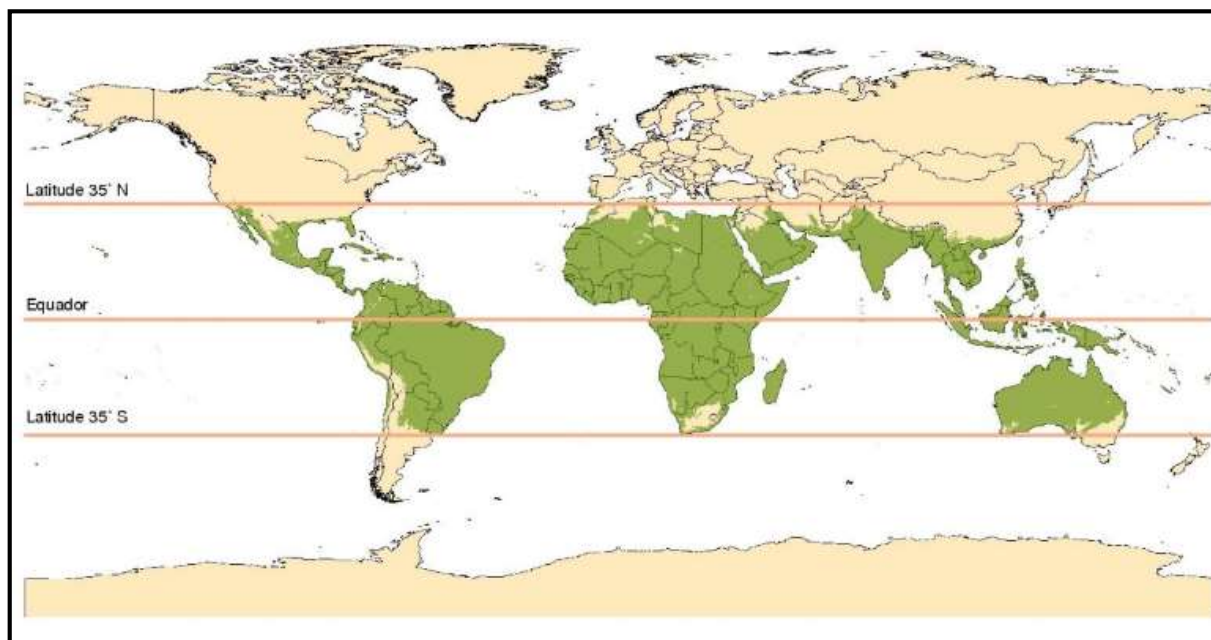
A associação de uma política de saúde pública sólida, intervenções comunitárias focadas em doenças transmitidas por vetores como o *Ae. aegypti* e políticas sociais direcionadas ao meio ambiente, saneamento básico, melhoria nas

habitações e educação abordadas de maneira conjunta são os métodos mais eficazes de controle dos vetores transmissores de doenças (BARRETO *et al.*, 2011).

#### 2.5.4 Abordagem histórica

Originário do Egito e típico de regiões urbanas de clima subtropical e tropical, conforme figura 13, o *Ae. aegypti* é o vetor de doenças como os vírus da Dengue, febre amarela urbana, Chikungunya e Zika (PLESS *et al.*, 2017; TSAI *et al.*, 2018).

Figura 13– As áreas verdes representam o risco de incidência de *Ae. Aegypti*.



Fonte: IASAÚDE (2000).

Há relatos que o vetor foi inserido no Novo Mundo junto com os navios que traficavam escravos em meados do século 16. De acordo com a OPAS, no início do século 19 o Peru enfrentou a primeira epidemia de dengue das Américas, seguido pela Colômbia, Venezuela, Estados Unidos e Caribe (BROWN *et al.*, 2014).

Soper (1963 e 1965) afirma que no primeiro momento, quando inicialmente a Dengue chegou no continente Americano e causou grandes generalidades de epidemia, o controle vetorial limitou com sucesso a propagação do vetor e da doença. No entanto, a globalização impulsionou o retorno do vírus às cidades das regiões tropicais e subtropicais, disseminando as epidemias e os surtos de DENV (BRADY *et*



*al.*, 2014). De acordo com a OPAS (2018), dados estimados de 2017 indicam 468.000 casos apenas no continente americano. Em 2013, o vírus da Chikungunya (CHIKV) se espalhou pelo Hemisfério Ocidental, principalmente pelo Caribe e grande parte das Américas, resultando em 122.951 casos confirmados (OPAS, 2017). Seguindo o mesmo padrão, o ZIKV (vírus da Zika) não foi diferente. Roth *et al.*, (2014), indicam que o vírus apareceu no Nordeste do Brasil em 2014 e se espalhou rapidamente pelas Américas, emergindo pela primeira vez em regiões com DENV e CHIKV endêmicas. Hahn *et al.*, (2017) afirmam que nos Estados Unidos da América (EUA), dados de 2017 indicam que apesar deste vetor estar presente em 26 dos 50 estados americanos, as doenças estão restritas ao Sul da Flórida (DENV e ZIKV) e ao Sul do Texas (DENV, CHIKV e ZIKV).

Atualmente, as principais regiões de ameaça e distribuição do *Ae. aegypti* incluem regiões do Sul da Ásia (principalmente Índia, Sri Lanka e Bangladesh), regiões do leste da Ásia (principalmente Sul da China e Taiwan), Sudeste da Ásia, Nordeste da Austrália, ilhas no oceano Pacífico tropical, as partes subtropicais e tropicais da África, as ilhas do Caribe e grande parte das Américas, com margens frias de variação para o Norte e o Sul (OMS, 2009).

Pustiglione (2016) afirma que os surtos dessas doenças são um exemplo da influência que as políticas de urbanização e a qualidade dos serviços de saneamento exercem perante a saúde pública.

A problemática do surto endêmico das doenças transmitidas pelo *Ae. aegypti* nos países de terceiro mundo está associada principalmente com as mudanças demográficas e o intenso fluxo migratório rural-urbano, que tiveram como consequência um crescimento desordenado das cidades bem como ausência ou condições precárias de saneamento básico. Segundo a OMS (2019), na Ásia, África e Américas Central e do Sul, a Dengue é uma doença endêmica. A Zika e a Chikungunya, apesar de epidemias recentes, já foram reportadas em mais de 39 países das Américas desde 2015 (WHO, 2015).

## **2.6 LEVANTAMENTO RÁPIDO DO ÍNDICE DE INFESTAÇÃO PARA *Aedes aegypti* - LIRAA**

O Levantamento Rápido do Índice de Infestação para *Aedes aegypti* – LIRAA é um método amostral desenvolvido e adotado pelo Ministério da Saúde a partir de 2003



para identificar nos municípios a densidade larvária do mosquito *Ae. aegypti* por meio de indicadores (BRASIL, 2015).

O LIRAa que era feito a partir da adesão voluntária de municípios, em 2017 passou a ser obrigatório para todas as cidades com mais de 2 mil imóveis. O levantamento identifica as áreas com maior número de focos de reprodução do mosquito fornecendo um Índice de Infestação. Os indicadores resultantes da pesquisa fornecem informações qualificadas para atuação das prefeituras nas ações de prevenção e controle da saúde pública (BRASIL, 2015).

### 2.6.1 Amostragem

O número de amostras de cada município é determinado de acordo com a densidade populacional e o número de imóveis existentes, excluindo os pontos estratégicos (locais vulneráveis à infestação vetorial), sendo considerado satisfatório a inspeção de 8.100 a 12 mil imóveis e ideal 9.000 imóveis. A técnica adotada, conhecida como amostragem por conglomerados, tem como unidade primária o quarteirão e unidade secundária o imóvel. A coleta de informações é feita a partir de sorteios entre quarteirões e dentro destes sorteados 20% dos imóveis a serem inspecionados pelos agentes. Em municípios menores, entre 2.000 a 8.100 imóveis, são inspecionados 50% das propriedades dentro do quarteirão (BRASIL, 2013).

De acordo com o Ministério da Saúde (BRASIL, 2013), com o intuito de facilitar a aplicação e diminuir os custos, fixou-se em 450 o número de imóveis a serem sorteados. Caso o município seja menor, é aplicada uma correção e diminuído o tamanho da amostra sem perder a precisão, de acordo com a Equação 1:

- 1) Tamanho da Amostra (n):

$$n = \frac{450}{1 + \frac{450}{N}} \quad (1)$$

Onde a variável N é o número de imóveis do município ou estrato, conforme Equação 2;

- 2) Tamanho Médio dos Quarteirões (B):

$$B = \frac{\text{número de imóveis do estrato}}{\text{tamanho de quarteirões do estrato}} = \frac{N}{A} \quad (2)$$

3) Número de quarteirões que compõem a amostra (Q), Equação 3:

$$Q = \frac{\text{número de imóveis a serem sorteados}}{\text{tamanho médio dos quarteirões}/5} = \frac{n}{B/5} \quad (3)$$

Onde o numeral 5 corresponde a 20% dos imóveis dos quarteirões sorteados;

4) Intervalo Amostral (IA):

Identifica o número de quarteirões a serem inspecionados e seus intervalos, Equação 4:

$$IA = \frac{A}{AQ} \quad (4)$$

5) Início Casual (IC): A determinação do quarteirão inicial é realizada através de um sorteio aleatório entre os valores 00,00 e o IA. Posteriormente soma-se ao IC, valor sorteado, o índice IA sucessivas vezes até que o tamanho do estrato “N” seja alcançado. Os quarteirões sorteados serão os correspondentes às partes inteiras do IC e dos números que se seguirem acrescidos do índice IA. É importante salientar que este método está sujeito a erros de amostragem, traduzidos em intervalos de confiança, que dão indicações sobre a precisão das estimativas (BRASIL, 2013).

## 2.6.2 Indicadores

Os índices larvários são os mais utilizados e são determinados por várias propostas metodológicas. Devido a facilidade de obtenção, os índices larvários e/ou pupa, fase jovem do vetor, são os mais utilizados para determinação do LIRAA (GOMES, 1998).

O LIRAA tem a vantagem de apresentar, de maneira rápida e segura, os índices de infestações larvários de *Ae. aegypti*. Segundo o Ministério da Saúde (BRASIL, 2013), os índices mais utilizados para avaliação são:

- i) Índice de Infestação Predial (IIP): É o levantamento percentual de residências positivas, ou seja, com a presença do mosquito, em relação ao total de residências pesquisadas. A equação 5 mostra o cálculo do IIP.

$$IIP = \frac{n^{\circ} \text{ de imóveis positivos}}{n^{\circ} \text{ total de imóveis pesquisados}} \times 100 \quad (5)$$

- ii) Índice de Infestação de Breteau (IB): É o índice mais comumente utilizado e leva em consideração a relação entre o número de recipientes positivos e o número de residências pesquisados. É corrigido de forma que o resultado seja expresso para 100 imóveis. A equação 6 demonstra o cálculo do IB.

$$IB = \frac{n^{\circ} \text{ de recipientes positivos}}{n^{\circ} \text{ total de imóveis pesquisados}} \times 100 \quad (6)$$

- iii) Índice por tipo de recipiente (ITR): É a relação em porcentagem entre o número de um recipiente específico  $\alpha$  positivo e o número total de recipientes positivos pesquisados. Este índice ressalta a eventual importância de determinado criadouro, dentre os positivos, e, conseqüentemente, indica a necessidade de adoção de medidas específicas de controle para esse tipo particular de recipiente. A equação 7 demonstra o cálculo do ITR.

$$ITR = \frac{n^{\circ} \text{ de recipientes } \alpha \text{ positivos}}{n^{\circ} \text{ total de recipientes positivos}} \times 100 \quad (7)$$

Dentre os três índices citados, o mais utilizado para análises é o Índice de Infestação Predial (IIP). Segundo o Ministério da Saúde, a gravidade do resultado do IIP pode ser determinada, de acordo com a Tabela 2 (BRASIL, 2017).

Tabela 2- Análise do IIP.

$IIP \leq 0,99$	$1,0 \leq IIP \leq 3,99$	$IIP \geq 4,0$
Satisfatório	Em alerta	Em risco

Fonte: BRASIL (2017).

### 2.6.3 Criadouros

De acordo com o Ministério da Saúde (BRASIL, 2013), os depósitos potenciais geradores de infestação para *Ae. Aegypti* são classificados em cinco grupos, figura 14, com o intuito de facilitar o direcionamento das ações de controle vetorial.

Figura 14– Classificação e Definição de Depósitos.

Grupos	Exemplos de depósitos
<b>Grupo A: Armazenamento de água</b>	<b>A1: Depósito d'água elevado:</b> caixa d'água, tambores, depósitos de alvenaria. <b>A2: Depósitos ao nível do solo:</b> tonel, tambor, barril, moringas, potes, cisternas, caixa d'água da chuva
<b>Grupo B: Depósitos móveis.</b>	<b>B:</b> Vasos/frascos c/ água, prato, garrafas, pingadeira, recipientes de degelo em geladeiras, bebedouros, pequenas fontes ornamentais.
<b>Grupo C: Depósitos fixos.</b>	<b>C:</b> Tanques em obras, borracharias e hortas, calhas, lajes e toldos em desníveis, ralos, sanitários em desuso, piscinas, vasos em cemitério, cacos de vidros em muro.
<b>Grupo D: Passíveis de remoção.</b>	<b>D1:</b> Pneus e outros materiais rolantes (câmaras de ar, manchões) em geral. <b>D2:</b> Lixo (recipientes plásticos, garrafas, latas), sucatas em pátios e ferro velhos, entulhos de construção.
<b>Grupo E: Naturais</b>	<b>E:</b> Axilas de folhas (bromélias, etc.), buracos em árvores e em rochas.

Fonte: Brasil (2005).

Os agentes devem examinar minuciosamente todos os depósitos que contenham água, pois podem ser criadouros em potenciais para o mosquito e grandes focos geradores e de manutenção de infestações. É válido salientar que os agentes devem levar larvicidas e tratar os depósitos onde forem encontradas larvas (BRASIL, 2013).

### 3 METODOLOGIA

Esta é uma pesquisa exploratória, com abordagem quantitativa. O objetivo principal é verificar a relação entre o saneamento básico e a proliferação do mosquito *Ae. aegypti*. Para isso, foram realizadas coletas de informações e análises estatísticas relacionando dois bancos de dados diferentes: saneamento básico e de proliferação do mosquito *Ae. Aegypti* dividindo o país em cinco regiões e analisando os dados desses municípios para o ano de 2017.

Os dados de saneamento básico foram obtidos na plataforma do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS) do Governo Federal, vinculada ao Ministério do Desenvolvimento Regional. Os dados do SNIS para o saneamento básico são quantificados em uma série de indicadores operacionais, de pessoal, de gestão, financeiros e de qualidade sobre a prestação dos serviços de saneamento em cada município. Os indicadores coletados são referentes ao ano de 2017.

Os dados de infestação do mosquito *Aedes aegypti* foram obtidos do Levantamento de Índice Rápido para o *Aedes aegypti* (LIRAA) no portal da transparência de responsabilidade do Ministério da Saúde e o índice de infestação predial (IIP) foi utilizado neste estudo. Os dados do LIRAA para infestação do mosquito são calculados através dos índices de infestações larvários de *Ae. aegypti* em cada município. Os índices do LIRAA coletados são referentes ao ano de 2017.

Após a coleta dos dados nas tabelas e planilhas do SNIS (abastecimento de água e esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo de águas pluviais) foram definidos os indicadores mais relevantes relacionados à região urbana dos municípios em virtude do mosquito *Ae. aegypti* ser um inseto que vive principalmente em zonas urbanas (FLAUZINO; SANTOS; OLIVEIRA, 2011; TSAI *et al.*, 2018; REIS *et al.*, 2019). O critério de escolha levou em consideração o referencial teórico, a eliminação de variáveis com expressões algébricas semelhantes e a presença de dados disponíveis em vários municípios.

A última etapa da metodologia foi a análise estatística, que contemplou a análise dos coeficientes de correlação e as árvores de regressão. O desenho esquemático das etapas da metodologia está detalhado na figura 15.

Figura 15– Desenho esquemático da metodologia.



Fonte: A autora (2021).

### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

O Brasil está localizado na América do Sul e é o quinto maior país em dimensão territorial com uma área de 8.547.403 km<sup>2</sup>. Sua área corresponde a, aproximadamente, 48% da América do Sul. É dividido em cinco regiões (figura 16)

distribuídas em 26 estados e mais um distrito federal, possui 5.570 municípios, e atualmente é o sexto país mais populoso do mundo com aproximadamente 210 milhões de habitantes (BRASIL, 2019).

As regiões mais populosas do país em ordem decrescente são: Sudeste, Nordeste, Sul, Norte e Centro-Oeste, conforme demonstra a tabela 3.

Tabela 3- População do país em cada região.

REGIÃO	POPULAÇÃO	% POPULAÇÃO
CENTRO OESTE	16.085.885	7,72%
NORDESTE	56.760.780	27,22%
NORTE	18.182.253	8,72%
SUDESTE	87.711.946	42,07%
SUL	29.754.036	14,27%

Fonte: Adaptado de BRASIL (2018).

De acordo com dados do IBGE (BRASIL, 2018) relacionados à Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD, 84,72% da população vive em áreas urbanas e apenas 15,28% vivem em áreas rurais.

Figura 16- Divisão territorial do Brasil.



Fonte: MELLO (2021).



### 3.2 COLETA DE DADOS DO SANEAMENTO BÁSICO

Os dados utilizados para as informações de Saneamento Básico foram coletados junto à plataforma do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento SNIS. Os dados do SNIS para abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e, drenagem e manejo de águas pluviais estão disponíveis ao público pelo site <http://app.cidades.gov.br/serieHistorica/>. A série de dados utilizada na elaboração deste trabalho foi a referente ao ano de 2017, última versão disponível no sistema no início desta pesquisa.

A definição dos indicadores analisados levou em consideração a relevância literária que os mesmos teriam com a área urbana dos municípios, observando os hábitos urbanos do mosquito (LAGROTTA, SILVA, SANTOS, 2008; DIENGE *et al.*, 2018; BELLINI *et al.*, 2018; HEINISCH *et al.*, 2019), associado com a disponibilidade de dados municipais de cada indicador. Essa seleção foi necessária, pois muitos municípios não apresentam material suficiente para o Ministério do Desenvolvimento Regional calcular todos os indicadores estabelecidos. O anexo 2 relaciona os indicadores escolhidos para a análise dos dados inicial referente ao abastecimento de água e esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e, drenagem e manejo de águas pluviais. Os anexos 3, 4 e 5 descrevem cada um deles.

#### 3.2.1 Indicadores de abastecimento de água e esgotamento sanitário –AE

Disponíveis ao público desde 1996, o SNIS-AE possui 84 indicadores de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Destes, foram selecionados 47 indicadores particionados em: 11 indicadores econômico-financeiros e administrativos, 18 indicadores operacionais de água, 7 indicadores operacionais de esgoto e 11 indicadores de qualidade de água e esgoto. No anexo 3 estão detalhados os 47 indicadores, suas expressões matemáticas, unidades e as informações necessárias para análises e cálculos.

### 3.2.2 Indicadores de manejo de resíduos sólidos –RS

Disponíveis ao público desde 2002, o SNIS-RS possui 47 indicadores relacionados a manejo de resíduos sólidos. Destes, foram selecionados 42 indicadores particionados em: 10 indicadores sobre despesas e trabalhadores, 13 indicadores sobre coleta domiciliar e pública, 7 indicadores sobre coleta seletiva e triagem, 1 indicador sobre coleta de resíduos de serviços de saúde pública e 10 indicadores sobre serviços de varrição, capina e roçada. No anexo 4 estão detalhados os 42 indicadores, suas expressões matemáticas, unidades e as informações necessárias para análises e cálculos.

### 3.2.3 Indicadores de drenagem e manejo de águas pluviais - DRE

Disponíveis ao público os dados de 2015 e 2017, o SNIS-DRE possui 25 indicadores de drenagem e manejo de águas pluviais. Destes, foram selecionados 14 indicadores particionados em: 1 indicador geral, 7 indicadores financeiros e 6 indicadores de infraestrutura. No anexo 5 estão detalhados os 14 indicadores, suas expressões matemáticas, unidades, e as informações necessárias para análises e cálculos.

## 3.3 COLETA DE DADOS DE INFESTAÇÃO DE *Aedes Aegypti*

Para o levantamento de dados e coleta de informações de proliferação de *Ae. aegypti* foi utilizado o boletim do LIRAA. Buscando uma maior coerência entre os dois bancos de dados, coletou-se dados referente ao LIRAA para o ano de 2017.

O indicador utilizado para este trabalho foi o Índice de Infestação Predial (IIP), descrito pela Equação 5, que contempla a verificação percentual de residências positivas para infestação de *Ae. aegypti* em relação ao total de residências pesquisadas. Os municípios devem informar anualmente os índices de infestação ao Ministério da Saúde através de cadastros e planilhas *online*.

De acordo com o Ministério da Saúde, no ano de 2017, 5.456 municípios brasileiros forneceram os dados necessários para cálculo do índice. Destes, 460

estavam em situação de risco para a ocorrência de epidemias, 1.445 em situação de alerta e 3.551 em situação satisfatória (BRASIL, 2018).

### 3.4 MUNICÍPIOS ANALISADOS

O *Aedes aegypti* está amplamente disseminado em todos os estados e regiões do Brasil. Entretanto, alguns estados possuem um histórico maior de incidência do mosquito e de epidemias transmitidas pelo mesmo (REIS *et al.*, 2019). Primeiramente as planilhas do SNIS para os itens 3.2.1, 3.2.2 e 3.2.3 foram analisadas e selecionados apenas os municípios que continham dados de todos os indicadores dos anexos 3, 4 e 5, totalizando 217 municípios selecionados para AE, 22 municípios para RS e 76 municípios para DRE. Os municípios que não tinham informações de algum dos indicadores selecionados foram descartados da primeira análise. Posteriormente, uma análise comparativa foi efetuada para verificar quais municípios estavam presentes simultaneamente no banco de dados do SNIS e do LIRAa. O anexo 6 apresenta a relação dos municípios selecionados para a primeira análise divididos em abastecimento de água e esgotamento sanitário (grupo 1), manejo de resíduos sólidos (grupo 2) e drenagem e manejo de águas pluviais (grupo 3), juntamente com os respectivos valores do IIP e sua classificação.

### 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

No presente estudo, a variável dependente é representada pelo LIRAa (índice IIP) dos municípios analisados. As variáveis explicativas, também conhecidas como regressoras (MONTGOMERY; RUNGER, 2003), são os parâmetros referentes aos dados de saneamento básico que se relacionam com a área urbana de cada município, apresentadas nos anexos 3, 4 e 5.

Avaliando os dados do SNISAE, SNISRS e SNISDRE foram analisadas inicialmente 103 variáveis independentes. O anexo 2 apresenta as variáveis utilizadas na pesquisa de maneira simplificada.

Após organizar e separar as variáveis, uma análise exploratória dos dados foi realizada com o intuito de se obter informações a respeito das amostras selecionadas para a modelagem. Os dados selecionados contemplam apenas variáveis

quantitativas o que tornou possível analisar gráficos (dispersão e histograma), medidas de tendência central (posição dos quartis, média e mediana), medidas de dispersão (valores mínimos e máximos e desvio padrão).

### 3.5.1 Análise da correlação

Avaliado o comportamento dos dados, uma análise bivariada preliminar foi desenvolvida por meio da matriz de correlação (utilizando o coeficiente de correlação de Pearson) para Água e esgoto x LIRAA, Resíduos Sólidos x LIRAA e Drenagem x LIRAA com o objetivo de ajudar na seleção das variáveis independentes (WEI; GNAUCK; LEI, 2009) e identificar a multicolinearidade entre elas (MONTGOMERY; PECK; VINING, 2012). O número de municípios analisados para as matrizes de correlação foram: AExLIRAA 214, RSxLIRAA 22 e DRExLIRAA 76.

O coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) é um indicador numérico que avalia a dependência, ou seja, a intensidade (valor numérico) e a direção (sinal) da relação entre duas variáveis quantitativas aleatórias. A Equação 8, expressa o cálculo do coeficiente de correlação de Pearson.

$$r_{xy} = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_i (x_i - \bar{x})^2 (y_i - \bar{y})^2}} \quad (8)$$

Onde:

$r_{xy}$  é o coeficiente de correlação;

$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^N x_i$ , equivale à média de  $x$ ;

$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^N y_i$ , equivale à média de  $y$ .

Tal avaliação apresenta-se como um índice adimensional, cujos valores variam entre -1 e 1. Se o valor do coeficiente de Pearson ( $r$ ) for igual a -1, significa que as variáveis possuem uma correlação negativa perfeita, isto é, são grandezas inversamente proporcionais. Se o coeficiente de correlação  $r$  for nulo, diz-se que não

há correlação entre as variáveis. E por fim, se for igual a 1, significa que possuem uma correlação positiva perfeita, ou seja, as duas caminham na mesma direção (MONTGOMERY; RUNGER, 2003). A tabela 4 apresenta o nível de classificação dos coeficientes de correlação de acordo com Dantas (2005).

Tabela 4- Níveis de classificação dos coeficientes de correlação

Coeficiente de Pearson	Correlação
$0 \leq  r  < 0,3$	Desprezível
$0,3 \leq  r  < 0,5$	Fraca
$0,5 \leq  r  < 0,7$	Moderada
$0,7 \leq  r  < 0,9$	Forte
$0,9 \leq  r  < 1,0$	Muito Forte

Fonte: Dantas (2005).

Para avaliar se a correlação entre duas variáveis é significativa, utiliza-se a estatística t (distribuição de Student), a partir da comparação da probabilidade de significância (p-valor) com o nível de significância escolhido ( $\alpha = 0,05$ ) (MONTGOMERY; PECK; VINNING, 2012).

A construção da matriz foi realizada inicialmente para avaliar os coeficientes de correlação entre as variáveis independentes e a variável explicativa, e ainda selecionar ou excluir indicadores de saneamento que possuem uma correlação alta entre si. Muitos indicadores possuem expressões algébricas semelhantes, por isso foi realizada uma seleção criteriosa dos indicadores analisando as fórmulas e coeficientes de correlação entre as variáveis independentes, com a ajuda da matriz de correlação. Após a análise das correlações optou-se em reduzir o número de indicadores de cada grupo visto que algumas das variáveis independentes apresentavam coeficientes de correlação moderados entre si ( $r \geq |0,6|$ ), apresentavam um número limitado de municípios respondentes e além disso, possuíam expressões algébricas semelhantes. Assim, para a segunda análise foram selecionados 26 indicadores para o abastecimento de água e esgotamento sanitário (9 indicadores financeiros, 11 indicadores operacionais de água, 3 indicadores operacionais de esgoto e 3 indicadores de qualidade de água e esgoto); 13 indicadores de resíduos sólidos (5 indicadores sobre despesas e trabalhadores, 4

indicadores sobre coleta domiciliar e pública, 2 indicadores coleta seletiva e triagem e 2 indicadores de coleta de saúde pública); 8 indicadores de drenagem pluvial (5 indicadores financeiros e 3 indicadores de infraestrutura).

A ideia inicial desta pesquisa era realizar uma regressão linear múltipla, e por isso a primeira análise contempla apenas municípios com informações a respeito dos indicadores selecionados. Entretanto, a complexidade dos dados somada à falta de normalidade, à multicolinearidade e à homocedasticidade foram decisivos para implementar a análise não paramétrica por árvores de decisão de variáveis contínuas, também conhecido como árvore de regressão.

### 3.6 ÁRVORE DE DECISÃO

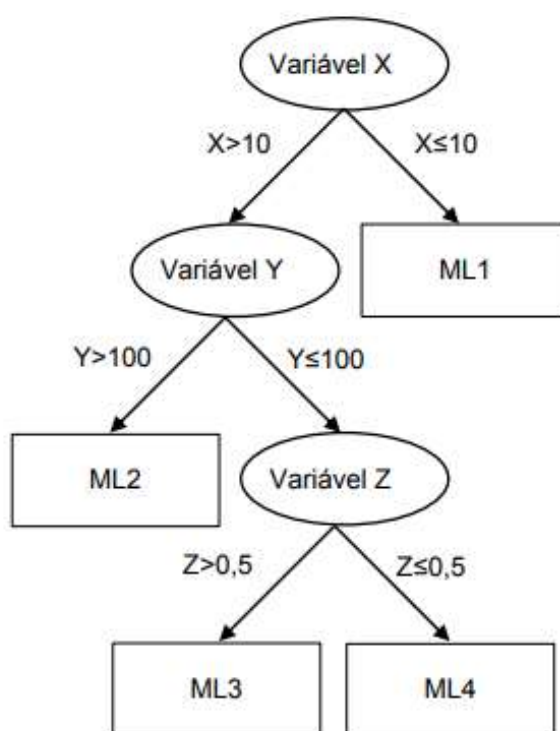
Árvores de decisão são modelos não-paramétricos que modelam relações complexas entre as entradas e saídas de um problema de classificação ou regressão, identificando de forma simples grupos com características comuns em um conjunto de dados, sem a necessidade de assumir hipóteses a priori (BREIMAN *et al.*, 1984; ALVARENGA JÚNIOR, 2018). A árvore de decisão possibilita classificar uma base de dados em grupos finitos fazendo uso de regras hierárquicas para suas divisões e, organiza os dados de forma compacta para obter uma visão real da natureza do processo (PIANUCCI; PITOMBO, 2019). Além disso, elas são mais fáceis de interpretar do que os outros modelos de regressão (STROBL *et al.*, 2009; SCHIKOWSKI, 2016), e podem ser aplicadas mesmo quando não são satisfeitos critérios de regressão como normalidade dos resíduos, linearidade dos parâmetros, homogeneidade da variância e independência entre preditores (FERNÁNDEZ *et al.*, 2015).

A árvore de decisão inicial é dividida em subamostras de acordo com os resultados observados das interações entre as variáveis explicativas. Desta forma, formam-se grupos em que a variável resposta apresenta comportamento homogêneo dentro do seu grupo e comportamento heterogêneo entre os demais grupos (BREIMAN *et al.*, 1984). A figura 17, representa uma árvore de decisão em que determinado evento é explicado pelas variáveis X, Y e Z, e sua estimativa é obtida através dos modelos lineares ML1, ML2, ML3 e ML4. Observa-se que em cada nó, há

uma divisão binária das características dos atributos da variável dependente (SCHIKOWSKI, 2016).

Segundo Taconeli (2008), existem dois tipos de árvores de decisão: árvores de classificação (variável resposta é categórica) e árvores de regressão (variável resposta é numérica). De acordo com Pitombo, Kawamoto e Souza (2011), cada árvore de decisão é dividida em alguns segmentos, denominados nós. O nó inicial ou raiz contém todo o banco de dados da análise, e é a partir dele que surgem as ramificações da árvore em sub-nós. Cada sub-nó contém resultados homogêneos entre si e quando estes não conseguem ser mais subdivididos dentro do seu subconjunto ele é considerado uma folha ou ainda um nó terminal.

Figura 17– Estrutura da árvore de decisão.

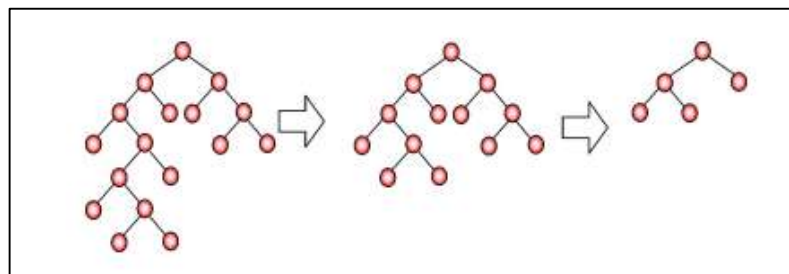


Fonte: SCHIKOWSKI (2016).

Após a construção da árvore de decisão existe a possibilidade de que a mesma seja muito específica para aquela base de dados ou ainda apresente informações excessivas. Neste caso, ocorre um super ajuste nos dados (*overfitting*), solucionado através da poda da árvore. Este processo, conforme figura 18, reduz o número de nós internos, e por consequência diminui a complexidade da árvore, apresentando na

maioria dos casos, um melhor desempenho quando comparado a árvore inicial (PICCHI NETTO, 2018).

Figura 18– Estrutura da poda em uma AD.



Fonte: Picchi Netto (2018).

A característica mais importante das árvores de decisão é a sua capacidade de quebrar um problema complexo de tomada de decisão em um conjunto de decisões mais simples e, assim, proporcionar uma solução facilmente interpretável.

Como a árvore de regressão permite trabalhar com dados faltantes, as planilhas iniciais foram reorganizadas e os municípios com índices vazios não foram retirados da amostra. Ao total foram modeladas 15 árvores regionais divididas nos três grupos:

- i) Abastecimento de água e esgotamento sanitário: foram analisados 26 indicadores e 5.482 municípios;
- ii) manejo de Resíduos Sólidos: foram analisados 13 indicadores e 3.501 municípios;
- iii) drenagem e manejo de águas pluviais: foram analisados 8 indicadores e 3.668 municípios.

Em algumas árvores foi necessário efetuar a poda para resolver problemas de *overfitting*.

Após definição das melhores árvores para a região de cada grupo, foram calculadas as métricas de verificação do modelo. Para isto, realizou-se a análise dos erros com as métricas ME (Erro médio), RMSE (Raiz do erro quadrático médio) e MAE (Erro médio absoluto), calculadas pelas Equações 9, 10 e 11.



$$ME = \frac{\sum_{i=1}^n Oi - Pi}{n} \quad (9)$$

$$RSME = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Oi - Pi)^2}{n}} \quad (10)$$

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |Oi - Pi|}{n} \quad (11)$$

Onde:

$O_i$  é o valor observado;

$P_i$  é o valor previsto pelo modelo;

$n$  é o número de resultados.

Por fim, os resultados de cada grupo foram discutidos de forma conjunta, visando entender suas diferenças e semelhanças.

Todas as análises estatísticas foram realizadas por intermédio do software R (R CORE TEAM, 2020) e interface R Studio, juntamente com o Microsoft Excel. As análises do software R foram realizadas com o auxílio dos pacotes `rpart` (THERNEAU; ATKINSON, 2019) e `rpart.plot` (MILBORROW, 2019). O nível de significância adotado foi de 5%.

## 4 RESULTADOS E DISCUSÕES

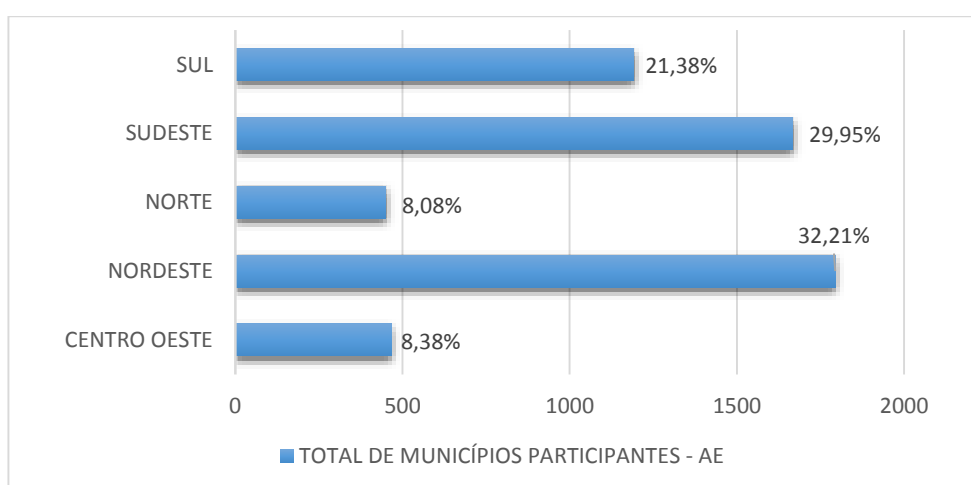
### 4.1 PREPARAÇÃO DOS DADOS

#### 4.1.1 Dados Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

##### 4.1.1.1 Abastecimento de água e esgotamento sanitário

Os dados coletados para o ano de 2017 no *site* do SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) referente ao abastecimento de água e esgotamento sanitário indicam que todos os municípios brasileiros, ou seja, 5.570 forneceram ao menos uma informação dos 47 indicadores selecionados para a pesquisa, listados no anexo 2. Destes, apenas 217 municípios (3,89%) apresentaram dados de todos os 47 indicadores. As figuras 19 e 20 representam respectivamente o percentual de municípios participantes em cada região e os municípios selecionados para a análise de dados por região.

Figura 19- Percentual dos municípios que disponibilizaram ao menos um indicador ao SNIS referente ao abastecimento de água e esgotamento sanitário por região no ano de 2017.

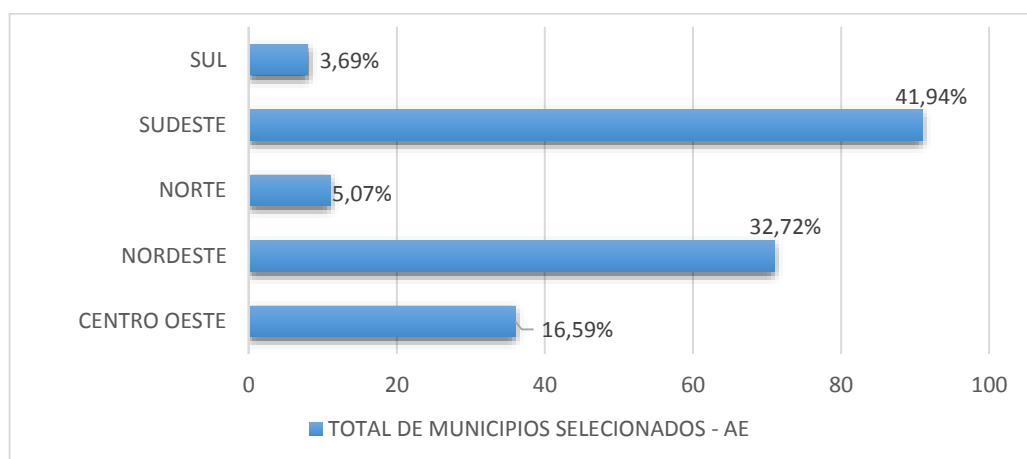


Fonte: A autora (2019).

No Brasil a região Nordeste apresenta o maior número de municípios que divulgaram ao menos um indicador, seguida da Sudeste, Sul, Centro oeste e Norte.

Dos 217 municípios selecionados contendo os 47 indicadores desta pesquisa, anexo 6, a região Sudeste (91) é a que apresenta o maior número de informações que fizeram parte desta pesquisa seguida do Nordeste (71), Centro oeste (36), Norte (11) e Sul (8).

Figura 20 - Percentual dos municípios selecionados, que apresentaram os 47 indicadores, para a análise de abastecimento de água e esgotamento sanitário por região no ano de 2017.



Fonte: A autora (2019).

Muitos municípios não disponibilizam dados para o cálculo de todos os indicadores, em virtude disso há uma redução significativa no número de informações analisadas. Entre eles destacam-se: IN074 (Duração média das intermitências), IN073 (Economias atingidas por intermitências) e o IN077 (Duração média dos reparos de extravasamentos de esgotos), que excluem 75,83% a 81,58% do total das informações fornecidas pelos municípios no ano de 2017. Os três índices apontados referem-se ao grupo dos indicadores de qualidade de água e esgoto, portanto, de forma geral, indicam que não há um controle efetivo na gestão das manutenções efetuadas nas redes.

Além disso, foi analisada a faixa populacional dos municípios selecionados. De acordo com os dados do SNIS a faixa populacional é dividida em 6 categorias, conforme quadro 1.

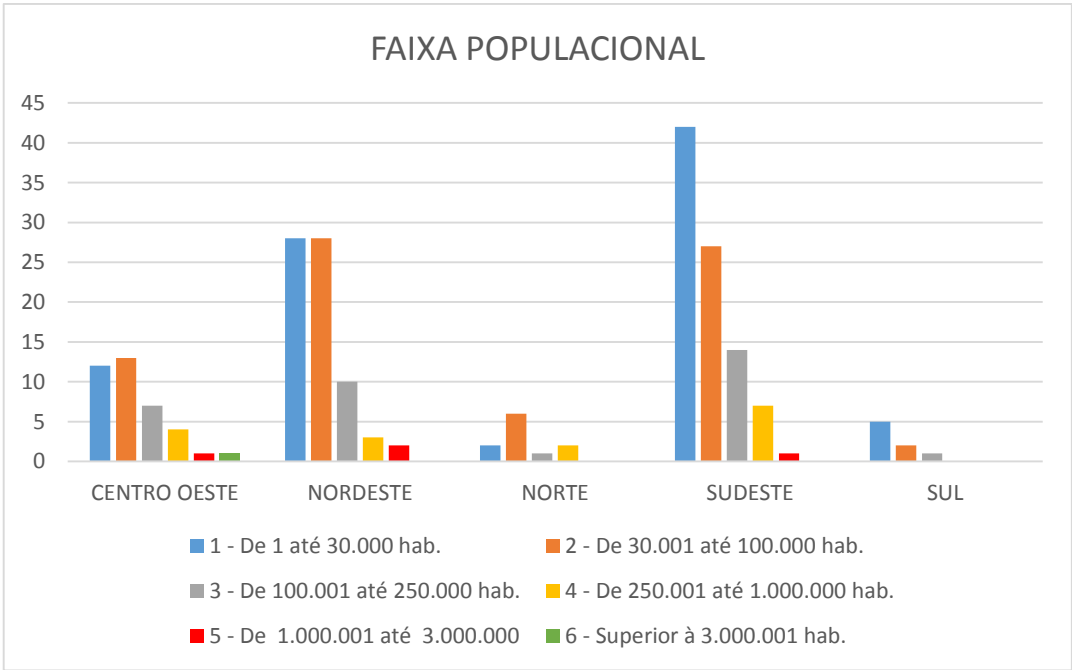
Quadro 1 - Classificação das faixas populacionais de acordo com o SNIS.

Classificação das faixas populacionais de acordo com o SNIS	
CATEGORIAS	NÚMERO DE HABITANTES
1ª Categoria	1 a 30.000 habitantes
2ª Categoria	30.001 a 100.000 habitantes
3ª Categoria	100.001 a 250.000 habitantes
4ª Categoria	250.001 a 1.000.000 habitantes
5ª Categoria	1.000.000 a 3.000.000 habitantes
6ª Categoria	Superior a 3.000.001 habitantes

Fonte: A autora (2020).

A figura 21 ilustra as faixas populacionais dos municípios selecionados por região.

Figura 21 - Faixa populacional municípios selecionados por região.



Fonte: A autora (2019).

Ao observar a figura 21 percebe-se que a maioria dos municípios selecionados, para análise do abastecimento e esgotamento sanitário, apresentam população até 100.000 habitantes, ou seja, municípios de pequeno porte. De forma geral tem-se: 1ª faixa – 87 municípios, 2ª faixa – 76 municípios, 3ª faixa – 33 municípios, 4ª faixa – 16 municípios, 5ª faixa – 4 municípios, 6ª faixa – 1 município. Entre os municípios selecionados, existem sete capitais estaduais: Cuiabá/MT, Porto Velho/RO, Rio Branco/AC – faixa populacional 4; Maceió/AL, Salvador/BA, Goiânia/GO – faixa populacional 5; e Brasília/DF, capital do país na sexta faixa populacional. Esses dados evidenciam que com exceção das capitais, municípios com menor faixa populacional fazem um melhor acompanhamento dos seus indicadores relacionados ao abastecimento de água e esgotamento sanitário.

#### 4.1.1.2 Manejo de Resíduos Sólidos

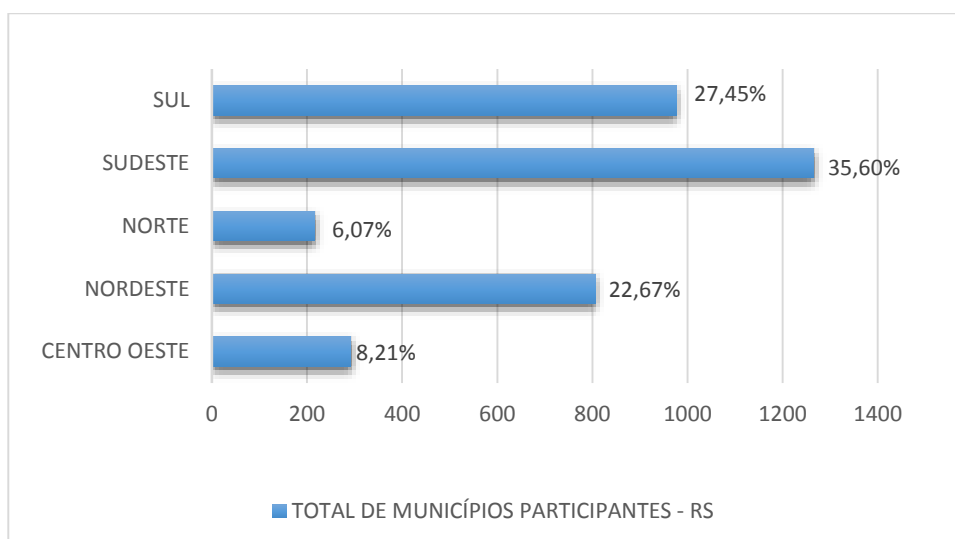
Os dados coletados para o ano de 2017 no *site* do SNIS referente ao manejo de resíduos sólidos indicam que 3.556 municípios (63,84% do total de municípios do país) forneceram ao menos uma informação dos 42 indicadores selecionados para a pesquisa listados no anexo 2. Destes, apenas 22 municípios (0,62%) apresentaram dados que permitiram o cálculo dos 42 indicadores. As figuras 22 e 23 representam respectivamente o percentual de municípios participantes em cada região e os municípios selecionados para a análise de dados em cada região.

Ao analisar a figura 22, a região Sudeste foi a que mais forneceu dados referentes ao manejo de resíduos sólidos no ano de 2017, seguida das regiões Sul, Nordeste, Centro oeste e Norte. Em contrapartida, dos 22 municípios selecionados, figura 23, a região Sul com 12 municípios (55%) foi a que mais forneceu dados de manejo de resíduos sólidos, seguida do Sudeste (8 municípios, 36%), Norte e Nordeste, ambos com 1 município e 4,5%. Nenhum município da região Centro oeste forneceu todos os indicadores analisados.

Os indicadores com maior número de municípios com dados faltantes são: IN048 (Extensão total anual varrida per capita), IN043 (Custo unitário médio do serviço de varrição), IN053 (Taxa de material recolhido pela coleta seletiva em relação à quantidade total coletada de resíduos sólidos domésticos), IN044 (Produtividade

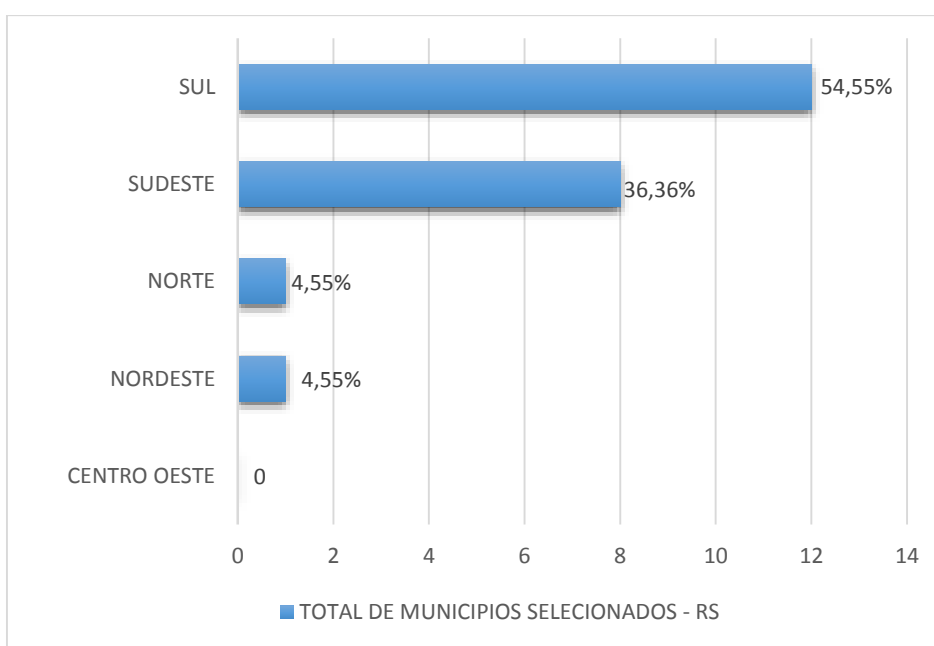
média dos varredores) e IN042 (Taxa de terceirização da extensão varrida) que não possuem de 79,41% a 90,77%.

Figura 22- Percentual dos municípios que disponibilizaram ao menos um indicador ao SNIS referente ao manejo de resíduos sólidos por região no ano de 2017.



Fonte: A autora (2019).

Figura 23- Percentual dos municípios selecionados para a análise de manejo de resíduos sólidos por região no ano de 2017.

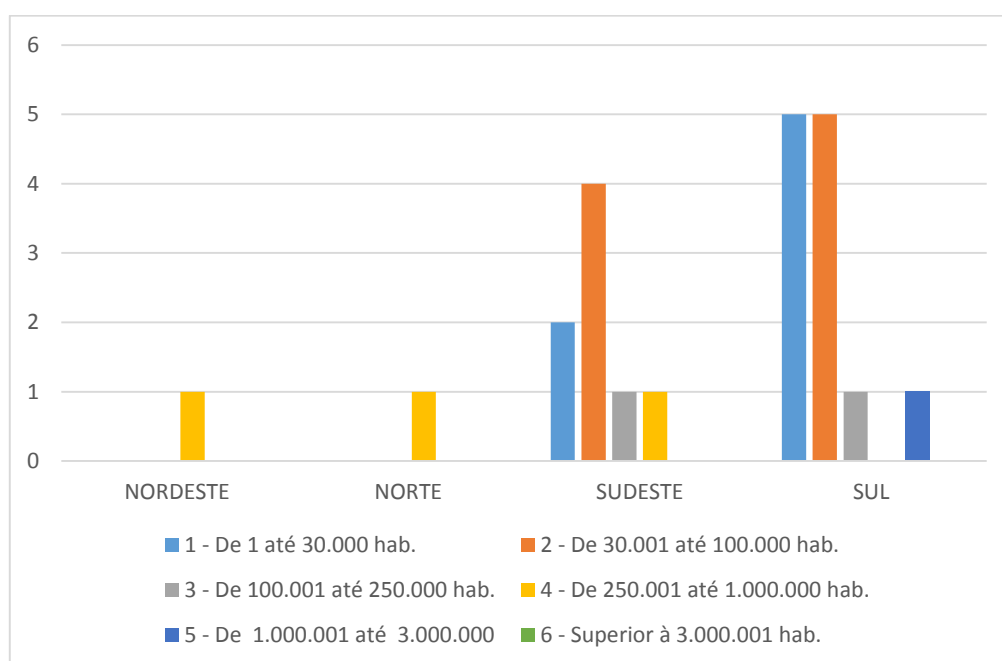


Fonte: A autora (2019).

Dos cinco indicadores com maior número de informações faltantes, quatro (IN048, IN043, IN044 e IN042) referem-se ao grupo dos indicadores sobre coleta dos serviços de varrição, capina e roçada, portanto, de forma geral, indicam que não há uma gestão efetiva desses serviços por parte dos municípios. O IN054 apesar de não estar entre os cinco indicadores com mais informações faltantes, é o décimo terceiro com menos informações e além de pertencer ao mesmo grupo do IN053 (coleta seletiva e triagem), utiliza o índice de coleta seletiva utilizado no cálculo do indicador IN053, portanto há evidências que os municípios têm um baixo controle sobre a coleta seletiva realizada pelos agentes envolvidos no processo.

A figura 24 indica a faixa populacional dos municípios por região selecionados para a primeira análise dos RS.

Figura 24- Faixa populacional dos municípios selecionados por região.



Fonte: A autora (2019).

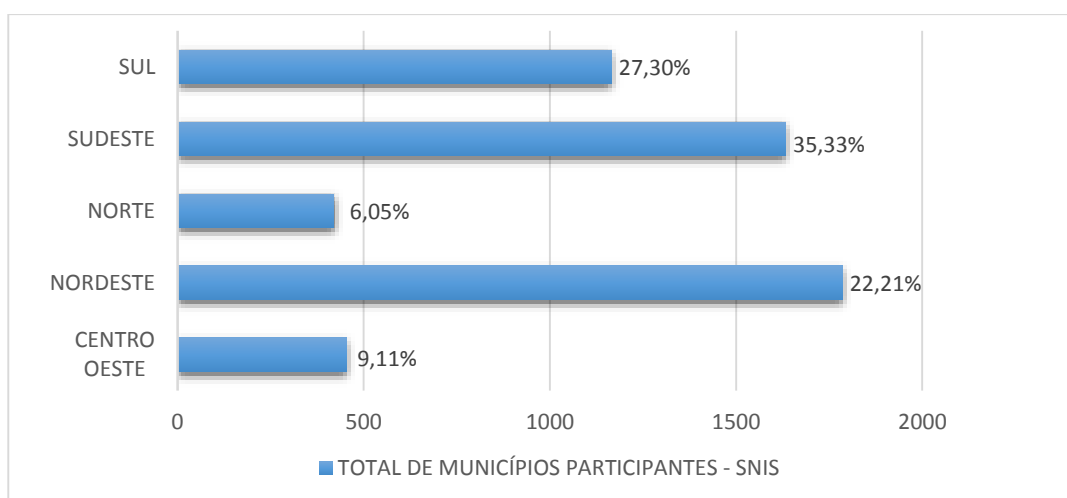
Ao observar a figura 24 percebe-se que a maioria dos municípios selecionados para análise do manejo de resíduos sólidos apresentam população até 100.000 habitantes, ou seja, municípios de pequeno porte. De forma geral tem-se: 1ª faixa – 7 municípios, 2ª faixa – 9 municípios, 3ª faixa – 2 municípios, 4ª faixa – 3 municípios, 5ª faixa – 1 municípios. Entre os municípios selecionados, existem três capitais estaduais: Natal/RN e Rio Branco/AC – faixa populacional 4 e Porto Alegre/RS – faixa populacional 5. Esses dados evidenciam que com exceção das capitais, há uma maior

gestão dos indicadores de resíduos sólidos nos municípios com menor faixa populacional.

#### 4.1.1.3 Drenagem e manejo de águas pluviais

Os dados referentes à drenagem e manejo de águas pluviais indicam que 3.733 municípios (67,74%) forneceram ao menos uma informação referente aos 14 indicadores selecionados para a pesquisa, listados no anexo 2. Destes, apenas 76 municípios (2,04%) apresentaram dados dos 14 indicadores. As figuras 25 e 26, representam respectivamente o percentual de municípios participantes em cada região e os municípios selecionados para a análise de dados em cada região.

Figura 25- Percentual dos municípios que disponibilizaram ao menos um indicador ao SNIS referente a drenagem e manejo de águas pluviais por região no ano de 2017.



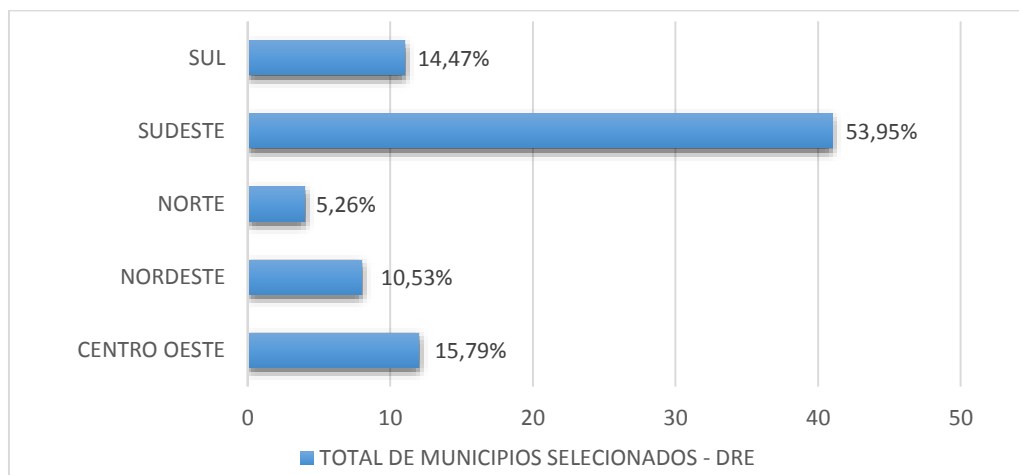
Fonte: A autora (2019).

Ao analisar a figura 25 observa-se que a região Sudeste foi a que mais forneceu dados referentes à drenagem e ao manejo de águas pluviais no ano de 2017, seguida das regiões: Sul, Nordeste, Centro oeste e Norte.

Dos 76 municípios selecionados, figura 26, a região Sudeste com 41 municípios (54%) foi a que mais forneceu dados de drenagem e manejo de águas pluviais, seguida da região Centro oeste (12 municípios, 16%), Sul (11 municípios, 14%), Nordeste (8 municípios, 11%) e Norte (4 municípios, 5%)



Figura 26- Percentual dos municípios selecionados para a análise de drenagem e manejo de águas pluviais por região no ano de 2017.



Fonte: A autora (2019).

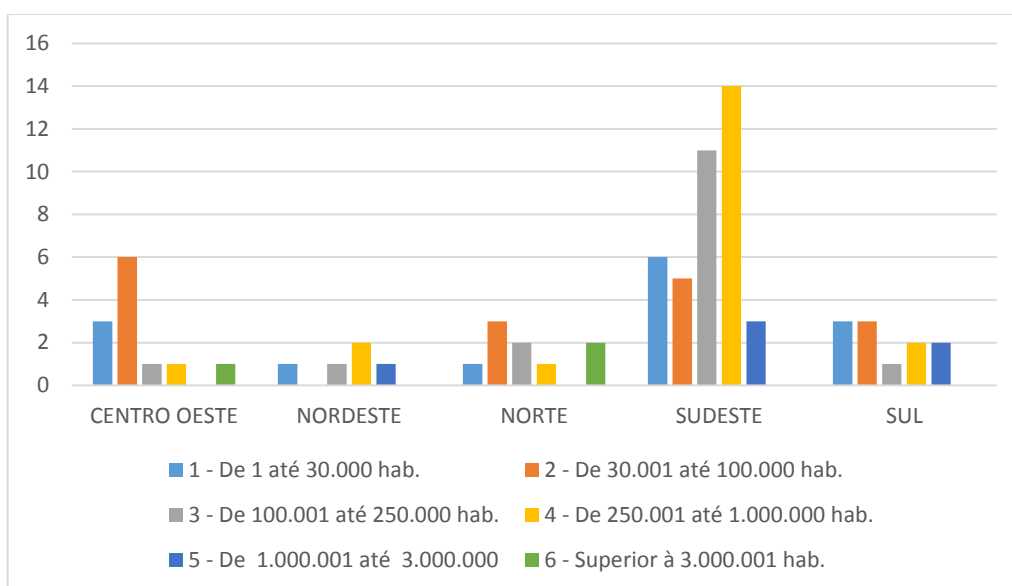
Os indicadores com maior número de dados municipais faltantes são: IN054 (Investimentos totais desembolsados em relação aos investimentos totais contratados), e IN035 (Volume de reservação de águas pluviais por unidade de área urbana) que excluem 58,34% a 95,58%.

O indicador IN035, está relacionado diretamente ao controle de cheias dos municípios e é um índice extremamente importante para a prevenção de doenças, pois no Brasil, principalmente os grandes centros urbanos, enfrentam sérios problemas de inundação. Segundo Freitas e Ximenes (2012) cerca de 60% dos desastres naturais registrados no país e 70% na América Latina e Caribe são provocados pelas enchentes que trazem riscos ao meio ambiente, aos serviços de saneamento básico, alterações no ciclo hidrológico e ainda exposições humanas às doenças. Com relação ao indicador IN054, há necessidade de um maior estudo das informações faltantes, pois seu cálculo é realizado com base na junção de dois índices utilizados nos indicadores IN053 (Desembolso de investimentos per capita) e IN049 (Investimento per capita em drenagem e manejo de águas pluviais urbanas), e estes apresentaram apenas 1 município com informação faltante.

A figura 27 ilustra as faixas populacionais dos municípios selecionados por região para a análise inicial da drenagem e manejo de águas pluviais.

Ao observar a figura 27 percebe-se que a maioria dos municípios selecionados para análise de drenagem e manejo de águas pluviais estão contidos dentro da faixa populacional 4, municípios de médio e grande porte.

Figura 27- Faixa populacional municípios selecionados por região.



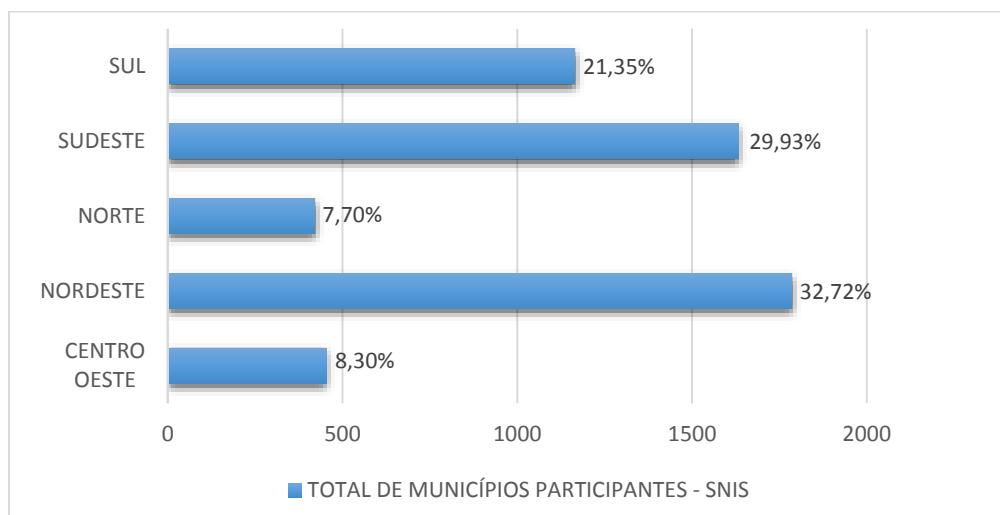
Fonte: A autora (2019).

De forma geral tem-se: 1ª faixa – 14 municípios, 2ª faixa – 17 municípios, 3ª faixa – 16 municípios, 4ª faixa – 20 municípios, 5ª faixa – 6 municípios, 6ª faixa – 3 municípios. Entre os municípios selecionados, existem dez capitais estaduais dispostas da seguinte forma: 6ª faixa populacional (São Paulo/SP, Rio de Janeiro/RJ e Brasília/DF), 5ª faixa populacional (Curitiba/PR, Porto Alegre/RS, Recife/PE e Belo Horizonte/MG) e 4ª faixa populacional (Campo Grande/MS, João Pessoa/PB e Aracajú/SE). Esses dados evidenciam que com exceção das capitais, municípios com menor faixa populacional fazem um melhor acompanhamento dos seus indicadores relacionados à drenagem e ao manejo de águas pluviais.

#### 4.1.2 Dados Índice de Infestação Predial

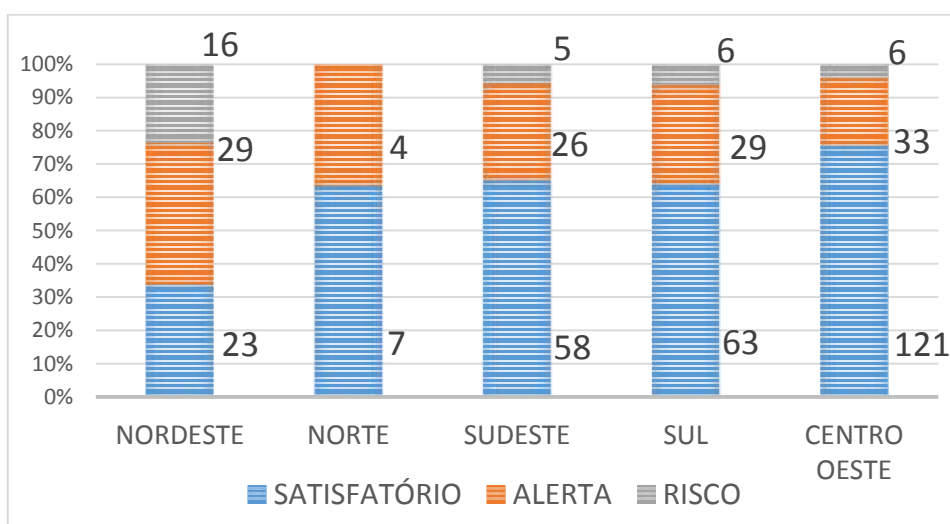
Os dados referentes ao índice de infestação predial (IIP) para o ano de 2017 foram obtidos juntamente ao Ministério da Saúde e dos 5.570 municípios brasileiros, 5456 (97,95%) participaram da pesquisa. Os 114 (2,05%) municípios que não apresentam dados de IPP estão distribuídos da seguinte forma: região Sul – 26 municípios, Sudeste – 35 municípios, Nordeste – 9 municípios, Norte – 30 municípios e Centro oeste – 14 municípios. A figura 28 relaciona a quantidade de municípios participantes por região. E as figuras 29, 30 e 31 indicam o IIP dos municípios selecionados.

Figura 28- Quantidade de municípios com IIP disponíveis para o ano de 2017.



Fonte: A autora (2021).

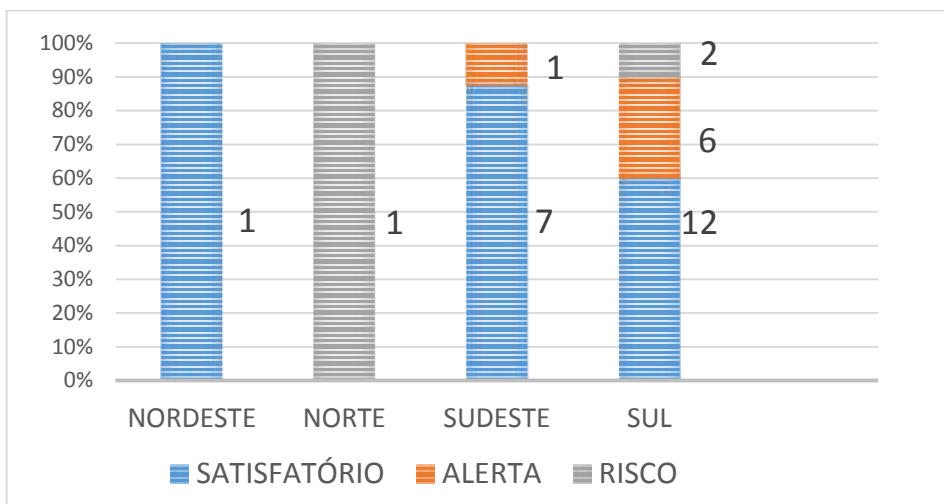
Figura 29– IIP dos municípios selecionados para análise do abastecimento de água e esgotamento sanitário distribuídos por região.



Fonte: A autora (2021).

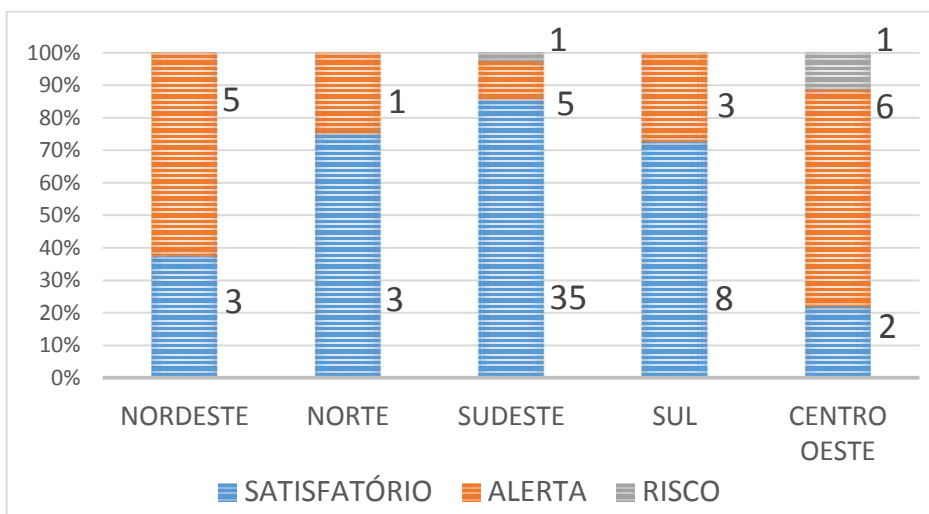
Observando as figuras 29, 30 e 31 percebe-se que a maioria dos municípios selecionados possuem baixos IIP, indicando que há tendências de os municípios que fazem uma melhor gestão dos índices de saneamento básico são os que apresentam menor infestação do mosquito *Ae. Aegypti*.

Figura 30- IIP dos municípios selecionados para análise do manejo de resíduos sólidos distribuídos por região.



Fonte: A autora (2021).

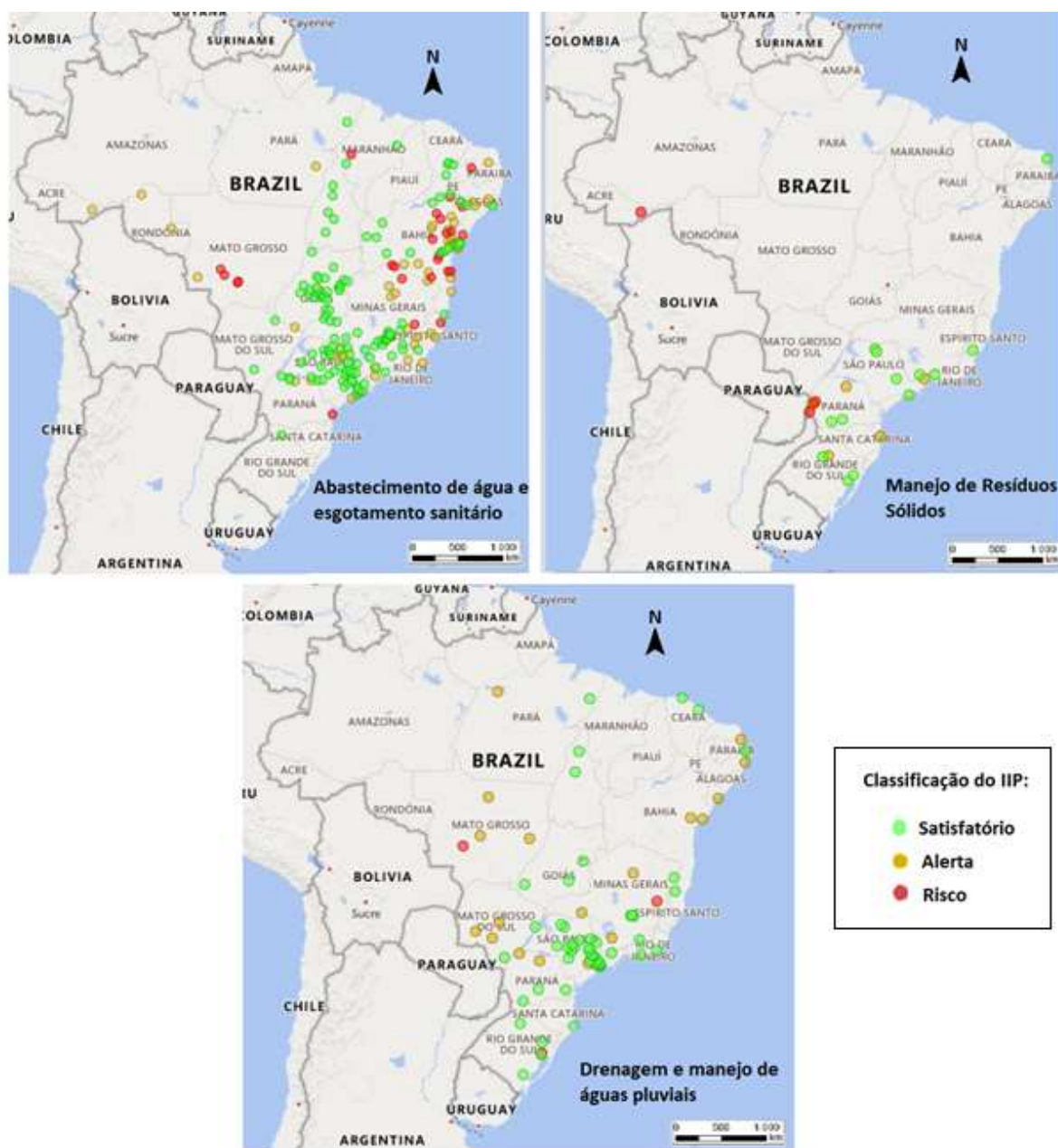
Figura 31- IIP dos municípios selecionados para análise da drenagem e manejo de águas pluviais distribuídos por região.



Fonte: A autora (2019).

A relação dos municípios selecionados para a primeira análise dos três grupos encontra-se na figura 32.

Figura 32- Distribuição dos municípios selecionados para a primeira análise classificados pelo IIP.



Fonte: A autora (2021).

## 4.2 ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS

### 4.2.1 Abastecimento de água e esgotamento sanitário

Após a seleção das variáveis explicativas seguindo os critérios citados no item 3.2, quanto aos indicadores do SNIS referentes a região urbana do município, a base final de dados ficou com 217 municípios. Ao analisar simultaneamente os dados do IIP e SNIS-AE, três municípios não forneceram índices de infestação predial fazendo com que a amostra fosse reduzida para 214 municípios.

Na tabela 5 estão relacionadas as estatísticas descritivas do IIP dos municípios selecionados.

Tabela 5- Estatísticas Descritivas do IIP referente ao abastecimento de água e esgotamento sanitário.

VARIÁVEL DEPENDENTE								
Nº de municípios	VARIÁVEL	Mínimo	1º Quartil (25%)	MEDIANA	MÉDIA	3º Quartil (75%)	Máximo	Desvio Padrão
217	IIP	0,00	0,20	0,80	2,53	2,20	100,00	9,74

Fonte: A autora (2019).

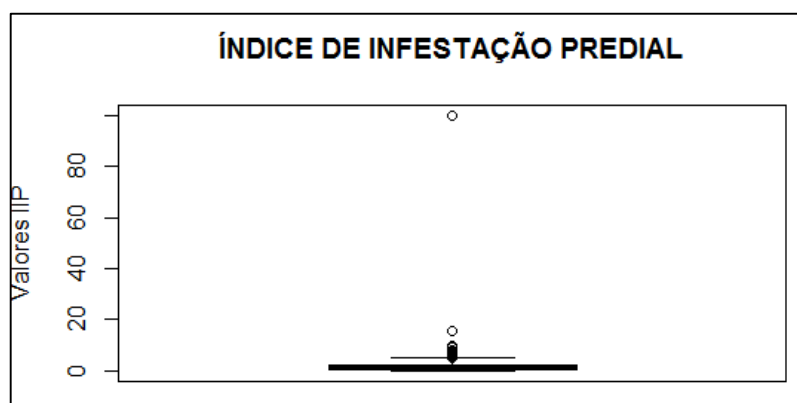
#### 4.2.1.1 Variável dependente

Ao analisar os dados referentes à variável dependente, representada pelo índice de infestação predial, observa-se que dos 214 municípios analisados, 121 apresentam IIP satisfatório (56,54%), 66 estão em alerta (30,84%) e 27 municípios estão em situação de risco (12,62%). O boxplot, figura 33, indica a visualização dos dados referentes aos 214 municípios.

Observa-se que o *boxplot* apresentou 3 valores atípicos, *outliers*, cujos respectivos valores são 15,3, 100 e 100. Além disso, de acordo com a tabela 7, 25% dos municípios (1º quartil) apresentam IIP médio de 0,20; 50% dos municípios apresentam IIP até 0,80 (mediana); e 75% dos municípios apresentam IIP de 2,20 (3º quartil). Existem 99 municípios contidos no intervalo interquartil (1º ao 3º quartil), representando 46,26%. Ou seja, a grande maioria dos municípios selecionados

apresentam IIP satisfatórios e poucos estão com índice acima de 3,99 considerado como situação de risco.

Figura 33 - *Boxplot* da variável IIP.

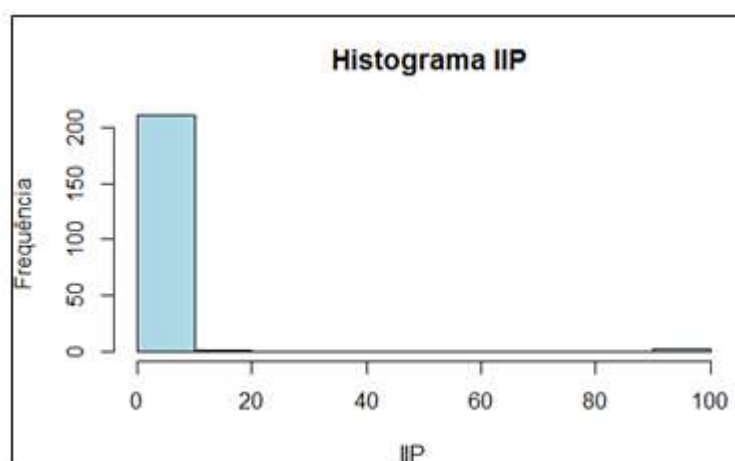


Fonte: A autora (2019).

Os três *outliers* compreendem os municípios de Itabuna, Carinhanha e Chorrochó, todos localizados no estado da Bahia, região Nordeste do Brasil.

Pelo histograma do índice de infestação predial dos municípios analisados, figura 34, observa-se que os dados não têm uma distribuição normal ( $p$ -valor  $< 0.001$ ; teste Shapiro-Wilk) e há uma concentração de municípios com valores menores de IIP. E, além disso, observa-se que os municípios com maior número de informações a respeito dos indicadores selecionados na análise inicial de abastecimento de água e esgotamento sanitário apresentam IIP baixos (situação satisfatória). Isso sugere que os municípios com maior controle dos seus indicadores apresentam um menor IIP.

Figura 34 - Histograma variável IIP.



Fonte: A autora (2019).

A normalidade dos dados foi analisada em todos os 47 indicadores com uma significância de 5%. Na tabela é apresentada a análise de normalidade das variáveis explicativas do modelo em estudo realizada com auxílio do teste de Shapiro-Wilk.

Tabela 6 – Teste Shapiro-Wilk para variáveis independentes com nível de significância de 5%.

VARIÁVEL	IN010	IN012	IN013	IN014	IN015	IN016	IN017
P-VALOR	0.003361	1,81E-03	0.004184	2.2e-16	1,59E-05	2.2e-16	4,92E-08
STATUS	Não Normal	Não Normal	Não Normal	Não Normal	Não Normal	Não Normal	Não Normal
VARIÁVEL	IN018	IN020	IN021	IN022	IN023	IN024	IN025
P-VALOR	2.2e-16	1,81E-06	2.2e-16	4,53E-12	2.2e-16	1,45E-08	2.69e-12
STATUS	Não Normal	Não Normal	Não Normal	Não Normal	Não Normal	Não Normal	Não Normal
VARIÁVEL	IN028	IN029	IN041	IN043	IN044	IN045	IN046
P-VALOR	0.004184	1,29E-12	0.0007194	2.2e-16	2.2e-16	2.2e-16	3,46E-06
STATUS	Não Normal	Não Normal	Não Normal	Não Normal	Não Normal	Não Normal	Não Normal
VARIÁVEL	IN047	IN048	IN049	IN050	IN052	IN053	IN055
P-VALOR	1,45E-08	2.2e-16	<b>0.3794</b>	2.2e-16	<b>0.3794</b>	2.2e-16	9,35E-12
STATUS	Não Normal	Não Normal	<b>Normal</b>	Não Normal	<b>NORMAL</b>	Não Normal	Não Normal
VARIÁVEL	IN056	IN071	IN072	IN073	IN074	IN075	IN076
P-VALOR	2.6e-09	2.2e-16	2.2e-16	2.2e-16	2.2e-16	2.2e-16	2.2e-16
STATUS	Não Normal	Não Normal	Não Normal	Não Normal	Não Normal	Não Normal	Não Normal
VARIÁVEL	IN079	IN082	IN084	IN085	IN102		
P-VALOR	2.2e-18	2.2e-19	2.2e-20	2.2e-21	1,23E-06		
STATUS	Não Normal	Não Normal	Não Normal	Não Normal	Não Normal		

A autora (2019).

#### 4.2.1.2 Matrizes de correlação

Muitos indicadores apresentam expressões algébricas semelhantes, em virtude disso, foram elaboradas matrizes de correlação entre as variáveis independentes e a variável dependente, separadas de acordo com o grupo de indicadores. Essa separação foi necessária para melhor visualização das correlações entre as variáveis e exclusão de alguns indicadores. Os critérios de exclusão adotados foram: coeficiente de correlação acima de  $r \geq |0,6|$ , expressões algébricas semelhantes com outros indicadores e número de municípios com informações disponibilizadas pelo SNIS.

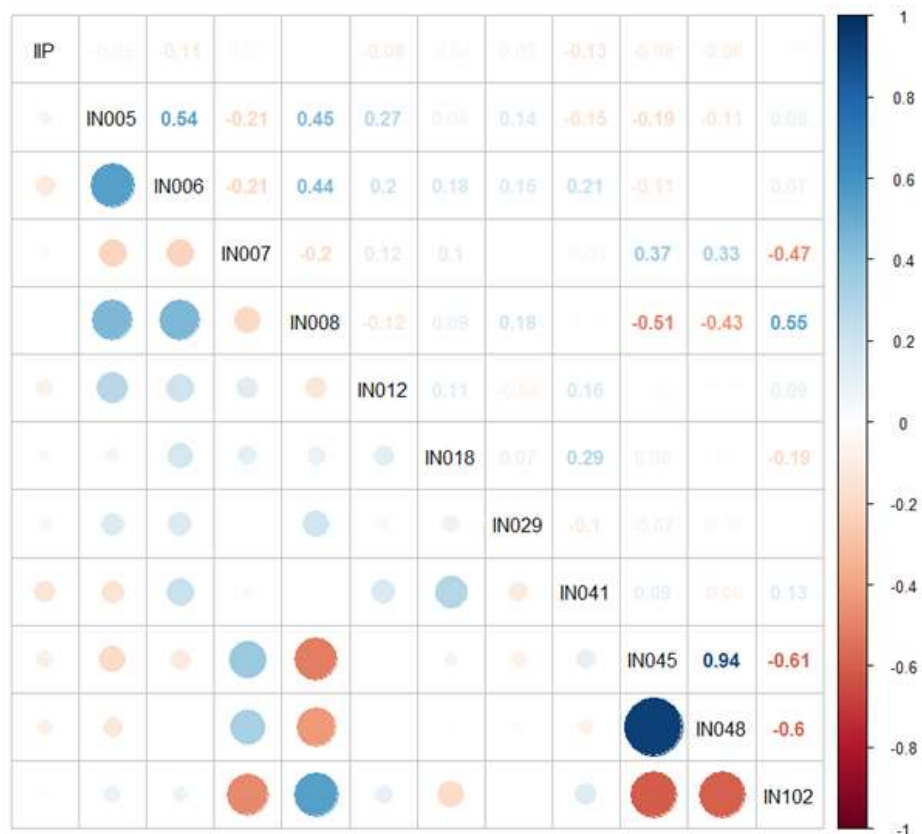


A matriz apresenta na cor azul as correlações positivas e em vermelho as negativas. Quanto maior o tamanho do círculo e a intensidade da cor, maior o coeficiente de correlação. As figuras representam respectivamente os indicadores analisados e distribuídos da seguinte forma: Indicadores econômicos financeiros e administrativos (figura 35), indicadores operacionais de água (figura 36 e 37), indicadores operacionais de esgoto (figura 38), indicadores de qualidade referente a água e esgoto (figura 39). Durante a análise matricial alguns indicadores foram excluídos.

#### 4.2.1.2.1 Indicadores econômico-financeiros e administrativos

A matriz referente aos indicadores econômico-financeiros e administrativos, representada pela figura 35, mostra que os coeficientes de correlação entre a variável IIP e as demais variáveis, de acordo com Dantas (2005), são negativas e desprezíveis.

Figura 35 –Matriz de correlação dos Indicadores econômico-financeiros e administrativos.



A autora (2021).

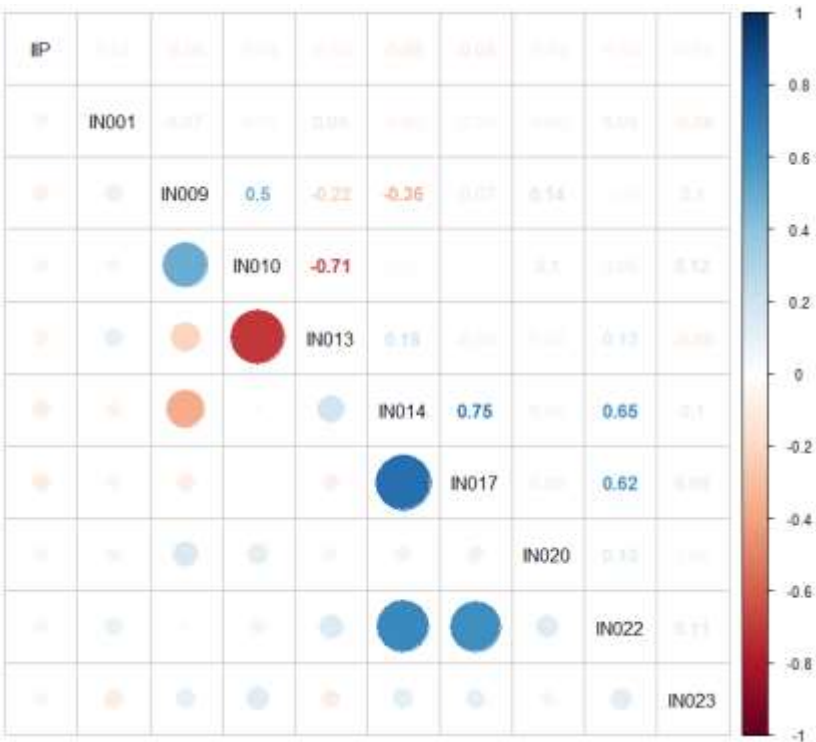
Observa-se que há dois coeficientes de correlação significativos entre as variáveis independentes: IN045 (Índice de produtividade: empregados próprios por 1000 ligações de água) x IN048 (Índice de produtividade: empregados próprios por 1000 ligações de água e esgoto), IN102 (Índice de produtividade de pessoal total - equivalente) x IN048 (Índice de produtividade: empregados próprios por 1000 ligações de água e esgoto) e IN045xIN102. Em decorrência desses coeficientes optou-se por eliminar da análise os indicadores IN045 e o IN102, e manter o IN048 visto que sua formulação matemática está baseada nos dois indicadores excluídos.

#### 4.2.1.2.2 Indicadores operacionais de água

Em função da grande quantidade, os indicadores operacionais de água foram particionados em duas matrizes. A primeira matriz de correlação, representada pela figura 36, mostra que os coeficientes de correlações entre a variável IIP e as demais são desprezíveis. No entanto há 4 coeficientes de correlação significativos entre as variáveis independentes: IN010 (Índice de micromedição relativo ao volume disponibilizado) x IN013 (Índice de perdas no faturamento), IN014 (Consumo micromedido por economia) x IN017 (Consumo de água faturado por economia), IN014 x IN022 (Consumo médio *percapita* de água), e ainda IN017 e IN022. Optou-se pela exclusão dos indicadores IN013, IN014 e IN017.

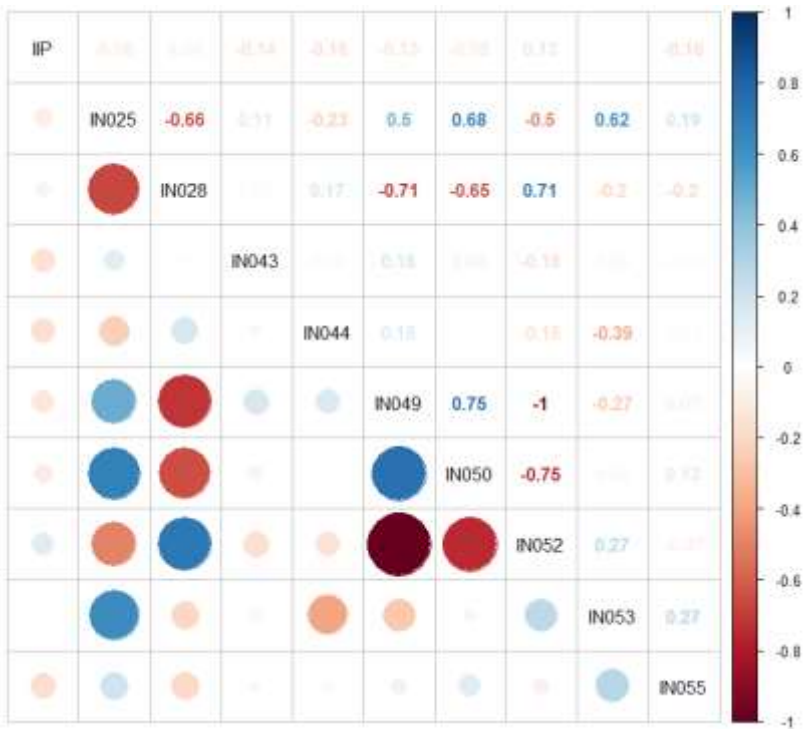
A segunda matriz de correlação referente aos indicadores operacionais de água, representada pela figura 37, mostra que os coeficientes de correlação entre a variável IIP e as demais variáveis também são desprezíveis. Em contrapartida existem 8 coeficientes de correlação classificados como moderados ( $r \geq |0,60|$ ) dos indicadores IN025 (Volume de água disponibilizado por economia), IN028 (Índice de faturamento de água) e IN050 (Índice bruto de despesas lineares) com relação aos demais. Os indicadores IN049 (Índices de perda na distribuição) x IN052 (Índice de consumo de água) apresentam coeficiente de correlação igual a -1. Ao analisar esta matriz de correlação, foram excluídos os indicadores IN025, IN028, IN049 e IN050.

Figura 36 – Primeira Matriz de correlação dos Indicadores operacionais de água



A autora (2021).

Figura 37 – Segunda Matriz de correlação dos Indicadores operacionais de água.



A autora (2021).

#### 4.2.1.2.3 Indicadores operacionais de esgoto

A figura 38, indica que os coeficientes de correlação entre a variável IIP e as demais variáveis são desprezíveis. Esta matriz indica que há coeficientes de correlação alto entre as variáveis independentes, entre elas: IN024 (Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água) x IN047 (Índice de abastecimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto). Além dessa associação, os indicadores IN015 (Índice de coleta de esgoto), IN016 (Índice de tratamento de esgoto) e IN056 (Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água) apresentam coeficientes acima de  $r \geq |0,60|$  com outras variáveis independentes. Para esta matriz, foram excluídos os indicadores IN015, IN016, IN024 e IN056.

Figura 38 –Matriz de correlação dos Indicadores operacionais de esgoto.



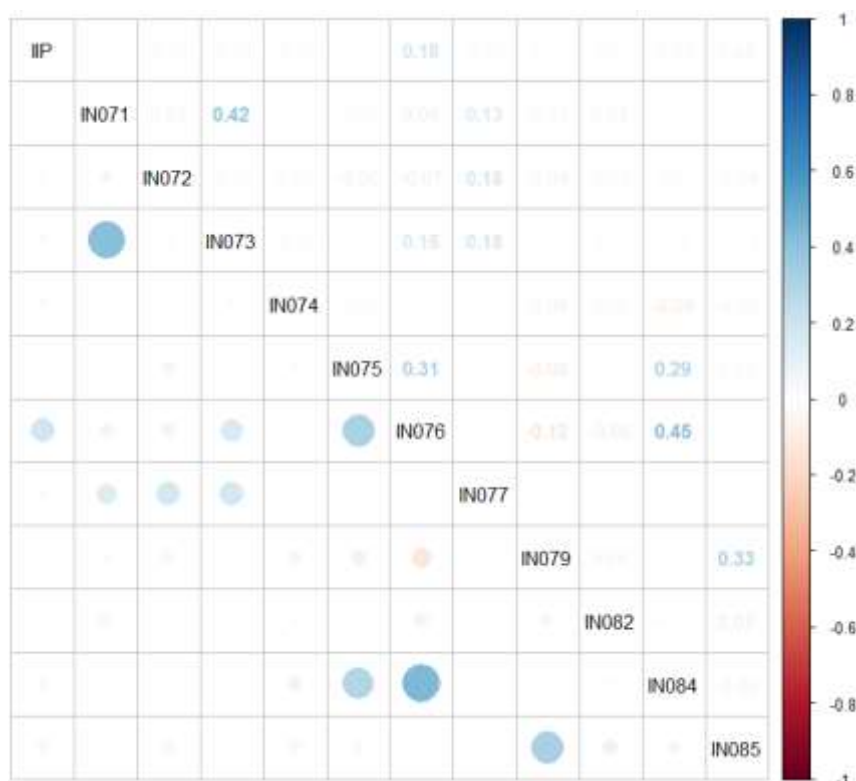
A autora (2021).

#### 4.2.1.2.4 Indicadores de qualidade de água e esgoto

A matriz de correlação referente aos indicadores de qualidade de água e esgoto, representada pela figura 39, mostra que os coeficientes de correlação entre os demais indicadores e o IIP são desprezíveis.

Apesar de não serem encontrados coeficientes de correlação acima de 0,6 entre as variáveis independentes. Para esse grupo de indicadores, há muitas informações faltantes a respeito dos municípios e, além disso, optou-se por excluir os indicadores de qualidade da água em virtude das suas expressões algébricas semelhantes. Para a segunda análise apenas os indicadores IN072 (Duração média das paralisações), IN074 (Duração média das intermitências) e IN077 (Duração média dos reparos de extravasamentos de esgotos) foram mantidos do grupo referente a qualidade de água e esgoto.

Figura 39 –Matriz de correlação dos Indicadores de qualidade referente a água e ao esgoto.



A autora (2021).

#### 4.2.1.2.5 Indicadores selecionados para a segunda análise

Foi analisada a normalidade dos dados de IIP e dos 47 indicadores. Como o IIP e muitos indicadores não apresentam aderência à distribuição normal é necessário um método que contemple essa característica.

As análises matriciais indicam que não foram encontrados coeficientes de correlação significativos entre as variáveis explicativas e o IIP. Apesar disso, foram visualizados coeficientes acima de  $r \geq |0,6|$  entre alguns indicadores. Além disso, nas análises matriciais as variáveis mostraram um comportamento não linear, multicolinearidade, homocedasticidade entre os indicadores de abastecimento de água e esgotamento sanitário e o IIP, fazendo com que fossem adotadas análises de árvores de regressão.

Embora a árvore de regressão aceite trabalhar com informações faltantes, quanto maior o número de dados disponíveis, menores serão os erros e maior será a veracidade dos indicadores associados ao IIP. No total 21 indicadores foram excluídos, e a segunda análise realizada por árvores de regressão para o abastecimento de água e esgotamento sanitário incluiu 26 indicadores apresentados no quadro 2.

Quadro 2 - Resumo dos indicadores selecionados para as árvores de regressão referente ao abastecimento de água e esgotamento sanitário.

INDICADORES	ABREVIACÃO	DESCRIÇÃO DOS INDICADORES	UNIDADE
ECONÔMICOS-FINANCEIROS E ADMINISTRATIVOS	IN005	Tarifa média de água	R\$/m <sup>3</sup>
	IN006	Tarifa média de esgoto	R\$/m <sup>3</sup>
	IN007	Incidência da despesa de pessoal e de serviços de terceiros nas despesas totais com os serviços	%
	IN008	Despesa média por empregado	R\$/empregado
	IN012	Indicador de desempenho financeiro	%
	IN018	Quantidade equivalente de pessoal total	empregado
	IN029	Índice de evasão de receitas	%

Continua

Cont. Quadro 2

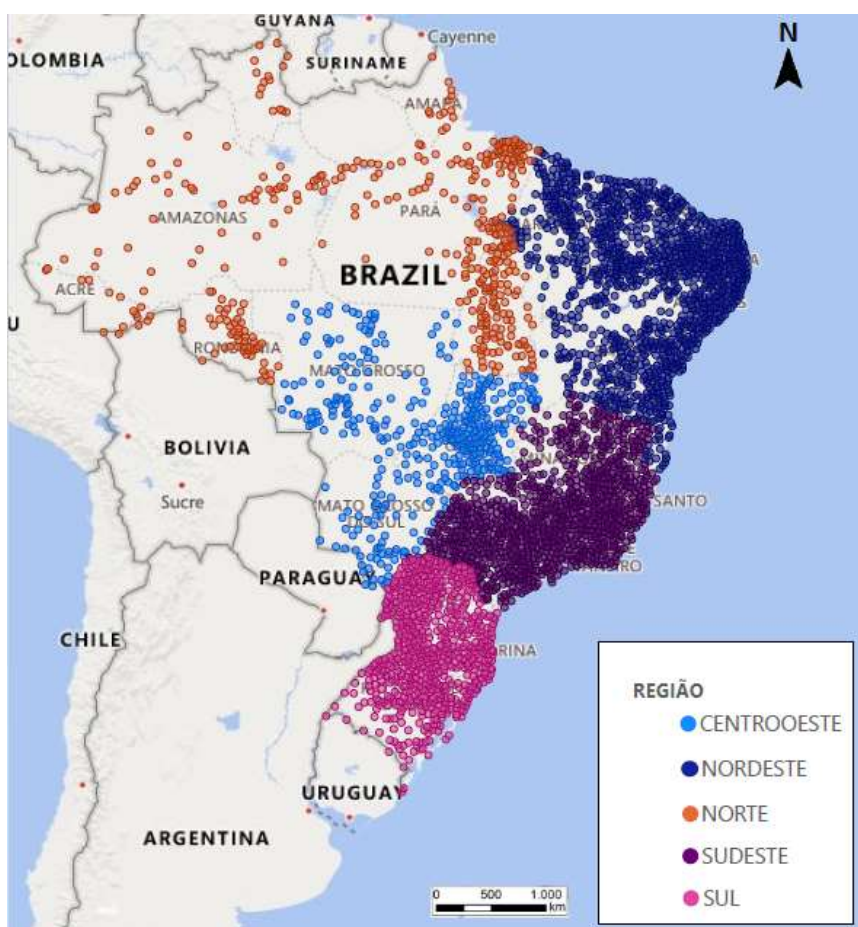
ECONÔMICOS-FINANCEIROS E ADMINISTRATIVOS	IN041	Participação da receita direta de esgoto operacional total	R\$/habitante ano
	IN048	Índice de produtividade: empregados próprios por 1000 ligações de água + esgoto	empregados/mil ligações
OPERACIONAIS DE ÁGUA	IN001	Densidade de economia de água por ligação	economia/ligação
	IN009	Índice de hidrometração	%
	IN010	Índice de micromedição relativo ao consumo disponibilizado	%
	IN020	Extensão da rede de água por ligação	metros/ligação
	IN022	Consumo médio percapita de água	litros/habitantes / dia
	IN023	Índice de atendimento urbano de água	%
	IN043	Participação das economias residenciais de água no total das economias de água	%
	IN044	Índice de micromedição relativo ao consumo	%
	IN052	Índice de consumo de água	%
	IN053	Consumo médio de água por economia	m³/ mês/ economia
	IN055	Índice de atendimento total de água	%
OPERACIONAIS DE ESGOTO	IN015	Índice de coleta de esgoto	%
	IN016	Índice de tratamento de esgoto	%
	IN021	Extensão da rede de esgoto por ligação	metros/ligação
	IN046	Índice de esgoto tratado referido à água consumida	%
	IN047	Índice de abastecimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto	%
QUALIDADE - ÁGUA E ESGOTO	IN072	Duração média das paralisações	horas/paralisações
	IN074	Duração média das intermitências	horas/interrupções
	IN077	Duração média dos reparos de extravasamentos de esgotos	horas/extravasamentos

A autora (2021).

#### 4.2.1.3 Árvores de regressão

Como o IIP de muitos indicadores não apresentam aderência à distribuição normal é necessário um método que contemple essa característica, além de acomodar possíveis interações entre os preditores. Além disso, como a árvore de regressão permite trabalhar com dados faltantes, a planilha inicial do abastecimento de água e esgotamento sanitário foi reorganizada e os municípios com índices faltantes não foram retirados. A amostra final é composta por 5.482 municípios, distribuídos da seguinte forma nas regiões do país: Centro-Oeste (CO) 454 municípios, Nordeste (NE) 1.783 municípios, Norte (N) 433 municípios, Sudeste (SE) 1.636 municípios, Sul (S) 1.176 municípios. A figura 40, ilustra os municípios selecionados para esta etapa.

Figura 40 – Municípios selecionados para as análises das árvores de regressão referente ao abastecimento de água e esgotamento sanitário.



Fonte: A autora (2021).



Tabela 7- Estatísticas Descritivas do AE índice de infestação predial (IIP) para a análise de árvores de regressão.

	n	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Desvio Padrão
Brasil	5.482	0.000	0.000	0.400	1.415	1.600	100.000	4.550
Região								
Centro oeste	454	0.000	0.000	0.200	0.787	0.800	34.400	2.038
Nordeste	1.783	0.000	0.400	1.400	2.574	3.200	100.000	5.925
Norte	433	0.000	0.000	0.300	1.349	1.600	100.000	5.113
Sudeste	1.636	0.000	0.000	0.300	0.816	0.800	100.000	4.414
Sul	1.176	0.000	0.000	0.000	0.756	1.000	9.000	1.371

Fonte: A autora (2021).

De acordo com a tabela 7, para o Brasil 25% dos municípios (1º quartil) apresentam IIP médio de 0,00 (situação satisfatória); 50% dos municípios apresentam IIP até 0,40 (situação satisfatória); e 75% dos municípios apresentam IIP de 1,60 (3º quartil, situação de alerta). O Nordeste, é a região com maiores IIP, observa-se que mais de 50% dos municípios estão em situação de alerta ( $1,0 \leq IIP \leq 3,99$ ). As regiões Sul, Sudeste e Centro Oeste apresentam cerca de 75% dos municípios analisados em situação satisfatória ( $IIP \leq 0,99$ ). A região Sul apresenta os menores índices de infestação, com IIP 0,00 em 58,41% dos municípios. No entanto, para a classificação do IIP, as menores infestações são observadas nas regiões Centro Oeste e Sudeste, que apresentam respectivamente 79,07% e 78,97% em situação satisfatória, 16,96% e 19,31% em alerta, comparadas com a região Sul que apresenta respectivamente 74,83% dos municípios em situação satisfatória e 20,5% em alerta. A maioria dos municípios selecionados para a análise de AE apresentam IIP satisfatórios, inferiores a 1,00 considerada como situação de alerta.

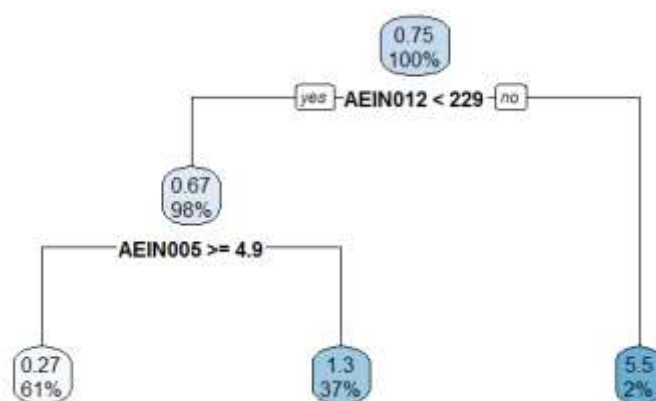
#### 4.2.1.3.1 Região Centro Oeste

A árvore de regressão da região Centro oeste, figura 41, indica uma relação entre indicadores econômico-financeiros e administrativos com o IIP.

Os dados do IIP estão associados aos indicadores AEIN0012 (Indicador de desempenho financeiro) e AEIN005 (Tarifa média de água). A árvore de regressão relaciona valores de AEIN012 menores do que 229% com a tarifa média de água

(AEIN005) em 98% dos municípios, e nestes casos o IIP médio se mantém em nível satisfatório (0,67). Isso evidencia que um faturamento maior não reduz os índices de proliferação do mosquito, visto que em 2% dos municípios analisados, o IIP médio atinge a situação de risco (5,5) quando o AEIN012 é maior do que 229%, ou seja, o valor das receitas é 2,29 vezes maior do que o valor das despesas.

Figura 41 - Árvore de regressão da região Centro oeste.



Fonte: A autora (2021).

Além disso, em 61% dos municípios (257) uma tarifa média de água (AEIN005) maior ou igual a R\$4,9/m³, mantém o IIP em nível satisfatório, conseguindo reduzir o IIP médio de 0,67 para 0,27. No entanto para 37% dos casos (154), se AEIN005 for menor do que R\$4,9/m³, o IIP médio sobe para 1,3 e atinge a classificação de alerta. Com esses resultados, observa-se que há a necessidade de um fornecimento contínuo no abastecimento de água com o intuito de acabar com a reservação indevida e evitar possíveis focos do mosquito.

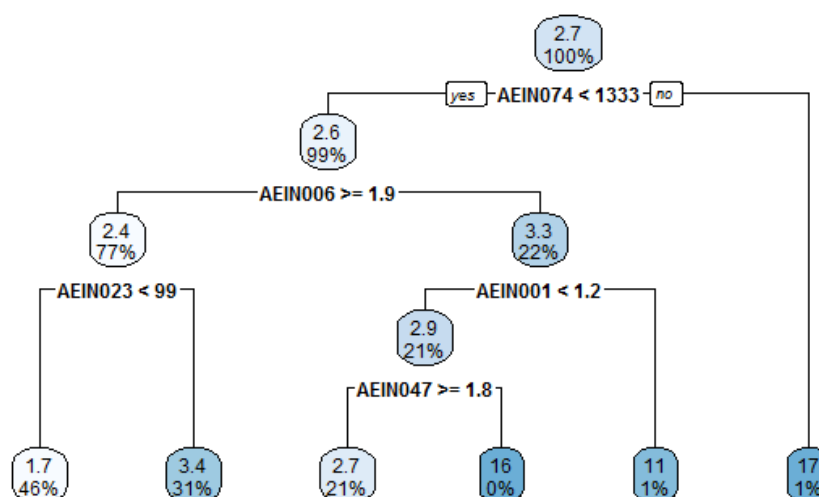
#### 4.2.1.3.2 Região Nordeste

A árvore de regressão da região Nordeste, figura 42, indica uma associação do IIP com os indicadores econômico-financeiros e administrativos, operacionais de água e de esgoto e de indicadores de qualidade.

A proliferação do IIP da região Centro Oeste está relacionada com 4 indicadores de AE. Observa-se que valores de AEIN074 (Duração média das

intermitências) menores do que 1333 horas/interrupção, estão associados a tarifas médias de esgoto de R\$1,9/m<sup>3</sup> e apresentam IIP médio de 2,6 (situação de alerta). Para os municípios com AEIN006 maior ou igual a R\$1,9/m<sup>3</sup>, em 77% dos casos (média de IIP 2,4 – situação de alerta) este indicador está associado ao AEIN023 (índice de atendimento urbano de água). Ou seja, tarifas maiores de esgoto, estão relacionadas a uma maior utilização do serviço de esgotamento sanitário (volume de esgotos brutos importados). Se o esgoto está sendo tratado, os locais de proliferação do mosquito diminuem, assim como o IIP.

Figura 42 - Árvore de regressão da região Nordeste.



Fonte: A autora (2021).

Caso o AEIN074 seja maior ou igual a 1333 horas/interrupção o IIP médio passa para 17 (situação de risco), este resultado pode estar associado à reserva doméstica de água, ou seja, períodos maiores que 1333 horas/interrupção podem levar ao acúmulo de água em reservatórios e à proliferação do mosquito. O valor 1333 horas/interrupção corresponde a 56 dias/interrupção, equivalentes a quase 2 meses. Considerando que o mosquito *Aedes aegypti* demora 7 dias para atingir a fase adulta, tem um ciclo de vida em torno de 30 dias e a fêmea coloca 40 ovos por vez a cada 3 dias (BRASIL, 2019), este é um tempo considerável não apenas para a proliferação do mosquito, como também para o aumento significativo de casos relacionados a doenças transmitidas por esse vetor.

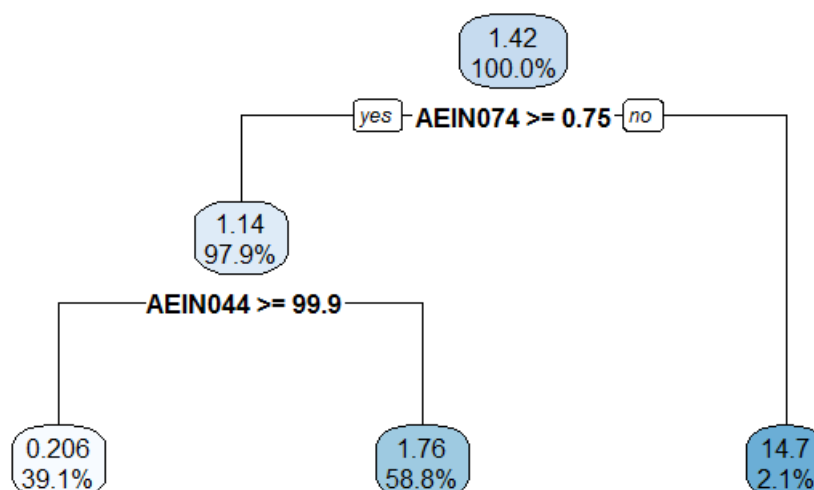
Além disso, é importante ressaltar o índice AEIN047 (Percentual de residências atendidas com o serviço de esgotamento sanitário). De acordo com os dados obtidos

na árvore de regressão, em 7 municípios (0,0043% do total de 1.614 municípios estudados), onde menos de 1,8% da população é atendida com serviço de esgotamento sanitário o IIP médio chega a 16 (situação de risco), ou seja, nesses municípios 98,2% dos esgotos não tem uma destinação correta.

#### 4.2.1.3.3 Região Norte

A árvore de regressão da região Norte, figura 43, indica uma relação entre o IIP e os indicadores operacionais de água e de qualidade de água e esgoto.

Figura 43 - Árvore de regressão da região Norte.



Fonte: A autora (2021).

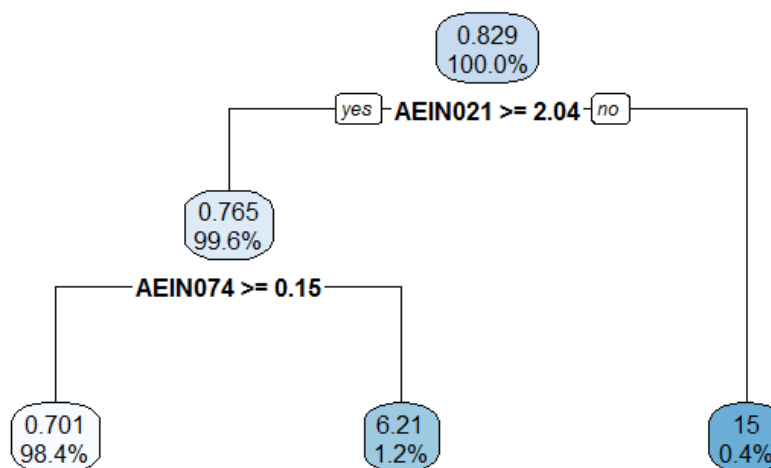
Nesta região, os indicadores com maior importância para o IIP são AEIN074 (Duração média das intermitências) e AEIN044 (Índice de micromedição relativo ao consumo). Observa-se em 97,9% dos casos (328 municípios) que uma duração média das intermitências (AEIN074) igual ou acima de 0,75 horas/interrupções, conseguem reduzir o IIP médio de 1,42 para 1,14 (situação de alerta), próximo ao nível satisfatório. No entanto, se este índice for menor do que 0,75 horas/interrupções, para 2,1% dos casos, a média de IIP sobe significativamente e chega a 14,7, situação de risco. Com relação ao índice de micromedição relativo ao consumo (AEIN044), observa-se que para valores maiores ou iguais a 99,9%, o IIP médio passa de situação de alerta (1,14) para satisfatório (0,206) em 39,1% dos municípios (131). Caso AEIN044 for menor do

que 99,9% o IIP médio se mantém em situação de alerta, porém aumenta para 1,76 em 58,8% dos municípios. Isso pode ser um indício de que as intermitências estão ocorrendo em um tempo insuficiente para reparar problemas das redes, pois 0,75 horas/interrupções, que corresponde a 45 minutos, é um tempo curto para se verificar o problema que a rede está enfrentando e resolvê-lo. Sem os devidos reparos, as redes continuam com problemas de vazamento, ruptura de tubulação ou falta de fornecimento do serviço à população. Em todos esses casos, é possível existir água ou esgoto parado, sendo estes locais facilmente habitáveis para o mosquito *Ae. aegypti*.

#### 4.2.1.3.4 Região Sudeste

A árvore de regressão da região Sudeste, figura 44, indica uma relação entre o IIP e os indicadores operacionais de esgoto e de qualidade de água e esgoto.

Figura 44 – Árvore de regressão da região Sudeste.



Fonte: A autora (2021).

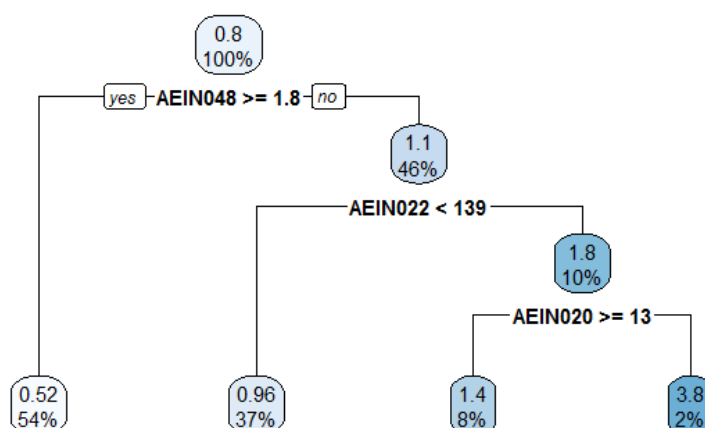
Na região Sudeste, o IIP está relacionado aos indicadores AEIN021 (extensão da rede de esgoto por ligação) e AEIN074 (Duração média das intermitências). O maior IIP médio ocorre nos casos em que a extensão da rede de esgoto por ligação é menor do que 2,04 metros/ligação (0,4% dos casos – 7 municípios). Isso evidencia que quanto menor for a população atendida com os serviços de esgotamento sanitários, maior a proliferação do mosquito. Nos casos em que AEIN021 é maior ou

igual a 2,04 metros/ligação (99,6% dos casos), o IIP médio continua no nível satisfatório, alterando de 0,829 para 0,765 e associando-se ao índice AEIN074. Para os casos em que AEIN074 for maior ou igual a 0,15horas/interrupções (9 minutos), a média do IIP permanece em situação satisfatória, e isso ocorre em 1.533 municípios (98,4%). No entanto se AEIN074 compreender um valor menor do que 0,15horas/interrupções, a média de IIP passa para 6,21, classificada como nível de risco, ocorrendo em 1,2% dos municípios (18). Este resultado, assim como na região Norte, evidencia que intermitências realizadas em um curto intervalo de tempo, não resolvem o problema. Não há tempo hábil para efetuar os reparos da rede, como consequência há acúmulo de água e/ou esgoto, fazendo com que estes locais sejam focos de proliferação de vetores como o *Ae. aegypti*. Portanto, para a região Sudeste percebe-se que a proliferação do *Aedes aegypti*, se relaciona ao número de intermitências e a extensão da rede de esgoto por ligação, indicador influenciado pela extensão da rede de esgotos e o número de ligações totais de esgotos.

#### 4.2.1.3.5 Região Sul

A árvore de regressão da região Sul, figura 45, indica uma relação entre o IIP e os indicadores econômico-financeiros e administrativos e operacionais de água.

Figura 45 - Árvore de regressão da região Sul.



Fonte: A autora (2020).

A árvore indica que valores de AEIN048 (Índice de produtividade: empregados próprios por mil ligações de água + esgoto) maiores ou iguais a 1,8 empregados/mil

ligações ocorrem em 54% dos municípios (226) e apresentam IIP médio de 0,52. Ainda, se observa que os valores de AEIN048 menores estão associados a valores de AEIN022 (consumo médio per capita de água), e apresentam IIP médio em situação de alerta (1,1). Quando o AEIN022 é menor a 139 litros/habitante/dia, 37% dos casos (155 municípios), o IIP médio diminui e altera para 0,96 (situação satisfatória). Caso o AEIN022 seja maior ou igual a 139 litros/habitante/dia, 10% dos casos (40 municípios), os valores médios de IIP aumentam para nível de alerta. Isso poderia estar associado a uma maior reservação de água nas casas, aumentando os possíveis habitats de proliferação do mosquito.

Além disso quando  $AEIN022 \geq 139$  litros/habitante/dia, este indicador associa-se ao AEIN020 (extensão da rede de água por ligação). O indicador AEIN020 atinge um IIP médio de 1,4 (alerta) em 8% dos municípios quando a extensão da rede de água por ligação for maior ou igual a 13 metros/ligação. Para valores menores do que 13 metros/ligação o IIP de 7 municípios (2%) chega à situação de risco. Isso poderia estar relacionado a locais muito afastados e que necessitam de uma maior extensão da rede para o seu abastecimento, ou ainda, a uma menor pressões nas redes mais distantes. Essas duas situações contribuem com a reservação de água, podendo levar ao aumento do IIP, devido a um número maior de habitats para o mosquito. Além disso, se o sistema de abastecimento apresentar falhas na sua extensão, haverá perdas físicas. Nesse caso, as perdas físicas podem ser responsáveis pelo acúmulo de água parada e consequentemente maior número de locais para proliferação do mosquito.

#### 4.2.1.3.6 Erros regionais

Foram calculados os valores dos erros médios (ME) e erros absolutos médios (MAE) de predição. A tabela 8, apresenta os erros obtidos em cada região. Os valores de ME são próximos de zero e os valores de MAE variam de 0,755 a 2,32. Os maiores valores de erros são dos modelos das regiões Norte e Nordeste. Para essas regiões não foram realizadas podas nas árvores, pois não houve um *overfitting* comparado com as demais e a associação entre os indicadores apresentados é importante para a discussão dos resultados. Com a árvore mais complexa, os erros obtidos se tornam maiores, devido ao maior número de variáveis envolvidas. Somado a isso, estas são

as regiões com maiores valores de desvio padrão nos dados do IIP, observado na tabela 8.

Tabela 8- Erros obtidos nas árvores regionais para o abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Métricas	ME	RMSE	MAE
Centro Oeste	0,077	1,827	0,755
Nordeste	-0,051	5,607	2,320
Norte	-0,152	4,777	1,567
Sudeste	-0,001	4,220	0,983
Sul	-0,240	1,744	1,153

Fonte: A autora (2021).

#### 4.2.1.4 Comparações inter-regionais

As árvores de regressão comprovam, conforme figuras 41, 42, 43, 44 e 45, que é importante realizar análises regionais separadas, pois em virtude da disposição geográfica indicadores podem ter maior ou menor relação com o IIP.

O quadro 3 e a figura 46 apresentam de forma simplificada os resultados obtidos em cada região referente aos indicadores de abastecimento de água e esgotamento sanitário de maior relação com o IIP.

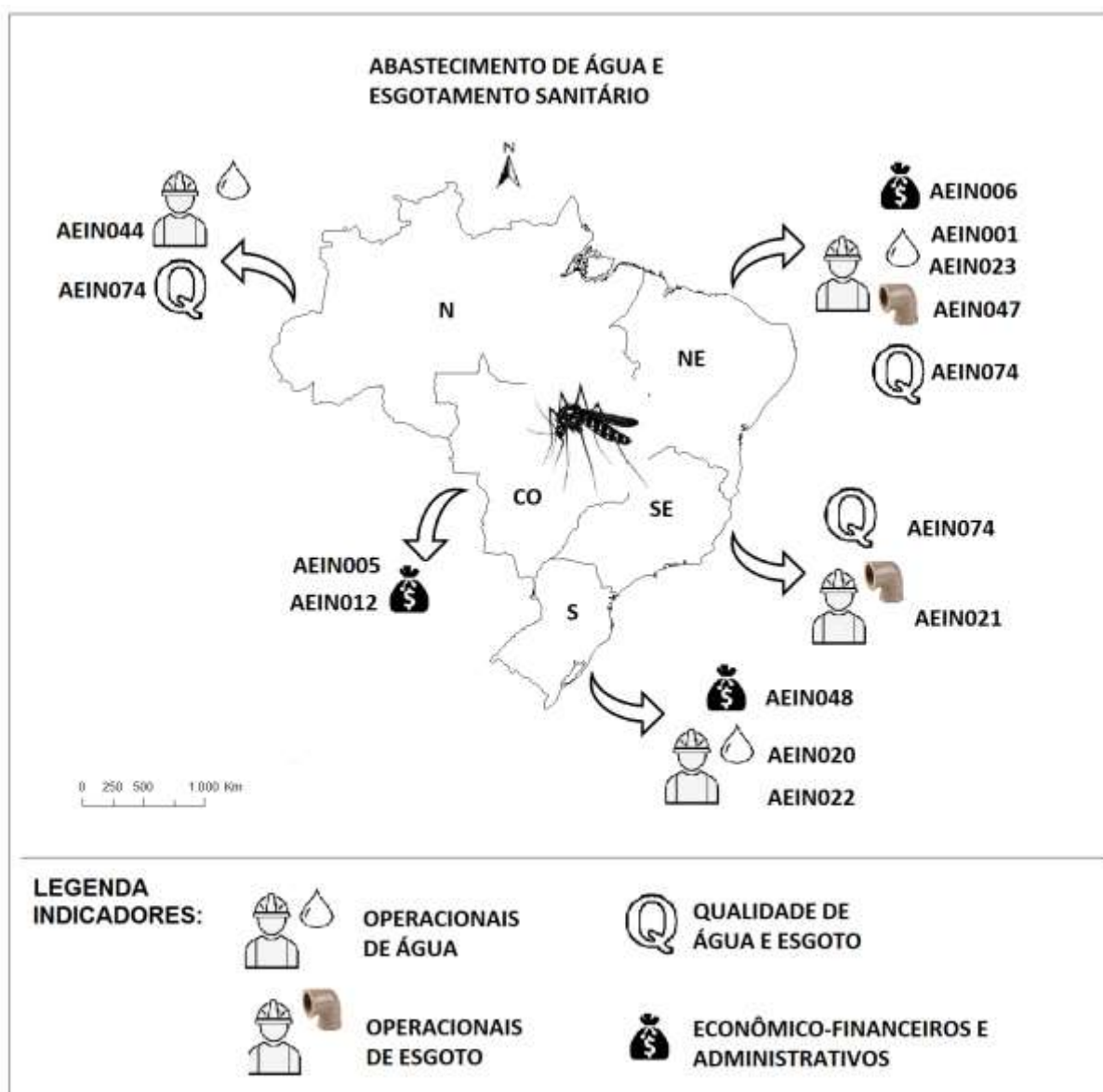
Quadro 3 - Resumo dos resultados regionais que influenciam o IIP referente ao abastecimento de água e esgotamento sanitário.

<b>CENTRO OESTE</b>	Apenas um faturamento maior de receitas não irá trazer uma redução no IIP. Há a necessidade de um fornecimento contínuo no abastecimento de água com o intuito de acabar com a reservação indevida e evitar possíveis focos do mosquito.
<b>NORDESTE</b>	As intermitências realizadas nas redes públicas contribuem à proliferação do mosquito. Além disso, a falta do serviço de esgotamento sanitário também contribui com o aumento do IIP.
<b>NORTE</b>	Ações de manutenção mais efetivas na rede diminuem o IIP.
<b>SUDESTE</b>	Ações de manutenção na rede mais efetivas somadas a extensão da rede de esgoto, e ao número de ligações de esgoto diminuem a proliferação do mosquito.
<b>SUL</b>	A reservação de água e as perdas físicas que ocorrem na extensão das redes, contribuem para aumento do IIP.

Fonte: A autora (2021).



Figura 46- Indicadores regionais para AE.



Fonte: A autora (2021).

Para a região Centro Oeste os fatores que mais influenciam o aumento do IIP estão relacionados a indicadores econômico-financeiros e administrativos. Observa-se que a proliferação do mosquito está associada à gestão nos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário e que uma maior arrecadação de receitas não é suficiente para controlar este problema. De acordo com Bivins *et al.*, (2017), a demanda por abastecimento de água cresce constantemente. Essa constante expansão da rede de água é decorrente das alterações climáticas e da urbanização, que juntas exercem pressão crescente sobre os recursos necessários para manter a funcionalidade do abastecimento de água. Mendonça, Souza e Dutra

(2009), afirmam que a participação de todas as esferas da sociedade e instituições devem atuar de maneira complementar na tomada de decisão. Para controlar e combater as arboviroses faz-se necessário uma gestão que vise estratégias de saúde preventiva, educação sanitária e ambiental, além da universalização do saneamento básico e ambiental, somadas às particularidades de cada região (SILVA; BARBOSA, 2020). A árvore da região Centro Oeste, ilustra esse conceito. Recursos financeiros não são suficientes para solucionar a escassez da oferta e demanda, pois além disponibilidade dos recursos hídricos ser limitada, os governantes precisam adotar planos de ações para fornecer um serviço eficiente à toda população.

Dorsa, Pereira e Magalhães Filho (2019), analisaram o desempenho dos provedores públicos e privados de saneamento entre os anos de 2009 a 2016 na região Centro Oeste do Brasil por intermédio de correlações e análises de *clusters*, e encontraram várias correlações entre os indicadores de saneamento. Entre elas, pode-se citar, a correlação entre os indicadores AEIN012 (indicador de desempenho financeiro) e AEIN003 (Despesa total por m<sup>3</sup> faturado), AEIN003 e AEIN005 (tarifa média de água), e ainda AEIN005 com o PIB. A tarifa média de água também foi associada ao índice de atendimento deste serviço, indicando que quanto maior o atendimento de água, maior é a tarifa cobrada. O autor ainda descreve que a região Centro Oeste, possui abastecimento de água (99,3%), tarifa média de água (R\$3 a 4,00 reais/m<sup>3</sup>) e PIB (R\$ 16.701,88), todos acima da média nacional, sendo estas respectivamente de 88,3%, R\$ 1 a 3,00reais/m<sup>3</sup> e R\$8.649,95. Conforme descrito por Dorsa, Pereira e Magalhães Filho (2019), o aumento no atendimento de água, implica em uma maior tarifa deste serviço. Assim, nesta região, uma menor infestação do mosquito *Aedes aegypti* pode estar associada a um maior fornecimento de água aos usuários, visto que um maior atendimento resulta em menores índices de acúmulos de água em recipientes. Isso também é observado no Sul do país, região que a proliferação do IIP pode estar associada a uma maior reservação de água.

Silva e Machado (2019), estudaram a associação da Dengue com variáveis climáticas, sociodemográficas e de saneamento nas capitais do Nordeste do Brasil entre os anos de 2001 e 2012 por intermédio da análise de cluster. Os autores encontraram associações da Dengue com todas as variáveis estudadas. Os resultados obtidos para o abastecimento de água e esgotamento sanitário, associaram a Dengue aos indicadores IN006 (tarifa média de esgoto), IN009 (Índice de hidrometração), IN021 (Extensão da rede de esgoto por ligação), IN001

(Densidade de economia de água por ligação), IN015 (Índice de coleta de esgoto). Na árvore de regressão da região Nordeste, observa-se o aparecimento de 3 indicadores apontados por Silva e Machado (2019), e embora o IN047 (Índice de abastecimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto) não apareça, ele está associado ao indicador IN015. Observa-se que a falta na disponibilidade do serviço de esgotamento sanitário eleva consideravelmente a média do IIP. Estas questões estão relacionadas a indicadores econômico-financeiros e administrativos, operacionais de água e de esgoto.

Intermitências são interrupções realizadas nas redes de abastecimento de água e esgotamento sanitário para resolver problemas relacionados a quebras de tubulações, restrições operacionais, deficiências nos sistemas de distribuição, má governança e outras questões (GALAITSI *et al.*, 2016). As árvores de regressão das regiões Nordeste, Norte e Sudeste apontam associações do IIP com o indicador de qualidade AEIN074 (Duração média das intermitências). Um estudo realizado por Cárcamo *et al.*, (2017) na Nicarágua constatou que domicílios com abastecimento irregular de água tem aproximadamente o dobro de probabilidade de ter um índice domiciliar positivo e de pupas positivas de *Ae. aegypti* em comparação aos domicílios com abastecimento regular. Além disso, o controle da proliferação só conseguia ser reestabelecido com abastecimento de água regular e a efetividade desse serviço dependia de: fatores econômicos, sociais e de gestão.

Na região Nordeste verificamos que intermitências médias de 56 dias, elevam a proliferação do vetor. Segundo Valderrama, Guerrero e Artur (2020), Shaheed *et al.*, (2014), isso ocorre porque a reservação doméstica de água é necessária para atender às necessidades quando o serviço de abastecimento não está disponível. Essa reservação na maioria das vezes é feita de maneira inadequada e sem limpeza esporádica dos recipientes, sendo um local ideal para a procriação do mosquito. Nas regiões Norte e Sudeste, as intermitências menores são as responsáveis por um aumento no IIP. Essa questão, se correlaciona à qualidade e efetividade dos serviços das intermitências, sendo na maioria dos casos, tempo insuficiente para reparar com efetivamente sistemas de saneamento. Esse tempo nas regiões Norte e Sudeste são respectivamente de 45 minutos/interrupção e 15 minutos/interrupção. De acordo com o SNIS (2019), a região Norte é a que possui o maior índice nacional de perdas no faturamento (57%), perdas na distribuição (55,14%), perdas por ligações (648,91 L/dia/ligações). Essas informações corroboram com a ideia apresentada referente às

manutenções ineficientes nas redes dessa região, visto que 45 minutos/interrupção é um intervalo de tempo curto para resolver a quantidade de problemas referentes às perdas de água. Somado a isso, essas perdas físicas geram acúmulo de água, e estes locais podem estar associados à proliferação do mosquito.

De acordo com o SNIS (2019), as perdas nos sistemas de distribuição de água são decorrentes de dois fatores: perda aparente de água e perda real. A perda aparente está relacionada as ligações clandestinas do sistema, e a perda real é o vazamento em pontos da infraestrutura de distribuição. Embora não exista um sistema de água sem perdas na distribuição, o planejamento e a gestão operacional do sistema devem ser orientados para atingir o menor índice possível. O SNIS ainda salienta que o índice nacional de perdas de distribuição de água é de 39,2%. Isso significa que a cada 100 litros de água disponibilizados pelos prestadores de serviço, 60,8 litros são consumidos pelos usuários. Além da região Norte, as demais regiões também apresentam perdas significativas na distribuição de água. As demais regiões em ordem decrescente são: Nordeste (45,7%), Sul (37,5%), Sudeste (36,1%) e Centro Oeste (34,4%).

Na região Sudeste os indicadores com maior relevância no IIP são os operacionais de esgoto e qualidade de água e esgoto. A extensão da rede de esgoto por ligação (indicador calculado em função da extensão da rede de esgoto e do número de ligações de esgoto) juntamente com a duração média das intermitências, influenciam a proliferação do mosquito. Silva e Barbosa (2020), analisaram o saneamento básico e a ocorrência de arboviroses na cidade de Natal/RN. Eles comprovaram que o fornecimento dos serviços de esgotamento sanitário não acompanha o crescimento populacional, havendo uma disparidade entre os dados. Além disso, evidenciaram uma correlação negativa entre o índice de proliferação do mosquito e o serviço de esgotamento sanitário. Quanto maior o percentual de proliferação do mosquito, menor o percentual de bairros atendidos com o serviço de esgoto. Essa situação somada ao maior crescimento populacional do país (BRASIL, 2020), faz com que a região Sudeste, apresente índices de IIP consideráveis de proliferação do mosquito. Dados do IBGE (BRASIL, 2020), apontam que em 2020 o Brasil chegou a uma população de 211,8 milhões de habitantes. Dos 5.570 municípios brasileiros, São Paulo e Rio de Janeiro, apresentam juntos mais de 9% da população, e estão na relação das cidades com maior densidade demográfica do país. Esses índices elevados e em constante crescimento, fazem com que os serviços

relacionados ao esgotamento sanitário não sejam disponibilizados para toda a população. Haverá, portanto, acúmulo de esgoto sanitário nos municípios, local ideal para procriação do mosquito *Aedes aegypti*.

Somadas a essas questões, regiões com maior produção de esgoto sanitário, necessitam de maiores redes de coleta e tratamento. Estações de tratamento, segundo Kengne *et al.*, (2003), podem ainda ser locais de proliferação de mosquitos. Kengne *et al.*, (2003), analisaram por 1 ano o desenvolvimento de mosquitos em estações de tratamento de águas residuais em Camarões, na América Central. Os autores constataram que os mosquitos conseguiam fixar seus ovos nas raízes de macrófitas e constataram que estas plantas são um terreno fértil para a proliferação dos mosquitos, entre eles o *Aedes aegypti*. Assim há necessidade de realizar um melhor acompanhamento dos locais e realizar vistorias periódicas para evitar esses problemas.

Sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário proporcionam benefícios gerais para a saúde da população, seguindo duas vias: mediante efeitos diretos e indiretos, resultantes, primordialmente, do nível de desenvolvimento da localidade atendida (LEONETI; PRADO; OLIVEIRA, 2011).

#### 4.2.2 Manejo de resíduos sólidos

Após a seleção das variáveis explicativas seguindo os critérios citados no item 3.2, quanto aos indicadores do SNIS referentes a região urbana do município, a base final de dados referente ao manejo de resíduos sólidos ficou com 22 municípios.

A tabela 9 apresenta a análise exploratória dos dados.

Tabela 9 - Estatísticas Descritivas do IIP referente ao manejo de resíduos sólidos.

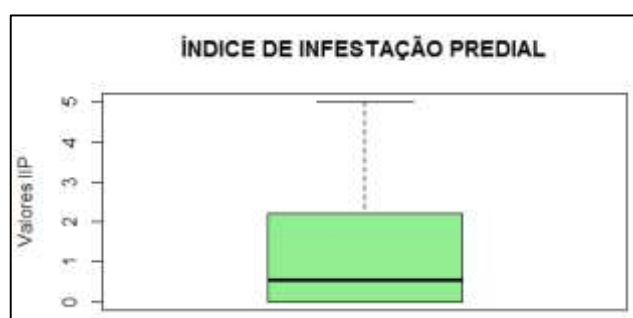
VARIÁVEL DEPENDENTE								
Nº de municípios	VARIÁVEL	Mínimo	1º Quartil (25%)	MEDIANA	MÉDIA	3º Quartil (75%)	Máximo	Desvio Padrão
22	IIP	0,00	0,00	0,55	1,28	2,07	5,01	1,57

Fonte: A autora (2019).

#### 4.2.2.1 Variável dependente

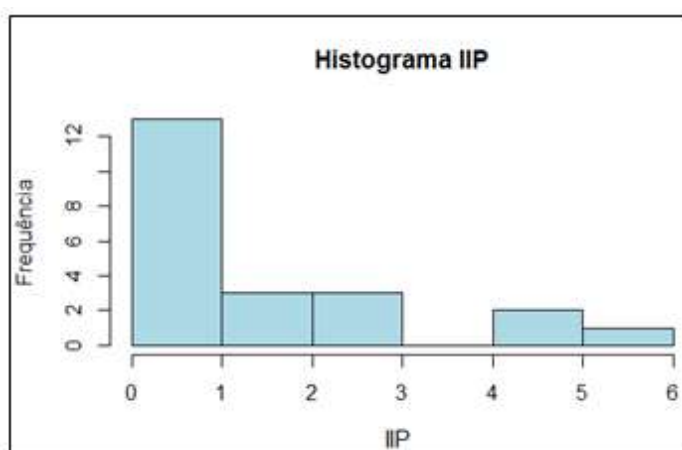
De acordo com a tabela 9, 25% dos municípios (1º quartil) apresentam IIP de 0,00; 50% dos municípios apresentam IIP até 0,55 (mediana); e 75% dos municípios apresentam IIP de 2,07 (3º quartil). Existem 19 municípios contidos no intervalo interquartil (1º ao 3º quartil), representando 46,26%. Ou seja, a grande maioria dos municípios selecionados apresentam IIP satisfatórios e menos de 25% estão com índice acima de 3,99 considerado como situação de risco. O *boxplot*, figura 47, indica a visualização dos dados referentes aos 22 municípios.

Figura 47- *Boxplot* da variável IIP



Fonte: A autora (2019).

Figura 48 - Histograma variável IIP.



Fonte: A autora (2019).

Pelo histograma do índice de infestação predial dos municípios analisados, figura 48, observa-se que os dados não têm uma distribuição normal ( $p$ -valor < 0.001;

teste Shapiro-Wilk) e há uma concentração de municípios com valores menores de IIP.

A normalidade dos dados foi analisada em todos os 42 indicadores com uma significância de 5%. Na tabela 10 é apresentada a análise de normalidade das variáveis resposta do modelo em estudo realizada com auxílio Shapiro-Wilk Teste.

Tabela 10– Teste Shapiro-Wilk para variáveis independentes com nível de significância de 5%.

VARIÁVEL	IIP	IN001	IN002	IN003	IN004	IN005	IN006
P-VALOR	0.0006426	1,59E-02	0.02449	<b>0.09623</b>	0.0002342	<b>0.1786</b>	0.0001152
STATUS	não normal	não normal	não normal	<b>NORMAL</b>	não normal	<b>NORMAL</b>	não normal
VARIÁVEL	IN007	IN008	IN010	IN011	IN014	IN015	IN016
P-VALOR	0.009381	0.009381	0.0001623	0.3505	3,61E-05	2,52E-02	5,27E-04
STATUS	não normal	não normal	não normal	<b>NORMAL</b>	não normal	não normal	não normal
VARIÁVEL	IN017	IN018	IN019	IN021	IN022	IN023	IN024
P-VALOR	0.0005842	0.04261	1,10E-02	0.005353	<b>0.7317</b>	0.001356	0.294
STATUS	não normal	não normal	não normal	não normal	<b>NORMAL</b>	não normal	<b>NORMAL</b>
VARIÁVEL	IN025	IN027	IN028	IN030	IN032	IN035	IN036
P-VALOR	0.08296	0.0001167	0.04153	5,51E-02	6,64E-02	<b>0.582</b>	1,33E-04
STATUS	<b>NORMAL</b>	não normal	não normal	não normal	não normal	<b>NORMAL</b>	não normal
VARIÁVEL	IN038	IN039	IN040	IN041	IN042	IN043	IN044
P-VALOR	<b>0.4259</b>	0.03634	4,96E-04	2,39E-03	2,39E-03	0.07304	0.01973
STATUS	<b>NORMAL</b>	não normal	não normal	não normal	não normal	<b>NORMAL</b>	não normal
VARIÁVEL	IN045	IN046	IN047	IN048	IN051	IN052	IN053
P-VALOR	0.0002149	0.003374	0.05062	0.004346	2,00E-03	0.4859	1,27E-03
STATUS	não normal	não normal	<b>NORMAL</b>	não normal	não normal	<b>NORMAL</b>	não normal
VARIÁVEL	IN054						
P-VALOR	1,67E-03						
STATUS	não normal						

A autora (2019).

#### 4.2.2.2 Matrizes de correlação

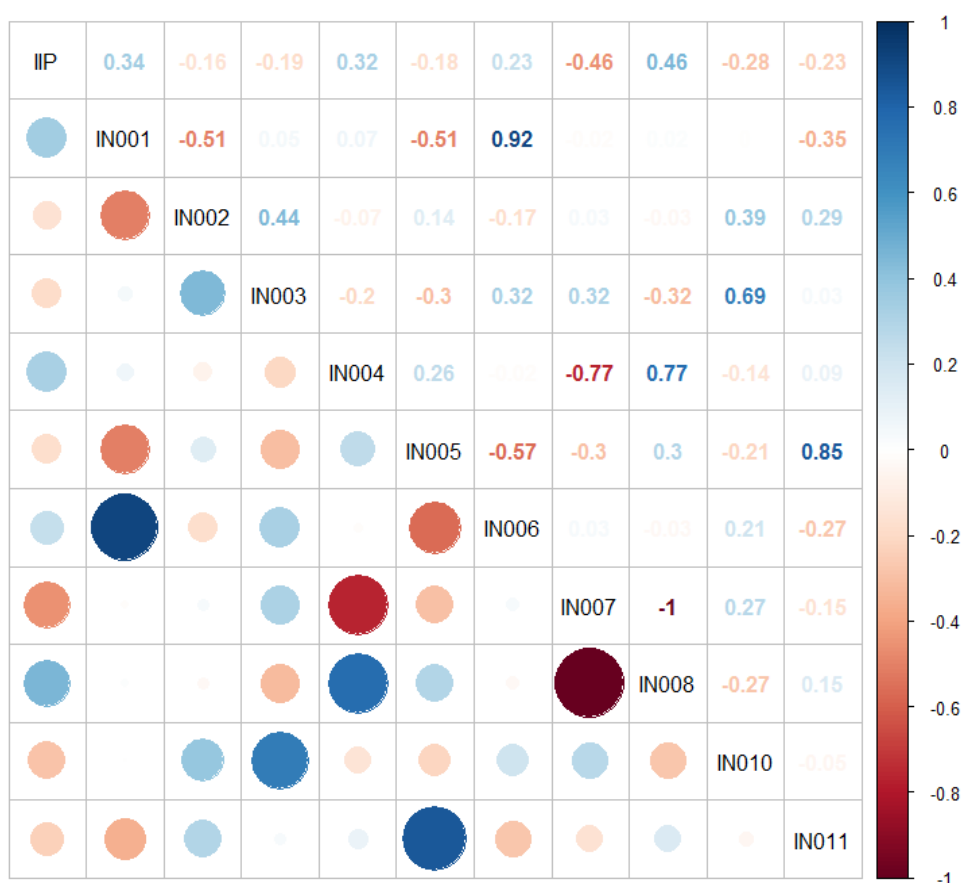
Devido a insuficiência de dados apresentados em alguns indicadores, muitos municípios precisaram ser retirados da amostra na primeira análise. As figuras 49, 50, 51 e 52 representam as matrizes de correlação divididas de acordo com o grupo de cada indicador. A figura 49 representa os indicadores sobre despesas e trabalhadores, a figura 50 os indicadores sobre coleta seletiva e triagem, a figura 51 os indicadores

sobre coleta de resíduos de serviços de saúde pública e a figura 52 os indicadores relacionados aos serviços de varrição, capina e roçada. Durante a análise matricial alguns indicadores foram excluídos. Os critérios de exclusão adotados foram: coeficiente de correlação acima de  $r \geq |0,6|$ , expressões algébricas semelhantes com outros indicadores, e número de municípios com informações disponibilizadas pelo SNIS.

#### 4.2.2.2.1 Indicadores de despesas e de pessoal

A matriz de correlação do manejo de resíduos sólidos referente aos indicadores sobre despesas e de pessoal (trabalhadores), representada pela figura 49, demonstra que todos os indicadores apresentaram correlações com a variável IIP, sendo estas desprezíveis a fracas (DANTAS, 2005).

Figura 49 –Matriz de correlação dos Indicadores de despesas e de pessoal



A autora (2021).



Observa-se pela figura 49, que há 6 coeficientes de correlação acima de  $r \geq |0,6|$  entre as variáveis independentes. Os maiores coeficientes são entre: IN001 (Taxa de empregados em relação a população urbana) x IN006 (Tarifa média de esgoto), IN007 (Incidência de empregados próprios no total de empregados no manejo de resíduos sólidos urbanos) x IN08 (Incidência de empregados de empresas contratadas no total de empregados no manejo de resíduos sólidos urbanos). Os demais coeficientes acima de 0,6 ocorrem entre IN004 (Incidência das despesas com empresas contratadas para execução de serviços de manejo de RSU nas despesas com manejo de RSU), IN005 (Autossuficiência financeira da prefeitura com o manejo de RSU) e IN010 (Incidência de empregados gerenciais e administrativos no total de empregados no manejo de RSU) e as demais variáveis independentes. Ao analisar esta matriz de correlação, foram excluídos os indicadores IN001, IN004, IN005, IN007 e IN010.

#### 4.2.2.2.2 Indicadores de coleta domiciliar e pública

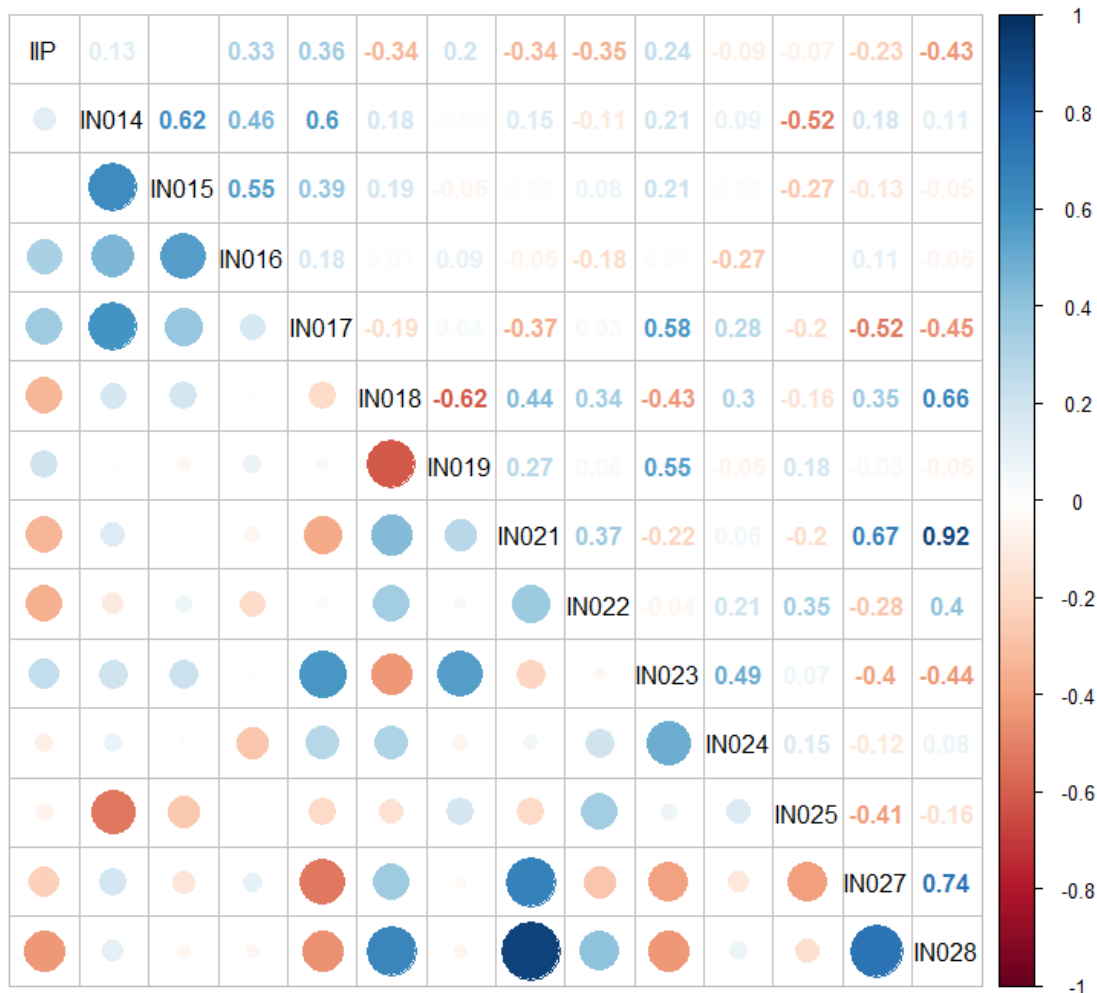
Na figura 50 pode-se visualizar a matriz de correlação referente ao IIP e aos indicadores de coleta domiciliar e pública.

A análise matricial da figura 49, indica que os coeficientes de correlação do IIP com as variáveis independentes, segundo o critério de Dantas (2005), são fracos ou desprezíveis. Em contrapartida, os coeficientes de correlação analisados das variáveis independentes são maiores. Existem 7 coeficientes de correlação acima de 0,6, sendo o maior deles entre IN021 (Massa coletada de RSO e RPU per capita em relação à população urbana) x IN028 (Massa de resíduos domiciliares e públicos coletada per capita em relação à população total atendida pelo serviço de coleta).

Nos demais casos estão presentes os indicadores IN014 (Taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta da população urbana do município), IN018 (Produtividade média dos empregados na coleta em relação à massa coletada), IN027 (Taxa da quantidade total coletada de resíduos públicos em relação à quantidade total coletada de resíduos sólidos urbanos domésticos) e IN028 (Massa de resíduos domiciliares e públicos coletada per capita em relação à população total atendida pelo serviço de coleta). E virtude disso, foram excluídos os indicadores IN014, IN018, IN027 e IN028. Os indicadores IN015, IN017, IN022, IN023 e IN025 foram excluídos

da análise devido a expressões algébricas semelhantes e número de informações faltantes.

Figura 50 –Matriz de correlação dos Indicadores coleta domiciliar e pública.



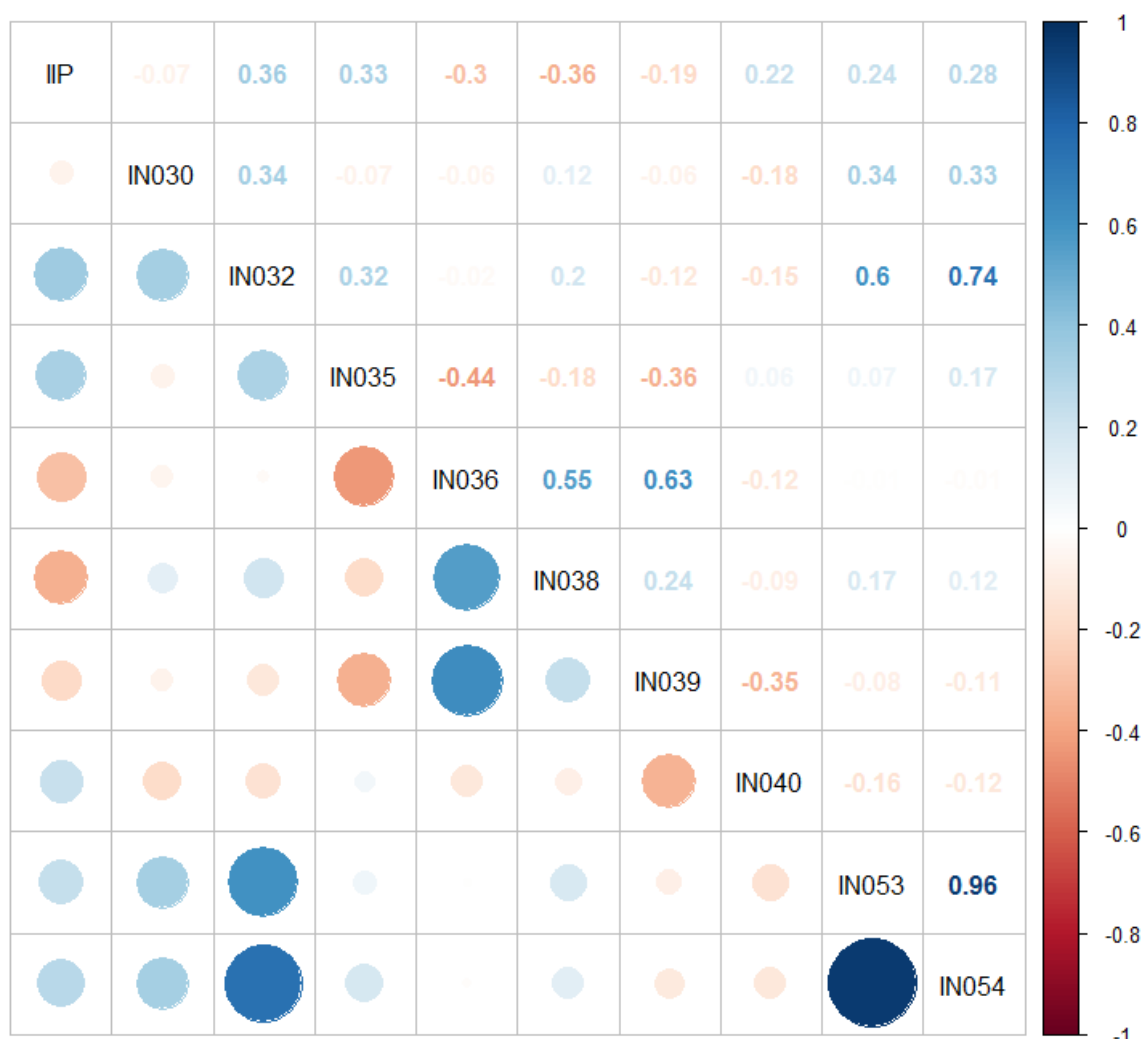
A autora (2021).

#### 4.2.2.2.3 Indicadores de coleta seletiva e triagem

A figura 51 referente aos indicadores de coleta seletiva e triagem, indica que há coeficientes de correlação fracos e moderados entre IIP e as variáveis independentes.

A figura 51 indica que os coeficientes de correlação entre a variável IIP e as variáveis independentes são desprezíveis a fracas (DANTAS, 2005).

Figura 51 – Matriz de correlação dos Indicadores de coleta seletiva e triagem.



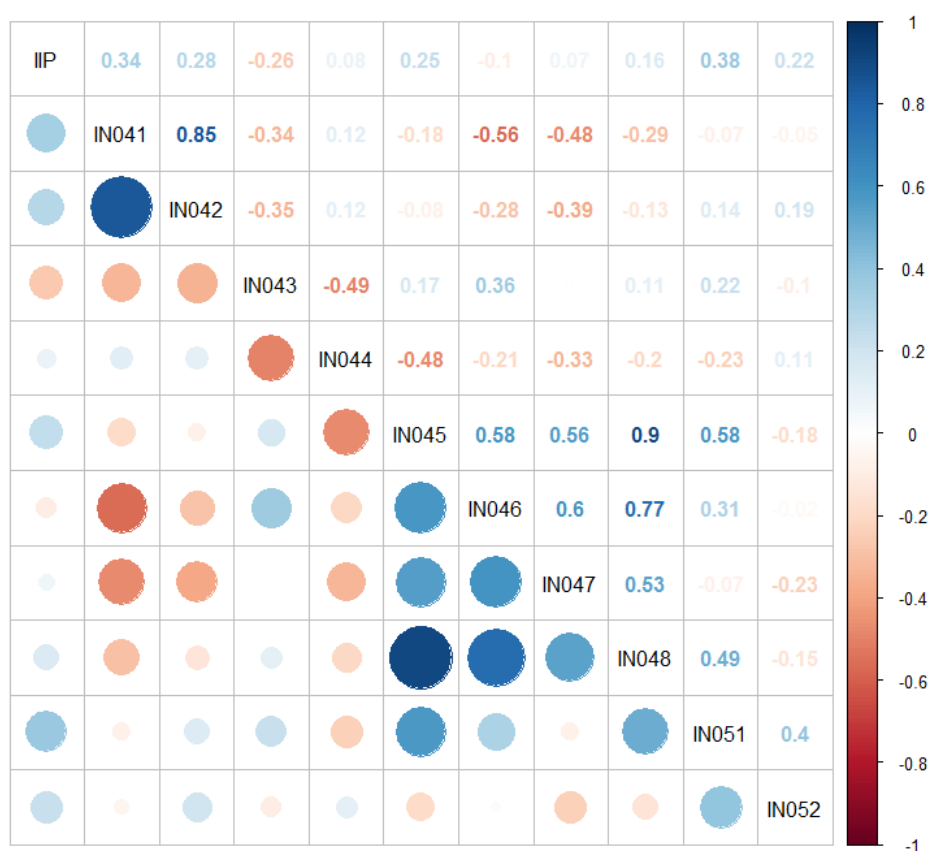
A autora (2021).

Observa-se ainda algumas correlações entre as variáveis independentes, exemplo: IN054 (Massa per capita de materiais recicláveis recolhidos via coleta seletiva) x IN053 (Taxa de material recolhido pela coleta seletiva em relação à quantidade total coletada de resíduos sólidos domésticos), IN032 (Massa recuperada per capita de materiais recicláveis em relação à população urbana), IN036 (Massa de RSS coletada per capita em relação à população urbana) e IN053 (Taxa de material recolhido pela coleta seletiva em relação à quantidade total coletada de resíduos sólidos domésticos) apresentam coeficientes de correlação fortes e moderadas com outros indicadores. Portanto, para a matriz dos indicadores referentes a coleta seletiva e triagem, foram excluídos os indicadores IN032, IN036, IN053. Além disso, foram excluídos os indicadores IN035, IN038, IN039 e IN040 em funções de expressões algébricas semelhantes e número de municípios com informações faltantes.

#### 4.2.2.2.4 Indicadores de varrição, capina e roçada

A análise matricial entre os indicadores de varrição, capina e roçada e o IIP, representada pela figura 52, indica que os coeficientes de correlação são fracos e desprezíveis.

Figura 52 – Matriz de correlação dos Indicadores referentes aos serviços de varrição, capina e roçada.



A autora (2021).

Existem 4 coeficientes de correlação entre as variáveis independentes acima de 0,6. Estas ocorrem entre: IN045 (Taxa de varredores em relação à população urbana) x IN048 (Extensão total anual varrida per capita), e ainda estão associados a IN041 (Taxa de terceirização dos varredores), IN045, IN046 (Incidência do custo do serviço de varrição no custo total com manejo de RSU). Após esta análise, foram excluídos os indicadores IN041, IN045, IN046 e IN048. Além destes, foram excluídos

os indicadores IN042, IN043, IN044 e IN052 devido ao número de municípios com informações faltantes e expressões algébricas semelhantes.

#### 4.2.2.2.5 Indicadores selecionados para a segunda análise

Foi analisada a normalidade dos dados de IIP e dos 42 indicadores. Como o IIP e muitos indicadores não apresentam aderência à distribuição normal é necessário um método que contemple essa característica.

Além disso, nas análises matriciais as variáveis mostraram um comportamento não linear, multicolinearidade, homocedasticidade entre os índices de resíduos sólidos e o IIP, fazendo com que fossem adotadas análises de árvores de regressão.

Assim, para a segunda análise dos resíduos sólidos, realizada por árvores de regressão, 29 indicadores foram excluídos e 13 permanecem nas análises das regiões, quadro 4.

Quadro 4- Resumo dos indicadores selecionados para as árvores de regressão referente ao manejo de resíduos sólidos.

GRUPO DE INDICADORES	ABREVIÇÃO	DESCRIÇÃO DOS INDICADORES	UNIDADE
DESPESAS E TRABALHADORES	IN002	Despesa média por empregado alocado nos serviços de manejo de RSU	R\$/ empregado
	IN003	Incidência das despesas com o manejo de RSU nas despesas correntes da prefeitura	%
	IN006	Despesa per capita com manejo de RSU em relação à população urbana	R\$ / habitante
	IN008	Incidência de empregados de empresas contratadas no total de empregados no manejo de RSU	%
	IN011	Receita arrecadada per capita com taxas ou outras formas de cobrança pela prestação de serviços de manejo de RSU	R\$/ habitante/ ano
COLETA DOMICILIAR E PÚBLICA	IN016	Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana	%

Continua

Cont. Quadro 4

COLETA DOMICILIAR E PÚBLICA	IN019	Taxa de empregados (coletadores e motoristas) na coleta (RDO e RPU) em relação à população urbana	empregado/ 1000 habitantes
	IN021	Massa coletada (RDO e RPU) per capita em relação à população urbana	Kg/ habitante/ dia
	IN024	Incidência do custo do serviço de coleta (RDO e RPU) no custo total do manejo de RSU	%
COLETA SELETIVA E TRIAGEM	IN030	Taxa de cobertura do serviço de coleta seletiva porta a porta em relação à população urbana do município	%
	IN054	Massa per capita de materiais recicláveis recolhidos via coleta seletiva	Kg/ habitante / ano
SERVIÇOS DE VARRIÇÃO, CAPINA E ROÇADA	IN047	Incidência de varredores no total de empregados no manejo de RSU	%
	IN051	Taxa de capinadores em relação à população urbana	empregado/ 1000 habitantes

A autora (2021).

#### 4.2.2.3 Árvores de regressão

A amostra final é composta por 3501 municípios, distribuídos da seguinte forma nas regiões: Centro-Oeste (CO) 287 municípios, Nordeste (NE) 802 municípios, Norte (N) 210 municípios, Sudeste (SE) 1.243 municípios, Sul (S) 962 municípios.

Referente ao IIP, dos 3.501 municípios analisados, 2.364 têm dados satisfatório, 883 estão em alerta e 254 estão em risco. As estatísticas descritivas por região para os municípios analisados nas árvores de regressão estão dispostas na tabela 11.

De acordo com a tabela 11, para o Brasil 25% dos municípios (1º quartil) apresentam IIP médio de 0,00 (situação satisfatória); 50% dos municípios apresentam IIP até 0,40 (situação satisfatória); e 75% dos municípios apresentam IIP de 1,40 (3º

quartil, situação de alerta). O Nordeste, é a região com maiores IIP, observa-se que mais de 50% dos municípios estão em situação de alerta ( $1,0 \leq IIP \leq 3,99$ ).

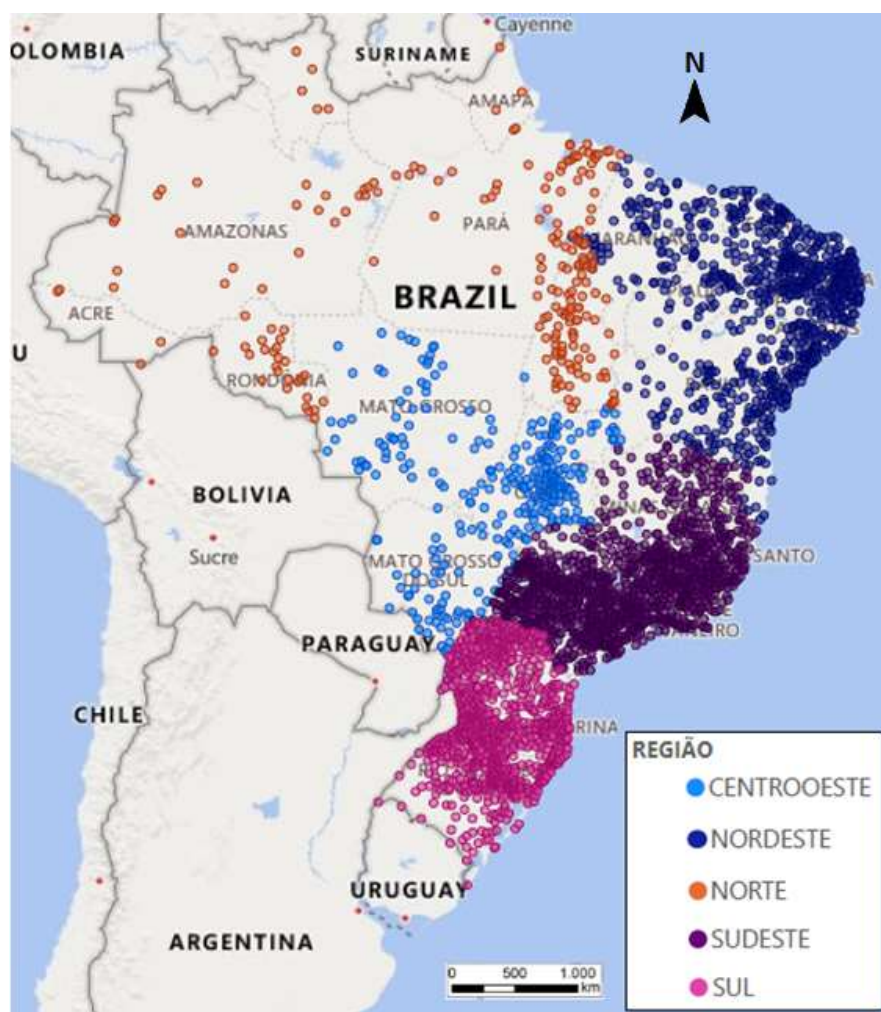
Tabela 11- Estatísticas Descritivas dos RS referentes ao índice de infestação predial (IIP) para a análise de árvores de regressão.

	N	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Desvio Padrão
Brasil	3501	0.000	0.000	0.400	1.299	1.400	100.000	4.571
Região								
Norte	209	0.000	0.000	0.200	1.591	1.700	100.000	7.065
Nordeste	801	0.000	0.400	1.500	2.774	3.200	100.000	6.646
Centro	286	0.000	0.000	0.200	0.853	0.900	34.400	2.382
Oeste								
Sudeste	1243	0.000	0.000	0.300	0.802	0.800	100.000	4.162
Sul	962	0.000	0.000	0.000	0.780	1.000	9.800	1.399

Fonte: A autora (2021).

As regiões Sul, Sudeste e Centro Oeste apresentam cerca de 75% dos municípios analisados em situação satisfatória ( $IIP \leq 0,99$ ). A região Sul apresenta os menores índices de infestação, com IIP 0,00 em 58,65% dos municípios. No entanto, para a classificação do IIP, as menores infestações são observadas nas regiões Centro Oeste e Sudeste, que apresentam respectivamente 79,15% e 78,59% em situação satisfatória, 16,25% e 19,71% em alerta, comparadas com a região Sul que apresenta respectivamente 74,14% dos municípios em situação satisfatória e 20,73% em alerta. A maioria dos municípios selecionados apresentam IIP satisfatórios, inferiores a 1,00 considerada como situação de alerta. A figura 53 ilustra os municípios selecionados para a segunda análise de RS, realizada por árvores de regressão.

Figura 53– Municípios selecionados para as análises das árvores de regressão referente ao manejo de resíduos sólidos.



Fonte: A autora (2021).

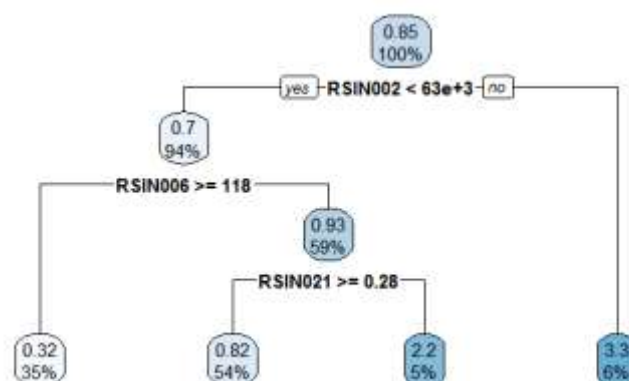
#### 4.2.2.3.1 Região Centro Oeste

A árvore de regressão da região Centro Oeste, figura 54, aponta como mais importantes os indicadores de despesas e de pessoal (RSIN006 e RSIN002) e de coleta domiciliar e pública (RSIN021).

Verifica-se que valores de RSIN002 (Despesa média por empregado alocado nos serviços de manejo de RSU – resíduos sólidos urbanos) menores do que R\$ 63.000,00/ano, ocorrem em 94% (269 municípios) dos casos e apresentam valores médios de IIP em torno de 0,7 (índices satisfatórios) e se relacionam com o RSIN006 (despesa per capita com manejo de RSU em relação a população urbana).



Figura 54 - Árvore de regressão da região Centro Oeste.



Fonte: A autora (2020).

A árvore indica que um valor igual ou superior a 118 R\$/hab ocorre em 35% dos municípios e estes apresentam média de 0,32 (índice satisfatório), em contrapartida, para os municípios com RSIN006 menor do que 118 R\$/hab o valor da média de IIP se eleva para 0,93 (59% dos municípios), valor próximo à classificação de alerta (a partir de 1,0) e identifica-se uma relação com RSIN021 (Massa coletada de RDO + RPU per capita em relação à população urbana). Nos 155 municípios em que o RSIN021 é maior ou igual a 0,28 Kg/habitante/dia o IIP mantém-se satisfatório, no entanto, em 13 municípios esse indicador é menor do que 0,28 Kg/habitante/dia, fazendo com que o IIP altere para situação de alerta.

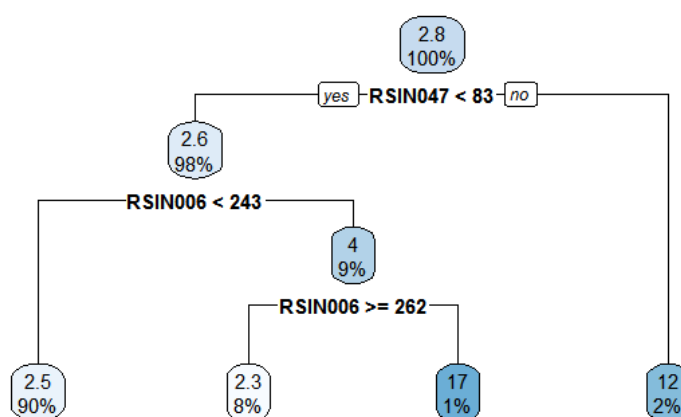
Portanto, na região Centro Oeste os valores investidos por habitantes urbanos no manejo de RSU são mais relevantes para o controle do IIP do que a própria despesa com funcionários e/ou terceirizados, ou seja, recursos investidos no manejo dos RSU apresentam impacto mais positivo no controle do mosquito, quando comparados àqueles utilizados nas despesas com funcionários próprios ou terceirizados.

Além disso, percebeu-se que em 6% dos municípios avaliados e que apresentaram despesas médias por empregado alocado nos serviços de manejo de RSU maiores tiveram valores do IIP próximos à classificação de risco. Outro fator evidenciado nas árvores está relacionado à massa coletada de resíduo domiciliar e público em relação à população urbana. 54% dos municípios (155 municípios) com maior massa coletada em relação à população urbana apresenta valores de infestação satisfatórios. Percebe-se que, para a região CO, ações de manejo são mais eficientes no controle do mosquito.

#### 4.2.2.3.2 Região Nordeste

A árvore de regressão podada da região Nordeste (NE), figura 55, aponta como importantes os indicadores de varrição, roçada e capina, além das despesas e pessoa, ou seja, estão relacionados a indicadores operacionais.

Figura 55 - Árvore de regressão região Nordeste.



Fonte: A autora (2020).

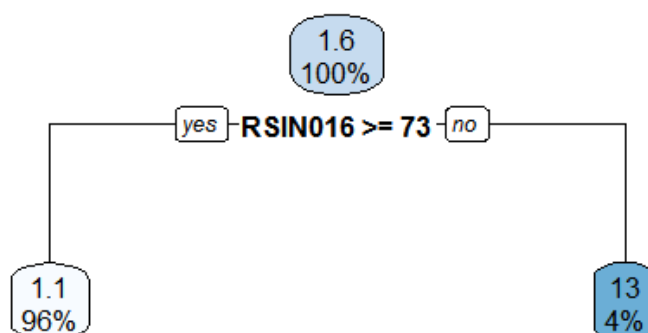
Nessa região indicadores de gestão de resíduos sólidos que mais se relacionam aos valores de IIP são RSIN047 (Incidência de varredores no total de empregados no manejo de RSU) e, assim como na região Centro Oeste, RSIN006 (despesa per capita com manejo de RSU em relação a população urbana). Este, porém, apresenta valores maiores na região NE. Com relação ao número de varredores, RSIN047, observa-se que um maior percentual destes recursos humanos (trabalhadores) não leva a uma melhora no IIP. Para 2% dos municípios avaliados, um número maior ou igual a 83% de trabalhadores na varrição eleva a média do IIP de 2,8 (alerta) para 12 (em risco), com total de 16 municípios. Este resultado pode estar associado à falta de qualificação dos trabalhadores para executar o serviço, ou à baixa qualidade/motivação para o serviço. No entanto para os 98% restantes, o IIP é também influenciado pela despesa per capita com manejo de resíduos sólidos urbanos em relação à população urbana, RSIN006 em dois níveis de aplicação de recursos (R\$ 243 e 262 reais/habitante urbano). Novamente observa-se que uma maior aplicação de recursos, desta vez econômicos, não leva a uma redução no IIP. A partir dos resultados verifica-se que 90% dos municípios (721) que aplicam até R\$

243,00/ habitante urbano, possuem índices IIP médios de 2,5 (alerta), enquanto 7% (56) que aplicam valores de, no mínimo, R\$ 262,00/habitante urbano possuem IIP médio de 2,3 (alerta) e 1% (8) dos municípios que aplicam valores entre R\$ 243,00 e 262,00/ habitante urbano apresentaram IIP médio de 17 (em risco).

#### 4.2.2.3.3 Região Norte

A árvore de regressão podada da região Norte, figura 56, indicam que, os indicadores mais importantes estão relacionados à coleta domiciliar e pública, ou seja, indicadores de gestão.

Figura 56 - Árvore de regressão região Norte.



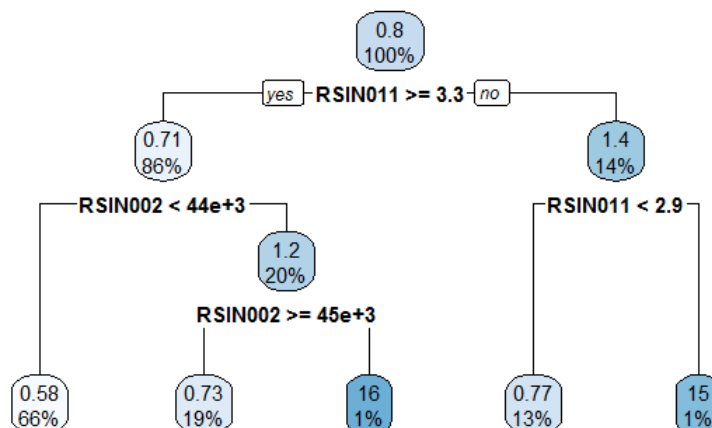
Fonte: A autora (2020).

Os dados de IIP se relacionam predominantemente com o indicador RSIN016 (Taxa de cobertura de serviços de coleta de RDO – resíduos domésticos em relação à população urbana). Para 96% dos municípios (201) que possuem a taxa de cobertura de serviços de coleta de resíduos doméstico em relação à população urbana em no mínimo de 73%, apresentam IIP médio de (1,1) classificada como em alerta ( $1,0 \leq IIP \leq 3,99$ ) porém próximo ao nível satisfatório. Na amostra, oito municípios que possuem uma cobertura de serviços de coleta de RDO menor que 73% possuem IIP médio de 13, sendo classificados como em situação de risco de infestação. Portanto, para a região Norte, ações de manejo de RDO são eficientes no combate ao mosquito.

#### 4.2.2.3.4 Região Sudeste

De acordo com a árvore podada da região Sudeste, figura 57, dois indicadores de despesa e pessoal de RS se relacionam ao IIP.

Figura 57- Árvore de regressão região Sudeste.



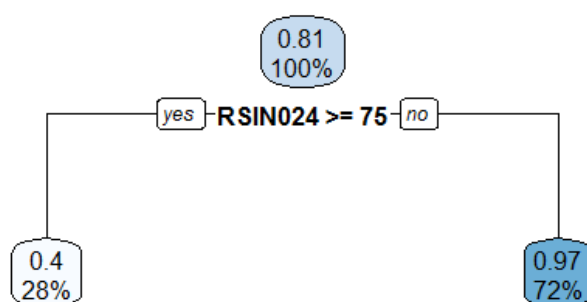
Fonte: A autora (2020).

Os municípios com valores de RSIN011 (receita arrecadada per capita com taxas ou outras formas de cobrança pela prestação de serviços de manejo de RSU) no mínimo R\$ 3,3 habitante/ano, apresentam índices de IIP em situação satisfatória (0,71). Nos municípios que possuem RSIN011 for maior ou igual a 3,3 R\$/hab/ano o IIP tende a permanecer em classificação de infestação satisfatória, e é influenciado pelo RSIN002 (despesa média por empregado alocado nos serviços de manejo de RSU). O valor de IIP apenas altera se RSIN002 estiver entre R\$ 44.000,00 e 45.000,00/empregado/ano (1% dos municípios com média de IIP igual a 16, situação de risco). Além disso, observa-se que o IIP também apresenta situação de risco para municípios com receita arrecadada per capita com taxas ou outras formas de cobrança pela prestação de serviços de manejo de RSU (RSIN011) entre R\$ 2,90 e R\$3,30/habitante/ano. Portanto, na região Sudeste na maioria dos casos (99%), o IIP está relacionado ao valor pago pelo usuário dos serviços de gestão e manejo de resíduos sólidos. Este resultado pode estar relacionado à melhor aplicação dos recursos arrecadados em ações de gestão de resíduos sólidos que se revertem em menores condições de proliferação do mosquito.

#### 4.2.2.3.5 Região Sul

A árvore de regressão podada da região Sul, figura 58, relaciona como mais importantes para a proliferação do mosquito, indicadores de coleta domiciliar e pública (indicadores de gestão).

Figura 58 – Árvore de regressão da região Sul.



Fonte: A autora (2020).

Pela figura 58, visualiza-se que valores de RSIN024 (Incidência do custo do serviço de coleta RDO + RPU no custo total do manejo de RSU) em média apresentam índices de IIP em situação satisfatória. Quando o RSIN024 for maior ou igual a 75% o IIP tende a diminuir. Se o RSIN024 for menor do que 75% o IIP tende a subir atingindo valores próximos à situação de alerta. Portanto, para a região Sul, ações de manejo de RDO e RPU são eficientes no combate ao mosquito.

#### 4.2.2.3.6 Erros regionais

Assim como para o abastecimento de água e esgotamento sanitário, foram calculados os valores dos erros médios (ME) e erros absolutos médios (MAE) de predição. Pela tabela 12, visualiza-se que os valores de ME são bem próximos de zero ( $< 0,001$ ) e os valores de MAE variam de 0,926 a 2,527.

Os maiores valores de erros são dos modelos das regiões Norte e Nordeste. Para estas regiões, não foram realizadas podas nas árvores. Na árvore da região Nordeste, a árvore sem poda ficou mais complexa, o que torna os erros maiores devido ao maior número de variáveis envolvidas.

Tabela 12 - Erros obtidos nas árvores regionais para o manejo de resíduos sólidos.

Métricas	ME	RMSE	MAE
Centro Oeste	-3,206E-17	2,261	0,975
Nordeste	-1,636E-15	6,363	2,527
Norte	4,192E-16	6,645	2,075
Sudeste	2,395E-16	3,853	0,926
Sul	-1,236E-17	1,249	0,803

Fonte: A autora (2021).

Na região Norte, apenas o indicador RSIN016 foi associado a valores de IIP, isso pode ter contribuído para um maior erro. Somado a isso, as árvores das regiões Norte e Nordeste apresentam os maiores valores para o desvio padrão, tabela 11. Os menores erros encontrados para as regiões Sudeste e Centro Oeste, foram obtidos nas árvores iniciais, e, portanto, também não foram realizadas podas. Na árvore da região Sul, a poda foi necessária devido a problemas de *overfitting*.

#### 4.2.2.4 Comparações inter-regionais

As árvores de regressão, comprovam, conforme figuras 54, 55, 56, 57 e 58 que é importante realizar análises regionais separadas, pois em virtude da disposição geográfica indicadores podem ter maior ou menor relação com o IIP.

O quadro 5 e a figura 59 apresentam de forma simplificada os resultados obtidos em cada região referente aos indicadores de resíduos sólidos com maior relação com o IIP.

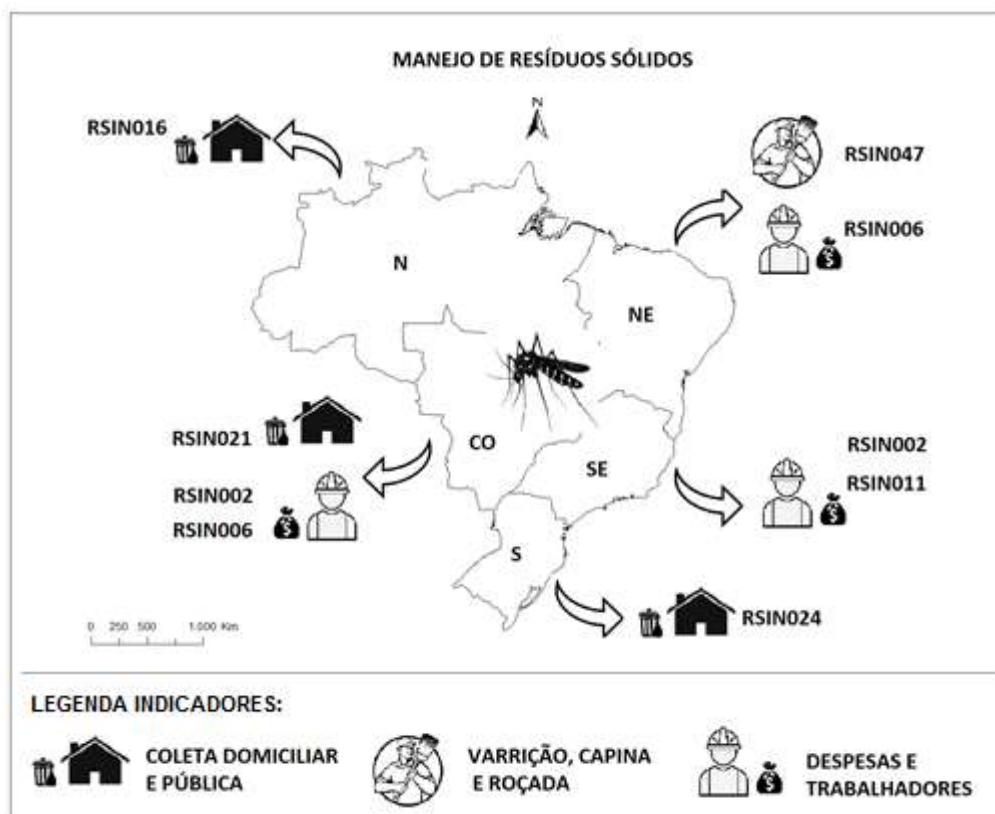
Na região Centro Oeste, os indicadores mais importantes estão relacionados a financeiros e de pessoal. Eles indicam que recursos investidos em manejo de RSU (RPU, RDO e RS comerciais) contribuem com a diminuição do IIP, sendo mais eficientes do que recursos investidos em despesas com funcionários. Esse resultado, evidencia a importância de um direcionamento assertivo acerca das medidas eficazes e necessárias para o manejo de RS.

Quadro 5 -Resumo dos resultados obtidos nas árvores de regressão referente ao manejo de resíduos sólidos.

REGIÕES	INDICADORES REGIONAIS QUE INFLUENCIAM O IIP
<b>CENTRO OESTE</b>	Recursos investidos no manejo dos RSU, RPU e RDO apresentam impacto mais positivo no controle do mosquito, quando comparados àqueles utilizados nas despesas com funcionários próprios ou terceirizados.
<b>NORDESTE</b>	Uma maior aplicação de recursos econômicos nos serviços de varrição não é suficiente para reduzir o IIP.
<b>NORTE</b>	Ações de manejo de RDO são eficientes no combate ao mosquito.
<b>SUDESTE</b>	Recursos arrecadados e aplicados de uma maneira adequada nas ações de gestão de resíduos sólidos urbanos se revertem em menores condições de proliferação do mosquito.
<b>SUL</b>	Ações de manejo de RDO e RPU são eficientes no combate ao mosquito.

Fonte: A autora (2020).

Figura 59– Indicadores regionais para RS.



Fonte: A autora (2021).

Os indicadores mais importantes da região Norte estão relacionados a gestão de resíduos sólidos. Os resultados indicam que as ações de manejo de resíduos, principalmente as relacionadas aos RDO's, são eficientes para a redução da proliferação do mosquito *Aedes aegypti*. Os indicadores mais importantes estão relacionados a GRS. A região Norte apresenta sua população urbana e rural alocada nas margens dos rios, sendo o transporte fluvial o principal meio de locomoção (BRASIL, 2019). Além disso, pode-se citar a falta de saneamento básico e coleta de lixo em praticamente todos os estados da região (BRASIL, 2018). Essas questões corroboram com o resultado obtido, pois além dos RDO's não terem a devida destinação, há um acúmulo destes nas margens dos rios fazendo com que haja na maioria das vezes água parada em entulhos.

Almeida e Castro (2018), estudaram os indicadores socioespaciais na proliferação da dengue na cidade de Itacoatira (AM). Estes autores dividiram a cidade por bairros e constataram que os serviços referentes ao manejo de RS na região com menor número de domicílios atendidos com coleta de resíduos, apresentava o maior número de casos de Dengue. Já bairros com 100% deste serviço, os números de casos encontrados foram os menores do município. Por fim, relatam que os riscos e as vulnerabilidades socioambientais urbanas causadas pela falta de saneamento básico, conduzem a identificação do padrão socioespacial mais vulnerável ao risco da doença, bem como áreas vulneráveis à proliferação do mosquito *Aedes aegypti*.

Os indicadores mais importantes na região Sudeste estão relacionados a financeiros e de pessoal. Os resultados apontam que uma aplicação assertiva de recursos arrecadados em ações de gestão de RSU, se revertem em valores de IIP menores. A região Sudeste é o complexo regional mais populoso e povoado do país, sua população está concentrada em sua maior parte nos centros urbanos. Sua densidade demográfica é de 87hab./km<sup>2</sup>. Somado a isso, é a região do país que mais produz resíduo sólido urbano (AGÊNCIA BRASIL, 2019). Elmec, Bataiero e Cruz (2016), analisando dados de saneamento básico, arboviroses e vigilância sanitária no Estado de São Paulo, identificaram situações de risco para propagação do mosquito durante fiscalizações sanitárias. Entre os principais criadouros, destacam-se RSU como latas, vasilhames e outros objetos que acumulam água. De acordo com esses autores, é importante promover a integração dos serviços regionais e municipais de vigilância sanitária e controle de vetores.



Na região Sul, observa-se que os indicadores mais importantes estão relacionados a financeiros e de pessoal. Além disso, os resultados mostraram que uma melhoria nas ações de manejo de RDO e RPU, afetam de maneira positiva o IIP e evidencia que independente da região, ações de melhoria na gestão, reduzem esse índice. Estudos realizados por Aguiar, Cecconello e Centeno (2019) na região de Pelotas/RS entre 2007 a 2015, apontam que a ocorrência de Dengue está intrinsecamente relacionada à disposição inadequada de RS e água armazenada inadequadamente.

Para a região Nordeste, os indicadores operacionais são os mais importantes e indicam que investimentos econômicos nos serviços de varrição não são suficientes para diminuição do IIP. Esse resultado corrobora com os obtidos nas outras regiões, evidenciando a necessidade de ações de manejo de RS e indica que mais importante do que possuir o investimento necessário para o âmbito de RS, é ter um plano que direcione esse investimento de maneira adequada dentro da sociedade. Silva e Machado (2019), analisando a região Nordeste do Brasil, avaliaram a relação entre a proliferação de Dengue e indicadores de saneamento básico, entre eles RS. A pesquisa revelou que a proliferação de criadouros do *Aedes aegypti* é influenciada pela coleta de RSU, demonstrando a importância na integração dos serviços regionais e municipais de vigilância sanitária e controle de vetores (SILVA, MACHADO, 2019). Os autores sugerem que as ações por parte dos órgãos municipais sejam efetivas para a melhoria no serviço de saneamento, visto que esses serviços retiram do meio ambiente possíveis criadouros de *Aedes aegypti*.

Em 2014, o MS apontou os resíduos sólidos como o principal criadouro de *Aedes aegypti* nas regiões Norte, Sul e Centro Oeste do país. De acordo com dados do LIRAA, a região Centro Oeste concentra 43,8% dos criadouros em RSU, na região Sul esse número sobe para 50,1%, e na região Norte esse número chega a 52,4% (BRASIL, 2014).

Analisando os resultados obtidos observa-se que, de forma geral, as ações de manejo e a GRS tem impacto positivo na redução da proliferação do mosquito *Aedes aegypti*.

Ações de manejo são eficientes quando toda a sociedade está envolvida, ou seja, o poder público deve apresentar planos participativos com tecnologias apropriadas; os prestadores de serviço devem fazer o recolhimento dos produtos após

o uso e, a sociedade além de incorporar mudanças de hábitos e consumo consciente, deve fazer o correto acondicionamento dos resíduos (BRASIL, 2010).

Segundo Moraes (2020), é preciso desenvolver uma gestão integrada e sustentável de RSU que englobe quatro fatores: a integração de todos os protagonistas no sistema de RS; a integração de todos os elementos da cadeia de RS; a integração dos meios físico, ambiental, social político, técnico e institucional para garantir a sustentabilidade; e relacionar a problemática de RS às outras esferas do saneamento básico bem como a saúde pública e aos recursos hídricos. Moraes (2020) cita outro exemplo importante do modelo ideal de gestão integrada, baseando-se em sistema integrado, sistema sustentável e serviço integrado. O sistema integrado é um ciclo fechado, onde há participação de todos os envolvidos (cidade, bairro, estado, moradores, empresas, governantes) e que considera as interações com os demais serviços de saneamento. Além disso, abrange uso de uma escala de diferentes opções de coleta e tratamento; participação e compromisso de todos os protagonistas urbanos; apresenta enfoque disciplinar e interage com os outros sistemas de saneamento urbano. Um sistema sustentável é aquele que se adequa à localidade em que está inserido, levando em consideração os aspectos sociais, econômicos, ambientais, entre outros, do âmbito local (MORAES, 2020).

Deste modo, a falta de condições sanitárias mínimas e uma infraestrutura adequada podem contribuir para o desenvolvimento do *Ae. Aegypti*, aumentando por consequência o risco de transmissão de doenças como Zika, Dengue e Chikungunya (CHITOLINA *et al.*, 2016; FERREIRA; CHIARAVALLLOTI NETO, 2017).

Na maioria dos países em desenvolvimento, como o Brasil, os sistemas que envolvem o saneamento básico são de responsabilidade dos municípios e de acordo com Al-Khatib *et al.*, (2015) o abastecimento de água e esgotamento sanitário e, os RS podem sofrer algumas carências. A correta gestão dos resíduos auxilia na proteção contra epidemias evitando a proliferação de vetores de diferentes doenças (GOUVEIA, 2012). Porém é necessário que o desempenho dos sistemas de gestão de RS possa ser acompanhado, comparado e auditado, por meio de indicadores. Silva, Prietto e Korf (2019), relatam que a eficácia da GRS, depende da quantificação de indicadores, bem como análise e comparação de situações. E segundo Velis e Brunner (2013), situações que você não pode medir, você não pode administrar.

Planejar o território levando em consideração as ações de conservação ambiental e saúde pública mostra-se cada vez mais importante. A forma de

organização de um território irá definir as relações com o ambiente e, assim, influenciar o surgimento de enfermidades (QUEIROZ; SILVA; HELLER, 2020). Por isso, é necessário observar cada território com suas singularidades, para então ser possível localizar os agravos, necessidades da população, bem como o potencial local de risco sanitário e ambiental (WHO, 2017). Aliar dados de gestão de saneamento a essas necessidades seria uma forma de se atingir territórios saudáveis.

Na cidade do México Romero *et al.*, (2020), avaliaram desempenho dos indicadores de limpeza urbana, coleta e destinação do lixo em 66 municípios. Eles verificaram que a limpeza urbana apresentou o pior desempenho, sendo realizada apenas varrição manual com pouco controle sobre as superfícies varridas, pois é limitada à área central dos municípios. Apesar dos serviços de coleta e descarte apresentarem um melhor desempenho, o sistema é deficiente, faltam dados e os RS são descartados de forma inadequada. Por fim, os autores concluíram que é necessário realizar uma GRS adequada, assim como é importante ter informações disponíveis para que os gestores possam planejar as melhorias deste sistema e atingir os seus objetivos (ROMERO *et al.*, 2020). Para melhorar a GRS é necessário mais do que dinheiro e equipamentos (KLUNDER; ANSCHÜTZ, 2001). Isso é observado nas relações entre IIP e na região Nordeste do Brasil. Talvez falte capacitação de trabalhadores, ou aumento na mecanização dos serviços de varrição.

A GRS vai muito além das questões técnicas e requer a atenção de aspectos gerais relacionados à governança e à gestão, como o marco regulatório, políticas e programas, questões sociais e econômicas, Cervantes *et al.*, (2021). Além destes aspectos, a saúde pública refletirá se a tomada de decisão foi acertada. Para isso é essencial ter um conjunto de indicadores com detalhes suficientes (WILSON *et al.*, 2015b).

#### 4.2.3 Drenagem e manejo de águas pluviais

A exclusão dos dados faltantes do SNIS com relação a drenagem e manejo de água pluviais resultou em 76 municípios.

Na tabela 13 apresentam-se as estatísticas descritivas.

Tabela 13- Estatísticas Descritivas do IIP referente a drenagem e manejo de águas pluviais.

VARIÁVEL DEPENDENTE								
Nº de municípios	VARIÁVEL	Mínimo	1º Quartil (25%)	MEDIANA	MÉDIA	3º Quartil (75%)	Máximo	Desvio Padrão
76	IIP	0	0,10	0,50	0,85	1,10	5,60	1,08

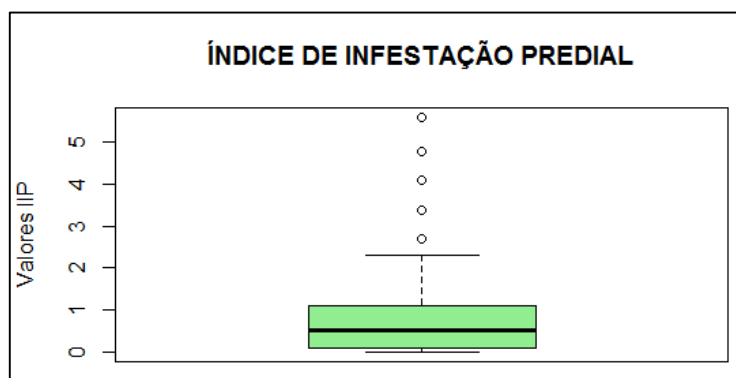
Fonte: A autora (2019).

#### 4.2.3.1 Variável dependente

De acordo com a tabela 13, 25% dos municípios (1º quartil) apresentam IIP médio de 0,10; 50% dos municípios apresentam IIP até 0,50 (mediana); e 75% dos municípios apresentam IIP de 1,10 (3º quartil). Existem 44 municípios contidos no intervalo interquartil (1º ao 3º quartil), representando 57,90%. Os valores considerados elevados compreendem os municípios de Canoas/RS, Tangará da Serra/MT e Governador Valadares/MG. De forma geral, os municípios que apresentam os 14 indicadores analisados, têm índices de infestação predial baixo. Isto demonstra que uma maior gestão nos índices de drenagem e manejo de águas pluviais, podem estar ligados a baixos índices de IIP.

Ao analisar os dados referentes à variável dependente, representada pelo índice de infestação predial, observa-se que dos 76 municípios analisados, 54 apresentam IIP satisfatório (71,05%), 19 estão em alerta (26,03%) e 3 municípios estão em situação de risco (3,95%). O *boxplot*, figura 60, indica a visualização dos dados referentes ao índice IIP dos 22 municípios.

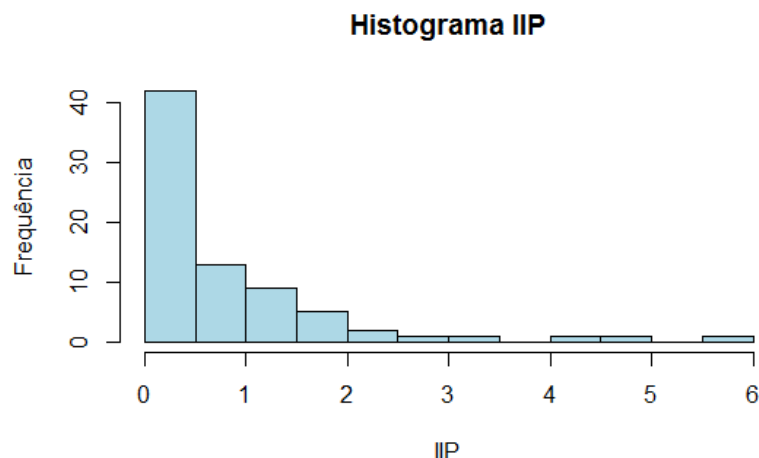
Figura 60- *Boxplot* da variável IIP



Fonte: A autora (2019).

Pelo histograma do índice de infestação predial dos municípios analisados, figura 61, observa-se que os dados não têm uma distribuição normal ( $p$ -valor  $< 0.001$ ; teste Shapiro-Wilk) e há uma concentração de municípios com valores menores de IIP.

Figura 61 - Histograma variável IIP.



Fonte: A autora (2019).

A normalidade dos dados foi analisada em todos os 14 indicadores com uma significância de 5%. Na tabela 14 é apresentada a análise de normalidade das variáveis resposta do modelo em estudo realizada com auxílio *Shapiro-Wilk* Teste.

Tabela 14- Teste Shapiro-Wilk para variáveis independentes com nível de significância de 5%.

VARIÁVEL	IIP	IN044	IN001	IN009	IN010	IN048	IN049	IN053
P-VALOR	1,52E-07	2,2e-16	8,07E-05	1,25E-09	2,2e-16	4,15E-11	2,51E-08	1,29E-09
STATUS	Não Normal	Não Normal	Não Normal	Não Normal	Não Normal	Não Normal	Não Normal	Não Normal
VARIÁVEL	IN054	IN020	IN021	IN026	IN027	IN035	IN051	
P-VALOR	9,94E-11	7,12E-06	9,94E-11	1,31E-02	5,53E-09	2,2e-16	4,71E-12	
STATUS	Não Normal	Não Normal	Não Normal	Não Normal	Não Normal	Não Normal	Não Normal	

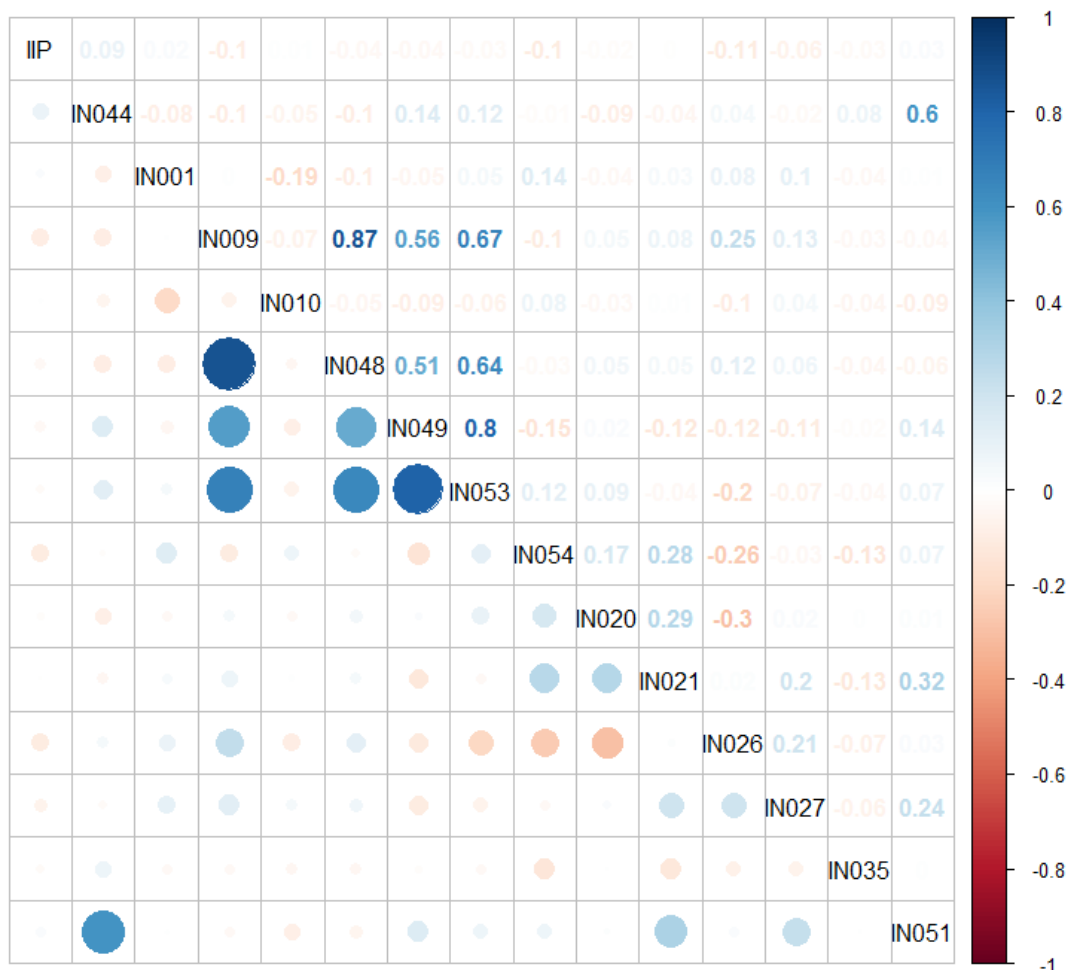
A autora (2019).

#### 4.2.3.2 Matriz de correlação

Devido a insuficiência de dados apresentados em alguns indicadores, muitos municípios precisaram ser retirados da amostra na primeira análise. A figura 62

representa a matriz de correlação referente ao grupo de dados gerais, financeiros e infraestrutura.

Figura 62 – Matriz de correlação dos Indicadores sobre despesas e trabalhadores.



A autora (2021).

Percebe-se pela análise matricial que existem 5 coeficientes de correlação  $r \geq |0,6|$ . Estes resultados ocorrem nas seguintes associações das variáveis independentes: IN009 (Despesa média praticada para os serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas) x IN048 (Despesa per capita em drenagem e manejo de águas pluviais urbanas), IN009 x IN053 (Desembolso de investimento per capita); IN048 x IN053; IN049 x IN053, e IN044 (Densidade de domicílios na área urbana) x IN051 (Densidade de captações de águas pluviais na área urbana). Desta forma optou-se na exclusão dos itens IN009, IN048, IN026, IN051, IN035. O indicador IN049 foi removido devido a insuficiência de informações.

#### 4.2.3.2.1 Indicadores selecionados para a segunda análise

Foi analisada a normalidade dos dados de IIP e dos os 14 indicadores. Como o IIP e muitos indicadores não apresentam aderência à distribuição normal é necessário um método que contemple essa característica.

Além disso, nas análises matriciais as variáveis mostraram um comportamento não linear, multicolinearidade, homocedasticidade entre os índices de resíduos sólidos e o IIP, fazendo com que fossem adotadas análises de árvores de regressão.

Assim, para a segunda análise da drenagem e manejo de águas pluviais, realizada por árvores de regressão, 6 indicadores foram excluídos e 8 permanecem nas análises das regiões, quadro 6.

Quadro 6 - Resumo dos indicadores selecionados para as árvores de regressão referente a drenagem e ao manejo de águas pluviais.

GRUPO DE INDICADORES	ABREVIÇÃO	DESCRIÇÃO DOS INDICADORES	UNIDADE
DADOS GERAIS	IN044	Densidade de domicílios na área urbana	Domicílios/hectares
DADOS FINANCEIROS	IN001	Participação do pessoal próprio sobre o total de pessoal alocado nos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas	%
	IN010	Participação da despesa total dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas na despesa total do município	%
	IN053	Desembolso de investimento per capita	R\$/habitante ano
	IN054	Investimentos totais desembolsados em relação aos investimentos totais contratados	R\$/habitante ano
DADOS DE INFRAESTRUTURA	IN020	Taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio na área urbana do município	%
	IN021	Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana	%
	IN027	Parcela de cursos d'água naturais perenes com canalização fechada	%

A autora (2021).

#### 4.2.3.3 Árvores de regressão

A amostra final é composta por 3.668 municípios, distribuídos da seguinte forma nas regiões: Centro-Oeste (CO) 330 municípios, Nordeste (NE) 882 municípios, Norte (N) 219 municípios, Sudeste (SE) 1.291 municípios, Sul (S) 1.006 municípios.

Referente ao IIP, dos 3.668 municípios analisados, 2.494 têm dados satisfatório, 912 estão em alerta e 261 estão em risco. As estatísticas descritivas da distribuição do IIP por região são apresentadas na tabela 15.

Observa-se, tabela 15, que no Brasil 25% dos municípios (1º quartil) apresentam IIP médio de 0,00 (situação satisfatória); 50% dos municípios apresentam IIP até 0,40 (situação satisfatória); e 75% dos municípios apresentam IIP de 1,40 (3º quartil, situação de alerta).

Tabela 15- Estatísticas Descritivas do AE índice de infestação predial (IIP) para a análise de árvores de regressão.

	N	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Desvio Padrão
Brasil	3.667	0.000	0.000	0.400	1.224	1.400	100.000	3.848
Região								
Centro oeste	330	0.000	0.000	0.200	0.829	0.900	34.400	2.260
Nordeste	882	0.000	0.400	1.500	2.544	3.200	100.000	4.511
Norte	219	0.000	0.000	0.300	1.215	1.700	16.700	2.069
Sudeste	1.291	0.000	0.000	0.300	0.854	0.800	100.000	4.920
Sul	1.006	0.000	0.000	0.000	0.761	1.000	9.800	1.362

Fonte: A autora (2021).

Assim como observados nas análises de AE e RS, a região Nordeste, é a região com maiores IIP, observa-se que mais de 50% dos municípios estão em situação de alerta ( $1,0 \leq IIP \leq 3,99$ ). As regiões Sul, Sudeste e Centro Oeste apresentam cerca de 75% dos municípios analisados em situação satisfatória ( $IIP \leq 0,99$ ). A região Sul apresenta os menores índices de infestação, com IIP 0,00 em 59,51% dos municípios. No entanto, para a classificação do IIP, as menores infestações são observadas nas regiões Centro Oeste e Sudeste, que apresentam respectivamente 78,29% e 79,22% em situação satisfatória, 17,43% e 19,14% em alerta, comparadas com a região Sul que apresenta respectivamente 74,33% dos municípios em situação satisfatória e 20,76% em alerta. A maioria dos municípios selecionados apresentam IIP satisfatórios, inferiores a 1,00 considerada como situação de alerta. A figura 63 ilustra



os municípios selecionados para a segunda análise, realizada por árvores de regressão.

Figura 63– Municípios selecionados para as análises das árvores de regressão referente à drenagem e manejo de águas pluviais.



Fonte: A autora (2021).

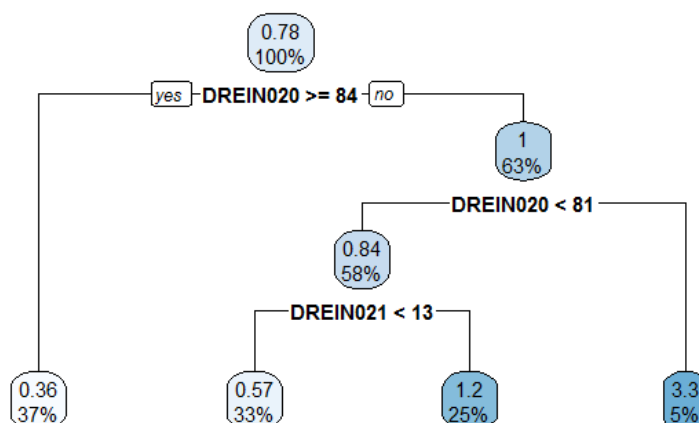
#### 4.2.3.3.1 Região Centro Oeste

De acordo com a figura 64, os indicadores de drenagem e manejo de águas pluviais que apresentam maior relação com o IIP estão relacionados à infraestrutura.

A árvore de regressão da região Centro Oeste, indica que valores de DREIN020 (Taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio na área urbana do município) maiores ou iguais a 84%, ocorrem em 110 município (37% dos casos) e apresentam IIP médio de 0,36. Para os outros 63% dos casos, valores de DREIN020 menores do que 84%,

o IIP médio chega a 1, classificado como situação de alerta. Estes resultados evidenciam que áreas urbanas com maiores taxas de infraestrutura, contribuem para a diminuição da proliferação do mosquito.

Figura 64 - Árvore de regressão da região Centro Oeste.



Ainda pela figura 64, observa-se que valores de DREIN020 menores do que 84 e maiores ou iguais a 81, representam 5% dos casos (15 municípios), com média de 3,3. E valores de DREIN020 menores do que 84 e menores do que 81 associam-se a valores de DREIN021 (Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana) representam 58% dos casos. Ou seja, valores de IIP menores estão associados a taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio, bem como a taxa de cobertura de drenagem, indicando que um maior controle do índice de IIP ocorre quando há um sistema completo de drenagem urbana.

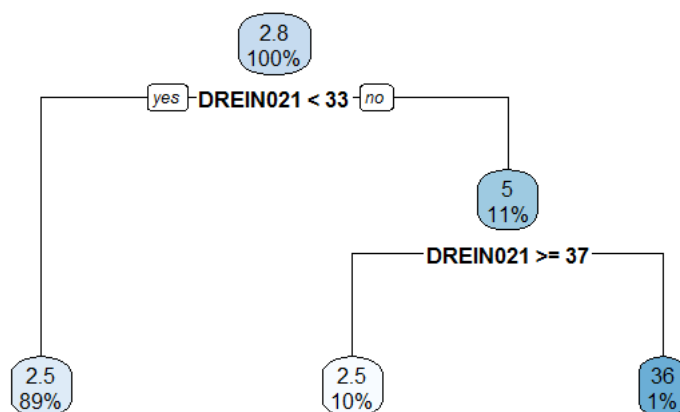
#### 4.2.3.3.2 Região Nordeste

Na região Nordeste, os indicadores de infraestrutura apresentam maior relevância na proliferação do mosquito, figura 65.

A figura 65, indica que valores de DREIN021 (Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana) maiores ou iguais a 33%, ocorrem em 92 municípios (11% dos casos), apresentam IIP médio de 5 e estão associados a valores de DREIN021 maiores, iguais ou menores do que 37%. É importante ressaltar que valores de DREIN021 maiores ou iguais a 33% e menor do

que 37%, elevam a média de IIP para 36 (situação de risco), e ocorrem em 1% dos casos (36 municípios). Ou seja, a canalização de águas pluviais não é uma medida suficiente para reduzir o IIP, há a necessidade de um sistema completo para que haja uma melhora neste índice.

Figura 65 - Árvore de regressão da região Nordeste.

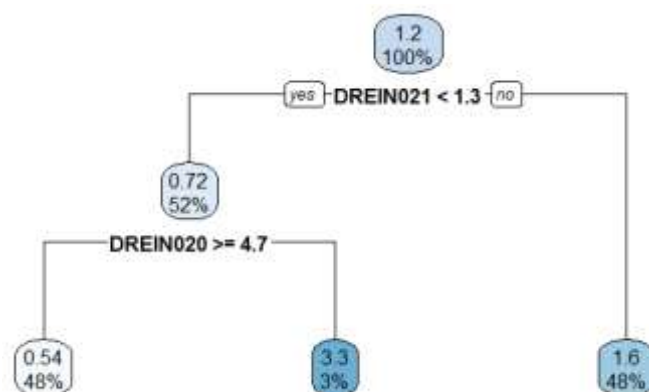


Fonte: A autora (2020).

#### 4.2.3.3.3 Região Norte

A árvore de regressão da região Norte, figura 66 também sinaliza que os indicadores de infraestrutura apresentam maior relevância no IIP.

Figura 66 - Árvore de regressão da região Norte.



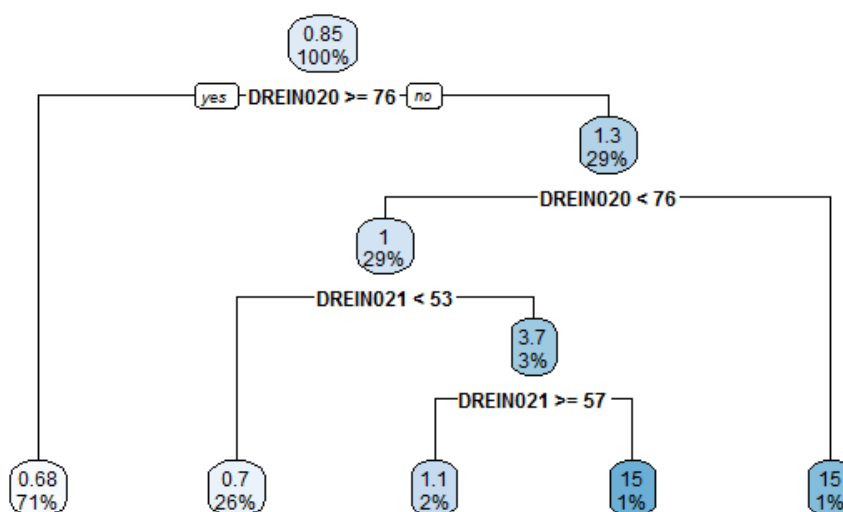
Fonte: A autora (2020).

Para esta região, valores de DREIN021 (Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana) maiores ou iguais a 1,3%, apresentam média de IIP de 0,72, ocorrem em 52% dos municípios (110) e estão associados a valores de DREIN020 (Taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio na área urbana do município). Valores de DREIN021 menores do que 1,3% correspondem a 48% dos casos (103 municípios). Ou seja, valores de IIP menores estão associados a taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio, bem como a taxa de infraestrutura de drenagem, indicando que um maior controle do índice de IIP (índice de infestação predial) do *Aedes aegypti* ocorre quando há um sistema completo de drenagem urbana.

#### 4.2.3.3.4 Região Sudeste

Na região Sudeste, figura 67, os indicadores de infraestrutura também são os mais relevantes.

Figura 67- Árvore de regressão da região Sudeste.



Fonte: A autora (2020).

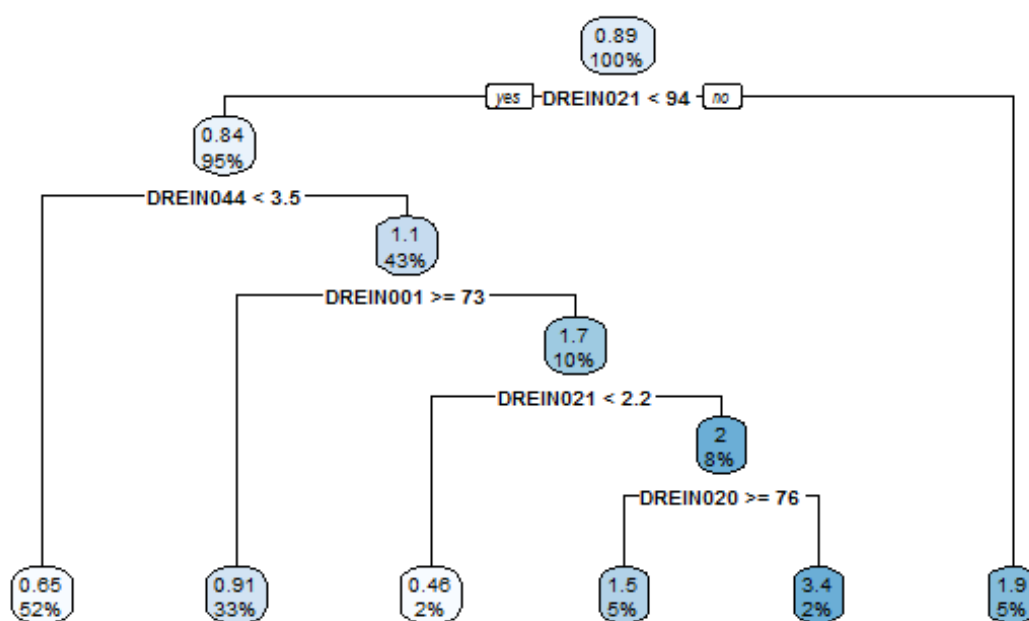
A figura 67 indica que valores de DREIN020 (Taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio na área urbana do município) maiores ou iguais a 76% apresentam média de IIP iguais a 0,68, ocorrem em 71% dos casos e estão associados a 915 municípios. Valores de DREIN020 menores do que 76%, associam-

se a valores de DREIN021 (Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana). Os valores de DREIN021 menores do que 53%, ocorrem em 26% (332 municípios), apresentam média de 0,7. Valores de DREIN021 maiores ou iguais a 53, correspondem a 3% dos casos (37 municípios). Ou seja, valores de IIP menores estão associados a taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio, bem como a taxa de cobertura de drenagem, indicando que um maior controle do mosquito *Aedes aegypti* ocorre quando há um sistema completo de drenagem urbana.

#### 4.2.3.3.5 Região Sul

Na região Sul, os indicadores com maior relevância no IIP são relacionados a infraestrutura, dados gerais e financeiros, figura 66.

Figura 68- Árvore de regressão da região Sul.



Fonte: A autora (2020).

Observa-se pela figura 68, que valores de DREIN021 (Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana) maiores ou iguais a 94%, ocorrem em 15 municípios (5% dos casos), apresentam média de 1,9 (situação de alerta). Valores de DREIN021 menores do que 94, ocorrem em 95% (284

municípios), apresentam média de IIP de 0,85 (satisfatório) e estão associados a valores de DREIN044 (Densidade de domicílios na área urbana). Valores menores de DREIN044 menores do que 3,5 domicílios/hectare correspondem a 52%, ocorrem em 156 municípios e apresentam IIP médio de 0,65 (satisfatório), acima desse valor o IIP passa para situação de alerta. Ou seja, a urbanização contribui para a proliferação do mosquito *Ae. aegypti* (LAGROTTA, SILVA, SANTOS, 2008; DIENGE *et al.*, 2018, BELLINI *et al.*, 2018; HEINISCH *et al.*, 2019).

Além disso, pode-se observar o indicador DREIN001 (Participação do pessoal próprio sobre o total de pessoal alocado nos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas), também influencia o IIP. Para a região Sul, a média de IIP mais preocupante ocorre quando o indicador DREIN020 (Taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio na área urbana do município) for menor do que 76%. Ou seja, valores de IIP menores estão associados a taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio, bem como a taxa de cobertura de drenagem, indicando que um maior controle do índice de IIP ocorre quando há um sistema completo de drenagem urbana.

#### 4.2.3.3.6 Erros regionais

As métricas ME e MAE da drenagem e manejo de águas pluviais são representadas pela tabela 16. Observa-se que os valores de ME são bem próximos de zero ( $< 0,001$ ) e os valores de MAE variam de 0,893 a 2,700.

Tabela 16 - Erros obtidos nas árvores em cada região para a drenagem e manejo de águas pluviais.

Métricas	ME	RMSE	MAE
Centro Oeste	-5,196E-17	2,191	0,916
Nordeste	-1,812E-15	8,649	2,700
Norte	-4,312E-16	1,777	1,145
Sudeste	-2,164E-16	4,698	1,008
Sul	-1,23E-17	1,269	0,893

Fonte: A autora (2021).

Assim como na análise do desvio padrão da variável IIP realizada na tabela 15, a região Nordeste é a que apresenta os maiores erros dos modelos. Ao mesmo tempo, nas árvores das regiões Nordeste, Sudeste e Sul não foram realizadas podas, pois o

*overfitting* não foi grande comparado com as demais. Com a árvore mais complexa, os erros obtidos se tornam maiores, devido ao maior número de variáveis envolvidas.

#### 4.2.3.4 Comparações inter-regionais

Apesar dos indicadores de infraestrutura apresentarem uma maior relação com o IIP das regiões, é importante analisar modelos regionais. Conforme figuras 63, 64, 65, 66 e 68, existem diferenças no intervalo numérico dos indicadores associados ao IIP.

De acordo com o quadro 7 e figura 69, observa-se que de maneira geral, os resultados obtidos nas árvores de regressão para todas as regiões estão associados a indicadores de infraestrutura. A exceção é a região Sul do Brasil que além deste indicador, sofre influência dos indicadores financeiros e gerais.

Quadro 7- Resumo dos resultados regionais obtidos nas árvores de regressão referente à drenagem e manejo de águas pluviais.

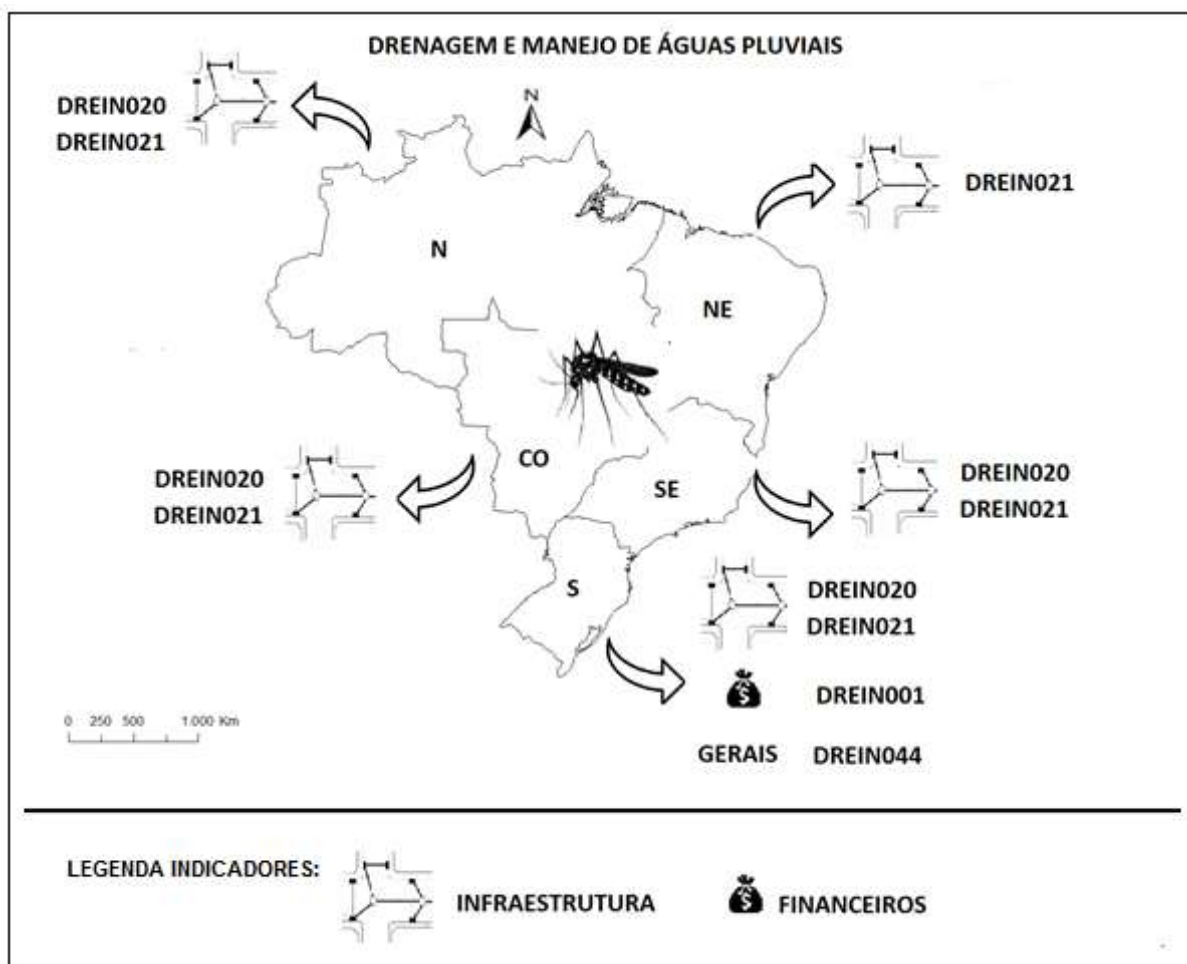
REGIÕES	DESCRIÇÃO DOS INDICADORES REGIONAIS QUE INFLUENCIAM O IIP
<b>CENTRO OESTE</b>	Um sistema completo de drenagem urbana contribui para a diminuição da proliferação de <i>Aedes aegypti</i> .
<b>NORDESTE</b>	A canalização de águas pluviais não é uma medida suficiente para reduzir o IIP, há a necessidade de um sistema completo para que haja uma melhora neste índice.
<b>NORTE</b>	Um sistema completo de drenagem urbana contribui para a diminuição da proliferação de <i>Aedes aegypti</i> .
<b>SUDESTE</b>	Um sistema completo de drenagem urbana contribui para a diminuição da proliferação de <i>Aedes aegypti</i> .
<b>SUL</b>	Um sistema completo de drenagem urbana contribui para a diminuição da proliferação de <i>Aedes aegypti</i> . Além disso, a densidade populacional e a participação de pessoal próprio alocado nos serviços de drenagem contribuem para a proliferação do mosquito.

Fonte: A autora (2021).

A crescente complexidade dos ambientes urbanos, principalmente nas questões relacionadas às águas urbanas, impulsionou uma série de estudos, metodologias e mecanismos capazes de auxiliar e melhorar os sistemas de drenagem. Uma gestão de drenagem ineficiente e obras de drenagem inacabadas,

além de gerar prejuízos econômicos, trazem riscos à população com a propagação de doenças de veiculação hídrica e relacionadas ao acúmulo de água (ZAHED FILHO; MARTINS; PORTO, 2013).

Figura 69- Indicadores regionais para DRE.



Fonte: A autora (2021).

Embora sinônimo de prosperidade, o crescimento e desenvolvimento urbano precedem inevitáveis impactos ao meio ambiente local. Os problemas de escoamento das águas pluviais são um dos mais preocupantes, visto que a urbanização altera de forma significativa o escoamento natural da bacia hidrográfica, gerando aumento no escoamento superficial, seguidas pelo incremento de vazões de pico dos corpos d'água, degradação da qualidade da água, geração de sedimentos, entre outros (VILLANUEVA *et al.*, 2011).

Na região Sul, o indicador geral DREIN044 (Densidade de domicílios na área urbana) está associado ao crescimento populacional, e de acordo com Lourenço



(2014), Magalhães e Zanella (2013), os sistemas de drenagem são influenciados pela densidade populacional. Lourenço (2014), relata que o aumento da população urbana, intensificou a impermeabilização do solo e, conseqüentemente, resultou em maior vazão de pico. Em consequência deste processo de urbanização, os sistemas de drenagem de águas pluviais urbanas tiveram de suportar quantidades de água cada vez maiores. Magalhães e Zanella (2013), enfatizam que a proliferação de mosquitos e doenças transmitidas por esses artrópodes, são conseqüências das condições ambientais, associadas à ineficiência das políticas públicas de saúde, bem como a falta de infraestrutura urbana adequada, que na maioria dos municípios não acompanha o aumento da densidade populacional. Essas pesquisas evidenciam, assim como nas análises regionais das árvores de regressão, que se o sistema de drenagem for composto por todos os seus elementos constituintes, as águas podem ser escoadas mais rapidamente reduzindo o acúmulo de água parada, que é um dos principais locais de proliferação de mosquitos. Observa-se que a adoção de sistemas de infraestrutura verde de drenagem poderia contribuir para a redução de habitats para o mosquito.

Desjardins *et al.*, (2020), utilizaram uma modelagem regressiva espaço-tempo para estimar os riscos de Dengue na cidade de Cali, localizada na Colômbia. Os autores relataram que embora o crescimento populacional urbano tenha como consequência o aumento no risco de transmissão de doenças por mosquitos, o verdadeiro efeito da densidade populacional pode variar em níveis espaciais menores (por exemplo, bairros). Em Cali, as autoridades de saúde pública normalmente realizam programas de fumigação e educação em bairros com maior densidade populacional, o que pode resultar na falta de intervenções direcionadas em áreas menos densas com populações de *Aedes aegypti*, por exemplo, esgotos e áreas verdes. Os mesmos autores relatam ainda uma associação entre aspectos climáticos e o IIP. Desjardins *et al.*, (2020), relatam que cinco semanas após pancadas de chuva de curta duração, e três semanas após chuvas de baixa intensidade o número de casos de Dengue ultrapassava a média local. Embora as inundações resultem em águas estagnadas, esses eventos também podem atuar como uma força perturbadora, expulsando os criadouros e ovos desses artrópodes. Em Jaffna, Sri-Lanka, Surendran *et al.*, (2019), descreveram que os mosquitos têm se tornado resistentes ao uso de inseticidas, e que drenos abertos para águas residuais cinzentas podem se tornar fontes para selecionar mosquitos vetores resistentes aos inseticidas

piretróide. Em suas conclusões os autores apresentam a importância de trocar drenos abertos por drenos subterrâneos eficientes, principalmente em áreas urbanas de países com doenças endêmicas. E além disso, os mesmos autores descrevem a importância de maiores inspeções no sistema de drenagem. Essas inspeções do sistema de drenagem são feitas por funcionários próprios ou terceirizados. O indicador financeiro da região Sul, refere-se justamente à participação dos funcionários nos serviços de drenagem. Nesta região foi apontado que ter um maior número de pessoal próprio alocado nos serviços de drenagem, contribui para a diminuição da média de IIP.

Além disso, Fendrich (2009) e Tucci (2006) afirmam que a crescente urbanização, exige maior capacidade de escoamento e aumento das seções e declividade do conduto ou canal. Este resultado corrobora com o estudo de Paploski *et al.*, (2016), realizado nos sistemas de drenagem na cidade de Salvador, Bahia. Em 2015, os autores constataram que uma precipitação menor ou igual a 50mm durante 7 dias, elevava em 28,3% as chances de proliferação do *Aedes aegypti*, em comparação com 4,6% de aumento do IIP caso a precipitação fosse maior do que 50mm. Além disso, Paploski *et al.*, (2016), realizaram 2 vistorias em cada um dos 122 bueiros analisados, dentro de um período de 30 dias. Em 49% dos casos, os autores constataram a presença de água parada, servindo como locais de desenvolvimento larval e área de repouso para mosquitos adultos. Os mesmos autores, complementam ainda que no Brasil as campanhas de controle dos vetores são normalmente destinadas ao ambiente domiciliar e negligenciam os criadouros localizados em áreas públicas e, especialmente, os criadouros fora dos contêineres. Como medidas de prevenção, os autores indicam a realização de inspeções nesses locais e o uso de larvicidas.

Corroborando com Paploski *et al.*, (2016), Wilke *et al.*, (2020), realizaram um estudo no condado de Miami-Dade, na Flórida, relacionando os principais focos do mosquito *Aedes aegypti*. Wilke *et al.*, (2020), concluíram que habitats aquáticos como bueiros, bromélias e latas de lixo, apresentam um percentual respectivamente de 45%, 33% e 17% menor de larvas do mosquito, quando comparados com pneus, tradicionalmente conhecidos como um dos principais locais de proliferação desses vetores. No entanto, esses habitats são os mais propícios para um mosquito imaturo atingir a fase adulta (WILKE *et al.*, 2020). O controle de mosquitos vetores em bueiros é particularmente desafiador devido à dificuldade inerente em alcançar todos os

possíveis habitats aquáticos dentro da complexa rede subterrânea de túneis. No entanto, estes autores demonstraram que modificações para tornar a base dos bueiros mais altas, permitiu a drenagem da água estagnada. Seidahmed e Eltahir (2016), também constataram que dos 67 habitats positivos encontrados com *Aedes aegypti*, 53 estavam relacionados a bueiros em sistemas de drenagem, em Cingapura.

Seidahmed *et al.*, (2018), revelam que a densidade da drenagem urbana influencia o aumento do IIP em Cingapura e que, embora uma extensa rede de drenagem reduza os riscos de inundações, esse sistema hidráulico pode aumentar os habitats de reprodução do mosquito da dengue. Em Cingapura o sistema de drenagem urbana é separado do esgoto sanitário, e possui 7.000km de drenos e áreas que conduzem a água da chuva para 32 rios. Entupimentos ou desinfecções dessa rede de drenagem, pode resultar em pontos de acúmulo de água, contribuindo para a proliferação de mosquitos. Para evitar esses problemas, Seidahmed *et al.*, (2018), assinalam que a densidade das redes de drenagem devem ser o mínimo necessário de modo que evite as inundações e o acúmulo de águas pluviais, bem como a reprodução dos mosquitos. Isso fica evidente nas relações entre IIP e drenagem na região Nordeste do Brasil, visto que a canalização de águas pluviais não é um fator determinante para a diminuição da proliferação. E assim como em todas as outras regiões do país, observa-se que a drenagem urbana precisa ser um sistema eficaz.

De maneira geral, os autores relatam que deficiências no sistema de drenagem geram problemas econômicos, sociais e ambientais. Nesse sentido, os planos diretores de drenagem devem ser utilizados como instrumento capaz de nortear os programas de gestão de águas pluviais no âmbito da cidade (ZAHED FILHO; MARTINS; PORTO, 2013). Além disso, é importante salientar que este plano direciona ações emergências, de curto, médio e longo prazo e devem ser direcionadas para toda a bacia. A drenagem não é uma ação isolada de fazer canais e por tubos, como vista classicamente, é um instrumento de planejamento e governança das águas (TUCCI, 2012).

Tucci (2012), afirma que a drenagem urbana pode desencadear outros problemas no saneamento básico. Entre eles, a obstrução de condutos, canais e riachos urbano devido a um sistema de resíduos sólidos ineficientes, e a erosão urbana que altera o sistema de drenagem, podendo causar intermitências no sistema de esgotamento sanitário e abastecimento de águas.

## 5 CONCLUSÕES

Ao final deste trabalho foi possível obter resultados de relevância para uma adequada gestão dos sistemas de saneamento e sobretudo destacar mais uma vez o papel importante da relação destes índices com a saúde da população.

Do ponto de vista nacional, os resultados referentes ao abastecimento de água e esgotamento sanitário indicam que, embora haja uma maior efetividade no fornecimento de água quando comparado aos resíduos sólidos, há muitos problemas a serem resolvidos nestes serviços. Esses problemas estão associados à distribuição de água e tratamento de esgoto, perdas no sistema de distribuição, intermitências de rede, falta de atendimento aos usuários, principalmente com relação aos serviços de esgoto e sobretudo relacionados à gestão dos governantes. Observa-se ainda, que na análise de abastecimento de água e esgotamento sanitário os grupos de indicadores mais associados ao IIP são: indicadores econômico-financeiros e administrativos, operacionais de água, qualidade de água e esgoto. Embora todos sejam indicados três vezes nas árvores regionais, percebe-se que o grupo de qualidade da água é o mais importante, em especial o IN074 (Duração média das intermitências). Isso ocorre, pois, a qualidade do fornecimento de água e do tratamento de esgoto impacta os demais grupos de indicadores dessa área de saneamento. Como impactos aos outros grupos pode-se citar: falta de fornecimento e/ou qualidade nos serviços de água e esgoto prestados à população, aumento das despesas de materiais e mão de obra, densidade de ligações, extensão das redes, perdas físicas de água e índice de atendimento urbano.

Do ponto de vista regional, na região Centro Oeste um faturamento maior nos serviços relacionados à distribuição de água não implica na redução do IIP, pois há a necessidade de um abastecimento de água contínuo. Na região Nordeste intermitências das redes de água e esgoto e a falta do serviço de esgotamento sanitário, contribuem com a proliferação do vetor. Para a região Norte, manutenções adequadas nas redes de distribuição e que resolvam os problemas das perdas físicas, contribuem para um IIP menor. No Sudeste reparos efetivos (ações de manutenção na rede mais efetivas) e esgotamento sanitário efetivo diminuem o IIP. Na região Sul, uma menor reservação de água diminui a proliferação do mosquito.

Embora a reservação de água seja uma das causas associadas a proliferação do *Aedes aegypti*, há a necessidade de um acompanhamento contínuo dos serviços

prestados à população. As árvores comprovam, na sua maioria, que a proliferação do vetor ocorre principalmente na infraestrutura de abastecimento de água e esgotamento sanitário ou são impulsionadas pela falta desses serviços. Isso coloca em cheque a gestão pública quanto às medidas assertivas a adotar para cada região. Atualmente as campanhas de controle dos vetores são destinadas ao ambiente domiciliar. Porém, observa-se que os indicadores de gestão pública de saneamento também estão associados à proliferação.

Sob ponto de vista nacional do manejo de resíduo sólidos, os indicadores que mais aparecem nas árvores regionais estão relacionados a despesa de manejo e de pessoal. Presentes nas regiões Centro Oeste, Nordeste e Sudeste, este grupo de indicador evidencia a importância e a necessidade de aplicações assertivas no manejo de RSU. A partir dos resultados dos resíduos sólidos, conclui-se que os gestores públicos precisam adotar planos e ações locais para o manejo de resíduos sólidos.

Do ponto de vista regional, embora todas as regiões apontem a necessidade de investimento em ações de manejo, há prioridades iniciais quanto ao tipo de resíduo sólido a ser tratado. Na região Norte os governantes devem priorizar ações para manejo de resíduos domésticos, nas regiões Centro Oeste, Nordeste, Sudeste e Sul em resíduos sólidos urbanos. Percebe-se ainda, que investimentos econômicos, embora auxiliem no processo de manejo de RSU, não são suficientes para a diminuição da proliferação do vetor. Isso enfatiza mais uma vez que é necessário ter um planejamento adequado para diminuir a proliferação do mosquito *Aedes aegypti*.

Além das ações cotidianas de manejo de RSU, o poder público deve elaborar planos emergenciais para surtos e epidemias, bem como estimular a participação da sociedade por meio de campanhas ou debates. Com relação ao governo federal, uma das possíveis ações que iriam auxiliar a tomada de decisão, bem como as análises dos governantes e pesquisadores é a obrigatoriedade dos municípios em fornecer informações ao SNIS. Esta seria uma medida simples, que impulsionaria um número maior de estudos, e consequentemente, auxiliaria à gestão pública e a sociedade a amenizar o problema do saneamento básico e da proliferação de doenças.

Os resultados obtidos nas árvores de regressão regionais para drenagem e manejo de águas pluviais, foram mais homogêneos. Nas regiões Centro Oeste, Norte, Nordeste e Sudeste os indicadores de infraestrutura foram apontados como os mais relevantes para a proliferação do IIP. Eles indicam que um sistema de drenagem completo e bem projetado diminui a proliferação do *Aedes aegypti*. Na região Sul,

além do indicador de infraestrutura, os indicadores financeiros e gerais estão associados a proliferação. Os indicadores da região Sul relacionados ao IIP são a densidade populacional, a participação do pessoal próprio e um sistema de drenagem eficiente.

Com relação às regiões com maior e menor índice de infestação do *Aedes aegypti*, para as três análises observou-se que a região Nordeste é a que apresenta maior IIP, tendo mais da metade dos seus municípios em alerta. As regiões Sudeste e Centro Oeste apresentam o maior número de municípios em situação satisfatória, e a região Sul tem o maior número de municípios com IIP nulo.

Pode-se observar que a gestão pública é responsável pelos sistemas aqui estudados (abastecimento de água e esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo de águas pluviais). Isso comprova que há grande necessidade dos gestores se preocuparem com a infraestrutura de saneamento das cidades. O controle do vetor precisa ser realizado de maneira eficiente, utilizando como ferramentas os indicadores de saneamento. Com relação as informações repassadas ao Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) é importante alertar e se possível obrigar os municípios a realizarem o preenchimento correto dos indicadores de saneamento básico, para que seja possível verificar com precisão os indicadores locais associados a proliferação do mosquito.

Dedetizar locais e realizar vistorias em imóveis já não é suficiente para controlar o IIP. Há a necessidade de adotar soluções a longo prazo que melhorem o ambiente urbano como um todo. Caso a comunidade global não adote medidas coordenadas e preventivas para controle do vetor, os surtos se tornarão mais comuns e generalizados à medida que a população urbana se expandir e seus bens aumentar.

Desta forma, a gestão pública pode intervir em diferentes causas para reduzir o problema, adotando medidas de conscientização dos governantes e controle da sociedade como um todo para redução nos números de casos transmitidos pelo *Aedes aegypti*, além de contribuir para futuras pesquisas relacionando esses dois temas. Além disso, as políticas no setor de saneamento, geralmente não levam em consideração as situações locais de saúde, aspectos sociais e econômicos e muitas vezes aplicam soluções semelhantes em contextos diferentes. Minimizar problemas relacionados ao saneamento básico por meio da gestão integrada de áreas urbanas, visando um planejamento adequado para todas as esferas do saneamento básico, além de legislações e gestão eficientes, com metas de qualidade de vida e para o

meio ambiente, deve ser tarefa primordial dos governantes municipais, estaduais e nacionais.

## 5.1 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Apesar das abordagens fortes e resultados expressivos deste estudo, existem limitações notáveis e sugestões de trabalhos futuros que valem a pena apresentar.

As limitações apresentadas nesse estudo estão relacionadas à falta de dados referente aos indicadores de saneamento básico, somado a complexidade do banco de dados do SNIS que apresentam multicolinearidade e falta de normalidade entre os dados.

## 5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão para contornar as dificuldades encontradas, as pesquisas futuras podem fazer uso das florestas aleatórias, análise de *cluster*, e ainda aplicação de processos de divisão em treino e teste com a utilização de reamostragem (*bagging process*). Somado a isso, as árvores de regressão e as florestas aleatórias são ótimos métodos para previsão e podem ser utilizados para estudo de cenários.

Além disso, sugere-se dividir as regiões e analisar os estados de forma individual com o intuito de verificar se as análises estaduais diferem significativamente das regionais, realizar as análises de dados para outros anos ou entre determinados períodos.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. **Brasil gera 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos por ano.** São Paulo, 2019. Disponível em: <  
<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-11/brasil-gera-79-milhoes-de-toneladas-de-residuos-solidos-por-ano>>. Acesso em: 10 jan. 2021.

AGUIAR, M.F.; CECONELO, S. T.; CENTENO, L. N. Saneamento Básico versus doenças de veiculação hídrica no município de Pelotas/RS. Rio Grande do Norte. **HOLOS**. v.3, p. 1-12, 2019.

AL-KHATIB, I. A. *et al.* Public perception of hazardousness caused by current trends of municipal solid waste management. **Waste management**. New York, v. 36, p.323-330, Fev 2015. Disponível em: <  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X14005108?via%3Dihub>> Acesso em: 17 ago. 2019.

ALMEIDA, R. B. de.; CASTRO, M. B. de. Spatial Distribution of Dengue: Sociospatial indicators and climatic aspects in ther health-disease process. **Ra'e Ga**. v. 45, p. 200-213, 2018.

ALVARENGA JÚNIOR, W. J. de. **Métodos de Otimização Hiperparamétrica:** um estudo comparativo utilizando árvores de decisão e florestas aleatórias na classificação binária. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2018. Disponível em: <  
<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUBD-AX2NLF>>. Acesso em: 10 jul. 2020.

ARAÚJO, F. C. de; BERTUSSI, G. L. Saneamento Básico no Brasil: Estrutura tarifária e regulação. **Planejamento e Políticas Públicas**. Brasília, n. 51, p. 38, jul. 2018. Disponível em: <  
<file:///C:/Users/Fernanda/Desktop/novadisaedes/SANEAMENTO/934-4044-1-PB.pdf>>. Acesso em: 06 set. 2019.

BANERJEE, S. *et al.* Pupal productivity & nutrient reserves of Aedes mosquitoes breeding in sewage drains & other habitats of Kolkata, India: implications for habitat expansion & vector management. **Medical Research**. v. 142, p. 87–94, 2015. Disponível em: <  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26905248>>. Acesso em: 05 set. 2019.

BARRERA, R.; AMADOR, M.; MACKAY, A.J. Population dynamics of Aedes aegypti and dengue as Influenced by weather and human behavior in San Juan, Puerto Rico. **PLoS Neglected Tropical Disease**. v. 5, n. 12, p. 9, 2011. Disponível em: <  
<https://journals.plos.org/plosntds/article/file?id=10.1371/journal.pntd.0001378&type=printable>>. Acesso em: 03 set. 2019.

BARRETO, M. L. *et al.* Successes and failures in the control of infectious diseases in Brazil: social and environmental context, policies, interventions, and research needs. **The Lancet**. v. 377, p. 1877-1889, jun. 2011. Disponível em:



<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014067361160202X>>. Acesso em: 04 set. 2019.

BELLINI, R. *et al.* Sugar administration to newly emerged *Aedes albopictus* males increases their survival probability and mating performance. **Acta Tropica**. v. 132, p. S116–S123, 2014. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24299923>>. Acesso em: 11 set. 2019.

BENSON, G.L.; APPERSON, C.S. Reexamination of chemically mediated oviposition behavior in *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: culicidae). **Medical Entomology**. v. 25, n. 3, p. 158–164, 1988. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jme/article-abstract/25/3/158/2220574?redirectedFrom=fulltext>>. Acesso em: 11 set. 2019.

BESERRA, E.B. *et al.* The effect of water quality in the life cycle and in the attraction for the egg oviposition of *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: culicidae). **Public Health**. v. 39, n. 6, p. 1016–1023, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ne/v39n6/v39n6a26.pdf>>. Acesso em: 11 set. 2019.

BIVINS, A. W. *et al.* Estimating Infection Risks and the Global Burden of Diarrheal Disease Attributable to Intermittent Water Supply Using QMRA. **PubMed**. v. 51. 13 p. 2017. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28582618/>>. Acesso em: 29 jan. 2021.

BRADY, O. *et al.* Mapping the Epidemiology of Dengue. **Letter Research**. 2014. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/236127994\\_The\\_global\\_distribution\\_and\\_burden\\_of\\_Dengue](https://www.researchgate.net/publication/236127994_The_global_distribution_and_burden_of_Dengue)>. Acesso em: 17 set. 2019.

BRASIL. IBGE. **Estimativas 2020**, 2020. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/28676-ibge-estima-populacao-do-pais-em-211-8-milhoes-de-habitantes>>. Acesso em: 10 jan. 2021.

\_\_\_\_\_. IBGE. **Censo 2019**, 2019. Disponível em: <<https://censo2019.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 10 dez. 2019.

\_\_\_\_\_. IBGE. **População rural e urbana**, 2018. Disponível em: <<https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html>>. Acesso em: 10 ago. 2019.

\_\_\_\_\_. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Atlas de Saneamento 2011**. 2011. Disponível em: <[https://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas\\_saneamento/default\\_zip.sh](https://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_saneamento/default_zip.sh)>. Acesso em: 07 set. 2019.

BRASIL. Lei nº 14.026, DE 15 DE JULHO DE 2020. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 15 jul. 2020. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm)>. Acesso em: out. 2020.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 22 jun. 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Ato2007-2010/2010/Decreto/D7217.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2007-2010/2010/Decreto/D7217.htm)>. Acesso em: 06 set. 2019.

\_\_\_\_\_. Lei 11.445 de 5 de janeiro de 2007. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 11 jan. 2007. 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: 05 set. 2019.

\_\_\_\_\_. Lei 5.318 de 26 de setembro de 1967. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 27 set. 1967. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/1950-1969/L5318.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/L5318.htm)>. Acesso em: 05 set. 2019.

\_\_\_\_\_. Lei 4.089 de 13 julho de 1962. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 20 jul. 1962. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L4545.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4545.htm)>. Acesso em: 05 set. 2019.

BRASIL. **LIRAA aponta 357 municípios em situação de Risco para dengue, zika e Chikungunya**. nov. 2017. Disponível em: <<http://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/42041-liraa-aponta-357-municipios-em-situacao-de-risco-para-dengue-zika-e-chikungunya>>. Acesso em: 11 set. 2019.

\_\_\_\_\_. **Pacto pelo saneamento básico: Plano Nacional em Saneamento Básico**. 2008. Disponível em: <[www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/saneamento-ambiental/](http://www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/saneamento-ambiental/)>. Acesso em: 11 set. 2019.

BRASIL. Ministério das Cidades - MC. **SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**. 2019. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/institucional-snis>> Acesso em: 25 ago. 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades – MC. **SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**. 2017. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/institucional-snis>> Acesso em: 17 ago. 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades - MC. **Gasto público em saneamento básico: relatório de aplicações de 2017**. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/saneamento-ambiental/>> . Acesso em: 12 set. 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades - MC. **SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**. 2016. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/institucional-snis>> Acesso em: 25 ago. 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades - MC. **Plano nacional de saneamento básico – PLANSAB – mais saúde com qualidade de vida e cidadania**. Brasília, 2013.

Disponível em: < <https://www.mma.gov.br/informma/item/485-plano-nacional-de-saneamento-b%C3%A1sico.html>>. Acesso em: 05 set. 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades - MC. **Combate ao Aedes Aegypti: prevenção e controle da Dengue, Chikungunya e Zika.** 2010. Disponível em: < <http://www.saude.gov.br/saude-de-a-z/combate-ao-aedes>>. Acesso em: 14 set. 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades – MC. **Gasto público em saneamento básico:** relatório de aplicações de 2007. Disponível em: <[www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/saneamento-ambiental/](http://www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/saneamento-ambiental/)>. Acesso em: 18 set. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde - **Dengue: sintomas, causas, tratamento e prevenção.** 2019. Disponível em: < <http://www.saude.gov.br/saude-de-a-z/dengue>>. Acesso em: 11 set. 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde - MS. Portal da Saúde. **Situação Epidemiológica: Dados.** 2017. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/situacao-epidemiologica-dados-dengue>> Acesso em: 18 set. 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde - DATASUS. **Plano diretor de tecnologia da informação.** Brasília, 2017. 92p. Disponível em: <[http://datasus1.saude.gov.br/images/pdti/PDTI\\_MS\\_1718.pdf](http://datasus1.saude.gov.br/images/pdti/PDTI_MS_1718.pdf)>. Acesso em: 24 set. 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde - MS. **Chikungunya: manejo clínico.** Brasília: Ministério da Saúde, 2017. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/chikungunya\\_manejo\\_clinico.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/chikungunya_manejo_clinico.pdf)>. Acesso em: 11 set. 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde - MS. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Levantamento Rápido de Índices para Aedes aegypti – LIRAA – para Vigilância Entomológica do Aedes aegypti no Brasil.** Brasília, 2015. 84 p.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde - MS. **Lixo é o principal criadouro do mosquito da dengue nas regiões Norte, Centro-Oeste e Sul.** 2014. Disponível em: < <http://www.blog.saude.gov.br/servicos/33806-lixo-e-o-principal-criadouro-do-mosquito-da-dengue-nas-regioes-norte-centro-oeste-e-sul.html>>. Acesso em: 11 jan. 2021.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde - MS. **Levantamento Rápido de Índices para Aedes aegypti – LIRAA – para Vigilância Entomológica do Aedes aegypti no Brasil:** Metodologia para avaliação dos índices de Breteau e Predial e Tipo de Recipientes. 1ª ed. 2013. Disponível em: < [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual\\_liraa\\_2013.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_liraa_2013.pdf)>. Acesso em: 20 ago. 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde – MS. **Diagnóstico nos municípios para vigilância entomológica do Aedes A. aegypti no Brasil-LIRAA:** metodologia para avaliação

dos índices de Breteau e Predial. Secretaria de Vigilância em Saúde, Diretoria técnica de Gestão-Brasília, 2005, 60p.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos**. 2018. Brasília: SNS/MDR, 2019.

BREIMAN, L.; et al. **Classification and regression trees**. CRC press. 1. ed. New York: CHAPMAN & HALL/CRC, 368 p.,1984. Acesso em: 10 jul. 2020.

BROWN, J. E. *et al.* Human impacts have shaped historical and recent evolution in *aedes aegypti*, the dengue and yellow fever mosquito. **Evolution**. v. 68, n. 2, p. 514-525. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/evo.12281>>. Acesso em: 04 set. 2019.

BRUSCHI, D. M. *et al.* **Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios**. 3 ed. Belo Horizonte: FEAM, 2002. 114 p.

BURKE, R. *et al.* **Septic tanks as larval habitats for the mosquitoes *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus* in Playa-Playita, Puerto Rico**. Medical and Veterinary Entomology collection. v. 24, ed. 2, p. 117–123, 2010. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1365-2915.2010.00864.x>>. Acesso em: 11 set. 2019.

CÁRCAMO, A. *et al.* Informed community mobilization for dengue prevention in households with and without a regular water supply: Secondary analysis from the Camino Verde trial in Nicaragua. **BMC Public Health**. v. 395. p. 17. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4295-7>. Acesso em:29 jan. 2021.

CARRINGTON, L.B., SIMMONS, C.P. Human to mosquito transmission of dengue viruses. **Revista: Front Immunology**. v. 5290, jun. 2014. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4060056/>>. Acesso em: 11 set. 2019.

CAVALCANTE, A. C. P. *et al.* Spatial modelling of the infestation indices of *Aedes aegypti*: an innovative strategy for vector control actions in developing countries. **Parasites & Vectors**. v. 13. 39 p. 2020. Disponível em: <<https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13071-020-04070-w>>. Acesso em: 10 jan. 2021.

CERVANTES, D. E. T.; et al. Using indicators as a tool to evaluate municipal solid waste management: A critical review. **Elsevier**. v. 80, p. 51-63, 2018.

CHITOLINA, R.F. *et al.* Raw sewage as breeding site to *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (Diptera, culicidae). **Acta Tropical**. p. 290-296, set. 2016. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27640323>>. Acesso em: 12 set. 2019.

CLEMENTS, A. N. **The biology of mosquitoes: development, nutrition and reproduction**. 1 ed. Chapman and Hall, London, 1992, 509 p. Disponível em:

<<https://www.worldcat.org/title/biology-of-mosquitoes/oclc/24430955?referer=di&ht=edition>>. Acesso em: 01 out. 2019.

COLOMBELLI, K. **Serviço público de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas: Avaliação do contexto Brasileiro e da adaptabilidade de práticas norte-americanas para a reposição de melhorias institucionais financeiras**. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/180557>>. Acesso em: 29 set. 2019.

COSTA da, I. G., PIEROBON, F., SOARES, E. C. **A efetivação do direito ao saneamento básico no Brasil: Do PLANASA ao PLANASB**. Belo Horizonte, v. 13, n. 2, p. 335-358, jul. 2018. Disponível em: <<http://www.fumec.br/revistas/meritum/article/view/6185>>. Acesso em: 11 set. 2019.

CUNHA, A. S. Saneamento básico no Brasil: desenho institucional e desafios federativos. Rio de Janeiro: **Ipea**, 2011 - Texto para Discussão 1565, 2011, 27 p. Disponível em: < [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1338/1/TD\\_1565.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1338/1/TD_1565.pdf) >. Acesso em: 08 set. 2019.

DANTAS, R. A. Engenharia de Avaliações: uma introdução à metodologia científica. 2 ed. São Paulo: **PINI**, 2005. 255 p.

DEGENER, C. M. et al. Temporal abundance of *Aedes aegypti* in Manaus, Brazil, measured by two trap types for adult mosquitoes. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. v. 109, n. 8, p. 1030–1040, dez. 2014. Disponível em: < [http://memorias-old.ioc.fiocruz.br/issues/current-issue/item/2838-0234\\_temporal-abundance-of-aedes-aegypti-in-manaus-brazil-measured-by-two-trap-types-for-adult-mosquitoes](http://memorias-old.ioc.fiocruz.br/issues/current-issue/item/2838-0234_temporal-abundance-of-aedes-aegypti-in-manaus-brazil-measured-by-two-trap-types-for-adult-mosquitoes) >. Acesso em: 03 set. 2019.

DESJARDINS, M. R. et al. Space–Time Conditional Autoregressive Modeling to Estimate Neighborhood-Level Risks for Dengue Fever in Cali, Colombia. **ASTMH**. v. 103. p. 2040-2053. 2020. Disponível em: <10.4269/ajtmh.20-0080>. Acesso em: 22 jan. 2021.

DIENGE, H. et al. Occurrence of sweet refuse at disposal sites: rainwater retention capacity and potential breeding opportunities for *Aedes aegypti*. **Environmental Science and Pollution Research**. v. 25, p. 13833-13843, 2018. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29512008>>. Acesso em: 15 set. 2019.

DORSA, A. C.; PEREIRA, M. A. de, S.; MAGALHÃES FILHO, F. J. C. Indicators of water supply and domestic outdoor services in the Latin American integration Route. **SciELO**. v. 20. 17 p. 2019. Disponível em: < [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1518-70122019000500237](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1518-70122019000500237) >. Acesso em: 27 jan. 2021.

EEA-European Environment Agency, 2016. **Environmental Terminology and Discovery Service**. Eur. Environ. Agency. Disponível em: <[http://glossary.eea.europa.eu/EEAGlossary/search\\_html](http://glossary.eea.europa.eu/EEAGlossary/search_html)>. Acesso em: 23 jan. 2021.



ELMEC, A. M.; BATAIERO, M. O.; DA CRUZ, M. G. B. Saneamento do meio, arboviroses e as estratégias de Vigilância Sanitária para combate aos vetores no Estado de São Paulo. **BEPA**. São Paulo, v. 13, p. 63-68, 2016. Disponível em: <<http://www.cvs.saude.sp.gov.br/zip/VISADengue.pdf>>, Acesso em: 15 jan. 2021.

FARIA, S. A. de; FARIA, R. C. de. Cenários e perspectivas para o setor de saneamento e sua interface com os recursos hídricos. **Engenharia sanitária e ambiental**. Rio de Janeiro. v.9, n.3,p. 202-210, 2004. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522004000300006&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522004000300006&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 05 set. 2019.

FENDRICH, R. **Manual de Utilização das Águas Pluviais** (100 Maneiras Práticas). 2. ed. Curitiba: Roberto Fendrich, 2009. 190 p.

FERREIRA, A. C.; CHIARAVALLI NETO, F. Infestação de área urbana por *Aedes aegypti* e relação com níveis socioeconômicos. **Revista de Saúde Pública**. São Paulo, v. 41, n. 6, p. 915-922, Dez 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-89102007000600005](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102007000600005)> Acesso em: 14 set. 2019.

FERREIRA, P. D. S. et al. Avaliação preliminar dos efeitos da ineficiência dos serviços de saneamento na saúde pública brasileira. **Revista Internacional de Ciências**. Rio de Janeiro, v. 6, n. 2, p. 214-229, Jul-Dez 2016. Disponível em: <<http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/ric/article/view/24809/19134>> Acesso em: 15 set. 2019.

FLAUZINO, R. F.; SANTOS, R. S.; OLIVEIRA, R. M. D. Indicadores Socioambientais para Vigilância da Dengue em Nível Local. **Saúde Sociedade**. São Paulo, v.20, n.1, p.225-240, Mar. 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-12902011000100023](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-12902011000100023)> Acesso em: 14 set. 2019.

FRANCO NETTO, G. *et al.* Impactos socioambientais na situação de saúde da população brasileira: Estudo de indicadores relacionados ao saneamento ambiental inadequado. **Revista Tempus Actas em Saúde Coletiva**. Brasília, DF, vol.4, n. 4, p. 53-71, 2009. Disponível em:<<http://www6.ensp.fiocruz.br/repositorio/sites/default/files/arquivos/745-1401-2-PB.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2019.

FREITAS, F. G. de. *et al.* **Benefícios econômicos da expansão do saneamento:** qualidade de vida, produtividade, educação valorização ambiental. São Paulo: Instituto Trata Brasil/ Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável, 2014. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/estudos/pesquisa7/pesquisa7.pdf>>. Acesso em: 07 set. 2019.

FREITAS, C. M. de; XIMENES, E. F. Enchentes e saúde pública – uma questão na literatura científica recente das causas, consequências e respostas para prevenção e mitigação. **Ciência e Saúde coletiva**. v. 17, n. 6, p. 1601-1615, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csc/v17n6/v17n6a23.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2019.

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. Brasília, 3 ed., rev. 01, 165 p., 2004. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual\\_saneamento\\_3ed\\_rev\\_p1.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_saneamento_3ed_rev_p1.pdf)>. Acesso em: 15 set. 2019.

GALAITSI, S. E. *et al.* Intermittent Domestic Water Supply: A Critical Review and Analysis of Causal-Consequential Pathways. **MDPI**. v.8. 25 p. 2016. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2073-4441/8/7/274/html>>. Acesso em: 21 jan. 2021.

GOMES, A. C. Medidas dos níveis de infestação urbana para *Aedes (Stegomyia) aegypti* e *Aedes (Stegomyia) albopictus* em Programa de Vigilância Entomológica. IESUS, [S.l.], v. 7, n. 3, jul./set., 1998. Disponível em: <[http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-16731998000300006](http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-16731998000300006)>. Acesso em: 02 set. 2019.

GONÇALVES, C. Doenças ligadas à falta de saneamento geram custo de R\$100 mi ao SUS. **Agência Brasil** – Empresa Brasil de comunicação. Maceió, AL, 7p., set. 2018. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2018-09/doencas-ligadas-falta-de-saneamento-geram-custo-de-r-100-mi-ao-sus>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

GOUVEIA, N. Resíduos Sólidos Urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência & Saúde Coletiva**. Rio de Janeiro, v. 17, n. 6, p. 1503-1510, jun 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-81232012000600014](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232012000600014)> Acesso em: 17 ago. 2019.

GRECH, M. G. *et al.* Effect of temperature on life history traits during immature development of *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) from Cordoba city, Argentina. **Acta Tropica**. v. 146, p. 1–6, 2015. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25733491>>. Acesso em: 04 set. 2019.

HAHN, M.B. *et al.* Updated reported distribution of *Aedes (Stegomyia) aegypti* and *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Diptera: Culicidae) in the United States, 1995-2016. **Medical Entomology**. v. 54, p. 1420–1424, 2017. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5968631/>>. Acesso em: 14 set. 2019.

HEINISCH, M. R. S. *et al.* Seasonal and spatial distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in a municipal urban park in São Paulo, SP, Brazil. **Acta Tropica**. v. 189, p. 104-113, 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0001706X18308155>>. Acesso em: 07 set. 2019.

IASAÚDE. Mapa mundo representativo das áreas de risco à ocorrência do mosquito *Aedes aegypti* tendo por base a temperatura. 2000. Disponível em: <<http://doc.iasaude.pt/mosquito/index.php/mosquito/mosquito-no-mundo>>. Acesso em: 11 set. 2019.

IGNELL, R. *et al.* Assessment of diet choice by the yellow fever mosquito *Aedes aegypti*. **Physiological Entomology**. v. 35, n. 3, p. 274–286, 2010. Disponível em:

<<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1365-3032.2010.00740.x>>. Acesso em: 17 set. 2019.

INSTITUTO ÁGUA SUSTENTÁVEL. Senado aprova novo marco legal do saneamento básico. 2020. Disponível em: <<https://aguasustentavel.org.br/blog/62-senado-aprova-novo-marco-legal-do-saneamento-basico-confira-os-principais-pontos>>. Acesso em: 30 out. 2020.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **O que é Saneamento?** 2019. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/agua>>. Acesso em: 15 set. 2019.

\_\_\_\_\_. **Benefícios econômicos da expansão do saneamento brasileiro:** Qualidade de vida, produtividade, educação e valorização ambiental. 24 p., 2014. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/estudos/expansao/BOOK-Benef%C3%ADcios%20-logos.pdf>> Acesso em: 05 set. 2019.

IOC – Instituto Oswaldo Cruz. **Dengue: Vírus e vetor.** 2018. Disponível em: <<http://www.ioc.fiocruz.br/dengue/textos/oportunista.html>>. Acesso em: 11 set. 2019.

KENGNE, I. M. *et al.* Mosquito development in a macrophyte-based wastewater treatment plant in Cameroon (Central Africa. **Elsevier**. v.21. p. 53-61. 2003. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2003.08.006>>. Acesso em: 29 jan. 2021.

KLUNDER, A; ANSCHUTZ V. de. Integrated Sustainable Waste Management - the Concept. Tools for 485 Decision-Makers. Experiences from the Urban Waste Expertise Programme (1995-2001). 2001, **WASTE**, 19 486 Gouda, The Netherlands. Accessed at: <<https://www.ircwash.org/resources/integrated-sustainable-waste487management-concept>>. Accessed on: Jan 27, 2021.

LAGROTTA, M. T. F.; SILVA, W. D. C.; SANTOS, R. S. Identificação de áreas chave para o controle de *Aedes aegypti* por meio de geoprocessamento em Nova Iguaçu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v. 24, n.1, p.70-80, Jan. 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2008000100007>> Acesso em: 19 set. 2019.

LEONETI, A. B.; PRADO, E. L.; OLIVEIRA, S. V. W. B. de. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. **Revista de Administração Pública**. Rio de Janeiro, v. 45, n. 2, p. 331-348, Mar 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-76122011000200003&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-76122011000200003&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt)> Acesso em: 17 ago. 2019.

LIMA-CAMARA, T. N. Arboviroses emergentes e novos desafios para a saúde pública no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, vol.50, jun. 2016. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-89102016000100602&script=sci\\_arttext&tling=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-89102016000100602&script=sci_arttext&tling=pt)>. Acesso em: 19 set. 2019.

LINSTER, M. **OECD Environmental indicators:** development, measurement and use. Organisation for Economic Co-Operation and Development, Paris, France. 2003.



Disponível em: < <http://www.oecd.org/environment/indicators-modelling-outlooks/24993546.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2021.

LOGAN, J.G.; BIRKETT, M.A. Semiochemicals for biting fly control: their identification and exploitation. **Pest Management Science**. v. 63, p. 647–657, 2007. Disponível em: < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ps.1408>>. Acesso em 01 set. 2019.

LOURENÇO, R. **Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentáveis**. 2014. 164f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Instituto Politécnico de Coimbra, Coimbra, 2014. Disponível em: < [http://files.isec.pt/DOCUMENTOS/SERVICOS/BIBLIO/Teses/Tese\\_Mest\\_Rossana-Lourenco.pdf](http://files.isec.pt/DOCUMENTOS/SERVICOS/BIBLIO/Teses/Tese_Mest_Rossana-Lourenco.pdf)>. Acesso em: 14 ago. 2018.

MADEIRA, R. F. O setor de saneamento básico no Brasil e as implicações do marco regulatório para a universalização do acesso. **Revista do BNDES**. Brasília, v. 33, p. 123 – 154, jun. 2010. Disponível em: <[https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/4782/1/RB%2033%20O%20setor%20de%20saneamento%20b%C3%A1sico%20no%20Brasil\\_P.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/4782/1/RB%2033%20O%20setor%20de%20saneamento%20b%C3%A1sico%20no%20Brasil_P.pdf)>. Acesso em: 05 set. 2019.

MAGALHÃES, G. B., ZANELLA, M. E. Comportamento espacial da dengue e sua relação com o clima na região metropolitana de Fortaleza, CE, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**. Fortaleza, v.12, n.1, p.114-131, 2015.

MARTIN, E. *et al.* Surveillance of Aedes aegypti indoors and outdoors using Autocidal Gravid Ovitraps in South Texas during local transmission of Zika virus, 2016 to 2018. **Acta Tropica**. v. 192, p. 129-137, 2019. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0037-86822019000100618&script=sci\\_arttext&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0037-86822019000100618&script=sci_arttext&lng=pt)>. Acesso em: 04 set. 2019.

MARTINS, V. E. P. *et al.* Distribuição espacial e características dos criadouros de Aedes albopictus e Aedes aegypti em Fortaleza, Estado do Ceará. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. Uberaba, v. 43, n.1, p. 73-77, jan-fev. 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0037-86822010000100016](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0037-86822010000100016)> Acesso em: 19 set 2019.

MELLO, I. **Mapa do Brasil**. 2021.

MENDONÇA, F.A.; SOUZA, A.V.; DUTRA, D.A. Saúde pública, urbanização e dengue no Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 21, n. 3, p. 257-269, 2009. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3213/321327196003.pdf>. Acesso em 20 de mai. 2020.

MILBORROW, S. 2019. rpart.plot: Plot 'rpart' Models: An Enhanced Version of 'plot.rpart'. R package version 3.0.8. Acesso em: 18 dez. 2020.

MONTGOMERY, D. C.; PECK, E. A.; VINING, G. G. **Introduction to Linear Regression Analysis**. 5. ed. [S.l.]: Wiley, 2012. Disponível em <[https://www.academia.edu/32079757/Introduction\\_to\\_Linear\\_Regression\\_Analysis\\_5th\\_ed.\\_Douglas\\_C.\\_Montgomery\\_Elizabeth\\_A.\\_Peck\\_and\\_G.\\_pdf](https://www.academia.edu/32079757/Introduction_to_Linear_Regression_Analysis_5th_ed._Douglas_C._Montgomery_Elizabeth_A._Peck_and_G._pdf)>. Acesso em: 15 set. 2019.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros**. 2.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

MORAES, L. R. S. Gestão Integrada e sustentável de resíduos sólidos urbanos e sua importância no controle do *Aedes aegypti* e de arboviroses no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental: Tecnologias para a Sustentabilidade**. v. 5, p. 103 – 111, 2020. Acesso em: 10 jan. 2021.

MOTTA, A. L. T. S. da; AZEREDO, M. A. de; GELMAN, M. L. Saneamento: passos da história no Rio de Janeiro. **Memo**. n.8, 2008. Disponível em: <<http://www.revistamemo.com.br/arquitetura/saneamento-passos-da-historia-do-rio-de-janeiro/>> Acesso em: 02 de set. 2019.

OMS – Organização Mundial da Saúde. **Dengue and severe dengue**. 2019. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>>. Acesso em: 17 set. 2019.

\_\_\_\_\_. Organização Mundial da Saúde. **Drinking-water**. França: [s.n.], 2019. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>>. Acesso em: 17 set. 2019.

\_\_\_\_\_. Organização Mundial da Saúde. **Water sanitation hygiene**. 220 p. 2018. Disponível em: <[https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/guidelines-on-sanitation-and-health/en/](https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/guidelines-on-sanitation-and-health/en/)>. Acesso em: 10 set. 2019.

\_\_\_\_\_. Organização Mundial da Saúde. **Para cada dólar investido em água e saneamento, economiza-se 4,3 dólares em saúde global**. Brasília: [s.n.], 2014. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/oms-para-cada-dolar-investido-em-agua-e-saneamento-economiza-se-43-dolares-em-saude-global/>>. Acesso em: 17 set. 2019.

\_\_\_\_\_. Organização Mundial da Saúde. **Progress on Sanitation and Drinking-Water**. França: [s.n.], 2013. 40p.

\_\_\_\_\_. Organização das Nações Unidas. **O Direito Humano à água e saneamento**. 2010. Disponível em: <[https://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/human\\_right\\_to\\_water\\_and\\_sanitation\\_media\\_brief\\_por.pdf](https://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_media_brief_por.pdf)>. Acesso em: 05 set. 2019.

\_\_\_\_\_. Organização Mundial Da Saúde. **Dengue: diretrizes para diagnóstico, tratamento. Prevenção e Controle**. 2009. Disponível em: <<http://www.who.int/tdr/publications/documents/dengue-diagnosis.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2019.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Mais de 2 bilhões de pessoas no mundo são privadas do direito à água**. Brasília: Ministério da Saúde, 2019. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/mais-de-2-bilhoes-de-pessoas-no-mundo-sao-privadas-do-direito-a-agua/>>. Acesso em: 01 set. 2019.

\_\_\_\_\_. Organização das Nações Unidas. **2,1 bilhões de pessoas não têm acesso a água potável em casa, e mais do dobro de pessoas não tem acesso a saneamento seguro**. Angola, 2017. Disponível em: <

<https://www.unicef.org/angola/comunicados-de-imprensa/21-bilh%C3%B5es-de-pessoas-n%C3%A3o-t%C3%AAm-acesso-%C3%A1-gua-pot%C3%A1vel-em-casa-e-mais-do-dobro>>. Acesso em: 08 set. 2019.

\_\_\_\_\_. Organização das Nações Unidas. **AGENDA 2030**. 2017. Disponível em: <<http://www.agenda2030.org.br/>> Acesso em: 31 ago. 2019.

OPAS – Organização Pan-Americana da Saúde. **Dengue nas Américas atinge o maior número de casos já registrado**. 2019. Disponível em: <[https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=6059:dengue-nas-americas-atinge-o-maior-numero-de-casos-ja-registrado&Itemid=812](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=6059:dengue-nas-americas-atinge-o-maior-numero-de-casos-ja-registrado&Itemid=812)>. Acesso em: 24 jan. 2021.

\_\_\_\_\_. Organização Pan-Americana da Saúde. **Number of Reported Cases of Dengue and Severe Dengue in the Americas, by Country – EW 53**. 2018. Disponível em: <[https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=43428&Itemid=270&lang=en](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=43428&Itemid=270&lang=en)>. Acesso em: 13 set. 2019.

\_\_\_\_\_. Organização Pan-Americana da Saúde. **Number of Reported Cases of Chikungunya Fever in the Americas - EW 51**. 2017. Disponível em: <<https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2017/2017-dec-22-phe-CHIKV-cases-ew-51.pdf>>. Acesso em: 11 set. 2019.

\_\_\_\_\_. Organização Pan-Americana da Saúde. **Avaliação de impacto na saúde de ações de saneamento: marco conceitual e estratégia metodológica**. Brasília: Ministério da Saúde, 2004. Disponível em: <[https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_docman&view=download&category\\_slug=avaliacao-impacto-713&alias=205-avaliacao-impacto-na-saude-das-aco-es-saneamento-5&Itemid=965](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=avaliacao-impacto-713&alias=205-avaliacao-impacto-na-saude-das-aco-es-saneamento-5&Itemid=965)>. Acesso em: 21 ago. 2019.

PAPLOSKI, I. A. D. *et al.* Storm drains as larval development and adult resting sites for *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Salvador, Brazil. **Parasites and Vectors**. v. 419. p. 9. 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s13071-016-1705-0>>. Acesso em: 30 jan. 2021.

PIANUCCI, M. N.; PITOMBO, C. S. Uso de árvore de decisão para previsão de geração de viagens como alternativa ao método de classificação cruzada. **Revista de Engenharia Civil**, Braga, n. 56, p. 5-13, 2019.

PICCHI NETO, O. **Um filtro interativo utilizando árvores de regressão**. Dissertação (Mestrado em Bioinformática) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2013. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/95/95131/tde-10122013-185844/publico/tese.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2020.

Pitombo, C. S.; Kawamoto, E.; Sousa, A. “An exploratory analysis of relationships between socioeconomic, land use, activity participation variables and travel patterns.” **Transport Policy (Oxford)**, v. 18, pag. 347 - 357, 2011. Disponível: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0967070X10001344>>. Acesso: 15 set. 2020.

PLESS, E. *et al.* Multiple introductions of the dengue vector, *Aedes aegypti*, into California. **Plos Neglected Tropical Disease**. v. 11, n. 8, 10 p. Disponível em: < <https://journals.plos.org/plosntds/article?id=10.1371/journal.pntd.0005718>>. Acesso em: 01 set. 2019.

PRADO, T.; MIAGOSTOVICH, M. P. Virologia ambiental e saneamento no Brasil: uma revisão narrativa. **Caderno de Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v. 30, n. 7, p. 1367-1378, Jul. 2014. Disponível em: <[http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-311X2014000801367&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2014000801367&lng=en&tlng=en)> Acesso em: 17 ago. 2019.

PUSTIGLIONE, M. Medicina do trabalho e doenças emergentes, reemergentes e negligenciadas: a conduta no caso das febres da dengue, do Chikungunya e do Zika vírus. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**. São Paulo, v. 14, n. 1, p.1679 – 4435, jan. 2016. Disponível em: <[go.galegroup.com/ps/i.do?p=AONE&sw=w&u=capes&v=2.1&id=GALE%7CA455186311&it=r&asid=ab00c63a1fc924a25bd559fdd9ceba02](http://go.galegroup.com/ps/i.do?p=AONE&sw=w&u=capes&v=2.1&id=GALE%7CA455186311&it=r&asid=ab00c63a1fc924a25bd559fdd9ceba02)> Acesso em: 05 set. 2019.

QUEIROZ, J. T. M. de.; SILVA, P. N.; HELLER, L. Novos pressupostos para o saneamento no controle de arboviroses no Brasil. **Scielo**. v.36, 5 p., 2020.

R CORE TEAM. 2020. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 10 dez. 2020.

REIS, I. C. dos. *et al.* Entomo-virological surveillance strategy for dengue, Zika and chikungunya arboviruses in field-caught *Aedes* mosquitoes in an endemic urban area of the Northeast of Brazil. **Acta Tropical**. jul. 2019. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31194961>>. Acesso em: 04 set. 2019.

RIBEIRO, D. **O povo brasileiro**. 2 ed. São Paulo: Companhia das letras, 1995, 447 p. Disponível em: < [http://www.iphi.org.br/sites/filosofia\\_brasil/Darcy\\_Ribeiro\\_-\\_O\\_povo\\_Brasileiro-\\_a\\_forma%C3%A7%C3%A3o\\_e\\_o\\_sentido\\_do\\_Brasil.pdf](http://www.iphi.org.br/sites/filosofia_brasil/Darcy_Ribeiro_-_O_povo_Brasileiro-_a_forma%C3%A7%C3%A3o_e_o_sentido_do_Brasil.pdf)>. Acesso em: 25 set. 2019.

ROMERO, E. O.; *et al.* Technical indicators to improve municipal solid waste management in developing countries: A case in Mexico. **Elsevier**. v. 107. p. 201-210, 2020.

ROTH, A. *et al.* Concurrent outbreaks of dengue, chikungunya and Zika virus infections – an unprecedented epidemic wave of mosquito-borne viruses in the Pacific 2012-2014. **Euro Surveillance**. v. 19, n. 41, 10 p., 2014. Disponível em: <<https://www.eurosurveillance.org/content/10.2807/1560-7917.ES2014.19.41.20929>>. Acesso em: 14 set. 2019.

RUEDA, L.M. *et al.* Temperature-dependent development and survival rates of *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Medical Entomolycal**. v. 27, p. 892–898, 1990. Disponível em: < <https://academic.oup.com/jme/article-abstract/27/5/892/1024884?redirectedFrom=fulltext>>. Acesso em: 09 set. 2019.

SAIANI, C. C. S.; TONETO JÚNIOR, R. Evolução do acesso a serviços de saneamento básico no Brasil (1970 a 2004). **Economia e Sociedade**. Campinas, v. 19, n. 1, p. 79-106, abr. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ecos/v19n1/a04v19n1.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2019.

SALLAM, M.F. *et al.* Systematic review: land cover, meteorological, and socioeconomic determinants of Aedes mosquito habitat for risk mapping. **Environment Research and Public Health**. v. 14, n. 10, p.12-30, 2017. Disponível em:< <https://www.mdpi.com/1660-4601/14/10/1230>>. Acesso em: 05 set. 2019.

SANEAMENTO BÁSICO. **Por que o nome Aedes aegypti?** 2018. Disponível em: <<https://www.saneamentobasico.com.br/por-que-aedes-aegypti/>>. Acesso em: 12 set. 2019.

SCHIKOWSKI, A. B. **Estimativa do volume e da forma do fuste utilizando técnicas de aprendizado de máquina**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/47400/R%20-%20D%20-%20ANA%20BEATRIZ%20SCHIKOWSKI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 12 jul. 2020.

SHAHEED, A. *et al.* Why “improved” water sources are not always safe. **Scielo**. v. 92. p. 283-289. 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.org/article/bwho/2014.v92n4/283-289/#>>. Acesso em: 25 jan. 2021.

SHARMA, K.R. *et al.* Oviposition responses of Aedes aegypti and Aedes albopictus to certain fatty acid esters. **Parasitology Research**. v. 103, ed. 5, p. 1065–1073, 2008. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00436-008-1094-1>>. Acesso em: 10 set. 2019.

SEIDAHMED, O. M. E.; ELTAHIR, E. A. B. A Sequence of Flushing and Drying of Breeding Habitats of Aedes aegypti (L.) Prior to the Low Dengue Season in Singapore. **Plos Neglected Tropical Diseases**. 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004842>>. Acesso em: 28 jan. 2021.

SEIDAHMED, O. M. E. *et al.* Patterns of Urban Housing Shape Dengue Distribution in Singapore at Neighborhood and Country Scales. **National Center for Biotechnology Information, U.S. National Library of Medicine**. v. 2. p. 54-67. 2018. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7007139/> >. Acesso em: 28 jan. 2021.

SILVA, J. C. B. da.; MACHADO, C. J. S. Associations Between Dengue and socioenvironmental variables in capitals of the Brazilian northeast by Cluster Analysis. **Scielo**. v. 21, 2019.

SILVA, R. A. da.; BARBORA, J. R. de. A. As arboviroses e o saneamento básico: uma análise dos casos de Dengue, Chikungunya e Zica em Natal/RN. **Sociedade e território**. v. 32. nº 1. p. 9-29. 2020. Disponível em: <



<https://www.periodicos.ufrn.br/sociedadeeterritorio/article/view/21165>>. Acesso em: 10 jan. 2021.

SILVA, L.; PRIETTO, P. D. M.; KORF, E. P. Sustainability indicators for urban solid waste management in large and medium-sized worldwide cities. **Journal of Cleaner Production**. v. 237, 2019.

SILVA, L.; PRIETTO, P. D. M.; KORF, E. P. Sustainability indicators for urban solid waste management in large and medium-sized worldwide cities. **Journal of Cleaner Production**. v. 237, 2019.

SIM, S. *et al.* A greener vision for vector control: The example of the Singapore dengue control programme. **Plos Neglected Tropical Diseases**. v. 8. p. 14. 2020. Disponível em: <<https://journals.plos.org/plosntds/article?id=10.1371/journal.pntd.0008428#sec001>>. Acesso em: 29 jan. 2021.

SOPER, F.L. The 1964 status of *Aedes aegypti* eradication and yellow fever in the Americas. **Tropical Medicine e Hygiene**. v. 14, p. 887–891, 1965. Disponível em: <<http://www.ajtmh.org/content/journals/10.4269/ajtmh.1965.14.887>>. Acesso em: 13 set. 2019.

SOPER, F.L. The elimination of urban yellow fever in the Americas through the eradication of *Aedes aegypti*. **Public Health Nations Health**. v. 53, p. 7–16, 1963. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1253857/>>. Acesso em: 13 set. 2019.

SNIS, 2019 – Ministério do Desenvolvimento Regional. Do SNIS ao SINISA: **Informações para planejar o abastecimento de água. Diagnóstico SNIS-AE 2019**. Brasília, 2020. Disponível em: <[http://www.snis.gov.br/downloads/cadernos/2019/DO\\_SNIS\\_AO\\_SINISA\\_AGUA\\_SNIS\\_2019.pdf](http://www.snis.gov.br/downloads/cadernos/2019/DO_SNIS_AO_SINISA_AGUA_SNIS_2019.pdf)>. Acesso em: 28 jan. 2021.

STROBL, C. *et al.* An introduction to recursive partitioning: rationale, application and characteristics of classification and regression trees, bagging and random forests. **Psychol Methods**. v. 14, p.323-348, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1037%2Fa0016973>>. Acesso em: 15 jul. 2020.

SURENDRAN; S. N. *et al.* Development of the major arboviral vector *Aedes aegypti* in urban drain-water and associated pyrethroid insecticide resistance is a potential global health challenge. **Parasites & Vectors**. v. 12, 8 p. 2019. Disponível em: < <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13071-019-3590-9>>. Acesso em: 20 jan. 2021.

TACONELI, C. A. **Árvores de classificação multivariadas fundamentadas em coeficientes de dissimilaridade e entropia**, 2008. Tese (Doutorado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP, Piracicaba, 2008. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11134/tde-15102008-082243/pt-br.php>>. Acesso em: 25 set. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2018.

TEIXEIRA, J. C.; GUILHERMINO, R. L. Análise da associação entre saneamento e saúde nos estados brasileiros, empregando dados secundários do banco de dados 138 indicadores e dados básicos para a saúde 2003 – IDB 2003. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. Rio de Janeiro, n. 11, p. 277-282, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/esa/v11n3/a11v11n3.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2019.

THERNEAU, T.; ATKINSON, B. rpart: Recursive Partitioning and Regression Trees. R package version 4.1-15. 2019 <https://CRAN.R-project.org/package=rpart>. Acesso em: 10 dez. 2020.

TSAI, P. *et al.* Critical low temperature for the survival of *Aedes aegypti* in Taiwan. **Parasites and Vector**. v. 11, n. 22, 14 p., 2018. Disponível em: <<https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s13071-017-2606-6>>. Acesso em: 04 set. 2019.

TUCCI, C. E. M. **Gestão da drenagem urbana**. Brasília: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2012, 50p.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de águas pluviais urbanas**. Brasília: Ministério das Cidades, 2006, 194p.

TUN-LIN, W. *et al.* Effects of temperature and larval diet on development rates and survival of the dengue vector *Aedes aegypti* in north Queensland, Australia. **Vectors of diseases**. v. 14, n.1, p. 31–37, 2000. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1365-2915.2000.00207.x?sid=nlm%3Apubmed>>. Acesso em: 03 set. 2019.

VALDERRAMA, A. B.; GUERRERO, T. A.; ARTUR, C. Cities with Mosquitoes: A Political Ecology of *Aedes Aegypti*'s Habitats. **Water Alternatives**. v. 14. p. 70-87, 2020. Disponível em: <http://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/vol14/v14issue1/609-a14-1-4/file>. Acesso em: 29 jan. 2021.

VELIS, C.A., BRUNNER, P.H., 2013. Recycling and resource efficiency: it is time for a change from quantity 535 to quality. *Waste Manag. Res.* 31, 539e540. <https://doi.org/10.1177/0734242X13489782>. Acesso em: 15 jan. 2021.

VILLANUEVA, A. O. N. *et al.* Gestão da drenagem urbana, da formulação à implementação. *Revista de Gestão de Água da América Latina*. Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 5-18, jan./jun. 2011. Disponível em: <<https://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=2&ID=77&SUMARIO=888>>. Acesso em: 12 set. 2020.

WEAVER, S.C., BARRETT, A.D. Transmission cycles, host range, evolution and emergence of arboviral disease. *Nat. Microbiology*. v. 2, p. 789–801, 2004. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15378043>>. Acesso em: 08 set. 2019.

WEAVER, S.C., REISEN, W.K., 2010. Present and future arboviral threats. **Antiviral Research.** v. 85, n. 2, p. 328–345. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19857523>>. Acesso em: 09 set. 2019.

WEI, S.; GNAUCK, A.; LEI, A. **Simulation analysis of domestic water demand and its future uncertainty in water scarce areas.** ed. 3. p. 349-360. 2009. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11707-009-0047-z>. Acesso em: 20 set. 2020.

WELLE, K.; WALNYCKI, A. Water Supply and Sanitation. In: SMITH, S. J. **International Encyclopedia of Housing and Home.** Cambridge: Elsevier Science, 2012. p 255-260.

WHO - World Health Organization; United Nations Children's Fund. **Joint monitoring program for water supply and sanitation.** Progress on drinking water and sanitation. 2017. Geneva. Disponível em: < [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/jmp-2017/en/](https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/jmp-2017/en/)>. Acesso em: 11 jan. 2021;

\_\_\_\_\_. World Health Organization. **Epidemiological Alert: Neurological syndrome, congenital malformations, and Zika virus infection. Implications for public health in the Americas.** Dez. 2015. Disponível em: < <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2015/2015-dec-1-cha-epi-alert-zika-neuro-syndrome.pdf>>. Acesso em: 11 set. 2019.

WILSON, D. C., et al. 'Wasteaware' benchmark indicators for integrated sustainable waste management in cities. **Science Direct.** v. 35, p. 329-342, 2015. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X14004905?via%3Dihub>>. Acesso em: 21 dez. 2020.

WWF - World Wide Fund for Nature. **Brasil é o 4º país do mundo que mais gera lixo plástico.** Disponível em:<<https://www.wwf.org.br/?70222/Brasil-e-o-4-pais-do-mundo-que-mais-gera-lixo-plastico>>. Acesso em: 12 jan. 2021.

WILKE, A. B. B. *et al.* Proliferation of *Aedes aegypti* in urban environments mediated by the availability of key aquatic habitats. **Scientific Reports.** v. 12925. p. 10. 2020. Disponível em:< <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69759-5>>. Acesso em: 20 jan. 2021.

WONG, J. *et al.* Linking oviposition site choice to offspring fitness in *Aedes aegypti*: consequences for targeted larval control of dengue vectors. **Plos Neglected Tropical Disease.** v. 6, n. 5, 9 p., 2012. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3341338/>>. Acesso em: 05 set. 2019.

ZAHED FILHO, K.; MARTINS, J. R. S.; PORTO, M. F. do A. **Coleção águas urbanas.** Planos diretores de drenagem urbana. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo: EPUSP, 2013.



ZELLWEGER, R.M. *et al.* Socioeconomic and environmental determinants of dengue transmission in an urban setting: An ecological study in Noumea, New Caledonia. **Plos Neglected Tropical Disease**. v. 11, p. 54-71, 2017. Disponível em:<<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5395238/>>. Acesso em: 05 set. 2019.

## ANEXOS

### Anexo 1 – Metas do Objetivo 6 da Agenda 2030

<b>Metas do Objetivo 6 - Água Potável e Saneamento</b>	
<b>6.1</b>	Até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo à água potável, segura e acessível para todos
<b>6.2</b>	Até 2030, alcançar o acesso a saneamento e higiene adequados e equitativos para todos, e acabar com a defecação a céu aberto, com especial atenção para as necessidades das mulheres e meninas e daqueles em situação de vulnerabilidade
<b>6.3</b>	Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas, e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente
<b>6.4</b>	Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água, e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água
<b>6.5</b>	Até 2030, implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis, inclusive via cooperação transfronteiriça, conforme apropriado
<b>6.6</b>	Até 2020, proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos
<b>6.a</b>	Até 2030, ampliar a cooperação internacional e o apoio ao desenvolvimento de capacidades para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados a água e ao saneamento, incluindo a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso
<b>6.b</b>	Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento

Fonte: ONU (2017).

**Anexo 2 – Indicadores de saneamento básico selecionados para análise.**

ITEM	ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO
<b>INDICADORES ECONÔMICO-FINANCEIROS E ADMINISTRATIVOS</b>	
1	IN 005 - TARIFA MÉDIA DE ÁGUA
2	IN 006 - TARIFA MÉDIA DE ESGOTO
3	IN 007 - INCIDÊNCIA DA DESPESA DE PESSOAL E DE SERVIÇOS DE TERCEIROS NAS DESPESAS TOTAIS COM OS SERVIÇOS
4	IN 008 - DESPESA MÉDIA ANUAL POR EMPREGADO
5	IN 012 - INDICADOR DE DESEMPENHO FINANCEIRO
6	IN 018 - QUANTIDADE EQUIVALENTE DE PESSOAL TOTAL
7	IN 029 - ÍNDICE DE EVASÃO DE RECEITAS
8	IN 041 - PARTICIPAÇÃO DA RECEITA DIRETA DE ESGOTO OPERACIONAL TOTAL
9	IN 045 - ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE: EMPREGADOS PRÓPRIOS POR 1000 LIGAÇÕES DE ÁGUA
10	IN 048 - ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE: EMPREGADOS PRÓPRIOS POR 1000 LIGAÇÕES DE ÁGUA + ESGOTO
11	IN 102 - ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE DE PESSOAL TOTAL (EQUIVALENTE)
<b>INDICADORES OPERACIONAIS – ÁGUA</b>	
12	IN 001 - DENSIDADE DE ECONOMIA DE ÁGUA POR LIGAÇÃO
13	IN 009 - ÍNDICE DE HIDROMETRAÇÃO
14	IN 010 - ÍNDICE DE MICROMEDIÇÃO RELATIVO AO VOLUME DISPONIBILIZADO
15	IN 013 - ÍNDICE DE PERDAS FATURAMENTO
16	IN 014 - CONSUMO MICROMEDIDO POR ECONOMIA
17	IN 017 - CONSUMO DE ÁGUA FATURADO POR ECONOMIA
18	IN 020 - EXTENSÃO DA REDE DE ÁGUA POR LIGAÇÃO
19	IN 022 - CONSUMO MÉDIO PERCAPITA DE ÁGUA
20	IN 023 - ÍNDICE DE ATENDIMENTO URBANO DE ÁGUA
21	IN 025 - VOLUME DE ÁGUA DISPONIBILIZADO POR ECONOMIA
22	IN 028 - ÍNDICE DE FATURAMENTO DE ÁGUA
23	IN 043 - PARTICIPAÇÃO DAS ECONOMIAS RESIDENCIAIS DE ÁGUA NO TOTAL DAS ECONOMIAS DE ÁGUA
24	IN 044 - ÍNDICE DE MICROMEDIÇÃO RELATIVA AO CONSUMO
25	IN 049 - ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO
26	IN 050 - ÍNDICE BRUTO DE PERDAS LINEARES

27	IN 052 - ÍNDICE DE CONSUMO DE ÁGUA
28	IN 053 - CONSUMO MÉDIO DE ÁGUA POR ECONOMIA
29	IN 055 - ÍNDICE DE ATENDIMENTO TOTAL DE ÁGUA
<b>INDICADORES OPERACIONAIS – ESGOTO</b>	
30	IN 015 - ÍNDICE DE COLETA DE ESGOTO
31	IN 016 - ÍNDICE DE TRATAMENTO DE ESGOTO
32	IN 021 - EXTENSÃO DA REDE DE ESGOTO POR LIGAÇÃO
33	IN 024 - ÍNDICE DE ATENDIMENTO URBANO DE ESGOTO REFERIDO AOS MUNICÍPIOS ATENDIDOS COM ÁGUA
34	IN 046 - ÍNDICE DE ESGOTO TRATADO REFERIDO À ÁGUA CONSUMIDA
35	IN 047 - ÍNDICE DE ABASTECIMENTO URBANO DE ESGOTO REFERIDO AOS MUNICÍPIOS ATENDIDOS COM ESGOTO
36	IN 056 - ÍNDICE DE ATENDIMENTO TOTAL DE ESGOTO REFERIDO AOS MUNICÍPIOS ATENDIDOS COM ÁGUA
<b>INDICADORES DE QUALIDADE - ÁGUA E ESGOTO</b>	
37	IN 071 - ECONOMIAS ATINGIDAS POR PARALISAÇÕES
38	IN 072 - DURAÇÃO MÉDIA DAS PARALISAÇÕES
39	IN 073 - ECONOMIAS ATINGIDAS POR INTERMITÊNCIAS
40	IN 074 - DURAÇÃO MÉDIA DAS INTERMITÊNCIAS
41	IN 075 - INCIDÊNCIA DAS ANÁLISES DE CLORO RESIDUAL FORA DO PADRÃO
42	IN 076 - INCIDÊNCIA DAS ANÁLISES DE TURBIDEZ FORA DO PADRÃO
43	IN 077 - DURAÇÃO MÉDIA DOS REPAROS DE EXTRAVASAMENTOS DE ESGOTOS
44	IN 079 - ÍNDICE DE CONFORMIDADE DA QUANTIDADE DE AMOSTRAS - CLORO RESIDUAL
45	IN 082 - EXTRAVASAMENTO DE ESGOTOS POR EXTENSÃO DE REDE
46	IN 084 - INCIDÊNCIA DAS ANÁLISES DE COLIFORMES TOTAIS FORA DO PADRÃO
47	IN 085 - ÍNDICE DE CONFORMIDADE DA QUANTIDADE DE AMOSTRAS - COLIFORMES TOTAIS

ITEM	MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS
<b>INDICADORES SOBRE DESPESAS E TRABALHADORES</b>	
1	IN 001 - TAXA DE EMPREGADOS EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO URBANA
2	IN 002 - DESPESA MÉDIA POR EMPREGADO ALOCADO NOS SERVIÇOS DE MANEJO DE RSU
3	IN 003 - INCIDÊNCIA DAS DESPESAS COM O MANEJO DE RSU NAS DESPESAS CORRENTES DA PREFEITURA

4	IN 004 - INCIDÊNCIA DAS DESPESAS COM EMPRESAS CONTRATADAS PARA EXECUÇÃO DE SERVIÇOS DE MANEJO DE RSU NAS DESPESAS COM MANEJO DE RSU
5	IN 005 - AUTO-SUFICIÊNCIA FINANCEIRA DA PREFEITURA COM O MANEJO DE RSU
6	IN 006 - DESPESA PER CAPITA COM MANEJO DE RSU EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO URBANA
7	IN 007 - INCIDÊNCIA DE EMPREGADOS PRÓPRIOS NO TOTAL DE EMPREGADOS NO MANEJO DE RSU
8	IN 008 - INCIDÊNCIA DE EMPREGADOS DE EMPRESAS CONTRATADAS NO TOTAL DE EMPREGADOS NO MANEJO DE RSU
9	IN 010 - INCIDÊNCIA DE EMPREGADOS GERENCIAIS E ADMINISTRATIVOS NO TOTAL DE EMPREGADOS NO MANEJO DE RSU
10	IN 011 - RECEITA ARRECADADA PER CAPITA COM TAXAS OU OUTRAS FORMAS DE COBRANÇA PELA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE MANEJO DE RSU
INDICADORES SOBRE COLETA DOMICILIAR E PÚBLICA	
11	IN 014 - TAXA DE COBERTURA DO SERVIÇO DE COLETA DOMICILIAR DIRETA (PORTA-A-PORTA) DA POPULAÇÃO URBANA DO MUNICÍPIO
12	IN 015 - TAXA DE COBERTURA DO SERVIÇO DE COLETA DE RDO EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO TOTAL DO MUNICÍPIO
13	IN 016 - TAXA DE COBERTURA DE SERVIÇO DE COLETA DE RDO EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO URBANA
14	IN 017 - TAXA DE TERCEIRIZAÇÃO DO SERVIÇO DE COLETA DE (RDO + RPU) EM RELAÇÃO À QUANTIDADE COLETADA
15	IN 018 - PRODUTIVIDADE MÉDIA DOS EMPREGADOS NA COLETA (COLETADORES + MOTORISTAS) NA COLETA (RDO + RPU) EM RELAÇÃO À MASSA COLETADA
16	IN 019 - TAXA DE EMPREGADOS (COLETADORES + MOTORISTAS) NA COLETA (RDO + RPU) EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO URBANA
17	IN 021 - MASSA COLETADA (RDO + RPU) PER CAPITA EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO URBANA
18	IN 022 - MASSA (RDO) COLETADA PER CAPITA EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO ATENDIDA COM SERVIÇO DE COLETA
19	IN 023 - CUSTO UNITÁRIO MÉDIO DO SERVIÇO DE COLETA (RDO + RPU)
20	IN 024 - INCIDÊNCIA DO CUSTO DO SERVIÇO DE COLETA (RDO + RPU) NO CUSTO TOTAL DO MANEJO DE RSU
21	IN 025 - INCIDÊNCIA DE (COLETADORES + MOTORISTAS) NA QUANTIDADE TOTAL DE EMPREGADOS NO MANEJO DE RSU
22	IN 027 - TAXA DA QUANTIDADE TOTAL COLETADA DE RESÍDUOS PÚBLICOS (RPU) EM RELAÇÃO À QUANTIDADE TOTAL COLETADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DOMÉSTICOS (RDO)
23	IN 028 - MASSA DE RESÍDUOS DOMICILIARES E PÚBLICOS (RDO + RPU) COLETADA PER CAPITA EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO TOTAL ATENDIDA PELO SERVIÇO DE COLETA
INDICADORES SOBRE COLETA SELETIVA E TRIAGEM	
24	IN 030 - TAXA DE COBERTURA DO SERVIÇO DE COLETA SELETIVA PORTA-A-PORTA EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO URBANA DO MUNICÍPIO

25	IN 032 - MASSA RECUPERADA PER CAPITA DE MATERIAIS RECICLÁVEIS (EXCETO MATÉRIA ORGÂNICA E REJEITOS) EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO URBANA
26	IN 035 - INCIDÊNCIA DE PLÁSTICOS NO TOTAL DE MATERIAL RECUPERADO
27	IN 038 - INCIDÊNCIA DE METAIS NO TOTAL DE MATERIAL RECUPERADO
28	IN 039 - INCIDÊNCIA DE VIDROS NO TOTAL DE MATERIAL RECUPERADO
29	IN 053 - TAXA DE MATERIAL RECOLHIDO PELA COLETA SELETIVA (EXCETO MATÉRIA ORGÂNICA) EM RELAÇÃO À QUANTIDADE TOTAL COLETADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS
30	IN 054 - MASSA PER CAPITA DE MATERIAIS RECICLÁVEIS RECOLHIDOS VIA COLETA SELETIVA
INDICADORES SOBRE COLETA DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE PÚBLICA	
31	IN 036 - MASSA DE RSS COLETADA PER CAPITA EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO URBANA
32	IN 041 - TAXA DE TERCEIRIZAÇÃO DOS VARREDORES
33	IN 042 - TAXA DE TERCEIRIZAÇÃO DA EXTENSÃO VARRIDA
34	IN 043 - CUSTO UNITÁRIO MÉDIO DO SERVIÇO DE VARRIÇÃO (PREFEITURA + EMPRESAS CONTRATADAS)
35	IN 044 - PRODUTIVIDADE MÉDIA DOS VARREDORES (PREFEITURA + EMPRESAS CONTRATADAS)
36	IN 045 - TAXA DE VARREDORES EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO URBANA
37	IN 046 - INCIDÊNCIA DO CUSTO DO SERVIÇO DE VARRIÇÃO NO CUSTO TOTAL COM MANEJO DE RSU
38	IN 047 - INCIDÊNCIA DE VARREDORES NO TOTAL DE EMPREGADOS NO MANEJO DE RSU
39	IN 048 - EXTENSÃO TOTAL ANUAL VARRIDA PER CAPITA
40	IN 051 - TAXA DE CAPINADORES EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO URBANA
41	IN 052 - INCIDÊNCIA DE CAPINADORES NO TOTAL EMPREGADOS NO MANEJO DE RSU

ITEM	DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS
DADOS GERAIS (GERAL)	
1	IN 044 - DENSIDADE DE DOMICÍLIOS NA ÁREA URBANA
DADOS FINANCEIROS	
2	IN 001 - PARTICIPAÇÃO DO PESSOAL PRÓPRIO SOBRE O TOTAL DE PESSOAL ALOCADO NOS SERVIÇOS DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS
3	IN 009 - DESPESA MÉDIA PRATICADA PARA OS SERVIÇOS DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS
4	IN 010 - PARTICIPAÇÃO DA DESPESA TOTAL DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS NA DESPESA TOTAL DO MUNICÍPIO
5	IN 048 - DESPESA PER CAPITA COM SERVIÇOS DE DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS
6	IN 049 - INVESTIMENTO PER CAPITA EM DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS
7	IN 053 - DESEMBOLSO DE INVESTIMENTO PER CAPTA

<b>8</b>	IN 054 - INVESTIMENTO TOTAIS DESEMBOLSADOS EM RELAÇÃO AOS INVESTIMENTOS TOTAIS CONTRATADOS
<b>DADOS DE INFRAESTRUTURA</b>	
<b>9</b>	IN 020 - TAXA DE COBERTURA DE PAVIMENTAÇÃO E MEIO-FIO NA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO
<b>10</b>	IN 021 - TAXA DE COBERTURA DE VIAS PÚBLICAS COM REDES OU CANAIS PLUVIAIS SUBTERRÂNEOS NA ÁREA URBANA
<b>11</b>	IN 026 - PARCELA DE CURSOS D'ÁGUA NATURAIS PERENES COM CANALIZAÇÃO ABERTA
<b>12</b>	IN 027 - PARCELA DE CURSOS D'ÁGUA NATURAIS PERENES COM CANALIZAÇÃO FECHADA
<b>13</b>	IN 035 - VOLUME DE RESERVAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS POR UNIDADE DE ÁREA URBANA
<b>14</b>	IN 051 - DENSIDADE DE CAPTAÇÕES DE ÁGUAS PLUVIAIS NA ÁREA URBANA

Fonte: Adaptado de Ministério das Cidades (2016).

**Anexo 3 – Glossário dos Indicadores de ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO usados para o estudo.**

INDICADORES ECONÔMICO-FINANCEIROS E ADMINISTRATIVOS		
1º) IN 005 - TARIFA MÉDIA DE ÁGUA		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{FN002}{AG011 - AG017 - AG019} \times \frac{1}{1.000}$	AG011 - Volume de água faturado;	R\$/m³
	AG017 - Volume de água bruta exportado;	
	AG019 - Volume de água tratada exportado;	
	FN002 - Receita operacional direta de água.	
2º) IN 006 - TARIFA MÉDIA DE ESGOTO		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{FN003}{ES007 - ES013} \times \frac{1}{1.000}$	ES007 - Volume de esgotos faturado;	R\$/m³
	ES013- Volume de esgotos bruto importado;	
	FN003 - Receita operacional direta de esgoto.	
3º) IN 007 - INCIDÊNCIA DA DESPESA DE PESSOAL E DE SERVIÇOS DE TERCEIROS NAS DESPESAS TOTAIS COM OS SERVIÇOS		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{FN010 + FN014}{FN017} \times 100$	FN010 - Despesa com pessoal próprio;	Percentual
	FN014 - Despesa com serviços de terceiros;	
	FN017 - Despesas totais com os serviços (DTS).	
4º) IN 008 - DESPESA MÉDIA ANUAL POR EMPREGADO		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{FN010}{FN026^*}$	FN010 - Despesa com pessoal próprio;	R\$/ empregado
	FN026 - Quantidade total de empregados próprios.	
Comentários: FN026*: utiliza-se a média aritmética dos valores do ano de referência e do ano anterior ao mesmo.		
5º) IN 012 - INDICADOR DE DESEMPENHO FINANCEIRO		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{FN001}{FN017} \times 100$	FN002 - Receita operacional direta de água;	Percentual
	FN003 - Receita operacional direta de esgoto;	
	FN007 - Receita operacional direta de água exportada (bruta ou tratada);	
	FN017 - Despesas totais com os serviços (DTS);	
	FN038 - Receita operacional direta - esgoto bruto importado.	
Comentários: FN001 = FN002 + FN003 + FN007 + FN038		
6º) IN 018 - QUANTIDADE EQUIVALENTE DE PESSOAL TOTAL		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$FN026^* + \frac{(FN014 \times FN026^*)}{FN010}$	FN010 - Despesa com pessoal próprio;	Empregado
	FN014 - Despesa com serviços de terceiros;	
	FN026 - Quantidade total de empregados próprios.	
Comentários: FN026*: utiliza-se a média aritmética dos valores do ano de referência e do ano anterior ao mesmo.		



7º) IN 029 - ÍNDICE DE EVASÃO DE RECEITAS		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{FN005 - FN006}{FN005} \times 100$	<b>FN005</b> - Receita operacional total (direta + indireta);	Percentual
	<b>FN006</b> - Arrecadação total.	
8º) IN 041 - PARTICIPAÇÃO DA RECEITA DIRETA DE ESGOTO OPERACIONAL TOTAL		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{FN003 + FN038}{FN005} \times 100$	<b>FN003</b> - Receita operacional direta de esgoto;	Reais por habitante ano
	<b>FN005</b> - Receita operacional total (direta + indireta);	
	<b>FN038</b> - Receita operacional direta - esgoto bruto importado.	
9º) IN 045 - ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE: EMPREGADOS PRÓPRIOS POR 1000 LIGAÇÕES DE ÁGUA		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{FN026^*}{AG002^*} \times 1.000$	<b>AG002</b> - Quantidade de ligações ativas de água;	empregados/ mil ligações
	<b>FN026</b> - Quantidade total de empregados próprios.	
Comentários: FN026* e AG002*: utiliza-se a média aritmética dos valores do ano de referência e do ano anterior ao mesmo.		
10º) IN 048 - ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE: EMPREGADOS PRÓPRIOS POR 1000 LIGAÇÕES DE ÁGUA + ESGOTO		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{FN026^*}{AG002^* + ES002^*} \times 1.000$	<b>AG002</b> - Quantidade de ligações ativas de água;	empregados/ mil ligações
	<b>ES002</b> - Quantidade de ligações ativas de esgotos;	
	<b>FN026</b> - Quantidade total de empregados próprios.	
Comentários: FN026*, AG002* e ES002*: utiliza-se a média aritmética dos valores do ano de referência e do ano anterior ao mesmo.		
11º) IN 102 - ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE DE PESSOAL TOTAL (EQUIVALENTE)		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{AG002^* + ES002^*}{IN018}$	<b>AG002</b> - Quantidade de ligações ativas de água;	ligações / empregados
	<b>ES002</b> - Quantidade de ligações ativas de esgotos;	
	<b>FN010</b> - Despesa com pessoal próprio;	
	<b>FN014</b> - Despesa com serviços de terceiros;	
	<b>FN026</b> - Quantidade total de empregados próprios;	
	<b>IN018</b> - Quantidade equivalente de pessoal total.	
Comentários: AG002* e ES002*: utiliza-se a média aritmética dos valores do ano de referência e do ano anterior ao mesmo.		
INDICADORES OPERACIONAIS – ÁGUA		
12º) IN 001 - DENSIDADE DE ECONOMIA DE ÁGUA POR LIGAÇÃO		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{AG003^*}{AG002^*}$	<b>AG002</b> - Quantidade de ligações ativas de água;	economia/ ligação
	<b>AG003</b> - Quantidade de economias ativas de água.	

Comentários: AG003\* e AG002\*: utiliza-se a média aritmética dos valores do ano de referência e do ano anterior ao mesmo.

### 13º) IN 009 - ÍNDICE DE HIDROMETRAÇÃO

EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{AG004^*}{AG002^*} \times 100$	<b>AG002</b> - Quantidade de ligações ativas de água;	Percentual
	<b>AG004</b> - Quantidade de ligações ativas de água micro medidas.	

Comentários: AG004\* e AG002\*: utiliza-se a média aritmética dos valores do ano de referência e do ano anterior ao mesmo.

### 14º) IN 010 - ÍNDICE DE MICROMEDIÇÃO RELATIVO AO VOLUME DISPONIBILIZADO

EQUAÇÃO (x100)	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{AG008}{AG006 + AG018 - AG019 - AG024}$	<b>AG006</b> - Volume de água produzido;	Percentual
	<b>AG008</b> - Volume de água micro medido;	
	<b>AG018</b> - Volume de água tratada importado;	
	<b>AG019</b> - Volume de água tratada exportado;	
	<b>AG024</b> - Volume de serviço.	

### 15º) IN 013 - ÍNDICE DE PERDAS FATURAMENTO

EQUAÇÃO (x100)	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{AG006 + AG018 - AG011 - AG024}{AG006 + AG018 - AG024}$	<b>AG006</b> - Volume de água produzido;	Percentual
	<b>AG011</b> - Volume de água faturado;	
	<b>AG018</b> - Volume de água tratada importado;	
	<b>AG024</b> - Volume de serviço.	

### 16º) IN 014 - CONSUMO MICROMEDIDO POR ECONOMIA

EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{AG008}{AG014^*} \times \frac{1.000}{12}$	<b>AG008</b> - Volume de água micro medido;	m³/mês/ economia
	<b>AG014</b> - Quantidade de economias ativas de água micro medidas.	

Comentários: AG014\*: utiliza-se a média aritmética dos valores do ano de referência e do ano anterior ao mesmo.

### 17º) IN 017 - CONSUMO DE ÁGUA FATURADO POR ECONOMIA

EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{AG011 - AG019}{AG003^*} \times \frac{1.000}{12}$	<b>AG003</b> - Quantidade de economias ativas de água;	m³/mês/ economia
	<b>AG011</b> - Volume de água faturado;	
	<b>AG019</b> - Volume de água tratada exportado.	

Comentários: AG003\*: utiliza-se a média aritmética dos valores do ano de referência e do ano anterior ao mesmo.

### 18º) IN 020 - EXTENSÃO DA REDE DE ÁGUA POR LIGAÇÃO

EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{AG005^*}{AG021^*} \times 1.000$	<b>AG005</b> - Extensão da rede de água;	metros/ ligação
	<b>AG021</b> - Quantidade de ligações totais de água.	

Comentários: AG005\* e AG021\*: utiliza-se a média aritmética dos valores do ano de referência e do ano anterior ao mesmo.

19º) IN 022 - CONSUMO MÉDIO PERCAPITA DE ÁGUA		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{AG010 - AG019}{AG001^*} \times \frac{1.000.000}{365}$	<b>AG001</b> - População total atendida com abastecimento de água;	litros/ habitantes / dia
	<b>AG010</b> - Volume de água consumido;	
	<b>AG019</b> - Volume de água tratada exportado.	
Comentários: AG001*: utiliza-se a média aritmética dos valores do ano de referência e do ano anterior ao mesmo.		
20º) IN 023 - ÍNDICE DE ATENDIMENTO URBANO DE ÁGUA		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{AG026}{GE06a} \times 100$	<b>AG026</b> - População urbana atendida com abastecimento de água;	Percentual
	<b>G06A</b> - População urbana residente do(s) município(s) com abastecimento de água.	
	<b>POP_URB</b> - População urbana atendida com abastecimento de água.	
21º) IN 025 - VOLUME DE ÁGUA DISPONIBILIZADO POR ECONOMIA		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{AG006 + AG018 - AG019}{AG003^*} \times \frac{1.000}{12}$	<b>AG003</b> - Quantidade de economias ativas de água;	m³/ mês / economia
	<b>AG006</b> - Volume de água produzido;	
	<b>AG018</b> - Volume de água tratada importado;	
	<b>AG019</b> - Volume de água tratada exportado.	
Comentários: AG003*: utiliza-se a média aritmética dos valores do ano de referência e do ano anterior ao mesmo.		
22º) IN 028 - ÍNDICE DE FATURAMENTO DE ÁGUA		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{AG011}{AG006 + AG018 - AG024} \times 100$	<b>AG006</b> - Volume de água produzido;	Percentual
	<b>AG011</b> - Volume de água faturado;	
	<b>AG018</b> - Volume de água tratada importado;	
	<b>AG024</b> - Volume de serviço.	
23º) IN 043 - PARTICIPAÇÃO DAS ECONOMIAS RESIDENCIAIS DE ÁGUA NO TOTAL DAS ECONOMIAS DE ÁGUA		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{AG013^*}{AG003^*} \times 100$	<b>AG003</b> - Quantidade de economias ativas de água;	Percentual
	<b>AG013</b> - Quantidade de economias residenciais ativas de água.	
24º) IN 044 - ÍNDICE DE MICROMEDIÇÃO RELATIVA AO CONSUMO		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{AG008}{AG010 - AG019} \times 100$	<b>AG008</b> - Volume de água micromedido;	Percentual
	<b>AG010</b> - Volume de água consumido;	
	<b>AG019</b> - Volume de água tratada exportado.	

25º) IN 049 - ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO		
EQUAÇÃO (x100)	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{AG006 + AG018 - AG010 - AG024}{AG006 + AG018 - AG024}$	AG006 - Volume de água produzido;	Percentual
	AG010 - Volume de água consumido;	
	AG018 - Volume de água tratada importado;	
	AG024 - Volume de serviço.	
26º) IN 050 - ÍNDICE BRUTO DE PERDAS LINEARES		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{AG006 + AG018 - AG010 - AG024}{AG005 *}$ $\times \frac{1.000}{365}$	AG005 - Extensão da rede de água;	m³/ dia/ Km
	AG006 - Volume de água produzido;	
	AG010 - Volume de água consumido;	
	AG018 - Volume de água tratada importado;	
	AG024 - Volume de serviço.	
Comentários: AG005*: utiliza-se a média aritmética dos valores do ano de referência e do ano anterior ao mesmo.		
27º) IN 052 - ÍNDICE DE CONSUMO DE ÁGUA		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{AG010}{AG006 + AG018 - AG024} \times 100$	AG006 - Volume de água produzido;	Percentual
	AG010 - Volume de água consumido;	
	AG018 - Volume de água tratada importado;	
	AG024 - Volume de serviço.	
28º) IN 053 - CONSUMO MÉDIO DE ÁGUA POR ECONOMIA		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{AG010 - AG019}{AG003 *} \times \frac{1.000}{12}$	AG003 - Quantidade de economias ativas de água;	m³/ mês/ economia
	AG010 - Volume de água consumido;	
	AG019 - Volume de água tratada exportado;	
Comentários: AG003*: utiliza-se a média aritmética dos valores do ano de referência e do ano anterior ao mesmo.		
29º) IN 055 - ÍNDICE DE ATENDIMENTO TOTAL DE ÁGUA		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{AG001}{GE12a} \times 100$	AG001 - População total atendida com abastecimento de água;	Percentual
	G12A - População total residente do(s) município(s) com abastecimento de água, segundo o IBGE. POP_TOT - População total do município do ano de referência (Fonte: IBGE).	
INDICADORES OPERACIONAIS – ESGOTO		
30º) IN 015 - ÍNDICE DE COLETA DE ESGOTO		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{ES005}{AG010 - AG019} \times 100$	AG010 - Volume de água consumido;	Percentual
	AG019 - Volume de água tratada exportado;	
	ES005 - Volume de esgotos coletado.	

31º) IN 016 - ÍNDICE DE TRATAMENTO DE ESGOTO		
EQUAÇÃO (x 100)	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{ES006 + ES014 + ES015}{ES005 + ES013}$	<b>ES005</b> - Volume de esgotos coletado;	Percentual
	<b>ES006</b> - Volume de esgotos tratado;	
	<b>ES013</b> - Volume de esgotos bruto importado;	
	<b>ES014</b> - Volume de esgoto importado tratado nas instalações do importador;	
	<b>ES015</b> - Volume de esgoto bruto exportado tratado nas instalações do importador.	
32º) IN 021 - EXTENSÃO DA REDE DE ESGOTO POR LIGAÇÃO		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{ES004^*}{ES009^*} \times 1.000$	<b>ES004</b> - Extensão da rede de esgotos;	metros/ ligação
	<b>ES009</b> - Quantidade de ligações totais de esgotos.	
Comentários: ES004* e ES009*: utiliza-se a média aritmética dos valores do ano de referência e do ano anterior ao mesmo.		
33º) IN 024 - ÍNDICE DE ATENDIMENTO URBANO DE ESGOTO REFERIDO AOS MUNICÍPIOS ATENDIDOS COM ÁGUA		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{ES026}{GE06a} \times 100$	<b>ES026</b> - População urbana atendida com esgotamento sanitário;	Percentual
	<b>G06A</b> - População urbana residente do(s) município(s) com abastecimento de água;	
	<b>G06B</b> - População urbana residente do(s) município(s) com esgotamento sanitário.	
	<b>POP_URB</b> - População urbana do município do ano de referência (Fonte: IBGE).	
34º) IN 046 - ÍNDICE DE ESGOTO TRATADO REFERIDO À ÁGUA CONSUMIDA		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{ES006 + ES015}{AG010 - AG019} \times 100$	<b>AG010</b> - Volume de água consumido;	Percentual
	<b>AG019</b> - Volume de água tratada exportado;	
	<b>ES006</b> - Volume de esgotos tratado;	
	<b>ES015</b> - Volume de esgoto bruto exportado tratado nas instalações do importador.	
35º) IN 047 - ÍNDICE DE ABASTECIMENTO URBANO DE ESGOTO REFERIDO AOS MUNICÍPIOS ATENDIDOS COM ESGOTO		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{ES026}{GE06b} \times 100$	<b>ES026</b> - População urbana atendida com esgotamento sanitário;	Percentual
	<b>G06B</b> - População urbana residente do(s) município(s) com esgotamento sanitário.	
	<b>POP_URB</b> - População urbana do município do ano de referência (Fonte: IBGE).	



36º) IN 056 - ÍNDICE DE ATENDIMENTO TOTAL DE ESGOTO REFERIDO AOS MUNICÍPIOS ATENDIDOS COM ÁGUA		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{ES001}{GE12a} \times 100$	<b>ES001</b> - População total atendida com esgotamento sanitário;	Percentual
	<b>G12A</b> - População total residente do(s) município(s) com abastecimento de água, segundo o IBGE;	
	<b>G12B</b> - População total residente do(s) município(s) com esgotamento sanitário, segundo o IBGE.	
	<b>POP_TOT</b> - População total do município do ano de referência (Fonte: IBGE).	
INDICADORES DE QUALIDADE - ÁGUA E ESGOTO		
37º) IN 071 - ECONOMIAS ATINGIDAS POR PARALISAÇÕES		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{QD004}{QD002}$	<b>QD002</b> - Quantidades de paralisações no sistema de distribuição de água;	economia/paralisações
	<b>QD004</b> - Quantidade de economias ativas atingidas por paralisações.	
38º) IN 072 - DURAÇÃO MÉDIA DAS PARALISAÇÕES		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{QD003}{QD002}$	<b>QD002</b> - Quantidades de paralisações no sistema de distribuição de água;	horas/paralisações
	<b>QD003</b> - Duração das paralisações (soma das paralisações maiores que 6 horas no ano).	
39º) IN 073 - ECONOMIAS ATINGIDAS POR INTERMITÊNCIAS		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{QD003}{QD002}$	<b>QD015</b> - Quantidade de economias ativas atingidas por interrupções sistemáticas;	economia/interrupções
	<b>QD021</b> - Quantidade de interrupções sistemáticas.	
40º) IN 074 - DURAÇÃO MÉDIA DAS INTERMITÊNCIAS		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{QD022}{QD021}$	<b>QD021</b> - Quantidade de interrupções sistemáticas.	horas/interrupções
	<b>QD022</b> - Duração das interrupções sistemáticas.	
41º) IN 075 - INCIDÊNCIA DAS ANÁLISES DE CLORO RESIDUAL FORA DO PADRÃO		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{QD007}{QD006} \times 100$	<b>QD006</b> - Quantidade de amostras para cloro residual (analisadas);	Percentual
	<b>QD007</b> - Quantidade de amostras para cloro residual com resultados fora do padrão.	

42º) IN 076 - INCIDÊNCIA DAS ANÁLISES DE TURBIDEZ FORA DO PADRÃO		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{QD009}{QD008} \times 100$	<b>QD008</b> - Quantidade de amostras para turbidez (analisadas);	Percentual
	<b>QD009</b> - Quantidade de amostras para turbidez fora do padrão.	
43º) IN 077 - DURAÇÃO MÉDIA DOS REPAROS DE EXTRAVASAMENTOS DE ESGOTOS		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{QD012}{QD011}$	<b>QD011</b> - Quantidades de extravasamentos de esgotos registrados;	horas/ extravasame ntos
	<b>QD012</b> - Duração dos extravasamentos registrados.	
44º) IN 079 - ÍNDICE DE CONFORMIDADE DA QUANTIDADE DE AMOSTRAS - CLORO RESIDUAL		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{QD006}{QD020} \times 100$	<b>QD006</b> - Quantidade de amostras para cloro residual (analisadas);	Percentual
	<b>QD020</b> - Quantidade mínima de amostras para cloro residual (obrigatórias).	
45º) IN 082 - EXTRAVASAMENTO DE ESGOTOS POR EXTENSÃO DE REDE		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{QD011}{ES004}$	<b>QD021</b> - Quantidade de interrupções sistemáticas.	horas/ interrupções
	<b>QD022</b> - Duração das interrupções sistemáticas.	
46º) IN 084 - INCIDÊNCIA DAS ANÁLISES DE COLIFORMES TOTAIS FORA DO PADRÃO		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{QD027}{QD026} \times 100$	<b>QD026</b> - Quantidade de amostras para coliformes totais (analisadas);	Percentual
	<b>QD027</b> - Quantidade de amostras para coliformes totais com resultados fora do padrão.	
47º) IN 085 - ÍNDICE DE CONFORMIDADE DA QUANTIDADE DE AMOSTRAS - COLIFORMES TOTAIS		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{QD026}{QD028} \times 100$	<b>QD026</b> - Quantidade de amostras para coliformes totais (analisadas);	Percentual
	<b>QD028</b> - Quantidade mínima de amostras para coliformes totais (obrigatórias).	

Fonte: Adaptado de SNIS (2019).

**Anexo 4 – Glossário dos Indicadores de RESÍDUOS SÓLIDOS usados para o estudo.**

INDICADORES SOBRE DESPESAS E TRABALHADORES		
1º) IN 001 - TAXA DE EMPREGADOS EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO URBANA		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{TB013 + TB014}{POP\_URB} \times 1.000$	<b>POP_URB</b> - População urbana do município (Fonte: IBGE);	empregado/ 1000 habitantes
	<b>TB013</b> - Quantidade de trabalhadores de agentes públicos envolvidos nos serviços de manejo de RSU;	
	<b>TB014</b> - Quantidade de trabalhadores de agentes privados envolvidos nos serviços de manejo de RSU.	
Comentários: Calculado somente para aqueles que não tiveram frente de trabalho temporário. TB016 = NÃO. POP_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS.		
2º) IN 002 - DESPESA MÉDIA POR EMPREGADO ALOCADO NOS SERVIÇOS DE MANEJO DE RSU		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{FN218 + FN219}{TB013 + TB014}$	<b>FN218</b> - Despesa dos agentes públicos executores de serviços de manejo de RSU;	R\$/ empregado
	<b>FN219</b> - Despesa com agentes privados executores de serviços de manejo de RSU;	
	<b>TB013</b> - Quantidade de trabalhadores de agentes públicos envolvidos nos serviços de manejo de RSU;	
	<b>TB014</b> - Quantidade de trabalhadores de agentes privados envolvidos nos serviços de manejo de RSU;	
	<b>TB016</b> - Existência de frente de trabalho temporária.	
Comentários: Calculado somente para aqueles que não tiveram frente de trabalho temporário. TB016 = NÃO		
3º) IN 003 - INCIDÊNCIA DAS DESPESAS COM O MANEJO DE RSU NAS DESPESAS CORRENTES DA PREFEITURA		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{FN220}{FN223} \times 100$	<b>FN220</b> - Despesa total com serviços de manejo de RSU;	Percentual
	<b>FN223</b> - Despesa Corrente da Prefeitura durante o ano com TODOS os serviços do município (saúde, educação, pagamento de pessoal, etc.).	
4º) IN 004 - INCIDÊNCIA DAS DESPESAS COM EMPRESAS CONTRATADAS PARA EXECUÇÃO DE SERVIÇOS DE MANEJO DE RSU NAS DESPESAS COM MANEJO DE RSU		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{FN219}{FN218 + FN219} \times 100$	<b>FN218</b> - Despesa dos agentes públicos executores de serviços de manejo de RSU;	Percentual
	<b>FN219</b> - Despesa com agentes privados executores de serviços de manejo de RSU.	
Comentários: FN026*: utiliza-se a média aritmética dos valores do ano de referência e do ano anterior ao mesmo.		



5º) IN 005 - AUTO-SUFICIÊNCIA FINANCEIRA DA PREFEITURA COM O MANEJO DE RSU		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{FN222}{FN218 + FN219} \times 100$	<b>FN218</b> - Despesa dos agentes públicos executores de serviços de manejo de RSU;	Percentual
	<b>FN219</b> - Despesa com agentes privados executores de serviços de manejo de RSU;	
	<b>FN222</b> - Receita arrecadada com taxas e tarifas referentes à gestão e manejo de RSU.	
6º) IN 006 - DESPESA PER CAPITA COM MANEJO DE RSU EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO URBANA		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{FN220}{POP\_URB}$	<b>FN220</b> - Despesa total com serviços de manejo de RSU;	R\$ / habitante
	<b>POP_URB</b> - População urbana do município (Fonte: IBGE).	
Comentários: POP_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS.		
7º) IN 007 - INCIDÊNCIA DE EMPREGADOS PRÓPRIOS NO TOTAL DE EMPREGADOS NO MANEJO DE RSU		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{TB013}{TB013 + TB014} \times 100$	<b>TB013</b> - Quantidade de trabalhadores de agentes públicos envolvidos nos serviços de manejo de RSU;	Percentual
	<b>TB014</b> - Quantidade de trabalhadores de agentes privados envolvidos nos serviços de manejo de RSU;	
	<b>TB016</b> - Existência de frente de trabalho temporária.	
Comentários: Calculado somente para aqueles que não tiveram frente de trabalho temporário. TB016 = NÃO.		
8º) IN 008 - INCIDÊNCIA DE EMPREGADOS DE EMPRESAS CONTRATADAS NO TOTAL DE EMPREGADOS NO MANEJO DE RSU		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{TB014}{TB013 + TB014} \times 100$	<b>TB013</b> - Quantidade de trabalhadores de agentes públicos envolvidos nos serviços de manejo de RSU;	Percentual
	<b>TB014</b> - Quantidade de trabalhadores de agentes privados envolvidos nos serviços de manejo de RSU;	
	<b>TB016</b> - Existência de frente de trabalho temporária.	
Comentários: Calculado somente para aqueles que não tiveram frente de trabalho temporário. TB016 = NÃO		

**9º) IN 010 - INCIDÊNCIA DE EMPREGADOS GERENCIAIS E ADMINISTRATIVOS NO TOTAL DE EMPREGADOS NO MANEJO DE RSU**

EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{TB011 + TB012}{TB013 + TB014} \times 100$	<b>TB011</b> - Quantidade de empregados administrativos dos agentes públicos;	Percentual
	<b>TB012</b> - Quantidade de empregados administrativos dos agentes privados.	
	<b>TB013</b> - Quantidade de trabalhadores de agentes públicos envolvidos nos serviços de manejo de RSU;	
	<b>TB014</b> - Quantidade de trabalhadores de agentes privados envolvidos nos serviços de manejo de RSU;	
	<b>TB016</b> - Existência de frente de trabalho temporária.	

Comentários: Calculado somente para aqueles que não tiveram frente de trabalho temporário.  
TB016 = NÃO.

**10º) IN 011 - RECEITA ARRECADADA PER CAPITA COM TAXAS OU OUTRAS FORMAS DE COBRANÇA PELA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE MANEJO DE RSU**

EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{FN222}{POP\_URB}$	<b>FN222</b> - Receita arrecadada com taxas e tarifas referentes à gestão e manejo de RSU.	R\$/ habitante/ ano
	<b>POP_URB</b> - População urbana do município (Fonte: IBGE).	

FN222 - Receita arrecadada com taxas e tarifas referentes à gestão e manejo de RSU.

**INDICADORES SOBRE COLETA DOMICILIAR E PÚBLICA**
**11º) IN 014 - TAXA DE COBERTURA DO SERVIÇO DE COLETA DOMICILIAR DIRETA (PORTA-A-PORTA) DA POPULAÇÃO URBANA DO MUNICÍPIO**

EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{CO165}{POP\_URB} \times 100$	<b>CO165</b> - População urbana atendida pelo serviço de coleta domiciliar direta, ou seja, porta a porta;	Percentual
	<b>POP_URB</b> - População urbana do município (Fonte: IBGE).	

Comentários: POP\_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS.

**12º) IN 015 - TAXA DE COBERTURA DO SERVIÇO DE COLETA DE RDO EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO TOTAL DO MUNICÍPIO**

EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{CO164}{POP\_TOT} \times 100$	<b>CO164</b> - População total atendida no município;	Percentual
	<b>POP_TOT</b> - População urbana do município (Fonte: IBGE).	

Comentários: Indicador calculado a partir da edição 2009. POP\_TOT = Estimativa de população total do IBGE.

**13º) IN 016 - TAXA DE COBERTURA DE SERVIÇO DE COLETA DE RDO EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO URBANA**

EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{CO050}{POP\_URB} \times 100$	<b>CO050</b> - População urbana atendida no município, abrangendo o distrito-sede e localidades;	Percentual
	<b>POP_URB</b> - População urbana do município (Fonte: IBGE).	

Comentários: POP_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS. A partir de 2008 este indicador incorporou o campo Co147 e, em 2009, passou a não considerar o Co051.		
14º) IN 017 - TAXA DE TERCEIRIZAÇÃO DO SERVIÇO DE COLETA DE (RDO + RPU) EM RELAÇÃO À QUANTIDADE COLETADA		
EQUAÇÃO (X100)	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{CO117 + CS048 + CO142}{CO116 + CO117 + CS048 + CO142}$	CO116 - Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público;	Percentual
	CO117 - Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados;	
	CO142 - Quantidade de RDO e RPU coletada por outros agentes executores;	
	CS048 - Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura?	
Comentários: Calculado somente se os campos CO116 e CO117 preenchidos. Este indicador teve sua equação alterada a partir do Diagnóstico RS 2007 com a inclusão das quantidades coletadas por cooperativas ou associações de catadores e outro executor. Em 2009 o Co145 foi substituído pelo Cs048 por motivo de equivalência.		
15º) IN 018 - PRODUTIVIDADE MÉDIA DOS EMPREGADOS NA COLETA (COLETADORES + MOTORISTAS) NA COLETA (RDO + RPU) EM RELAÇÃO À MASSA COLETADA		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{CO116 + CO117}{TB001 + TB002} \times \frac{1.000}{313}$	CO116 - Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público;	Kg/ empregado/ dia
	CO117 - Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados;	
	TB001 - Quantidade de coletadores e motoristas de agentes públicos, alocados no serviço de coleta de RDO e RPU;	
	TB002 - Quantidade de coletadores e motoristas de agentes privados, alocados no serviço de coleta de RDO e RPU.	
16º) IN 019 - TAXA DE EMPREGADOS (COLETADORES + MOTORISTAS) NA COLETA (RDO + RPU) EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO URBANA		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{TB001 + TB002}{POP\_URB} \times 1.000$	POP_URB - População urbana do município (Fonte: IBGE).	empregado/ 1000 habitantes
	TB001 - Quantidade de coletadores e motoristas de agentes públicos, alocados no serviço de coleta de RDO e RPU;	
	TB002 - Quantidade de coletadores e motoristas de agentes privados, alocados no serviço de coleta de RDO e RPU.	
Comentários: POP_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS		

17º) IN 021 - MASSA COLETADA (RDO + RPU) PER CAPITA EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO URBANA		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{CO116 + CO117 + CS048 + CO142}{POP\_URB}$  $\times \frac{1.000}{365}$	<b>CO116</b> - Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público;	kg/ habitante/ dia
	<b>CO117</b> - Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados;	
	<b>CO142</b> - Quantidade de RDO e RPU coletada por outros agentes executores;	
	<b>CS048</b> - Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura?	
	<b>POP_URB</b> - População urbana do município (Fonte: IBGE).	
<p>Comentários: POP_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS. Calculado somente se os campos CO116 e CO117 preenchidos. Este indicador teve sua equação alterada a partir do Diagnóstico RS 2007 com a inclusão das quantidades coletadas por cooperativas ou associações de catadores e outros executores. Em 2009 o Co145 foi substituído pelo Cs048 por motivo de equivalência.</p>		
18º) IN 022 - MASSA (RDO) COLETADA PER CAPITA EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO ATENDIDA COM SERVIÇO DE COLETA		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{CO108 + CO109 + CS048 + CO140}{CO164}$  $\times \frac{1.000}{365}$	<b>CO108</b> - Quantidade de RDO coletada pelo agente público;	kg/ habitante/ dia
	<b>CO109</b> - Quantidade de RDO coletada pelos agentes privados;	
	<b>CO140</b> - Quantidade de RDO coletada por outros agentes executores, exceto cooperativas ou associações de catadores;	
	<b>CO164</b> - População total atendida no município;	
	<b>CS048</b> - Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura?	
<p>Este indicador teve sua equação alterada a partir do Diagnóstico RS 2007 com a inclusão das quantidades coletadas por cooperativas ou associações de catadores e outros executores. A partir de 2008 este indicador incorporou o campo Co147 e, em 2009, passou a não considerar o Co051. A partir de 2009, o Co143 foi substituído pelo Cs048 por motivo de equivalência.</p>		
19º) IN 023 - CUSTO UNITÁRIO MÉDIO DO SERVIÇO DE COLETA (RDO + RPU)		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{FN206 + FN207}{CO116 + CO117 + CS048}$	<b>CO116</b> - Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público;	R\$ / tonelada
	<b>CO117</b> - Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados;	
	<b>CS048</b> - Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura?	
	<b>FN206</b> - Despesas dos agentes públicos com o serviço de coleta de RDO e RPU;	
	<b>FN207</b> - Despesa com agentes privados para execução do serviço de coleta de RDO e RPU.	

Comentários: Calculado somente se os campos EWCO116 e CO117 preenchidos. Considerada a soma das despesas da Prefeitura ou SLU (inclusive com cooperativas/associações catadores) e as despesas com empresas contratadas. A partir do Diagnóstico 2007 incorporou as quantidades coletadas por cooperativas/associações de catadores. Não inclui quantidade coletada por “outros” partindo-se do princípio que neste campo encontram-se os geradores que transportam seus próprios resíduos à destinação final. A partir da edição 2009 o co145 foi substituído pelo Cs048 por motivos de equivalência.		
20º) IN 024 - INCIDÊNCIA DO CUSTO DO SERVIÇO DE COLETA (RDO + RPU) NO CUSTO TOTAL DO MANEJO DE RSU		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{FN206 + FN207}{FN218 + FN219} \times 100$	FN206 - Despesas dos agentes públicos com o serviço de coleta de RDO e RPU;	Percentual
	FN207 - Despesa com agentes privados para execução do serviço de coleta de RDO e RPU.	
	FN218 - Despesa dos agentes públicos executores de serviços de manejo de RSU;	
	FN219 - Despesa com agentes privados executores de serviços de manejo de RSU;	
21º) IN 025 - INCIDÊNCIA DE (COLETADORES + MOTORISTAS) NA QUANTIDADE TOTAL E EMPREGADOS NO MANEJO DE RSU		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{TB001 + TB002}{TB013 + TB014} \times 100$	TB001 - Quantidade de coletadores e motoristas de agentes públicos, alocados no serviço de coleta de RDO e RPU;	m³/ mês / economia
	TB002 - Quantidade de coletadores e motoristas de agentes privados, alocados no serviço de coleta de RDO e RPU;	
	TB013 - Quantidade de trabalhadores de agentes públicos envolvidos nos serviços de manejo de RSU;	
	TB014 - Quantidade de trabalhadores de agentes privados envolvidos nos serviços de manejo de RSU.	
22º) IN 027 - TAXA DA QUANTIDADE TOTAL COLETADA DE RESÍDUOS PÚBLICOS (RPU) EM RELAÇÃO À QUANTIDADE TOTAL COLETADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DOMÉSTICOS (RDO)		
EQUAÇÃO (x100)	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{CO112 + CO113 + CO141}{CO108 + CO109 + CS048 + CO140}$	CO108 - Quantidade de RDO coletada pelo agente público;	Percentual
	CO109 - Quantidade de RDO coletada pelos agentes privados;	
	CO112 - Quantidade de RPU coletada pelo agente público;	
	CO113 - Quantidade de RPU coletada pelos agentes privados;	
	CO140 - Quantidade de RDO coletada por outros agentes executores, exceto coop. ou associações de catadores;	
	CO141 - Quantidade de RPU coletada por outros agentes executores, exceto coop. ou associações de catadores;	

	<b>CS048</b> - Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura?	
Comentários: Calculado somente se os campos CO112, CO113, CO108 e CO109 preenchidos. Este indicador teve sua equação alterada a partir do Diagnóstico RS 2007 com a inclusão das quantidades coletadas por cooperativas ou associações de catadores e outros executores. A partir da edição 2009 o co145 foi substituído pelo Cs048 por motivos de equivalência. A partir de 2009 foi eliminado o Co144, admitindo-o como zero.		
<b>23º) IN 028 - MASSA DE RESÍDUOS DOMICILIARES E PÚBLICOS (RDO + RPU) COLETADA PER CAPITA EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO TOTAL ATENDIDA PELO SERVIÇO DE COLETA</b>		
<b>EQUAÇÃO</b>	<b>INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS</b>	<b>UNIDADES</b>
$\frac{CO116 + CO117 + CS048 + CO142}{CO164} \times \frac{1.000}{365}$	<b>CO116</b> - Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público;	kg/ habitante/ dia
	<b>CO117</b> - Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados;	
	<b>CO142</b> - Quantidade de RDO e RPU coletada por outros agentes executores;	
	<b>CO164</b> - População total atendida no município;	
	<b>CS048</b> - Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura?	
Comentários: Calculado somente se os campos CO116, CO117e CO164 preenchidos. Indicador calculado a partir da edição 2009. Este indicador, diferentemente do I021 leva em consideração a população total atendida (declarada pelo município).		
<b>INDICADORES SOBRE COLETA SELETIVA E TRIAGEM</b>		
<b>24º) IN 030 - TAXA DE COBERTURA DO SERVIÇO DE COLETA SELETIVA PORTA-A-PORTA EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO URBANA DO MUNICÍPIO</b>		
<b>EQUAÇÃO</b>	<b>INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS</b>	<b>UNIDADES</b>
$\frac{CS050}{POP\_URB} \times 100$	<b>CS050</b> - População urbana do município atendida com a coleta seletiva do tipo porta-a-porta executada pela Prefeitura (ou SLU);	Percentual
	<b>POP_URB</b> - População urbana do município (Fonte: IBGE).	
Comentários: POP_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS.		
<b>25º) IN 032 - MASSA RECUPERADA PER CAPITA DE MATERIAIS RECICLÁVEIS (EXCETO MATÉRIA ORGÂNICA E REJEITOS) EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO URBANA</b>		
<b>EQUAÇÃO</b>	<b>INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS</b>	<b>UNIDADES</b>
$\frac{CS009}{POP\_URB} \times 1.000$	<b>CS009</b> - Quantidade total de materiais recicláveis recuperados;	Kg/ habitante/ ano
	<b>POP_URB</b> - População urbana do município (Fonte: IBGE).	

26º) IN 035 - INCIDÊNCIA DE PLÁSTICOS NO TOTAL DE MATERIAL RECUPERADO		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{CS011}{CS009} \times 100$	<b>CS009</b> - Quantidade total de materiais recicláveis recuperados;	Percentual
	<b>CS011</b> - Quantidade de Plásticos recicláveis recuperados.	
27º) IN 038 - INCIDÊNCIA DE METAIS NO TOTAL DE MATERIAL RECUPERADO		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{CS012}{CS009} \times 100$	<b>CS009</b> - Quantidade total de materiais recicláveis recuperados;	Percentual
	<b>CS012</b> - Quantidade de Metais recicláveis recuperados.	
28º) IN 039 - INCIDÊNCIA DE VIDROS NO TOTAL DE MATERIAL RECUPERADO		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{CS013}{CS009} \times 100$	<b>CS009</b> - Quantidade total de materiais recicláveis recuperados;	Percentual
	<b>CS013</b> - Quantidade de Vidros recicláveis recuperados	
29º) IN 053 - TAXA DE MATERIAL RECOLHIDO PELA COLETA SELETIVA (EXCETO MATÉRIA ORGÂNICA) EM RELAÇÃO À QUANTIDADE TOTAL COLETADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS		
EQUAÇÃO (x100)	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{CS026}{CO108 + CO109 + CS048 + CO140}$	<b>CO108</b> - Quantidade de RDO coletada pelo agente público;	Percentual
	<b>CO109</b> - Quantidade de RDO coletada pelos agentes privados;	
	<b>CO140</b> - Quantidade de RDO coletada por outros agentes executores, exceto coop. ou associações de catadores;	
	<b>CS026</b> - Qtd. total recolhida pelos 4 agentes executores da coleta seletiva acima mencionados;	
	<b>CS048</b> - Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura?	
Comentários: Calculado somente se os campos CS026, CO108 e CO109 preenchidos. Antigo I033. Sua equação foi modificada em 2005 e 2007 com a inclusão das quantidades coletadas por outros agentes – coop./ assoc. de catadores e outros executores. Não inclui sucateiros, empresas do ramo ou catadores avulsos. A partir da edição 2009 o co143 foi substituído pelo Cs048 por motivos de equivalência.		
30º) IN 054 - MASSA PER CAPITA DE MATERIAIS RECICLÁVEIS RECOLHIDOS VIA COLETA SELETIVA		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{CS026}{POP\_URB} \times 1.000$	<b>CS026</b> - Qtd. total recolhida pelos 4 agentes executores da coleta seletiva acima mencionados;	Kg/ habitante / ano
	<b>POP_URB</b> - População urbana do município (Fonte: IBGE).	
Comentários: POP_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS. Indicador calculado a partir da edição 2009.		

INDICADORES SOBRE COLETA DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE PÚBLICA		
31º) IN 036 - MASSA DE RSS COLETADA PER CAPITA EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO URBANA		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{RS044}{POP\_URB} \times \frac{1.000.000}{365}$	POP_URB - População urbana do município (Fonte: IBGE);	Percentual
	RS044 - Quantidade total de RSS coletada pelos agentes executores.	
INDICADORES SOBRE SERVIÇOS DE VARRIÇÃO, CAPINA E ROÇADA		
32º) IN 041 - TAXA DE TERCEIRIZAÇÃO DOS VARREDORES		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{TB004}{TB003 + TB004} \times 100$	TB003 - Quantidade de varredores dos agentes públicos, alocados no serviço de varrição;	Percentual
	TB004 - Quantidade de varredores de agentes privados, alocados no serviço de varrição.	
33º) IN 042 - TAXA DE TERCEIRIZAÇÃO DA EXTENSÃO VARRIDA		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{VA011}{VA039} \times 100$	VA011 - Por empresas contratadas (Km varridos);	Percentual
	VA039 - Extensão total de sarjetas varridas pelos executores (Km varridos).	
34º) IN 043 - CUSTO UNITÁRIO MÉDIO DO SERVIÇO DE VARRIÇÃO (PREFEITURA + EMPRESAS CONTRATADAS)		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{FN212 + FN213}{VA039}$	FN212 - Despesa dos agentes públicos com o serviço de varrição;	R\$/ Km
	FN213 - Despesa com empresas contratadas para o serviço de varrição;	
	VA039 - Extensão total de sarjetas varridas pelos executores (Km varridos).	
35º) IN 044 - PRODUTIVIDADE MÉDIA DOS VARREDORES (PREFEITURA + EMPRESAS CONTRATADAS)		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{VA039}{TB003 + TB004} \times \frac{1}{313}$	TB003 - Quantidade de varredores dos agentes públicos, alocados no serviço de varrição;	Km/ empregado/ dia
	TB004 - Quantidade de varredores de agentes privados, alocados no serviço de varrição.	
	VA016 - Há algum tipo de varrição mecanizada no município?	
	VA039 - Extensão total de sarjetas varridas pelos executores (Km varridos).	
Comentários: Calculado somente para aqueles que não tiveram varrição mecânica VA016 = NÃO.		



36º) IN 045 - TAXA DE VARREDORES EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO URBANA		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{TB003 + TB004}{POP\_URB} \times 1.000$	<b>POP_TOT</b> - População total do município do ano de referência (Fonte: IBGE);	empregado/ 1000 habitantes
	<b>TB003</b> - Quantidade de varredores dos agentes públicos, alocados no serviço de varrição;	
	<b>TB004</b> - Quantidade de varredores de agentes privados, alocados no serviço de varrição.	
Comentários: POP_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS.		
37º) IN 046 - INCIDÊNCIA DO CUSTO DO SERVIÇO DE VARRIÇÃO NO CUSTO TOTAL COM MANEJO DE RSU		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{FN212 + FN213}{FN218 + FN219} \times 100$	<b>FN212</b> - Despesa dos agentes públicos com o serviço de varrição;	Percentual
	<b>FN213</b> - Despesa com empresas contratadas para o serviço de varrição;	
	<b>FN218</b> - Despesa dos agentes públicos executores de serviços de manejo de RSU;	
	<b>FN219</b> - Despesa com agentes privados executores de serviços de manejo de RSU.	
38º) IN 047 - INCIDÊNCIA DE VARREDORES NO TOTAL DE EMPREGADOS NO MANEJO DE RSU		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{TB003 + TB004}{TB013 + TB014} \times 100$	<b>TB003</b> - Quantidade de varredores dos agentes públicos, alocados no serviço de varrição;	Percentual
	<b>TB004</b> - Quantidade de varredores de agentes privados, alocados no serviço de varrição.	
	<b>TB013</b> - Quantidade de trabalhadores de agentes públicos envolvidos nos serviços de manejo de RSU;	
	<b>TB014</b> - Quantidade de trabalhadores de agentes privados envolvidos nos serviços de manejo de RSU.	
39º) IN 048 - EXTENSÃO TOTAL ANUAL VARRIDA PER CAPITA		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{VA039}{POP\_URB}$	<b>POP_TOT</b> - População total do município do ano de referência (Fonte: IBGE);	Km/ habitante/ ano
	<b>VA039</b> - Extensão total de sarjetas varridas pelos executores (Km varridos).	
Comentários: Indicador calculado a partir da edição 2009. A partir de 2011 foi substituído o cálculo da fórmula de (VA010 + VA011) por VA039. POP_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS.		

40º) IN 051 - TAXA DE CAPINADORES EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO URBANA		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{TB005 + TB006}{POP\_URB} \times 1.000$	<b>POP_TOT</b> - População total do município do ano de referência (Fonte: IBGE);	empregado/ 1000 habitantes
	<b>TB005</b> - Quantidade de empregados dos agentes públicos envolvidos com os serviços de capina e roçada;	
	<b>TB006</b> - Quantidade de empregados dos agentes privados envolvidos com os serviços de capina e roçada.	
41º) IN 052 - INCIDÊNCIA DE CAPINADORES NO TOTAL EMPREGADOS NO MANEJO DE RSU		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{TB005 + TB006}{TB013 + TB014} \times 100$	<b>TB005</b> - Quantidade de empregados dos agentes públicos envolvidos com os serviços de capina e roçada;	Percentual
	<b>TB006</b> - Quantidade de empregados dos agentes privados envolvidos com os serviços de capina e roçada.	
	<b>TB013</b> - Quantidade de trabalhadores de agentes públicos envolvidos nos serviços de manejo de RSU;	
	<b>TB014</b> - Quantidade de trabalhadores de agentes privados envolvidos nos serviços de manejo de RSU.	

Fonte: Adaptado de SNIS (2019).

**Anexo 5 – Glossário dos Indicadores de DRENAGEM PLUVIAL usados  
para o estudo.**

DADOS GERAIS (GERAL)		
1º) IN 044 - DENSIDADE DE DOMICÍLIOS NA ÁREA URBANA		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{GE008}{GE002 \times 100}$	<b>GE002</b> - Área urbana total, incluindo áreas urbanas isoladas;	Domicílios/hectares
	<b>GE008</b> - Quantidade total de domicílios urbanos existentes no município.	
Finalidade: Determinar a densidade de domicílios na área urbana. Contribui para avaliar o índice de impermeabilização global da área urbana por meio de correlações disponíveis em literatura e em planos de drenagem. Muitos autores e projetistas preferem utilizar a densidade de domicílios para estimar o coeficiente de escoamento superficial médio. Existem curvas de correlação calibradas para diversas cidades que podem ser utilizadas para estimativa.		
DADOS FINANCEIROS		
2º) IN 001 - PARTICIPAÇÃO DO PESSOAL PRÓPRIO SOBRE O TOTAL DE PESSOAL ALOCADO NOS SERVIÇOS DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{AD001}{AD003} \times 100$	<b>AD001</b> - Quantidade de pessoal próprio alocado nos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas;	Percentual
	<b>AD003</b> - Quantidade total de pessoal alocado nos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas.	
Finalidade: Medir o contingente de recursos humanos do município (pertencente ao corpo do funcionalismo público) que trabalha nos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas, em relação ao contingente total. Indica a força de trabalho própria envolvida nos serviços de drenagem.		
3º) IN 009 - DESPESA MÉDIA PRATICADA PARA OS SERVIÇOS DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{FN016}{GE007}$	<b>FN016</b> - Despesa total com serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas;	Reais por unidades ano
	<b>GE007</b> - Quantidade total de unidades edificadas existentes na área urbana do município.	
Finalidade: Medir a despesa média com os serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas por edificação.		
4º) IN 010 - PARTICIPAÇÃO DA DESPESA TOTAL DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS NA DESPESA TOTAL DO MUNICÍPIO		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{FN016}{FN012} \times 100$	<b>FN012</b> - Despesa total do município;	Percentual
	<b>FN016</b> - Despesa total com serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas.	
Finalidade: Avaliar o nível de prioridade dos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas nos municípios quanto ao esforço financeiro realizado para a manutenção, melhorias e ampliação dos serviços.		

5º) IN 048 - DESPESA PER CAPITA COM SERVIÇOS DE DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{FN016}{GE006}$	<b>FN016</b> - Despesa total com serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas.	Reais por habitante ano
	<b>GE006</b> - População urbana residente no município (estimada conforme taxa de urbanização do último Censo).	
Finalidade: Medir a despesa média por habitante urbano com serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas.		
6º) IN 049 - INVESTIMENTO PER CAPITA EM DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{FN022}{GE006}$	<b>FN022</b> - Investimento total em Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas contratado pelo município no ano de referência;	Reais por habitante ano
	<b>GE006</b> - População urbana residente no município (estimada conforme taxa de urbanização do último Censo).	
Finalidade: Medir a despesa média por habitante urbano com serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas.		
7º) IN 053 - DESEMBOLSO DE INVESTIMENTO PER CAPTA		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{FN023}{GE006}$	<b>FN023</b> - Desembolso total de investimentos em Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas realizado pelo município no ano de referência;	R\$/habitante ano
	<b>GE006</b> - População urbana residente no município (estimada conforme taxa de urbanização do último Censo).	
8º) IN 054 - INVESTIMENTOS TOTAIS DESEMBOLSADOS EM RELAÇÃO AOS INVESTIMENTOS TOTAIS CONTRATADOS		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{FN023}{FN022}$	<b>FN022</b> - Investimento total em Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas contratado pelo município no ano de referência;	R\$/habitante ano
	<b>FN023</b> - Desembolso total de investimentos em Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas realizado pelo município no ano de referência.	
DADOS DE INFRAESTRUTURA		
9º) IN 020 - TAXA DE COBERTURA DE PAVIMENTAÇÃO E MEIO-FIO NA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{IE019}{IE017} \times 100$	<b>IE017</b> - Extensão total de vias públicas urbanas do município;	Percentual
	<b>IE019</b> - Extensão total de vias públicas urbanas com pavimento e meio-fio (ou semelhante).	
Finalidade: Medir a extensão de vias pavimentadas em relação à extensão total de vias existentes nas áreas urbanas dos municípios.		
10º) IN 021 - TAXA DE COBERTURA DE VIAS PÚBLICAS COM REDES OU CANAIS PLUVIAIS SUBTERRÂNEOS NA ÁREA URBANA		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES

$\frac{IE024}{IE017} \times 100$	IE017 - Extensão total de vias públicas urbanas do município;	Percentual
	IE024 - Extensão total de redes ou canais de águas pluviais subterrâneos implantados nas vias públicas urbanas.	
Finalidade: Medir a relação entre a extensão de vias urbanas com canais subterrâneos e a extensão total de vias urbanas.		
11º) IN 026 - PARCELA DE CURSOS D'ÁGUA NATURAIS PERENES COM CANALIZAÇÃO ABERTA		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{IE034}{IE032} \times 100$	IE032 - Extensão total dos cursos d'água naturais perenes em áreas urbanas;	Percentual
	IE034 - Extensão total dos cursos d'água naturais perenes canalizados abertos em áreas urbanas.	
Finalidade: Avaliar a proporção de cursos de água perenes canalizados a céu aberto em relação ao total de cursos de água urbanos.		
12º) IN 027 - PARCELA DE CURSOS D'ÁGUA NATURAIS PERENES COM CANALIZAÇÃO FECHADA		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{IE035}{IE032} \times 100$	IE032 - Extensão total dos cursos d'água naturais perenes em áreas urbanas;	Percentual
	IE035 - Extensão total dos cursos d'água naturais perenes canalizados fechados em áreas urbanas.	
Finalidade: Avaliar a parcela de cursos de água naturais, perenes que foram canalizados em galerias fechadas.		
13º) IN 035 - VOLUME DE RESERVAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS POR UNIDADE DE ÁREA URBANA		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
$\frac{\Sigma IE058}{GE002}$	GE002 - Área urbana total, incluindo áreas urbanas isoladas;	Metros cúbicos por quilômetros quadrados
	IE058 - Capacidade de reservação.	
Finalidade: Medir o volume total dos reservatórios de amortecimento em relação à área urbana.		
14º) IN 051 - DENSIDADE DE CAPTAÇÕES DE ÁGUAS PLUVIAIS NA ÁREA URBANA		
EQUAÇÃO	INFORMAÇÕES ENVOLVIDAS	UNIDADES
	GE002 - Área urbana total, incluindo áreas urbanas isoladas;	Unidades por quilômetro quadrado
$\frac{IE021 + IE022}{GE002}$	IE021 - Quantidade de bocas de lobo existentes no município;	
	IE022 - Quantidade de bocas de leão ou bocas de lobo múltiplas (duas ou mais bocas de lobo conjugadas) existentes no município.	
Finalidade: Medir a relação entre a extensão de vias urbanas com canais subterrâneos e a extensão total de vias urbanas.		

Fonte: Adaptado de SNIS (2019).

**Anexo 6 – Lista dos Municípios Estudados na análise inicial e seus respectivos Índices LIRAA.**

**ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO**

Nº	IIP	CLASSIF. IIP	Município	UF	Nº	IIP	CLASSIF. IIP	Município	UF
1	0	Satisfatório	Piranhas	AL	108	0,8	Satisfatório	Barbacena	MG
2	0	Satisfatório	Abaré	BA	109	0,8	Satisfatório	Conceição das Alagoas	MG
3	0	Satisfatório	Caturama	BA	110	0,8	Satisfatório	Pedro Leopoldo	MG
4	0	Satisfatório	Curaçá	BA	111	0,8	Satisfatório	Três Pontas	MG
5	0	Satisfatório	Laje	BA	112	0,8	Satisfatório	Águas de Lindóia	SP
6	0	Satisfatório	Santa Rita de Cássia	BA	113	0,85	Satisfatório	Lobato	PR
7	0	Satisfatório	Quixelô	CE	114	0,9	Satisfatório	Santa Inês	BA
8	0	Satisfatório	Bela Vista de Goiás	GO	115	0,9	Satisfatório	Brasília	DF
9	0	Satisfatório	Buriti Alegre	GO	116	0,9	Satisfatório	Itumbiara	GO
10	0	Satisfatório	Ceres	GO	117	0,9	Satisfatório	Itapecerica	MG
11	0	Satisfatório	Goianira	GO	118	0,9	Satisfatório	Itaúna	MG
12	0	Satisfatório	Itaberaí	GO	119	0,9	Satisfatório	Terra Rica	PR
13	0	Satisfatório	Luziânia	GO	120	0,9	Satisfatório	Orlândia	SP
14	0	Satisfatório	Morrinhos	GO	121	0,9	Satisfatório	Santo André	SP
15	0	Satisfatório	Rio Quente	GO	122	1	Alerta	Maceió	AL
16	0	Satisfatório	São Miguel do Araguaia	GO	123	1	Alerta	Divinópolis	MG
17	0	Satisfatório	Guanhães	MG	124	1	Alerta	Vespasiano	MG
18	0	Satisfatório	Passabém	MG	125	1	Alerta	Barretos	SP
19	0	Satisfatório	Poços de Caldas	MG	126	1	Alerta	Dois Córregos	SP
20	0	Satisfatório	Ponte Nova	MG	127	1,1	Alerta	Candeias	BA
21	0	Satisfatório	Soledade de Minas	MG	128	1,1	Alerta	Serrana	SP

22	0	Satisfatório	Colorado	PR	129	1,2	Alerta	Capela	AL
23	0	Satisfatório	Araçoiaba da Serra	SP	130	1,2	Alerta	Mata de São João	BA
24	0	Satisfatório	Chavantes	SP	131	1,2	Alerta	Igarapé	MG
25	0	Satisfatório	Elisiário	SP	132	1,2	Alerta	Juatuba	MG
26	0	Satisfatório	Iracemápolis	SP	133	1,3	Alerta	Glória	BA
27	0	Satisfatório	Lençóis Paulista	SP	134	1,3	Alerta	Itaparica	BA
28	0	Satisfatório	Patrocínio Paulista	SP	135	1,3	Alerta	Colatina	ES
29	0	Satisfatório	Pirajuí	SP	136	1,3	Alerta	Itauçu	GO
30	0	Satisfatório	Severínia	SP	137	1,3	Alerta	Carmo de Minas	MG
31	0	Satisfatório	Colinas do Tocantins	TO	138	1,3	Alerta	Campos dos Goytacazes	RJ
32	0,0015	Satisfatório	Guaraí	TO	139	1,3	Alerta	Ribeirão Preto	SP
33	0,003	Satisfatório	Lagoa Santa	MG	140	1,4	Alerta	Feira de Santana	BA
34	0,0040	Satisfatório	Tocantinópolis	TO	141	1,4	Alerta	Santo Estêvão	BA
35	0,1	Satisfatório	Jussara	GO	142	1,4	Alerta	Manhumirim	MG
36	0,1	Satisfatório	Novo Gama	GO	143	1,4	Alerta	Recreio	MG
37	0,1	Satisfatório	Palmeiras de Goiás	GO	144	1,4	Alerta	São Joaquim da Barra	SP
38	0,1	Satisfatório	Planaltina	GO	145	1,5	Alerta	Aracruz	ES
39	0,1	Satisfatório	Valparaíso de Goiás	GO	146	1,5	Alerta	Lorena	SP
40	0,1	Satisfatório	Viçosa	MG	147	1,6	Alerta	Miguel Calmon	BA
41	0,1	Satisfatório	Costa Rica	MS	148	1,6	Alerta	Andirá	PR
42	0,1	Satisfatório	Paragominas	PA	149	1,6	Alerta	Cravinhos	SP
43	0,1	Satisfatório	Louveira	SP	150	1,7	Alerta	Jacobina	BA
44	0,1	Satisfatório	Mauá	SP	151	1,7	Alerta	Ipanema	MG
45	0,1	Satisfatório	Valinhos	SP	152	1,7	Alerta	São João da Ponte	MG



46	0,1	Satisfatório	Gurupi	TO	153	1,7	Alerta	Pontes e Lacerda	MT
47	0,1	Satisfatório	Porto Nacional	TO	154	1,7	Alerta	Jaguapitã	PR
48	0,2	Satisfatório	Luís Eduardo Magalhães	BA	155	1,8	Alerta	Itajá	GO
49	0,2	Satisfatório	Santa Maria da Vitória	BA	156	1,8	Alerta	Matozinhos	MG
50	0,2	Satisfatório	Crato	CE	157	1,9	Alerta	Conceição do Coité	BA
51	0,2	Satisfatório	Anápolis	GO	158	1,9	Alerta	Porto Velho	RO
52	0,2	Satisfatório	Aparecida de Goiânia	GO	159	2	Alerta	Jaboticabal	SP
53	0,2	Satisfatório	Iporá	GO	160	2,2	Alerta	Conceição da Feira	BA
54	0,2	Satisfatório	Rubiataba	GO	161	2,2	Alerta	São Sebastião do Passé	BA
55	0,2	Satisfatório	Porto Real	RJ	162	2,2	Alerta	Francisco Sá	MG
56	0,2	Satisfatório	Itu	SP	163	2,3	Alerta	União dos Palmares	AL
57	0,2	Satisfatório	Mogi Mirim	SP	164	2,3	Alerta	Salvador	BA
58	0,2	Satisfatório	Paraíso do Tocantins	TO	165	2,3	Alerta	Cacoal	RO
59	0,3	Satisfatório	Icó	CE	166	2,4	Alerta	Jaguariúna	SP
60	0,3	Satisfatório	Iguatu	CE	167	2,5	Alerta	Vera Cruz	BA
61	0,3	Satisfatório	Formosa	GO	168	2,6	Alerta	Santo Amaro	BA
62	0,3	Satisfatório	Goianésia	GO	169	2,7	Alerta	Santa Cruz Cabralia	BA
63	0,3	Satisfatório	Goiânia	GO	170	2,7	Alerta	Una	BA
64	0,3	Satisfatório	Itaguara	MG	171	2,8	Alerta	Brumado	BA
65	0,3	Satisfatório	São Joaquim de Bicas	MG	172	2,9	Alerta	Santana do Ipanema	AL
66	0,3	Satisfatório	Cajobi	SP	173	3	Alerta	Batalha	AL
67	0,3	Satisfatório	Guapiaçu	SP	174	3,1	Alerta	Tucano	BA
68	0,3	Satisfatório	Jacareí	SP	175	3,1	Alerta	Vitória da Conquista	BA
69	0,3	Satisfatório	Lucélia	SP	176	3,1	Alerta	Peruíbe	SP



70	0,3	Satisfatório	Mongaguá	SP	177	3,2	Alerta	Guanambi	BA
71	0,3	Satisfatório	Pirangi	SP	178	3,3	Alerta	Rio Branco	AC
72	0,3	Satisfatório	Tambaú	SP	179	3,4	Alerta	Euclides da Cunha	BA
73	0,4	Satisfatório	Ubaíra	BA	180	3,4	Alerta	Montes Claros	MG
74	0,4	Satisfatório	Guaçuí	ES	181	3,5	Alerta	Canaã dos Carajás	PA
75	0,4	Satisfatório	Niquelândia	GO	182	3,7697	Alerta	São Francisco do Conde	BA
76	0,4	Satisfatório	Sanclerlândia	GO	183	3,8	Alerta	Camaçari	BA
77	0,4	Satisfatório	São Luís de Montes Belos	GO	184	3,8	Alerta	Maragogipe	BA
78	0,4	Satisfatório	Betim	MG	185	3,8	Alerta	Belo Oriente	MG
79	0,4	Satisfatório	Ibiá	MG	186	3,8	Alerta	Santa Cruz	RN
80	0,4	Satisfatório	Dourados	MS	187	3,9	Alerta	Encruzilhada	BA
81	0,4	Satisfatório	Araras	SP	188	4	Risco	Barra do Bugres	MT
82	0,4	Satisfatório	Bertioga	SP	189	4,1	Risco	Iuiú	BA
83	0,4	Satisfatório	Manduri	SP	190	4,7	Risco	Entre Rios	BA
84	0,4	Satisfatório	São Carlos	SP	191	4,7	Risco	Buritirana	MA
85	0,4121	Satisfatório	Dias d'Ávila	BA	192	4,7	Risco	Várzea Grande	MT
86	0,5	Satisfatório	Madre de Deus	BA	193	4,8	Risco	Catuti	MG
87	0,5	Satisfatório	Araguari	MG	194	4,8	Risco	Tangará da Serra	MT
88	0,5	Satisfatório	Contagem	MG	195	5,2	Risco	Itambé	BA
89	0,5	Satisfatório	Sacramento	MG	196	5,3	Risco	Cuiabá	MT
90	0,5	Satisfatório	Buritama	SP	197	5,6	Risco	Governador Valadares	MG
91	0,5	Satisfatório	Guarulhos	SP	198	5,8	Risco	Serrinha	BA
92	0,5	Satisfatório	Tietê	SP	199	6	Risco	Jequié	BA
93	0,6	Satisfatório	Barreiras	BA	200	6,3	Risco	São Vicente	SP

94	0,6	Satisfatório	Simões Filho	BA	201	6,7	Risco	Jaguaquara	BA
95	0,6	Satisfatório	Trindade	GO	202	6,9	Risco	Santa Brígida	BA
96	0,6	Satisfatório	Funilândia	MG	203	7	Risco	Ruy Barbosa	BA
97	0,6	Satisfatório	Tupaciguara	MG	204	7	Risco	Serra Negra do Norte	RN
98	0,6	Satisfatório	Santo Antônio da Alegria	SP	205	7,1	Risco	Ilhéus	BA
99	0,7	Satisfatório	Guapé	MG	206	7,1	Risco	São Mateus	ES
100	0,7	Satisfatório	Cordilheira Alta	SC	207	7,2	Risco	Santa Luzia	MG
101	0,7	Satisfatório	Conchal	SP	208	7,9	Risco	Itiúba	BA
102	0,7	Satisfatório	Palmital	SP	209	8	Risco	Jaguarari	BA
103	0,8	Satisfatório	Juazeiro	BA	210	8,9	Risco	Paranaguá	PR
104	0,8	Satisfatório	Mucuri	BA	211	9,7	Risco	Riachão do Jacuípe	BA
105	0,8	Satisfatório	Paulo Afonso	BA	212	15,3	Risco	Itabuna	BA
106	0,8	Satisfatório	Santo Antônio de Jesus	BA	213	100	Risco	Carinhanha	BA
107	0,8	Satisfatório	Caxias	MA	214	100	Risco	Chorrochó	BA

Fonte: O autor (2019).

### MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Nº	IIP	CLASSIF. IIP	Município	Estado
1	0	Satisfatório	Chopinzinho	PR
2	0	Satisfatório	Pinhão	PR
3	0	Satisfatório	Quatis	RJ
4	0	Satisfatório	Natal	RN
5	0	Satisfatório	Porto Alegre	RS
6	0	Satisfatório	Santa Bárbara do Sul	RS
7	0	Satisfatório	Taquara	RS
8	0	Satisfatório	Altair	SP
9	0,2	Satisfatório	Olímpia	SP
10	0,5	Satisfatório	Americana	SP
11	0,5	Satisfatório	Santos	SP
12	0,6	Satisfatório	Itajubá	MG
13	0,9	Satisfatório	Castelo	ES

14	1,4	Alerta	Marechal Cândido Rondon	PR
15	1,5	Alerta	Lorena	SP
16	1,66	Alerta	Quatro Pontes	PR
17	2,2	Alerta	Itajaí	SC
18	2,5	Alerta	Carazinho	RS
19	2,7	Alerta	Rolândia	PR
20	4,03	Risco	Maripá	PR
21	4,4	Risco	Itaipulândia	PR
22	5,01	Risco	Rio Branco	AC

Fonte: O autor (2019).

### DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Nº	IIP	CLASSIF. IIP	Município	UF	Nº	IIP	CLASSIF. IIP	Município	UF
1	0	Satisfatório	Itarema	CE	39	0,5	Satisfatório	Guarulhos	SP
2	0	Satisfatório	Bertópolis	MG	40	0,5	Satisfatório	Marília	SP
3	0	Satisfatório	Arandu	SP	41	0,5	Satisfatório	Osasco	SP
4	0	Satisfatório	Campos do Jordão	SP	42	0,5	Satisfatório	Três Lagoas	MS
5	0	Satisfatório	Lençóis Paulista	SP	43	0,7	Satisfatório	Juiz de Fora	MG
6	0	Satisfatório	Curitiba	PR	44	0,7	Satisfatório	Rio das Ostras	RJ
7	0	Satisfatório	Guarapuava	PR	45	0,7	Satisfatório	Francisco Morato	SP
8	0	Satisfatório	Garopaba	SC	46	0,7	Satisfatório	Tanabi	SP
9	0	Satisfatório	Canguçu	RS	47	0,8	Satisfatório	Maracanaú	CE
10	0	Satisfatório	Caxias do Sul	RS	48	0,8	Satisfatório	Rio de Janeiro	RJ
11	0	Satisfatório	Porto Alegre	RS	49	0,8	Satisfatório	Santana de Parnaíba	SP
12	0	Satisfatório	Rondinha	RS	50	0,8	Satisfatório	São José do Rio Preto	SP
13	0	Satisfatório	Piracanjuba	GO	51	0,9	Satisfatório	Bauru	SP
14	0,002	Satisfatório	Guaraí	TO	52	0,9	Satisfatório	Santo André	SP
15	0,1	Satisfatório	Paragominas	PA	53	0,9	Satisfatório	Naviraí	MS

16	0,1	Satisfatório	Diadema	SP	54	0,9	Satisfatório	Brasília	DF
17	0,1	Satisfatório	Mauá	SP	55	1	Alerta	Aracaju	SE
18	0,1	Satisfatório	São Bernardo do Campo	SP	56	1,1	Alerta	Sorocaba	SP
19	0,1	Satisfatório	São João da Boa Vista	SP	57	1,1	Alerta	Água Boa	MT
20	0,1	Satisfatório	Valinhos	SP	58	1,1	Alerta	Nova Mutum	MT
21	0,2	Satisfatório	Araguaína	TO	59	1,2	Alerta	Mata de São João	BA
22	0,2	Satisfatório	Campinas	SP	60	1,2	Alerta	Elói Mendes	MG
23	0,2	Satisfatório	Itu	SP	61	1,2	Alerta	Uberaba	MG
24	0,3	Satisfatório	Belo Horizonte	MG	62	1,27	Alerta	Recife	PE
25	0,3	Satisfatório	Jaú	SP	63	1,3	Alerta	Bonito	MS
26	0,3	Satisfatório	Tambaú	SP	64	1,4	Alerta	Santo Estêvão	BA
27	0,3	Satisfatório	Pato Branco	PR	65	1,6	Alerta	Santarém	PA
28	0,4	Satisfatório	Nova Lima	MG	66	1,7	Alerta	Campo Grande	MS
29	0,4	Satisfatório	Araras	SP	67	1,9	Alerta	Itapevi	SP
30	0,4	Satisfatório	Hortolândia	SP	68	1,9	Alerta	Nova Londrina	PR
31	0,4	Satisfatório	Limeira	SP	69	2	Alerta	Colíder	MT
32	0,4	Satisfatório	Mineiros	GO	70	2,1	Alerta	Goianinha	RN
33	0,47	Satisfatório	São Paulo	SP	71	2,3	Alerta	Maracaju	MS
34	0,5	Satisfatório	João Pessoa	PB	72	2,7	Alerta	Rolândia	PR
35	0,5	Satisfatório	Contagem	MG	73	3,4	Alerta	Montes Claros	MG
36	0,5	Satisfatório	Mucurici	ES	74	4,1	Risco	Canoas	RS
37	0,5	Satisfatório	Araraquara	SP	75	4,8	Risco	Tangará da Serra	MT
38	0,5	Satisfatório	Bariri	SP	76	5,6	Risco	Governador Valadares	MG

Fonte: A autora (2019).