



**Uema**  
UNIVERSIDADE ESTADUAL  
DO MARANHÃO

**CODEVASF** 



**SANEAMENTO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO  
RIO ITAPECURU (MA)**

**Volume III**

**COLEÇÃO PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS  
DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU-MA**

**São Luís - MA  
2025**



**Uema**  
UNIVERSIDADE ESTADUAL  
DO MARANHÃO

**CODEVASF** 

## Saneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru - MA

### EDITOR RESPONSÁVEL

Jeanne Ferreira de Sousa da Silva

### CONSELHO EDITORIAL

Alan Kardec Gomes Pachêco Filho

Ana Lucia Abreu Silva

Ana Lúcia Cunha Duarte

Cynthia Carvalho Martins

Eduardo Aurélio Barros Aguiar

Emanoel Cesar Pires de Assis

Denise Maia Pereira

Fabíola Hesketh de Oliveira

Helciane de Fátima Abreu Araújo

Helidacy Maria Muniz Corrêa

Jackson Ronie Sá da Silva

José Roberto Pereira de Sousa

José Sampaio de Mattos Jr

Luiz Carlos Araújo dos Santos

Marcos Aurélio Saquet

Maria Medianeira de Souza

Maria Claudene Barros

Rosa Elizabeth Acevedo Marin

Wilma Peres Costa

Diagramação: Letícia Pontes, Danúbio Campos, Elienê Pontes e Hauanen Rocha

Saneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru - MA. [recurso eletrônico]./ organizadores Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias, Elienê Pontes Araújo, Luiz Carlos Araújo dos Santos, Jucivan Ribeiro Lopes. Ariadne Enes Rocha, Karina Suzana Feitosa Pinheiro, Paulo Henrique Aragão Catunda. São Luís - MA: EDUEMA, 2025.

195p.il.col. (Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru- MA; v.3)

Livro eletrônico

ISBN: 978-85-8227-580-1

1. Geociências. 2. Gestão de Recursos Hídricos. 3. Saneamento Ambiental. 4. Planejamento Territorial 5. Maranhão (Estado). I. Dias, Luiz Jorge Bezerra da Silva.[et.al.] II. CODEVASF. III UEMA. IV. FAPEAD. V.Título.

CDU: 628(812.1)

Elaborado por Luciana de Araújo - CRB 13/445



**PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU (PRH-ITAPECURU)**  
**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO/NÚCLEO GEOAMBIENTAL - NUGEO/UEMA**  
**SANEAMENTO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU (MA)**

<b>GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO</b>	<b>REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL</b>
<b>CARLOS ORLEANS BRANDÃO JUNIOR</b> GOVERNADOR	<b>LUIZ INÁCIO LULA DA SILVA</b> PRESIDENTE
<b>FELIPE COSTA CAMARÃO</b> VICE GOVERNADOR	<b>GERALDO JOSÉ RODRIGUES ALCKMIN FILHO</b> VICE PRESIDENTE
<b>UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA</b>	<b>COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA - CODEVASF</b>
<b>WALTER CANALES SANT'ANA</b> REITOR	<b>ANTÔNIO WALDEZ GÓES DA SILVA</b> MINISTRO DA INTEGRAÇÃO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL
<b>PAULO HENRIQUE ARAGÃO CATUNDA</b> VICE-REITOR	<b>MARCELO ANDRADE MOREIRA PINTO</b> DIRETOR-PRESIDENTE DA CODEVASF
<b>ILKA MÁRCIA RIBEIRO DE SOUZA SERRA</b> PRÓ-REITORA DE EXTENSÃO E ASSUNTOS ESTUDANTIS	<b>JOSE VIVALDO SOUZA DE MENDONÇA FILHO</b> DIRETOR DA ÁREA DE REVITALIZAÇÃO E SUSTENTABILIDADE SOCIOAMBIENTAL
<b>MARCELO CHECHE GALVES</b> PRÓ-REITOR DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO	<b>CLOVIS LUÍS PAZ OLIVEIRA</b> SUPERINTENDENTE REGIONAL DA CODEVASF/8ºSR
<b>LUIZ JORGE BEZERRA DA SILVA DIAS</b> COORDENADOR DO CONVENIO N 8.088.00/2016-CODEVASF -UEMA (SICONV N 842341/2016)	<b>ADENILSON KERLISSON CARVALHO DE OLIVEIRA</b> GERENTE DA 8ª GERÊNCIA REGIONAL DE REVITALIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL DA CODEVASF/8ºSR
<b>JUCIVAN RIBEIRO LOPES</b> COORDENADOR DO NÚCLEO GEOAMBIENTAL	<b>VIRLEY GARDENY LIMA SENA</b> CHEFE DA UNIDADE REGIONAL DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL E ADMINISTRAÇÃO FUNDIÁRIA DA CODEVASF/8ºSR
<b>ELIENÊ PONTES DE ARAÚJO</b> COORDENADORA DE PROJETOS DO NÚCLEO GEOAMBIENTAL	<b>WELLIAN MOREIRA DOS SANTOS</b> FISCAL DO CONVENIO Nº 8.088.00/2016-CODEVASF-UEMA

**EQUIPE TÉCNICA**

**EQUIPE DE COORDENAÇÃO E PLANEJAMENTO**

LUIZ JORGE BEZERRA DA SILVA DIAS (COORD.)  
ELIENÊ PONTES DE ARAÚJO  
LUIZ CARLOS ARAÚJO DOS SANTOS  
JUCIVAN RIBEIRO LOPES  
ARIADNE ENES ROCHA  
KARINA SUZANA FEITOSA PINHEIRO  
PAULO HENRIQUE DE ARAGÃO CATUNDA

**SANEAMENTO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU (MA)**

KARINA SUZANA FEITOSA PINHEIRO  
LETÍCIA PONTES DE ARAÚJO CAVALCANTE  
LEILA MARIA FEITOSA PINHEIRO  
RONY LOPES LUNGUINHO  
JOSÉ AMARO NOGUEIRA

**GEOPROCESSAMENTO/BANCO DE DADOS/SIGWEB**

ELIENÊ PONTES DE ARAÚJO  
HAUANEN ARAÚJO ROCHA  
IDEVAN GUSMÃO SOARES  
DANÚBIO CAMPOS PINHEIRO  
JONY HERBETH ALMEIDA SILVA  
MÁRCIO ROBERTO BEZERRA FIALHO

**PROJETO GRÁFICO**

LETÍCIA PONTES DE ARAÚJO CAVALCANTE  
DANÚBIO CAMPOS PINHEIRO  
ELIENÊ PONTES DE ARAÚJO  
HAUANEN ARAÚJO ROCHA



**SANEAMENTO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU (MA)  
PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU**

**COORDENAÇÃO E PLANEJAMENTO:**

Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias  
Elienê Pontes de Araújo  
Luiz Carlos Araújo dos Santos  
Jucivan Ribeiro Lopes  
Ariadne Enes Rocha  
Karina Suzana Feitosa Pinheiro  
Paulo Henrique de Aragão Catunda

4

**AUTORES**

**SANEAMENTO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU (MA)**

Karina Suzana Feitosa Pinheiro  
Leticia Pontes de Araújo Cavalcante  
Leila Maria Feitosa Pinheiro  
Rony Lopes Lunguinho  
José Amaro Nogueira

**EDIÇÃO E DESIGN GRÁFICO:**

Leticia Pontes de Araújo Cavalcante, Danúbio Campos Pinheiro, Elienê Pontes de Araújo e Hauanen Araújo Rocha

## SUMÁRIO

<b>1. CONTEXTO GERAL.....</b>	<b>13</b>
<b>2. SANEAMENTO AMBIENTAL NO ALTO CURSO DA BACIA DO RIO ITAPECURU .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL DO ALTO CURSO .....</b>	<b>17</b>
2.1.1 Desempenho Operacional de Abastecimento Público do Alto Curso .....	18
<b>2.2 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO ALTO CURSO .....</b>	<b>42</b>
2.2.1 Índices de Atendimento do Esgotamento Sanitário do Alto Curso.....	42
2.2.2 Índice de Desempenho do Serviço de Esgotamento Sanitário – IDSES do Alto Curso.....	52
<b>2.3 SISTEMA DE GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DO ALTO CURSO .....</b>	<b>56</b>
<b>3. SANEAMENTO AMBIENTAL MÉDIO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU .....</b>	<b>77</b>
<b>3.1 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL DO MÉDIO CURSO .....</b>	<b>77</b>
3.1.1 Desempenho Operacional de Abastecimento Público do Médio Curso.....	77
<b>3.2 SISTEMA DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO MÉDIO CURSO .....</b>	<b>99</b>
3.2.1 Índices Atendimento do Esgotamento Sanitário do Médio Curso .....	99
3.2.2 Índice de Desempenho do Serviço de Esgotamento Sanitário – IDSES do Médio Curso .....	108
<b>3.3 SISTEMA DE GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DO MÉDIO CURSO .....</b>	<b>113</b>
<b>4. SANEAMENTO AMBIENTAL DO BAIXO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU .</b>	<b>127</b>
<b>4.1 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL DO BAIXO CURSO.....</b>	<b>127</b>
4.1.1 Desempenho Operacional de Abastecimento Público do Baixo Curso .....	127
4.1.2 Desempenho da Qualidade das Águas para Abastecimento.....	138
<b>4.2 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO BAIXO CURSO .....</b>	<b>149</b>
4.2.1 Índices Atendimento do Esgotamento Sanitário do Baixo Curso.....	149
4.2.2 Índice de Desempenho do Serviço de Esgotamento Sanitário – IDSES do Baixo Curso.....	158
<b>4.3 SISTEMA DE GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DO BAIXO CURSO .....</b>	<b>161</b>
<b>4.4 ÍNDICE DE SALUBRIDADE AMBIENTAL – ISA DO BAIXO CURSO .....</b>	<b>171</b>
<b>5. SÍNTESE DO SANEAMENTO AMBIENTAL NA BACIA DO RIO ITAPECURU.....</b>	<b>174</b>
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>191</b>
<b>7. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>193</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Comportamento do IN055 nos anos de 2016 e 2018. ....	20
<b>Figura 2:</b> Situação dos municípios do alto curso em relação ao IN055 % .....	20
<b>Figura 3:</b> Mapa do índice médio de atendimento urbano por rede de água (IN023) dos municípios com prestadores de serviços participantes do SNIS em 2018, distribuído por faixas percentuais, segundo estado. ...	22
<b>Figura 4:</b> Comportamento do IN023 nos anos de 2016 a 2018. ....	23
<b>Figura 5:</b> Situação dos municípios do alto curso em relação ao IN023 % .....	24
<b>Figura 6:</b> Consumo per capita de água entre os anos de 2016 e 2018 no alto curso da bacia do rio Itapecuru. ....	25
<b>Figura 7:</b> Consumo médio per capita de água (IN022) por município no alto curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru. ....	26
<b>Figura 8:</b> Consumo médio per capita de água no alto curso da bacia. ....	27
<b>Figura 9:</b> Índice de Consumo de Água (IN052) por município no alto curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru entre os anos de 2016 e 2018. ....	28
<b>Figura 10:</b> Índice de Consumo de Água (IN022) por município no alto curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru. ....	28
<b>Figura 11:</b> Panorama dos indicadores de abastecimento de água no alto curso do rio Itapecuru. ....	29
<b>Figura 12:</b> Indicadores de Avaliação Operacional do Tratamento das Águas para abastecimento. ....	32
<b>Figura 13:</b> Comportamento do Cloro Residual das águas para consumo (IN075/IN079). ....	33
<b>Figura 14:</b> Comportamento do cloro residual da água para abastecimento. ....	34
<b>Figura 15:</b> Padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção. ....	34
<b>Figura 16:</b> Comportamento da Turbidez das águas para consumo (IN076/IN080). ....	35
<b>Figura 17:</b> Comportamento do cloro residual da água para abastecimento. ....	36
<b>Figura 18:</b> Comportamento médio dos índices IN084 e IN085. ....	37
<b>Figura 19:</b> Padrão microbiológico da água para consumo humano. ....	37
<b>Figura 20:</b> Comportamento médio dos índices IN084 e IN085 entre os anos de 2016 a 2018. ....	39
<b>Figura 21:</b> Panorama dos indicadores de qualidade das águas para abastecimento no alto curso do rio Itapecuru. ....	40
<b>Figura 22:</b> Situação dos índices no ano de referência e situação de melhoria. ....	41
<b>Figura 23:</b> Mapa do índice médio de atendimento urbano por rede coletora de esgotos (IN024) dos municípios com prestadores de serviços participantes do SNIS em 2018, distribuído por faixas percentuais, segundo estado. ....	43
<b>Figura 24:</b> Índice de atendimento do esgoto sem coleta e sem tratamento. ....	45
<b>Figura 25:</b> Índice de atendimento do esgoto com soluções individuais. ....	45
<b>Figura 26:</b> Índice de atendimento do esgoto com coleta e sem tratamento. ....	46
<b>Figura 27:</b> Vazão gerada de esgoto sem coleta e sem tratamento. ....	46
<b>Figura 28:</b> Carga gerada de esgoto sem coleta e sem tratamento. ....	48
<b>Figura 29:</b> Carga gerada de esgoto com soluções individuais. ....	48
<b>Figura 30:</b> Carga gerada de esgoto com coleta e sem tratamento. ....	49
<b>Figura 31:</b> Carga lançada de esgoto com soluções individuais. ....	49
<b>Figura 32:</b> Panorama do atendimento do esgotamento sanitário no alto curso da bacia do rio Itapecuru. ....	50
<b>Figura 33:</b> Panorama da carga gerada do esgotamento sanitário no alto curso da bacia do rio Itapecuru. ....	51
<b>Figura 34:</b> Espacialização do Índice de Desempenho do Serviço de Esgotamento Sanitário (IDSES) para os municípios do alto curso da bacia do rio Itapecuru. ....	55
<b>Figura 35:</b> Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO dos municípios participantes do SNIS em relação à população urbana (indicador IN016), segundo macrorregião Geográfica. ....	57
<b>Figura 36:</b> Percentuais de municípios participantes do SNIS, segundo faixas da taxa de .....	57

<b>Figura 37:</b> Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO dos municípios participantes.....	58
<b>Figura 38:</b> Representação espacial da taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO.....	59
<b>Figura 39:</b> Representação espacial da taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO dos municípios participantes do SNIS em relação à população urbana (IN016) - Macrorregião Nordeste. ....	59
<b>Figura 40:</b> Gráfico do comportamento da Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana (IN016). ....	61
<b>Figura 41:</b> Gráfico do comportamento da Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população total do município (IN015). ....	62
<b>Figura 42:</b> Estimativa do déficit do serviço de coleta de RDO em relação à população.....	63
<b>Figura 43:</b> Gráfico do comportamento da Taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta (porta-a-porta) da população urbana do município (IN014). ....	64
<b>Figura 44:</b> Massa coletada (RDO+RPU) per capita dos municípios participantes do SNIS .....	65
<b>Figura 45:</b> Gráfico Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana – IN021_RS entre os anos de 2016 a 2018. ....	67
<b>Figura 46:</b> Massa coletada (RDO+RPU) per capita dos municípios brasileiros participantes do SNIS em relação à população total atendida declarada pelo município (indicador IN028), .....	67
<b>Figura 47:</b> Gráfico Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana – IN028_RS entre os anos de 2016 e 2018. ....	69
<b>Figura 48:</b> Abrangência do serviço de coleta seletiva de RDO dos municípios, por modalidade, segundo macrorregião geográfica. ....	70
<b>Figura 49:</b> Existência de catadores de materiais recicláveis. ....	71
<b>Figura 50:</b> Serviço de coleta realizado por autônomos com a utilização de caminhões ou carroceria. ....	71
<b>Figura 51:</b> Serviço de coleta de RCC utilizando-se carroças ou veículos.....	72
<b>Figura 52:</b> Execução de coleta diferenciada de RCC. ....	72
<b>Figura 53:</b> Resíduos Sólidos encaminhados a outro município. ....	73
<b>Figura 54:</b> Resultado do ISA para os municípios do alto curso da bacia do rio Itapecuru. ....	75
<b>Figura 55:</b> Índice de Saneamento Ambiental – ISA dos municípios do alto curso da bacia do rio Itapecuru. ....	76
<b>Figura 56:</b> Comportamento do IN055 nos anos de 2016 a 2018. ....	79
<b>Figura 57:</b> Situação dos municípios do médio curso em relação ao IN055 %. ....	79
<b>Figura 58:</b> Comportamento do IN023 nos anos de 2016 a 2018. ....	81
<b>Figura 59:</b> Situação dos municípios do médio curso em relação ao IN023 %. ....	81
<b>Figura 60:</b> Consumo per capita de água entre os anos de 2016 e 2018 no médio curso da bacia do rio Itapecuru. ....	82
<b>Figura 61:</b> Consumo médio per capita de água (IN022) por município no médio curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru. ....	83
<b>Figura 62:</b> Consumo médio per capita de água no médio curso da bacia. ....	83
<b>Figura 63:</b> Índice de Consumo de Água (IN052) por município no médio curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru entre os anos de 2016 e 2018. ....	85
<b>Figura 64:</b> Índice de Consumo de Água (IN052) por município no médio curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru. ....	85
<b>Figura 65:</b> Panorama dos indicadores de abastecimento de água no médio curso do rio Itapecuru.....	86
<b>Figura 66:</b> Indicadores de Avaliação Operacional do Tratamento das Águas para abastecimento. ....	88
<b>Figura 67:</b> Comportamento do Cloro Residual das águas para consumo (IN075/IN079). ....	89
<b>Figura 68:</b> Comportamento do cloro residual da água para abastecimento fora do padrão (IN075) entre os anos de 2016 e 2018. ....	90
<b>Figura 69:</b> Comportamento do cloro residual da água para abastecimento em conformidade (IN079) entre os anos de 2016 e 2018. ....	90

<b>Figura 70:</b> Padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção. ....	91
<b>Figura 71:</b> Comportamento da Turbidez das águas para consumo (IN076/IN080). ....	92
<b>Figura 72:</b> Comportamento da Turbidez fora do padrão. ....	92
<b>Figura 73:</b> Comportamento da Turbidez fora do padrão em conformidade. ....	93
<b>Figura 74:</b> Comportamento médio dos índices IN084 e IN085. ....	94
<b>Figura 75:</b> Padrão microbiológico da água para consumo humano. ....	94
<b>Figura 76:</b> Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão x População municipal. ....	95
<b>Figura 77:</b> Comportamento médio dos índices IN084 e IN085 entre os anos de 2016 a 2018. ....	96
<b>Figura 78:</b> Panorama dos indicadores de qualidade das águas para abastecimento no médio curso do rio Itapecuru. ....	98
<b>Figura 79:</b> Índice de atendimento do esgoto sem coleta e sem tratamento (%). ....	100
<b>Figura 80:</b> Índice de atendimento do esgoto com soluções individuais (%). ....	100
<b>Figura 81:</b> Índice de atendimento do esgoto com coleta e sem tratamento (%). ....	101
<b>Figura 82:</b> Vazão gerada de esgoto sem coleta e sem tratamento. ....	102
<b>Figura 83:</b> Carga gerada de esgoto sem coleta e sem tratamento. ....	103
<b>Figura 84:</b> Carga gerada de esgoto com soluções individuais. ....	104
<b>Figura 85:</b> Carga gerada de esgoto com coleta e sem tratamento. ....	104
<b>Figura 86:</b> Panorama do atendimento do esgotamento sanitário no médio curso da bacia do rio Itapecuru. ....	106
<b>Figura 87:</b> Panorama da carga gerada total do esgotamento sanitário no médio curso da bacia do rio Itapecuru. ....	107
<b>Figura 88:</b> Espacialização do Índice de Desempenho do Serviço de Esgotamento Sanitário (IDSES) para os municípios do médio curso da bacia do rio Itapecuru. ....	112
<b>Figura 89:</b> Gráfico do comportamento da Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana (IN016). ....	114
<b>Figura 90:</b> Gráfico do comportamento da Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população total do município (IN015). ....	115
<b>Figura 91:</b> Gráfico do comportamento da Taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta (porta-a-porta) da população urbana do município (IN014). ....	117
<b>Figura 92:</b> Gráfico Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana – IN021_RS entre os anos de 2016 a 2018. ....	119
<b>Figura 93:</b> Massa coletada (RDO+RPU) per capita dos municípios participantes do SNIS em relação à população total atendida declarada pelo município (indicador IN028), ....	120
<b>Figura 94:</b> Gráfico Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana – IN028_RS entre os anos de 2016 a 2018. ....	121
<b>Figura 95:</b> Existência de catadores de materiais recicláveis. ....	122
<b>Figura 96:</b> Serviço de coleta realizado por autônomos com a utilização de caminhões ou carroceria. ....	122
<b>Figura 97:</b> Serviço de coleta de RCC utilizando-se carroças ou veículos. ....	123
<b>Figura 98:</b> Execução de coleta diferenciada de RCC. ....	123
<b>Figura 99:</b> Resíduos Sólidos enviados para outros municípios. ....	124
<b>Figura 100:</b> Resultado do ISA para os municípios do médio curso da bacia do rio Itapecuru. ....	125
<b>Figura 101:</b> Índice de Saneamento Ambiental – ISA dos municípios do médio curso da bacia do rio Itapecuru. ....	126
<b>Figura 102:</b> Comportamento do IN055 nos anos de 2016 a 2018. ....	129
<b>Figura 103:</b> Situação dos municípios do baixo curso em relação ao IN055 %. ....	129
<b>Figura 104:</b> Comportamento do IN023 nos anos de 2016 a 2018. ....	131
<b>Figura 105:</b> Situação dos municípios do baixo curso em relação ao IN023 %. ....	131

<b>Figura 106:</b> Consumo per capita de água entre os anos de 2016 e 2018 no baixo curso da bacia do rio Itapecuru.....	132
<b>Figura 107:</b> Consumo médio per capita de água (IN022) por município no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru.....	133
<b>Figura 108:</b> Consumo médio per capita de água no baixo curso da bacia.....	134
<b>Figura 109:</b> Índice de Consumo de Água (IN052) por município no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru entre os anos de 2016 a 2018.....	135
<b>Figura 110:</b> Índice de Consumo de Água (IN052) por município no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru.....	136
<b>Figura 111:</b> Panorama dos indicadores de abastecimento de água no baixo curso do rio Itapecuru.....	137
<b>Figura 112:</b> Indicadores de Avaliação Operacional do Tratamento das Águas para abastecimento.....	139
<b>Figura 113:</b> Comportamento do Cloro Residual das águas para consumo (IN075/IN079).....	140
<b>Figura 114:</b> Comportamento do cloro residual da água para abastecimento fora do padrão (IN075) entre os anos de 2016 e 2018.....	141
<b>Figura 115:</b> Comportamento do cloro residual da água para abastecimento em conformidade (IN079) entre os anos de 2016 e 2018.....	141
<b>Figura 116:</b> Padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção.....	142
<b>Figura 117:</b> Comportamento da Turbidez das águas para consumo (IN076/IN080).....	143
<b>Figura 118:</b> Comportamento da Turbidez fora do padrão.....	143
<b>Figura 119:</b> Comportamento da Turbidez fora do padrão em conformidade.....	144
<b>Figura 120:</b> Comportamento médio dos índices IN084 e IN085.....	145
<b>Figura 121:</b> Padrão microbiológico da água para consumo humano.....	145
<b>Figura 122:</b> Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão x População municipal.....	146
<b>Figura 123:</b> Comportamento médio dos índices IN084 e IN085 entre os anos de 2016 e 2018.....	147
<b>Figura 124:</b> Panorama dos indicadores de qualidade das águas para abastecimento no baixo curso do rio Itapecuru.....	148
<b>Figura 125:</b> Índice de atendimento do esgoto sem coleta e sem tratamento.....	150
<b>Figura 126:</b> Índice de atendimento do esgoto com soluções individuais.....	151
<b>Figura 127:</b> Índice de atendimento do esgoto com coleta e sem tratamento.....	151
<b>Figura 128:</b> Vazão gerada de esgoto sem coleta e sem tratamento.....	152
<b>Figura 129:</b> Carga gerada de esgoto sem coleta e sem tratamento.....	154
<b>Figura 130:</b> Carga gerada de esgoto com soluções individuais.....	154
<b>Figura 131:</b> Carga gerada de esgoto com coleta e sem tratamento.....	155
<b>Figura 132:</b> Carga lançada de esgoto com soluções individuais.....	155
<b>Figura 133:</b> Panorama do atendimento do esgotamento sanitário no baixo curso da bacia do rio Itapecuru.....	156
<b>Figura 134:</b> Panorama da carga gerada do esgotamento sanitário no baixo curso da bacia do rio Itapecuru... ..	157
<b>Figura 135:</b> Espacialização do Índice de Desempenho do Serviço de Esgotamento Sanitário (IDSES) para os municípios do baixo curso da bacia do rio Itapecuru.....	161
<b>Figura 136:</b> Gráfico do comportamento da Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana (IN016).....	163
<b>Figura 137:</b> Gráfico do comportamento da Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população total do município (IN015).....	164
<b>Figura 138:</b> Gráfico do comportamento da Taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta (porta-a-porta) da população urbana do município (IN014).....	165
<b>Figura 139:</b> Gráfico Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana – IN021_RS entre os anos de 2016 e 2017.....	166
<b>Figura 140:</b> Massa coletada (RDO+RPU) per capita dos municípios participantes do SNIS.....	167

<b>Figura 141:</b> Gráfico Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana – IN028_RS entre os anos de 2016 e 2017. ....	168
<b>Figura 142:</b> Existência de catadores de materiais recicláveis. ....	169
<b>Figura 143:</b> Serviço de coleta realizado por autônomos com a utilização de caminhões ou carroceria. ....	169
<b>Figura 144:</b> Serviço de coleta de RCC utilizando-se carroças ou veículos.....	170
<b>Figura 145:</b> Execução de coleta diferenciada de RCC. ....	170
<b>Figura 146:</b> Serviço de coleta realizado por autônomos com a utilização de caminhões ou carroceria. ....	171
<b>Figura 147:</b> Resultado do ISA para os municípios do médio curso da bacia do rio Itapecuru. ....	172
<b>Figura 148:</b> Índice de Saneamento Ambiental – ISA dos municípios do baixo curso da bacia do rio Itapecuru. ....	173
<b>Figura 149:</b> Sistema de Abastecimento Público de Água da Bacia do rio Itapecuru. ....	176
<b>Figura 150:</b> Distribuição da Carga Orgânica Gerada no Brasil e por Região Geográfica. ....	177
<b>Figura 151:</b> Sistema de Esgotamento Sanitário da Bacia do rio Itapecuru (Ano 2013). ....	178
<b>Figura 152:</b> Sistema de Esgotamento Sanitário da Bacia do rio Itapecuru (Ano 2013). ....	179
<b>Figura 153:</b> Representação espacial da taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO. ....	180
<b>Figura 154:</b> Painel do Sistema de Gestão dos Resíduos Sólidos no Alto Curso da Bacia do Itapecuru. ....	182
<b>Figura 155:</b> Painel do Sistema de Gestão dos Resíduos Sólidos no Médio Curso da Bacia do Itapecuru. ....	184
<b>Figura 156:</b> Painel do Sistema de Gestão dos Resíduos Sólidos no Baixo Curso da Bacia do Itapecuru. ....	186
<b>Figura 157:</b> Índice de Desempenho do Serviço de Esgotamento Sanitário (IDESE) da Bacia Hidrográfica do rio Itapecuru (Ano 2013). ....	188
<b>Figura 158:</b> Índice de Saneamento Ambiental (ISA) da Bacia Hidrográfica do rio Itapecuru (Ano 2013). ....	190

<b>Tabela 1:</b> Índice de Atendimento Total de Água (IN055%) do alto curso da bacia do rio Itapecuru de 2016 e 2018.....	19
<b>Tabela 2:</b> Índice de Atendimento Urbano de Água (IN023%) do alto curso da bacia do rio Itapecuru de 2016 a 2018.....	22
<b>Tabela 3:</b> Dados do índice de atendimento e vazão do esgoto.....	44
<b>Tabela 4:</b> Parcela de carga gerada e lançada em kg DBO/dia.....	47
<b>Tabela 5:</b> Valores médios dos indicadores selecionados.....	53
<b>Tabela 6:</b> Classificação do IDSES.....	54
<b>Tabela 7:</b> Índice de Desempenho do Serviço de Esgotamento Sanitário (IDSES) para os municípios do alto curso da bacia do rio Itapecuru.....	54
<b>Tabela 8:</b> Índice de Cobertura dos Serviços Domiciliar – RDO em relação a população urbana.....	60
<b>Tabela 9:</b> Índice de Cobertura dos Serviços Domiciliar – RDO em relação a população do município.....	61
<b>Tabela 10:</b> Índice de Cobertura dos Serviços Domiciliar – Taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta (porta-a-porta) da população urbana do município.....	63
<b>Tabela 11:</b> Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana – IN021_RS.....	66
<b>Tabela 12:</b> Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana – IN028_RS.....	68
<b>Tabela 13:</b> Condições de salubridade de acordo com o valor do ISA (%). .....	74
<b>Tabela 14:</b> ISA dos municípios do alto curso da bacia do rio Itapecuru.....	74
<b>Tabela 15:</b> Índice de Atendimento Total de Água (IN055%) do médio curso da bacia do rio Itapecuru de 2016 a 2018.....	78
<b>Tabela 16:</b> Índice de Atendimento Urbano de Água (IN023%) do médio curso da bacia do rio Itapecuru de 2016 a 2018.....	80
<b>Tabela 17:</b> Índice de Consumo de Água por Economia (IN052%) do médio curso da bacia do rio Itapecuru de 2016 a 2018.....	84
<b>Tabela 18:</b> Dados do índice de atendimento (%) e vazão do esgoto (L/s).....	99
<b>Tabela 19:</b> Parcela de carga gerada e lançada em kg DBO/dia.....	102
<b>Tabela 20:</b> Valores médios dos indicadores selecionados.....	109
<b>Tabela 21:</b> Índice de Desempenho do Serviço de Esgotamento Sanitário (IDSES) para os municípios do médio curso da bacia do rio Itapecuru.....	110
<b>Tabela 22:</b> Classificação do IDSES.....	111
<b>Tabela 23:</b> Índice de Cobertura dos Serviços Domiciliar – RDO em relação a população urbana.....	113
<b>Tabela 24:</b> Índice de Cobertura dos Serviços Domiciliar – RDO em relação a população do município.....	114
<b>Tabela 25:</b> Índice de Cobertura dos Serviços Domiciliar – Taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta (porta-a-porta) da população urbana do município.....	116
<b>Tabela 26:</b> Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana – IN021_RS.....	118
<b>Tabela 27:</b> Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana – IN028_RS.....	120
<b>Tabela 28:</b> ISA dos municípios do médio curso da bacia do rio Itapecuru.....	124
<b>Tabela 29:</b> Condições de salubridade de acordo com o valor do ISA (%). .....	125
<b>Tabela 30:</b> Índice de Atendimento Total de Água (IN055%) do baixo curso da bacia do rio Itapecuru de 2016 A 2018.....	128
<b>Tabela 31:</b> Índice de Atendimento Urbano de Água (IN023%) do baixo curso da bacia do rio Itapecuru de 2016 a 2018.....	130
<b>Tabela 32:</b> Índice de Consumo de Água por Economia (IN052%) do baixo curso da bacia do rio Itapecuru de 2016 a 2018.....	134
<b>Tabela 33:</b> Dados do índice de atendimento e vazão do esgoto.....	149
<b>Tabela 34:</b> Parcela de carga gerada e lançada em kg DBO/dia.....	153



Tabela 35: Valores médios dos indicadores selecionados. ....	159
<b>Tabela 36:</b> Índice de Desempenho do Serviço de Esgotamento Sanitário (IDSES) para os municípios do médio curso da bacia do rio Itapecuru.....	160
<b>Tabela 37:</b> Classificação do IDSES. ....	161
<b>Tabela 38:</b> Índice de Cobertura dos Serviços Domiciliar – RDO em relação a população urbana. ....	162
<b>Tabela 39:</b> Índice de Cobertura dos Serviços Domiciliar – RDO em relação a população do município. ....	163
<b>Tabela 40:</b> Índice de Cobertura dos Serviços Domiciliar – Taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta (porta-a-porta) da população urbana do município.....	164
<b>Tabela 41:</b> Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana – IN021_RS.....	166
<b>Tabela 42:</b> Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana – IN028_RS.....	167
<b>Tabela 43:</b> ISA dos municípios do médio curso da bacia do rio Itapecuru.....	171
<b>Tabela 44:</b> Condições de salubridade de acordo com o valor do ISA (%). ....	172
<b>Tabela 45:</b> Classificação do IDSES. ....	187
<b>Tabela 46:</b> Condições de salubridade de acordo com o valor do ISA (%). ....	189

## 1. CONTEXTO GERAL

No cotidiano das cidades, o saneamento básico e tratamento de água e esgoto são práticas de extrema importância entre o ambiente e a saúde, sintetizada pela palavra “Sanear”, oriunda do latim, que significa tornar saudável, higienizar e limpar. As preocupações com essa temática a nível mundial remota desde a idade Antiga, Média e Contemporânea, esta última, corresponde ao período de 1790 até os dias atuais.

Observa-se nos registros históricos sobre saneamento no Brasil, várias dificuldades, que ainda hoje existem, como: a falta de planejamento adequado; o volume insuficiente de investimentos; a deficiência na gestão das companhias de saneamento; a qualidade técnica dos projetos; a dificuldade para obter financiamentos e licenças de obras, culminando com a descontinuidade de políticas públicas de saneamento básico, durante a mudança de gestores públicos (legislativo e executivo) federal, estadual e principalmente municipal.

Com a promulgação da Constituição de 1988 e da lei Federal nº. 11.445/2007 (Lei Nacional do Saneamento Básico - LNSB), e a sua Interface com outras leis, o país assegurou o direito ao saneamento básico, definido como o conjunto dos serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejos de resíduos sólidos e de águas pluviais, cuja titularidade dos serviços de saneamento ficou a cargo dos municípios.

Todavia, durante esses 15 (quinze) anos, procurou-se implantar essa política, entretanto, até hoje na maior parte do Brasil tem a rede de água e esgoto atendida pelo próprio Estado e apenas 6% das cidades são atendidas pelo setor privado, segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, mais de 100 milhões de brasileiros não têm acesso ao sistema de esgoto e quase 35 milhões não têm acesso a água tratada.

Essa realidade, levou a criação da Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, a qual objetiva universalizar o acesso à água e qualificar ainda mais a prestação de serviço no setor, cuja meta é garantir que 99% da população brasileira tenha acesso à água potável e 90% ao tratamento e a coleta de esgoto até 2033.

A nova lei que revogou parte de legislações distintas, visando facilitar a implantação da política nacional de saneamento básico, a seguir destacadas: Lei nº 9.984/2000, (Art. 2º), Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA, passou a ter a seguinte redação: “... entidade federal

de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh) e responsável pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico;" Lei nº 10.768/2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos; Lei nº 11.107/2005, veda a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal; Lei nº 11.445/2007, aprimora as condições estruturais do saneamento básico no País; Lei nº 12.305/2010, trata de prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos; Lei nº 13.089/2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação a unidades regionais e a Lei nº 13.529/2017, autoriza a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados.

O marco legal do saneamento básico definido pela Lei 14.026/2020, determina ações unificadas da gestão pública para a implantação do saneamento básico, que anteriormente tinha nos territórios municipais a base para a sua implantação. A partir na nova lei, a instância federal instituirá normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico, dispondo de assessoria técnica qualificada nessa temática, a qual poderá vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos, como também, aprimorar as condições estruturais do saneamento, adequando prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, além de propiciar estudos de unidades regionais e financiamentos de serviços técnicos especializados. As normatizações deverão ser seguidas pelos entes federativos estaduais e municipais, para juntos implantarem a política em pauta.

O Estado do Maranhão, também teve idênticos problemas como os descritos no segundo parágrafo desta introdução, quando tivermos oportunidade de verificar in loco, em diversos municípios, estações de tratamento e redes de saneamento construídas, todavia, a interligação entre ambas não foi realizada. Comumente, após a conclusão da obra não houve entendimento entre os gestores públicos de quem ficaria responsável pela administração, se o município ou Estado? Assim, as obras concluídas e sem manutenção estão em péssimo estado, tornando-se desperdício do erário, visto que os serviços de saneamento não foram disponibilizados a sociedade.

O Governo do Estado promulgou a Lei Complementar nº. 239, em 30 de dezembro de 2021, que criou as microrregiões de saneamento básico em unidades territoriais do Estatuto da Metrópole, considerando a Lei.13.090/15, além da autarquia microrregional, intergovernamental de regime especial, com caráter deliberativo e normativo, e personalidade jurídica de direito público, na

qual os entes compartilham responsabilidades e ações em termos de organização, planejamento e execução das funções públicas de interesse comum por meio de um sistema integrado e articulado de planejamento, projetos, estruturação financeira, implementação, operação e coordenação. A referida lei complementar instituiu no Estado as Microrregiões de Saneamento Básico do Norte Maranhense, do Sul Maranhense, do Centro-Leste Maranhense e do Noroeste Maranhense, bem como sobre suas respectivas estruturas de governança.

Assim, os municípios que anteriormente haviam promulgado as suas Políticas municipais de Saneamento Básico, deverão adequar-se às legislações vigentes, Federal e Estadual. Pode-se afirmar que durante todo o processo de implantação dessa política, nos últimos 15 anos nos municípios maranhenses foram incipientes, visto os problemas enfrentados, acima citados, comprovado pelo baixo nível de informações sobre essa temática, disponível no SINS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.

Neste contexto, importante ressaltar, que resultado do Censo 2010 indica que a população brasileira se tornou mais urbana: em agosto de 2010, 84% dos 190.732.694 brasileiros viviam em áreas urbanas. O crescimento populacional em áreas urbanas, principalmente aquele resultante de migrações internas, implica em mais demanda de água potável em determinado período. Diante disso, o serviço, a infraestrutura e as instalações de abastecimento de água potável sofrem com o aumento das demandas e precisam estar constantemente projetando o futuro para que as obras necessárias sejam feitas em tempo adequado para a continuidade da oferta eficaz.

Portanto, para o atendimento adequado às demandas hídricas é necessário um conjunto de ações que impliquem na preservação da saúde da população. Neste cenário, o saneamento básico, que se constitui, como um conjunto de serviços e infraestrutura deve garantir água em quantidade necessária para o bem-estar de uma população, permitindo-lhe a realização de diversas atividades econômicas. Essa água deve cumprir com uma série de características que indicam qualidade adequada para a manutenção da saúde de todos os habitantes. E para que essa condição seja atendida, são realizadas ações que vão além das atividades para o fornecimento de água para consumo, como preceitua a atual legislação sobre saneamento (Lei Federal Lei no. 14.026/2020).

O termo saneamento básico, segundo a Lei Federal Lei no. 14.026 de julho de 2020, configura-se com um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais, para o atendimento do(a):

a) **abastecimento de água potável**: constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e seus instrumentos de medição;

b) **esgotamento sanitário**: constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias à coleta, ao transporte, ao tratamento e à disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até sua destinação final para produção de água de reuso ou seu lançamento de forma adequada no meio ambiente;

c) **limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos**: constituídos pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais de coleta, varrição manual e mecanizada, asseio e conservação urbana, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana; e;

d) **drenagem e manejo das águas pluviais urbanas**: constituídos pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes.

Neste seguimento, entende-se, que o saneamento básico através de um conjunto de ações visa a preservação ou modificação das condições ambientais, com intuito de prevenir doenças e promover a saúde, melhorar a qualidade de vida da população e a produtividade, facilitando a atividade econômica.

Diante da necessidade de ações e instrumentos legais que visem a preservação da vida, entende-se, inclusive, que o saneamento básico deva ser ampliado e caracterizado como saneamento ambiental. A FUNASA (2007) define **saneamento ambiental** como a união de todas as medidas socioeconômicas tomadas na intenção de atingir a salubridade ambiental, que consistem no abastecimento de água potável, coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, promoção da disciplina sanitária de uso do solo, drenagem urbana, controle das doenças transmissíveis e demais serviços e obras especializadas, que possuem a finalidade de proteger e melhorar a vida urbana e rural. Tendo como pano de fundo a saúde humana, o saneamento ambiental é uma área de grande relevância para a humanidade, indo além da definição de saneamento básico e, por isso, envolve um leque maior de organismos públicos responsáveis pela gestão e coordenação das ações relacionadas.

Neste entendimento, este estudo objetiva “*caracterizar o saneamento ambiental da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, por meio de indicadores e índices que retratem as condições dos municípios que fazem parte da bacia*”. Apresenta-se, portanto, as condições do: sistema de abastecimento de água; sistema de esgotamento sanitário; e do sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos, de forma, a sinalizar as condições em cada município, oportunizando ações de melhorias para a qualidade de vida da população local.

Para tanto, utilizou-se dados do Plano Nacional de Saneamento Básico de 2008 e censo de 2010 e, da ANA, os dados do Atlas Nacional de Saneamento Básico de 2013. Os indicadores e índices de desempenho utilizados foram selecionados entre os contidos na base de informações do Sistema Nacional de Informações de Saneamento - SNIS. Dentre estes, foram selecionados os que tinham informações para os anos de 2016, 2017 e 2018. Assim como, informações gerais do saneamento básico do Brasil, da região Nordeste e do Maranhão, de forma sintetizada, na plataforma do SNIS para o ano de 2020.

## **2. SANEAMENTO AMBIENTAL NO ALTO CURSO DA BACIA DO RIO ITAPECURU**

O saneamento ambiental do alto curso será retratado através da análise do sistema de abastecimento de água potável, do sistema de esgotamento sanitário, do sistema de gestão de resíduos sólidos e do Índice de Salubridade Ambiental – ISA.

### **2.1 Sistema de Abastecimento de Água Potável do Alto Curso**

Neste item serão apresentados o desempenho operacional de abastecimento público através dos índices de atendimento público de abastecimento de água (IN055 e IN023) e dos índices de consumo per capita de água (IN022 e IN052); e o desempenho da qualidade das águas para abastecimento, através dos índices de: Incidência das análises de cloro residual fora do padrão (IN075), Incidência das análises de turbidez fora do padrão (IN076), índice de conformidade da quantidade de amostras - cloro residual (IN079), Índice de conformidade da quantidade de amostras - turbidez (IN080), Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão (IN084), e Índice de conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais (IN085).

### 2.1.1 Desempenho Operacional de Abastecimento Público do Alto Curso

Segundo Atlas Água (ANA, 2021), a maioria dos municípios do Brasil (4.624) tem as suas sedes municipais abastecidas por sistemas isolados, sendo assim, atendendo uma população de, aproximadamente, 96 milhões (52% do total). Desse total, 2.126 sedes utilizam mananciais exclusivamente subterrâneos enquanto 1.707 utilizam apenas mananciais superficiais. Os sistemas integrados abastecem 943 municípios (17% do total) e atendem uma população de, aproximadamente, 89 milhões de habitantes (48% da total).

Neste contexto, o Estado do Maranhão, de acordo como o Atlas Brasil (ANA, 2010), a Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão – CAEMA é a concessionária estadual responsável pelo abastecimento de 64% dos municípios do Estado, sendo que: das 208 sedes municipais, 96% são atendidas por sistemas isolados, isto provavelmente, relaciona-se a boa disponibilidade hídrica subterrânea. As demais, um total, de 9 sedes são atendidas por sistemas integrados que abastecem cerca de 25% da população do Estado.

Diante disso, retrata-se o sistema de abastecimento relacionado a qualidade dos serviços de atendimento/abastecimento de água, bem como pela qualidade das águas fornecida pelas concessionárias à população através de rede de distribuição pública. As operadoras focam seus serviços, principalmente nos centros de produção e distribuição de água, que se caracteriza neste estudo por meio de indicadores operacionais através de índices de referência, sendo estes apresentados neste estudo.

Serão analisados primeiramente os índices de atendimento público de abastecimento de água (IN055 e IN023) e posteriormente o de consumo per capita de água (IN022 e IN052) na região. Importante salientar que, no SNIS, o atendimento com os serviços refere-se ao acesso por meio de rede geral de distribuição de água (rede pública), e, portanto, não são incluídas as formas de acesso ao abastecimento de água que se utilizam de soluções individuais ou alternativas.

#### ❖ *IN055 – Índice de Atendimento Total de Água*

O Índice de Atendimento Total de Água (IN055) monitora o percentual da população total do município que consome este recurso e, segundo a Secretaria Nacional de Saneamento – SNS (MDR, 2019a), a média do país, no ano de 2018, foi de 83,6%, com crescimento de 0,1 ponto percentual em

relação ao índice calculado em 2017. Na região nordeste houve um crescimento de 0,9 ponto percentual em relação a 2017, que foi de 73,3% para 74,2% em 2018.

Ao compararmos os valores de atendimento dos municípios do alto curso da bacia do rio Itapecuru (**Tabela 1**), que foi em média de 40,3% com a média nacional de 83,6% e do Nordeste de 73,3%, verifica-se, que este é praticamente 50% do valor praticado nacionalmente e da região nordeste. Isso significa algumas possibilidades como: a população em sua maioria, não se encontra ligada a rede de distribuição de água nesses municípios; bem como, parte da população utiliza-se de soluções individuais ou alternativas outras de abastecimento.

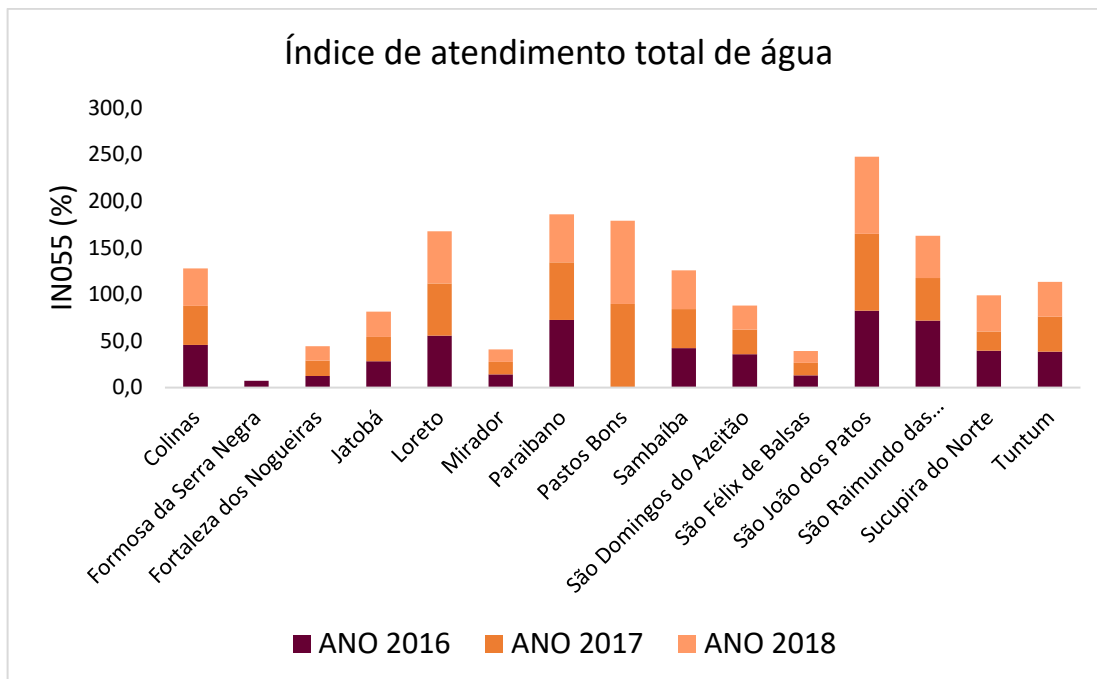
**Tabela 1:** Índice de Atendimento Total de Água (IN055%) do alto curso da bacia do rio Itapecuru de 2016 e 2018.

Municípios	ANO 2016	ANO 2017	ANO 2018	Média
Colinas	45,6	42,1	39,9	42,6
Formosa da Serra Negra*	7,2	-	-	-
Fortaleza dos Nogueiras	12,5	16,3	15,4	14,7
Jatobá	28,3	25,9	27,4	27,2
Loreto	55,8	55,8	55,8	55,8
Mirador	14,2	13,5	13,2	13,7
Paraibano	72,4	61,8	51,6	61,9
Pastos Bons*	-	89,6	89,2	89,4
Sambaíba	42,2	42,1	41,4	41,9
São Domingos do Azeitão	35,7	26,5	25,7	29,3
São Félix de Balsas	13,2	13,3	12,8	13,1
São João dos Patos	82,5	82,5	82,5	82,5
São Raimundo das Mangabeiras	71,7	45,6	45,5	54,3
Sucupira do Norte	39,4	20,7	38,7	32,9
Tuntum	38,6	37,3	37,4	37,8
<b>Média</b>	<b>39,9%</b>	<b>40,9%</b>	<b>41,2%</b>	<b>40,3%</b>

Nota: \* município não possui informação na plataforma do SNIS no ano de referência

Em alguns casos, observa-se que o índice de atendimento total de água (IN055) diminuiu em 2018, em relação aos anos anteriores, como ocorreu de maneira mais significativa nos municípios de Colinas e São Felix de Balsas. O gráfico da **Figura 1** resume o comportamento deste índice entre os anos de 2016 e 2018.

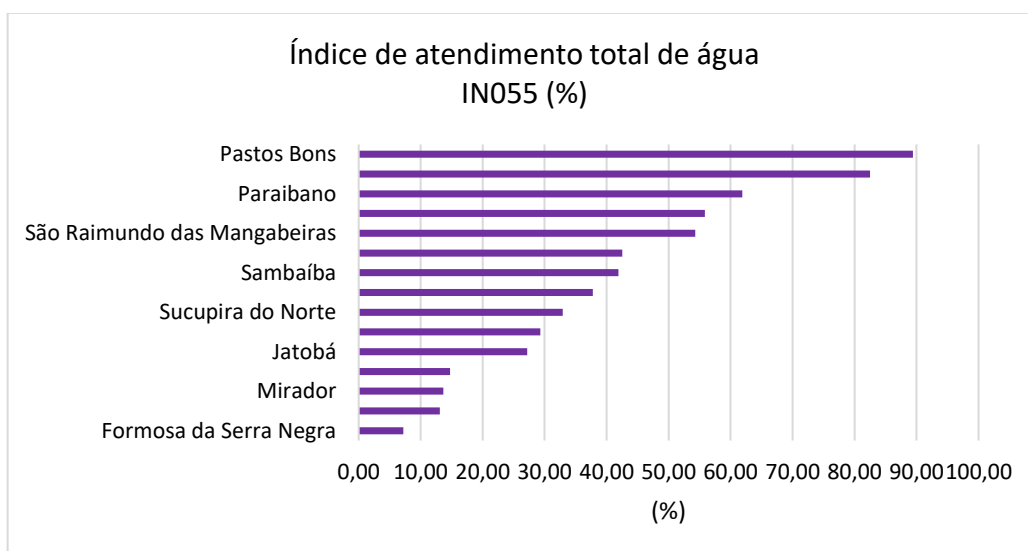
**Figura 1:** Comportamento do IN055 nos anos de 2016 e 2018.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Entre os municípios com melhor atendimento, destaca-se, Pastos Bons, com valor acima de 89% (nos anos de 2017 e 2018), superior à média nacional de 83,6%. Em seguida, tem-se o município de Paraibano com índice de 82,5%. O município de Formosa da Serra Negra, com informações apenas no ano de 2016, de 7,2% encontra-se em último lugar nesta relação.

**Figura 2:** Situação dos municípios do alto curso em relação ao IN055 %.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

### ❖ IN023 – Atendimento Urbano de Água (%)

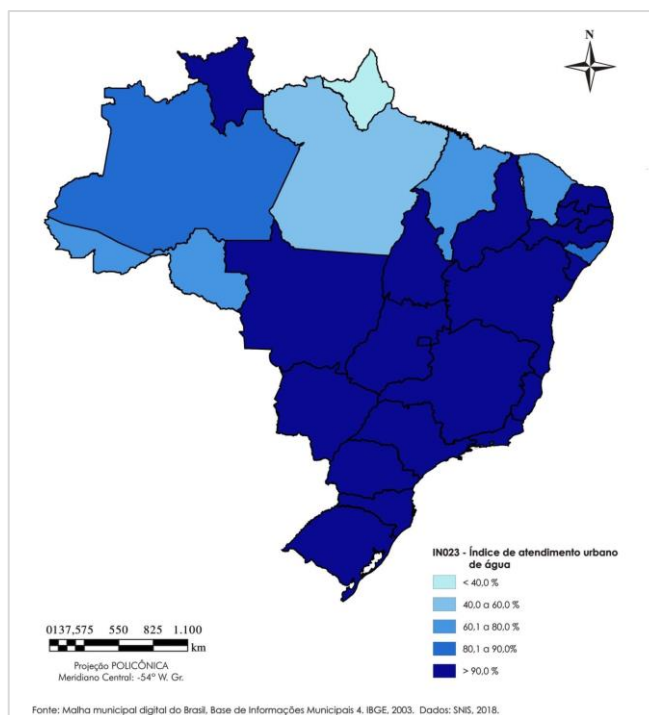
O indicador é calculado por meio da divisão da população urbana atendida com abastecimento de água pela população urbana do município. Segundo a Secretaria Nacional de Saneamento – SNS (MDR, 2019b), a média do país, no ano de 2018, foi de 92,8% e da região nordeste foi de 88,7%.

A partir dos dados apresentados pelo SNS verifica-se que no Nordeste houve um crescimento de 0,9 ponto percentual no índice de atendimento total de água em relação a 2017, que foi de 73,3% em 2017 para 74,2% em 2018.

Especificamente, com relação aos estados (**Figura 3**), o índice médio de atendimento urbano por rede de água indica valores acima de 90% no Distrito Federal e em 18 estados: Paraná, Roraima, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Mato Grosso, Tocantins, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Piauí, Rio Grande do Norte, Bahia, Sergipe, Minas Gerais, Goiás, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Paraíba e Pernambuco. Na faixa de 80% a 90%, aparecem Alagoas e Amazonas; na faixa logo abaixo, entre 60% e 80%, aparecem os estados Maranhão, Ceará, Acre e Rondônia; na penúltima faixa, de 40% a 60%, situa-se o estado do Pará. O Amapá, que, em 2017, apresentou índice de atendimento superior a 40%, voltou a ter seu índice inferior a 40%, com 38,3% da população urbana atendida.

Quando se analisa a universalização do atendimento por água, entende-se que o gargalo, ainda se encontra nas áreas rurais. Neste sentido, é importante ressaltar que o SNIS não leva em consideração o número de pessoas atendidas por soluções alternativas, desta forma, compreende-se, que o acesso a água nas regiões rurais ainda se faz por esforço individual da população.

**Figura 3:** Mapa do índice médio de atendimento urbano por rede de água (IN023) dos municípios com prestadores de serviços participantes do SNIS em 2018, distribuído por faixas percentuais, segundo estado.



Fonte: SNIS (2018).

Neste cenário, em relação ao alto curso do rio Itapecuru, verifica-se que o valor médio de atendimento urbano de água é de 69,7% (**Tabela 2**), inferior aos valores nacional e da região nordeste, todavia, encontra-se na faixa correspondente ao do estado, que é entre 60% a 80%, de acordo com o apresentado pelo SNIS, com exceção dos municípios de Fortaleza dos Nogueiras (27%), Mirador (29,8%), São Domingos do Azeitão (43,5%) e São Felix de Balsas (37,8%).

**Tabela 2:** Índice de Atendimento Urbano de Água (IN023%) do alto curso da bacia do rio Itapecuru de 2016 a 2018.

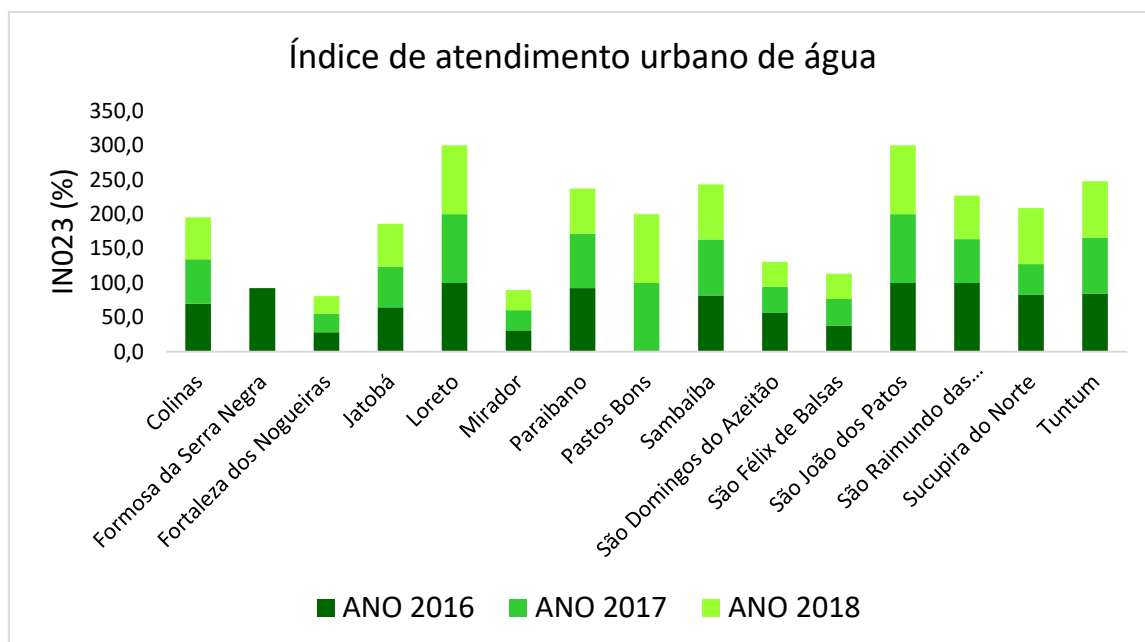
Municípios	ANO 2016	ANO 2017	ANO 2018	Média
Colinas	69,7	64,5	61,1	65,1
Formosa da Serra Negra	92,3	-	-	92,3
Fortaleza dos Nogueiras	28,3	27,1	25,5	27,0
Jatobá	64,5	58,9	62,6	62,0
Loreto	100,0	100,0	100,0	100,0
Mirador	30,9	29,6	28,9	29,8

Paraibano	92,4	78,9	65,8	79,0
Pastos Bons	-	100,0	99,6	99,8
Sambaíba	81,6	81,5	80,1	81,1
São Domingos do Azeitão	57,0	37,3	36,2	43,5
São Félix de Balsas	38,1	38,3	37,0	37,8
São João dos Patos	100,0	100,0	100,0	100,0
São Raimundo das Mangabeiras	100,0	63,6	63,4	75,7
Sucupira do Norte	83,3	43,8	81,7	69,6
Tuntum	84,4	81,6	81,8	82,6
<b>Média</b>	<b>73,0%</b>	<b>64,7%</b>	<b>66,0%</b>	<b>69,7%</b>

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Entre os municípios, nos anos de 2016 a 2018, verifica-se que Loreto e São João dos Patos mantiveram-se com um percentual de 100% de seu atendimento, os demais tiveram uma flutuação para mais ou menos em torno da média (73%), de forma discreta, com exceção do município de Formosa da Serra Negra, que apresentou na plataforma do SNIS, informação apenas no ano de 2016, de 92,6%. O gráfico da **Figura 4** resume o comportamento por município entre os anos de 2016 a 2018.

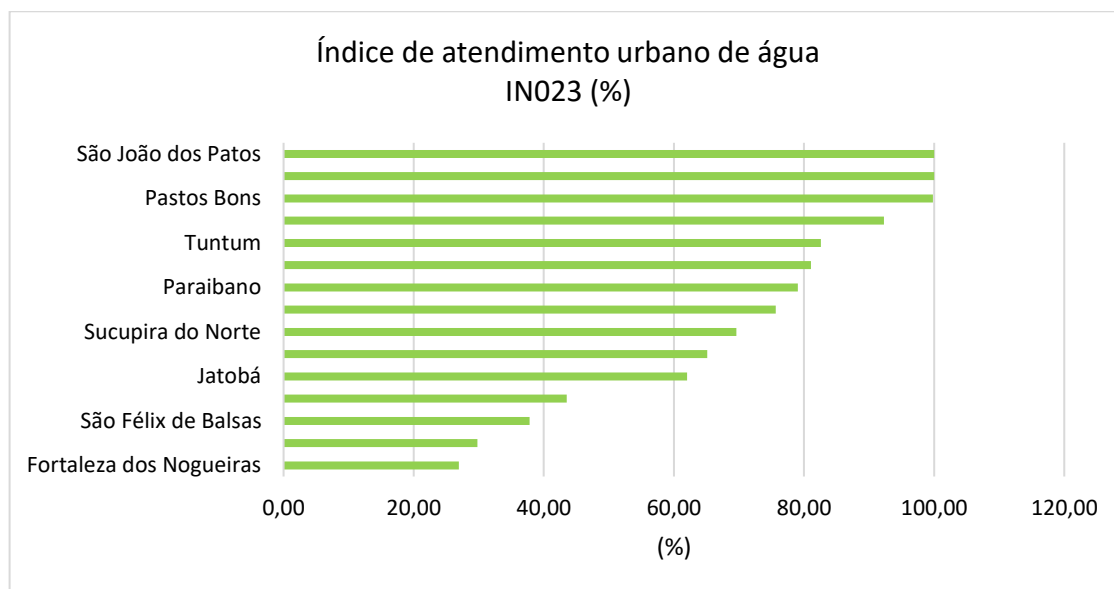
**Figura 4:** Comportamento do IN023 nos anos de 2016 a 2018.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Através do gráfico da **Figura 5**, verifica-se com melhor atendimento, os municípios de: São João dos Patos, Loreto e Pastos Bons, todos com 100%. Em seguida, tem-se o município de Formosa da Serra Negra com índice de 92,3%. com informações apenas no ano de 2016. Por último nesta relação, tem-se o município de Fortaleza dos Nogueiras com 27%.

**Figura 5:** Situação dos municípios do alto curso em relação ao IN023 %.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

#### ❖ IN022 – Consumo per capita de água (l/hab./dia)

O consumo médio *per capita* de água (IN022) é definido, no SNIS, como o volume de água consumido (AG010), excluído o volume de água exportado (AG019), dividido pela média aritmética, dos dois últimos anos de coleta, da população atendida com abastecimento de água (AG001), ou seja, é a média diária, por indivíduo, dos volumes utilizados para satisfazer os consumos domésticos, comercial, público e industrial. É uma informação importante para as projeções de demanda, para o dimensionamento de sistemas de água e de esgotos e para o controle operacional.

Diante disto, importante destacar, segundo a ONU, que para uma pessoa viver com dignidade necessita em média de 110 l/dia. Atualmente, no Brasil, de acordo com o SNS (MDR,2109c), a média chega a 154 l/hab./dia, e; no Maranhão a média é de 138 l/hab./dia, considerando dados de 2016 a 2018. Por outro lado, há uma preocupação com relação ao consumo exagerado, e a cultura do desperdício.

Neste seguimento, segundo SNS (MDR,2109d), os municípios com previsões de aumento de população e com restrições na disponibilidade hídrica nas captações devem tomar medidas para inverter a tendência crescente do consumo per capita. Dentre as vantagens da redução do consumo *per capita*, além da sustentabilidade hídrica e energética com impactos ambientais benéficos, destaca-se, a maior durabilidade das infraestruturas físicas, em especial das tubulações. O estabelecimento de ações contínuas de sensibilização da população para o uso racional da água assegura benefícios em curto, médio e longo prazos, com eficiência e eficácia.

Neste contexto, verifica-se, a partir da **Figura 6**, entre os anos de 2016 e 2018, que o consumo médio diário por pessoa no alto curso do rio Itapecuru foi de 122 l/hab./dia. Observa-se, inclusive, de modo geral, que o consumo diminuiu e/ou manteve-se na maioria dos municípios; em apenas 5 municípios: Pastos Bons, Sambaíba, São Felix de Balsas, São Raimundo das Mangabeiras e Sucupira do Norte ocorreu um leve acréscimo. Acredita-se, que nos municípios em que houve decréscimo, deva ter ocorrido uma busca, por parte da população, por sistema de abastecimento independente, como por poços tubulares, dentre alternativas, não estando, portanto, ligados a rede de distribuição de água.

**Figura 6:** Consumo per capita de água entre os anos de 2016 e 2018 no alto curso da bacia do rio Itapecuru.

Municípios	IN022_AE - Consumo médio percapita de água						
	ANO			Valor Médio	Situação		
	2016	2017	2018		D	M	A
Colinas	121,6	130,1	114,7	122,1			
Fernando Falcão	-	-	-	-			
Formosa da Serra Negra	54,5	-	-	54,5			
Fortaleza dos Nogueiras	107,9	104,1	104,7	105,6			
Jatobá	104,9	104,7	91,1	100,2			
Loreto	105,8	100,7	97,1	101,2			
Mirador	140,0	138,6	138,2	138,9			
Paraibano	107,4	108,4	100,4	105,4			
Passagem Franca	-	-	-	-			
Pastos Bons	-	47,6	141,0	94,3			
Sambaíba	296,0	71,3	279,3	215,5			
São Domingos do Azeitão	127,0	74,0	75,8	92,3			
São Félix de Balsas	198,8	105,2	132,2	145,4			
São João dos Patos	142,0	153,4	153,0	149,5			
São Raimundo das Mangabeiras	134,0	95,8	234,2	154,7			
Sucupira do Norte	76,2	112,6	144,6	111,1			
Tuntum	141,0	139,8	136,5	139,1			

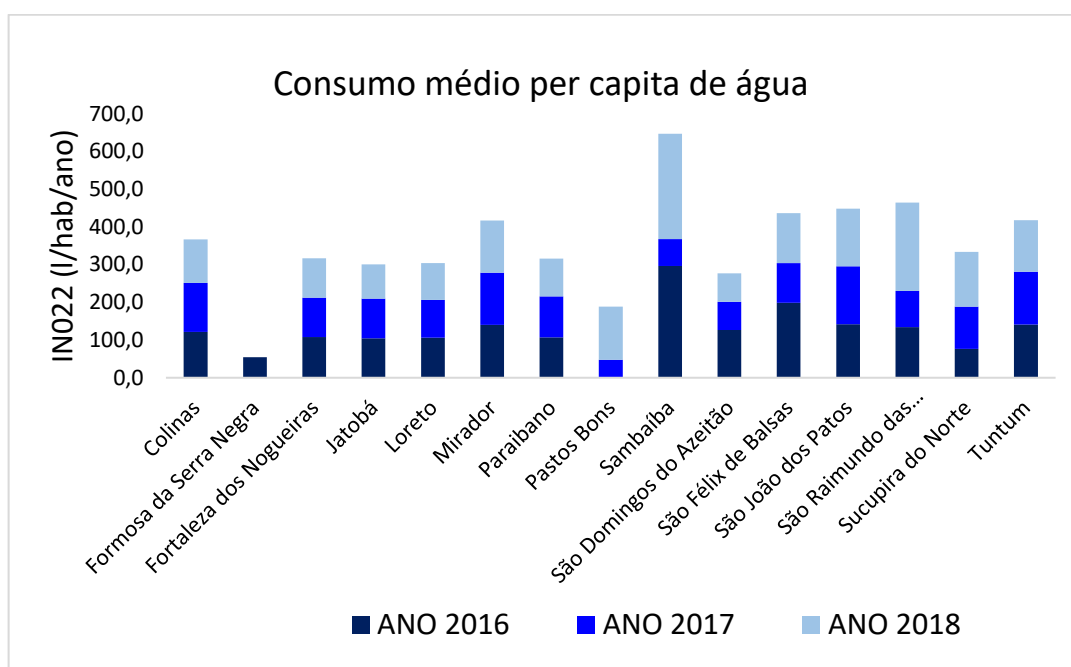
  

<b>Nota:</b>		
D - Diminuiu		A - Aumentou
M - Manteve-se		Sem informações no ano

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Entre os municípios em que ocorreu redução no consumo, de forma mais significativa, tem-se: Jatobá, que em 2016 e 2017 era de 104 l/hab./dia e passou para 91 l/hab./dia em 2018; São Domingos do Azeitão, que passou de 127 l/hab./dia em 2016 para aproximadamente 74 l/hab./dia nos anos de 2017 e 2018. Já os municípios de Sambaíba e São Raimundo das Mangabeiras tiveram um aumento em seu consumo. Sambaíba, por exemplo, saltou de um consumo de 95,8 l/hab./dia em 2017 para 245 l/hab./dia em 2018; e São Raimundo das Mangabeiras passou de 112 l/hab./dia em 2017 para 144 l/hab./dia em 2018, conforme mostra o gráfico da **Figura 7** a seguir:

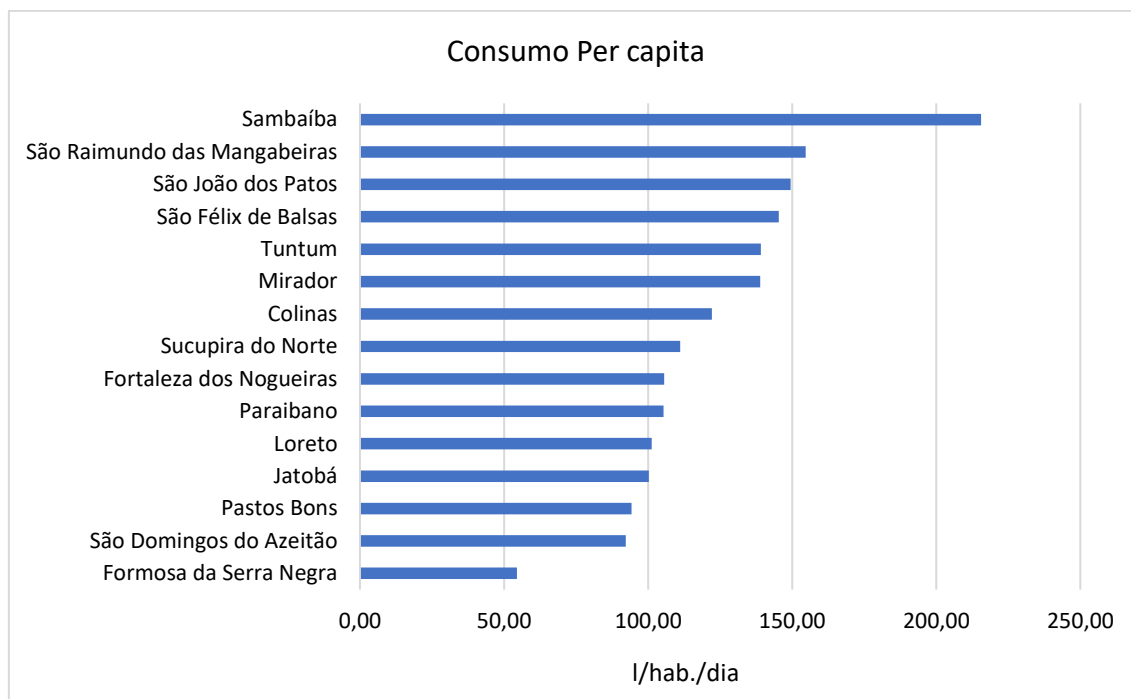
**Figura 7:** Consumo médio per capita de água (IN022) por município no alto curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

De forma geral, os dados retratam que a partir do volume produzido pelos prestadores, e com base, na população urbana atendida com abastecimento, que, o consumo médio per capita na região é de 122 l/hab/dia. Esse valor está acima do consumo mínimo estabelecida pela ONU, que é de 110 l/hab/dia, e abaixo da média nacional que é de 154 l/hab./dia, e ainda do Maranhão, cuja média é de 138 l/hab./dia. Chama atenção os municípios de Formosa da Serra Negra com informações no ano de 2016 de 54 l/hab./dia; assim como dos municípios de Fortaleza dos Nogueiras, Jatobá, Loreto, Pastos Bons, São Domingos do Azeitão, que apresentaram um valor abaixo do valor mínimo indicado pela ONU para o atendimento das atividades diárias de uma pessoa (**Figura 8**).

**Figura 8:** Consumo médio per capita de água no alto curso da bacia.



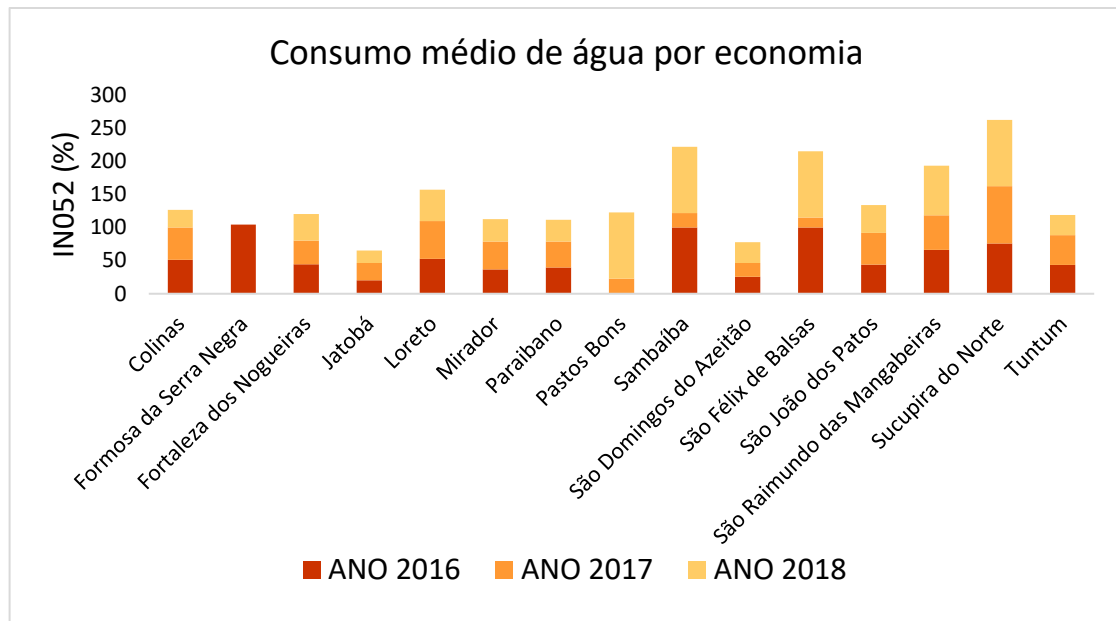
Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

❖ *IN052 – Índice de Consumo de Água por Economia (IN052)*

Ao analisarmos o índice de consumo de água por economia (IN052), que retrata o volume consumido a partir do volume produzido pela operadora, verifica-se que ocorreu uma redução de aproximadamente 40% do ano de 2016 para o ano de 2017 (**Figura 9**). Isto provavelmente, indica uma busca por abastecimento individualizado, por meios alternativos outros, que não ligado à rede de abastecimento público. Entretanto, entre o ano de 2017 e 2018 já ocorreu um acréscimo de 26% de consumo de água por economia.

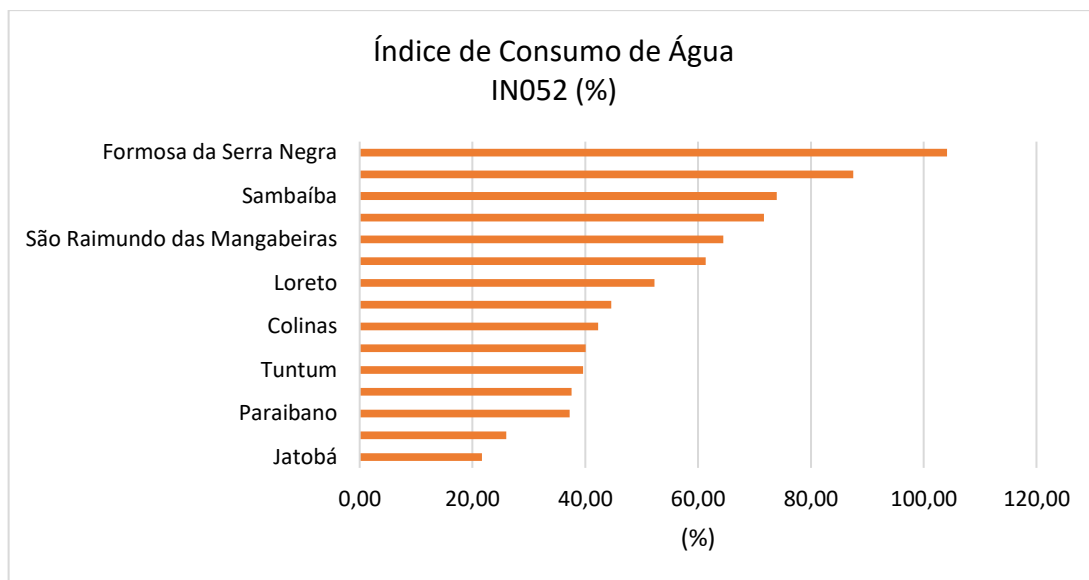
O consumo médio por economia no alto curso é em torno de 53%, sendo o município de Formosa da Serra Negra o que apresenta maior percentual (100%), seguido dos municípios de: Sucupira do Norte, Sambaíba, São Feliz de Balsas, São Raimundo das Mangabeiras, Pastos Bons e Loreto. Todos esses com percentual de IN052 acima de 50%; os demais municípios, apresentaram índice abaixo deste valor (**Figura 10**).

**Figura 9:** Índice de Consumo de Água (IN052) por município no alto curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru entre os anos de 2016 e 2018.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

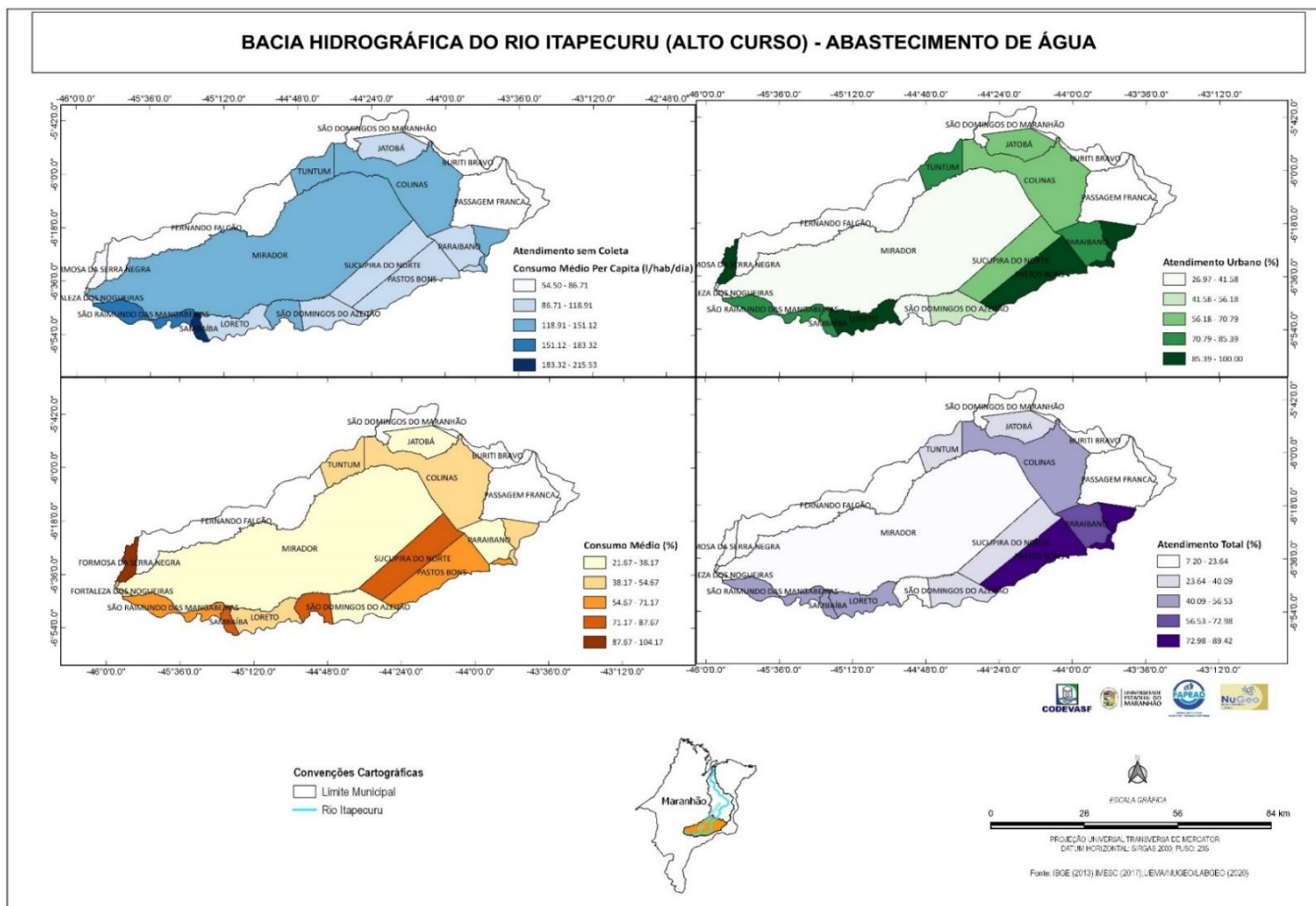
**Figura 10:** Índice de Consumo de Água (IN022) por município no alto curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Os gráficos da **Figura 11** apresenta um panorama geral de todos os índices relacionados a abastecimento de água e atendimento para o alto curso.

Figura 11: Panorama dos indicadores de abastecimento de água no alto curso do rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

### 2.1.2 Desempenho da Qualidade das Águas para Abastecimento do Alto Curso

Os indicadores utilizados na análise do desempenho da qualidade das águas para abastecimento foram:

❖ *IN075 – Incidência das análises de cloro residual fora do padrão (%)*

Este indicador retrata a incidência das análises de cloro residual fora do padrão através da relação entre:  $(QD007 / QD006) * 100$ . Onde: **QD006**: Quantidade de amostras para cloro residual (analisadas) e **QD007**: Quantidade de amostras para cloro residual com resultados fora do padrão.

❖ *IN076 – Incidência das análises de turbidez fora do padrão (%)*

Este indicador retrata a incidência das análises de cloro residual fora do padrão através da relação entre:  $(QD009 / QD008) * 100$ . Onde: **QD008**: Quantidade de amostras para turbidez (analisadas) e **QD009**: Quantidade de amostras para turbidez com resultados fora do padrão.

❖ *IN079 – Incidência de conformidade de quantidade de amostra – cloro residual (%)*

Este indicador retrata a incidência das análises de cloro residual fora do padrão através da relação entre:  $(QD006 / QD020) * 100$ . Onde: **QD006**: Quantidade de amostras para cloro residual (analisadas) e **QD020**: Quantidade mínima de amostras para cloro residual (obrigatórias).

❖ *IN080 – Índice de conformidade da quantidade de amostras - turbidez (%)*

Este indicador retrata a incidência das análises de cloro residual fora do padrão através da relação entre:  $(QD008 / QD019) * 100$  Onde: **QD008**: Quantidade de amostras para turbidez (analisadas), **QD019**: Quantidade mínima de amostras para turbidez (obrigatórias)

❖ **IN084 – Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão (%)**

Este indicador retrata a incidência das análises de cloro residual fora do padrão através da relação entre:  $(QD027 / QD026) * 100$  Onde: **QD026**: Quantidade de amostras para coliformes totais (analisados) e **QD027**: Quantidade de amostras para coliformes totais com resultados fora do padrão.

❖ **IN085 – índice de conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais**

Este indicador retrata a quantidade de amostras de coliformes totais em conformidade:  $(QD026 / QD028) * 100$ . Onde: **QD026**: Quantidade de amostras para coliformes totais (analisados) e **QD028**: Quantidade de amostras para coliformes totais (obrigatório)

Os resultados são apresentados em tabelas e gráficos permitindo traçar uma evolução dos indicadores entre os anos de 2016 e 2018. Ressalta-se, com relação a este indicador por falta de informações na plataforma do SNIS, não foram analisados os municípios de *Fernando Falcão, Formosa da Serra Negra, Passagem Franca, Mirador, São Domingos do Azeitão, e Pastos Bons*, em todos os anos, ou em um ano ou outro, sendo estes contemplados em outros indicadores/índices.

Foram considerados para avaliação do desempenho operacional do tratamento das águas, os índices relacionados na **Figura 12**, conforme referência anterior, de acordo com o disponibilizado na plataforma SNIS para os municípios estudados.

**Figura 12:** Indicadores de Avaliação Operacional do Tratamento das Águas para abastecimento.

Município	ANO 2016						ANO 2017						ANO 2018					
	IN075	IN076	IN079	IN080	IN084	IN085	IN075	IN076	IN079	IN080	IN084	IN085	IN075	IN076	IN079	IN080	IN084	IN085
Colinas	15,97	15,11	31,32	96,53	11,81	50	3,47	0	94,97	80,03	4,73	63,79	0	0	82,62	84,57	0	52,84
Fernando Falcão	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Formosa da Serra Negra	6,67	13,33	125	125	6,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fortaleza dos Nogueiras	-	0	0	0,69	0	0,69	-	0	0	0,69	50	0,69	-	0	0	3,7	25	3,7
Jatobá	0	0	0,98	0,98	0	0,98	0	0	105,88	1,96	0	1,96	0	0	225	5,21	0	5,21
Loreto	28,7	23,19	136,9	136,9	11,15	110,32	13,91	8,75	136,9	95,24	3,89	142,86	19,67	21,74	72,62	82,14	11,3	71,67
Mirador	-	0	0	0,43	50	0,43	-	0	0	0,85	25	0,85	-	0	0	4,9	50	4,9
Parabano	0	0	75,85	75,85	4,91	69,66	-	0	0	51,28	41,67	76,32	44,44	0	76,32	76,32	34,13	62,61
Passagem Franca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pastos Bons	-	-	-	-	-	-	4,86	6,25	105,88	105,88	4,23	101,43	1,6	1,67	104,17	100	1,67	100
Sambaíba	92,9	97,63	117,36	117,36	26,24	97,92	42,86	19,39	87,5	68,06	0,65	106,94	19,35	26,19	32,29	43,75	29,63	21,09
São Domingos do Azeitão	-	1,39	0	120	0	20	-	0	0	61,67	0	61,67	-	0	0	3,12	0	3,12
São Félix de Balsas	-	0	0	1,67	0	1,67	-	-	0	0	-	0	-	-	0	0	-	0
São João dos Patos	37,98	0	123,81	123,81	8,33	66,67	40,14	0	28,17	94,25	48,58	118,85	15,09	0	73,61	126,39	57,51	100,4
São Raimundo das Mangabeiras	29,37	0	125	125	0	78,12	41,87	0	125	52,08	0,38	67,71	0	0	102,56	102,56	0	72,22
Sucupira do Norte	0	0	123,81	123,81	25,52	113,49	0	0	123,81	82,54	8,97	123,81	0	0	236,36	236,36	0	181,06
Tuntum	-	8,45	0	118,33	0	118,33	-	7,94	0	105	0	105	-	20,69	0	7,11	0	7,11

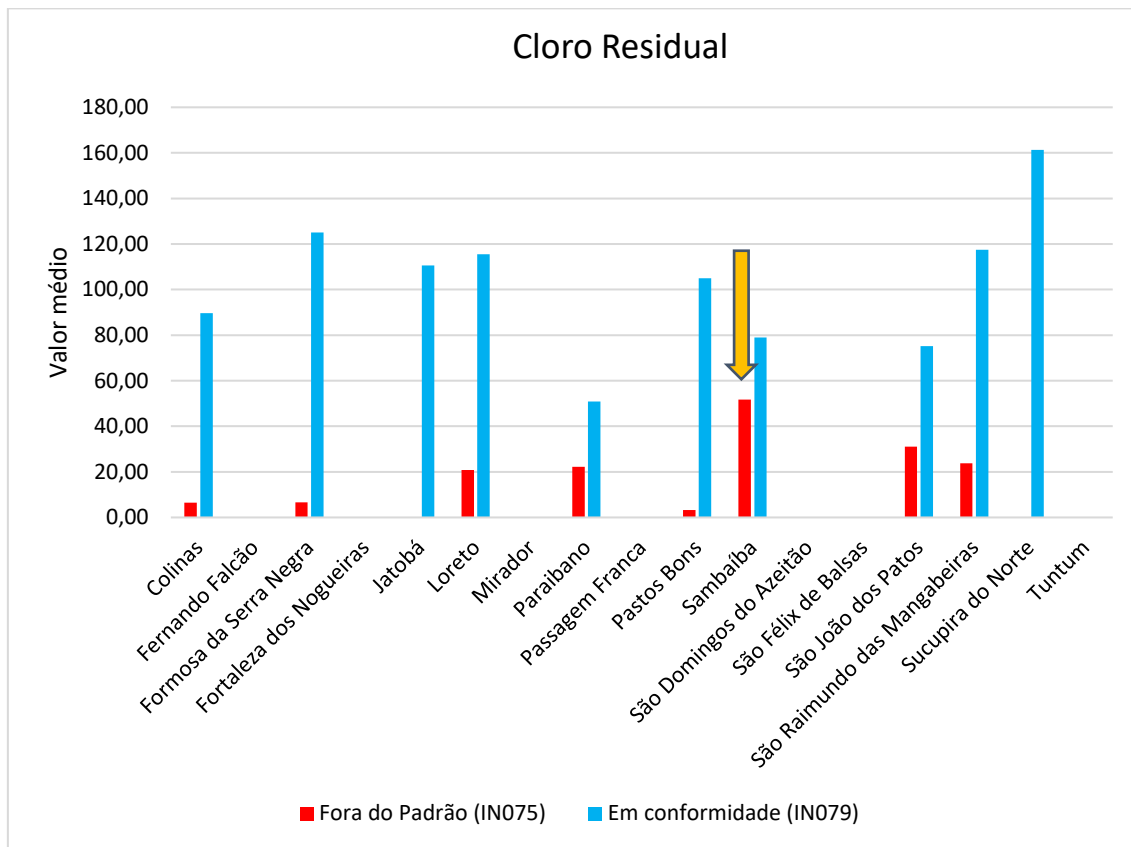
Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Os parâmetros foram analisados com base na Portaria Nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Ao analisarmos a situação de conformidade das águas em relação ao cloro residual, verifica-se de forma geral que, as águas apresentam um maior percentual de amostras em conformidade com a legislação em vigor do que fora do padrão. O percentual de amostra fora do padrão é mínimo se comparado com o de amostras em conformidade, com exceção do município de Sambaíba, que apresentou um percentual elevado de amostra fora do padrão, 51,70%, em relação as amostras em conformidade, com valor de 79,05%, sendo este sinalizado no gráfico em seta laranja. Verifica-se, ainda, no gráfico, que muitos municípios não apresentaram essa informação na plataforma do SNIS, não sendo possível a sua caracterização (Figura 13).

Na Portaria Nº 2.914/2011 em seu Art. 34 - *É obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre ou 2 mg/L de cloro residual combinado ou de 0,2 mg/L de dióxido de cloro em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede).* Neste sentido, considera-se que, a empresa responsável pela distribuição da água deve manter uma periodicidade do monitoramento da qualidade das águas, e tomar medidas urgentes, para ofertar uma água em condições mínimas de desinfecção nesses municípios.

**Figura 13:** Comportamento do Cloro Residual das águas para consumo (IN075/IN079).

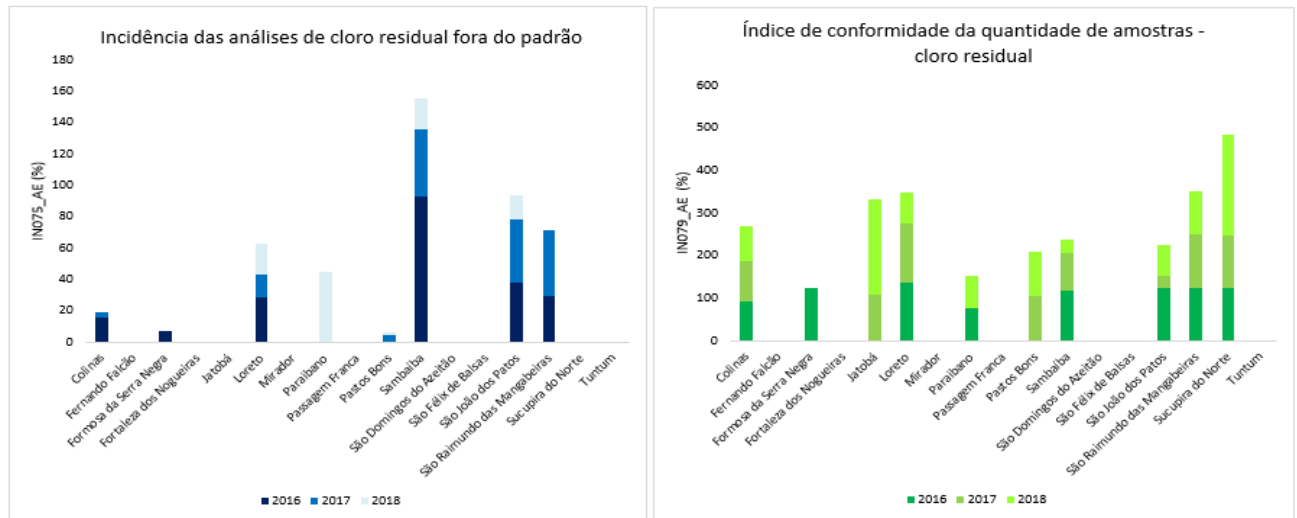


Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Com relação ao cloro, é importante destacar que, este elemento é o desinfetante mais utilizado em desinfecção de águas públicas, seja em forma líquida ou gasosa, como pré-desinfecção ou pós-cloração. Segundo Richter e Azevedo Netto (1991), o cloro é o desinfetante mais utilizado, pois é fácil de ser obtido, em qualquer uma de suas formas, de fácil aplicação, baixo custo, além de deixar o residual para garantia de desinfecção da água até seu ponto de consumo, conforme portaria MS N<sup>o</sup>. 2914/2011 (BRASIL, 2011). Outra vantagem, além dos fatores econômicos, é que o cloro consegue eliminar a maioria dos patogênicos encontrados comumente nos corpos hídricos.

Os gráficos das **Figura 14** retratam o comportamento desses índices entre os anos de 2016 a 2018. Verifica-se, que houve uma diminuição das amostras fora do padrão e um leve crescimento das amostras em conformidade com a legislação.

**Figura 14:** Comportamento do cloro residual da água para abastecimento.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Com relação a turbidez, segundo a Portaria Nº. 2914, para a garantia da qualidade microbiológica da água, em complementação às exigências relativas aos indicadores microbiológicos, deve ser atendido o padrão de turbidez expresso conforme tabela da **Figura 15** abaixo.

**Figura 15:** Padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção.

Tratamento da água	VMP <sup>(1)</sup>
Desinfecção (para águas subterrâneas)	1,0 uT <sup>(2)</sup> em 95% das amostras
Filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta)	0,5 <sup>(3)</sup> uT <sup>(2)</sup> em 95% das amostras
Filtração lenta	1,0 <sup>(3)</sup> uT <sup>(2)</sup> em 95% das amostras

NOTAS: (1) Valor máximo permitido.

(2) Unidade de Turbidez.

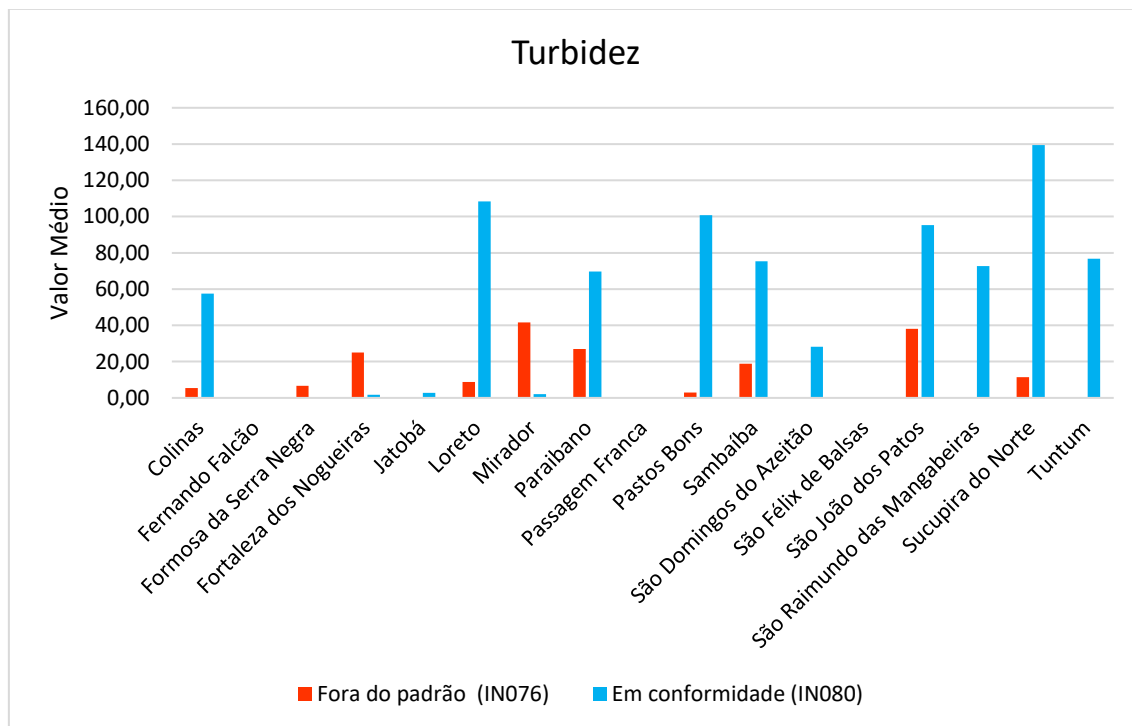
(3) Este valor deve atender ao padrão de turbidez de acordo com o especificado no § 2º do art. 30.

No Art. 30 da referida portaria tem-se que o valor máximo permitido de 0,5 u.T para água filtrada por filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta), assim como o valor máximo permitido de 1,0 uT para água filtrada por filtração lenta.

Mediante o acima exposto, e analisando-se o índice IN076 e IN080, verifica-se um comportamento análogo ao do cloro residual, ou seja, considerando a média entre os anos de 2016 a 2018, observa-se que houve um decréscimo de amostras fora do padrão (**Figura 16**).

Essa situação é comum em todos os municípios, com exceção daqueles que não possuem informações na plataforma do SNIS no ano de referência considerado neste estudo, como: Fernando Falcão, Formosa da Serra Negra, Passagem Franca, Pastos Bons, São Domingo do Azeitão, São Felix de Balsas e Tuntum, não sendo possível sua caracterização.

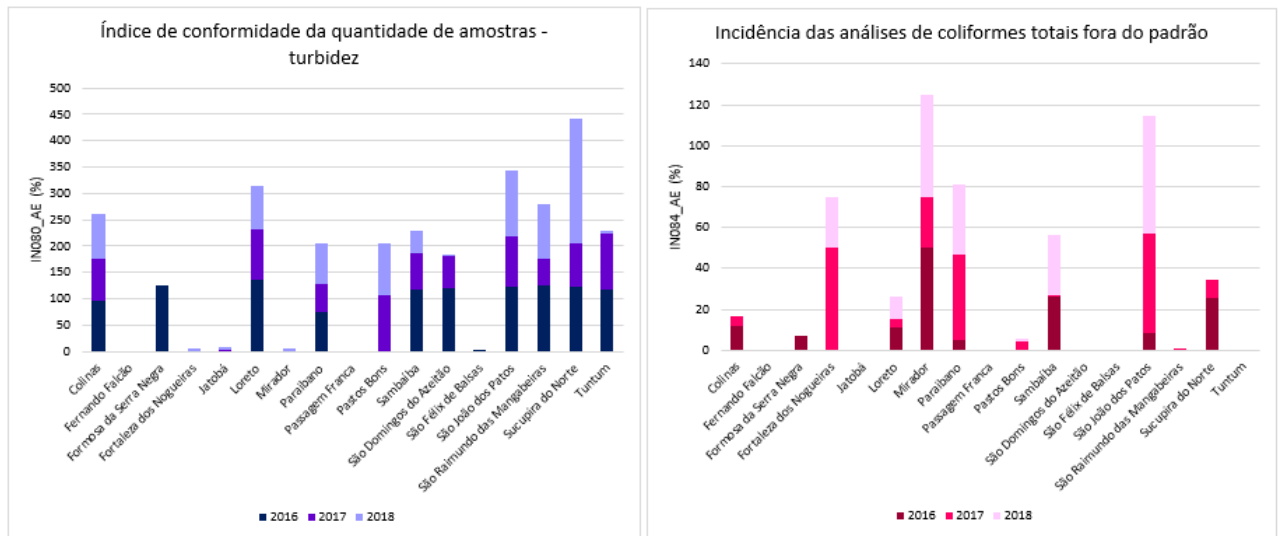
**Figura 16:** Comportamento da Turbidez das águas para consumo (IN076/IN080).



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Os gráficos da **Figura 17** apresentam a evolução desses índices nos anos de 2016 a 2018 por município.

**Figura 17:** Comportamento do cloro residual da água para abastecimento.

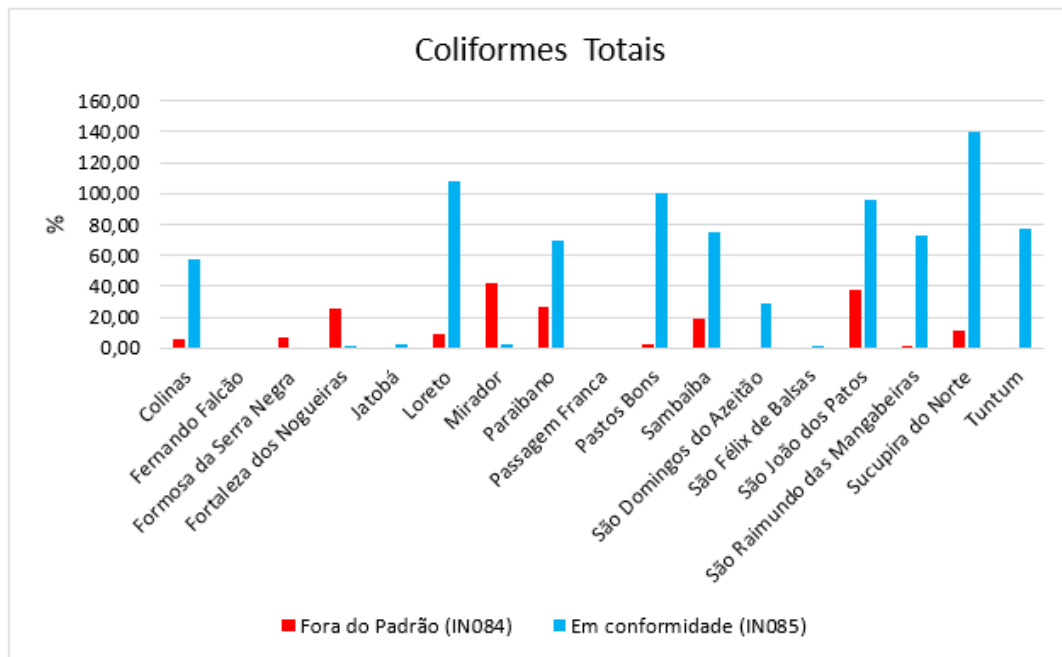


Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Apesar, de se verificar um aumento de amostra em conformidade, considera-se que, o número de amostra analisadas deva ser padronizado, e desta forma, deve ser revisto o sistema de amostragem, e minimamente manter-se o mesmo quantitativo de amostras analisadas de um ano para o outro. No Art. 30 da Portaria No. 2914 em seu § 3º - *O atendimento do percentual de aceitação do limite de turbidez, deve ser verificado mensalmente com base em amostras, preferencialmente no efluente individual de cada unidade de filtração, no mínimo diariamente para desinfecção ou filtração lenta e no mínimo a cada duas horas para filtração rápida.*

Com relação ao comportamento dos índices IN084 e IN085, que retratam o número de amostras fora do padrão e em conformidade em relação a presença de coliforme total na água, verifica-se que houve entre os anos 2016 e 2018 um aumento de amostra em conformidade em relação ao fora do padrão (**Figura 18**). Todavia, é importante ressaltar o que estabelece a Portaria Nº. 2914, que o padrão microbiológico da água para consumo humano, deva apresentar ausência em 100 mL de coliforme total, conforme **Figura 19**.

**Figura 18:** Comportamento médio dos índices IN084 e IN085.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

**Figura 19:** Padrão microbiológico da água para consumo humano.

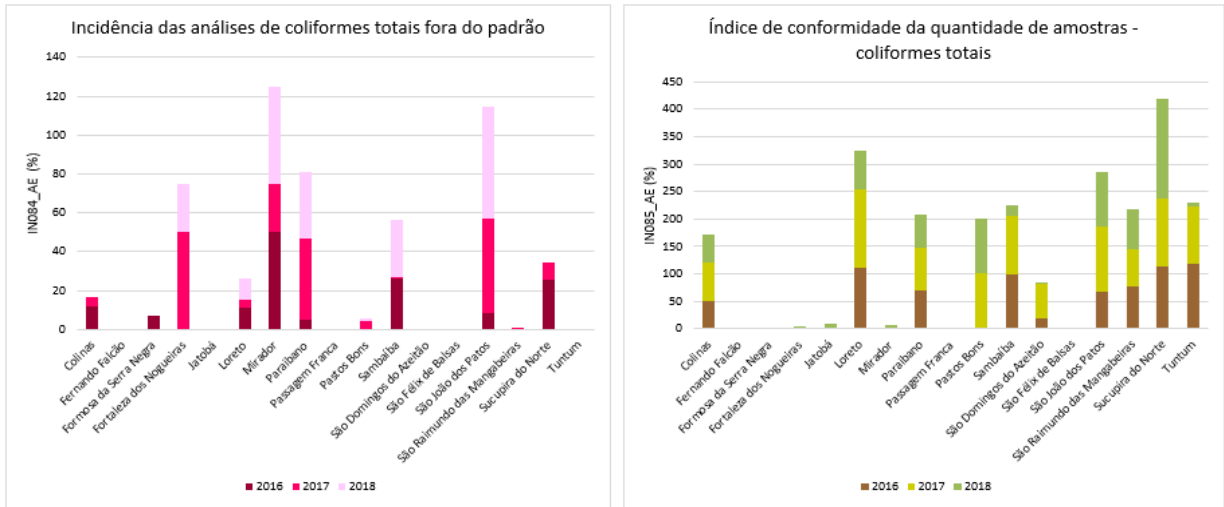
Tipo de água		Parâmetro	VMP (1)	
Água para consumo humano		Escherichia coli <sup>(2)</sup>	Ausência em 100 mL	
Água tratada	Na saída do tratamento	Coliformes totais (3)	Ausência em 100 mL	
	No sistema de distribuição (reservatórios e rede)	Escherichia coli	Ausência em 100 mL	
		Coliformes totais (4)	Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes	Apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo
			Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes	Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês.

Ainda, segundo esta portaria, no sistema de distribuição (reservatório e rede), considerando-se soluções alternativas coletivas que abasteçam menos de 20.000 habitantes, o VMP é de apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, que poderá apresentar resultado positivo. No presente estudo, verifica-se, para os municípios do alto curso do rio Itapecuru, em que a maioria possui uma população inferior a 20 mil habitantes (IBGE, 2018), que um percentual em média de 11% das amostras fora do padrão é significativo.

No controle da qualidade da água, quando forem detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, ações corretivas devem ser adotadas e novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que revelem resultados satisfatórios. E desta forma, compete ao responsável pela operação do sistema de abastecimento de água para consumo humano notificar à autoridade de saúde pública e informar à respectiva entidade reguladora e à população, identificando períodos e locais, sempre que houver: modificações ou melhorias de qualquer natureza nos sistemas de abastecimento; e situações que possam oferecer risco à saúde.

Os gráficos da **Figura 20** retratam a evolução dos índices nos anos de 2016 a 2018. Apesar do crescimento de amostras em conformidade, diante do acima exposto, segundo Portaria No. 2914, de que apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, que poderá apresentar resultado positivo, considerando uma população até 20 mil habitantes, a situação é de comprometimento da qualidade da água para abastecimento no alto curso da bacia. Acima de 20 mil habitantes, como no caso dos municípios de Colinas, Mirador, Paraibano, São João dos Patos e Tuntum, segundo portaria devem ter ausência em 100 ml em 95% das amostras, o que não se confirma pelos dados do SNIS apresentados.

**Figura 20:** Comportamento médio dos índices IN084 e IN085 entre os anos de 2016 a 2018.

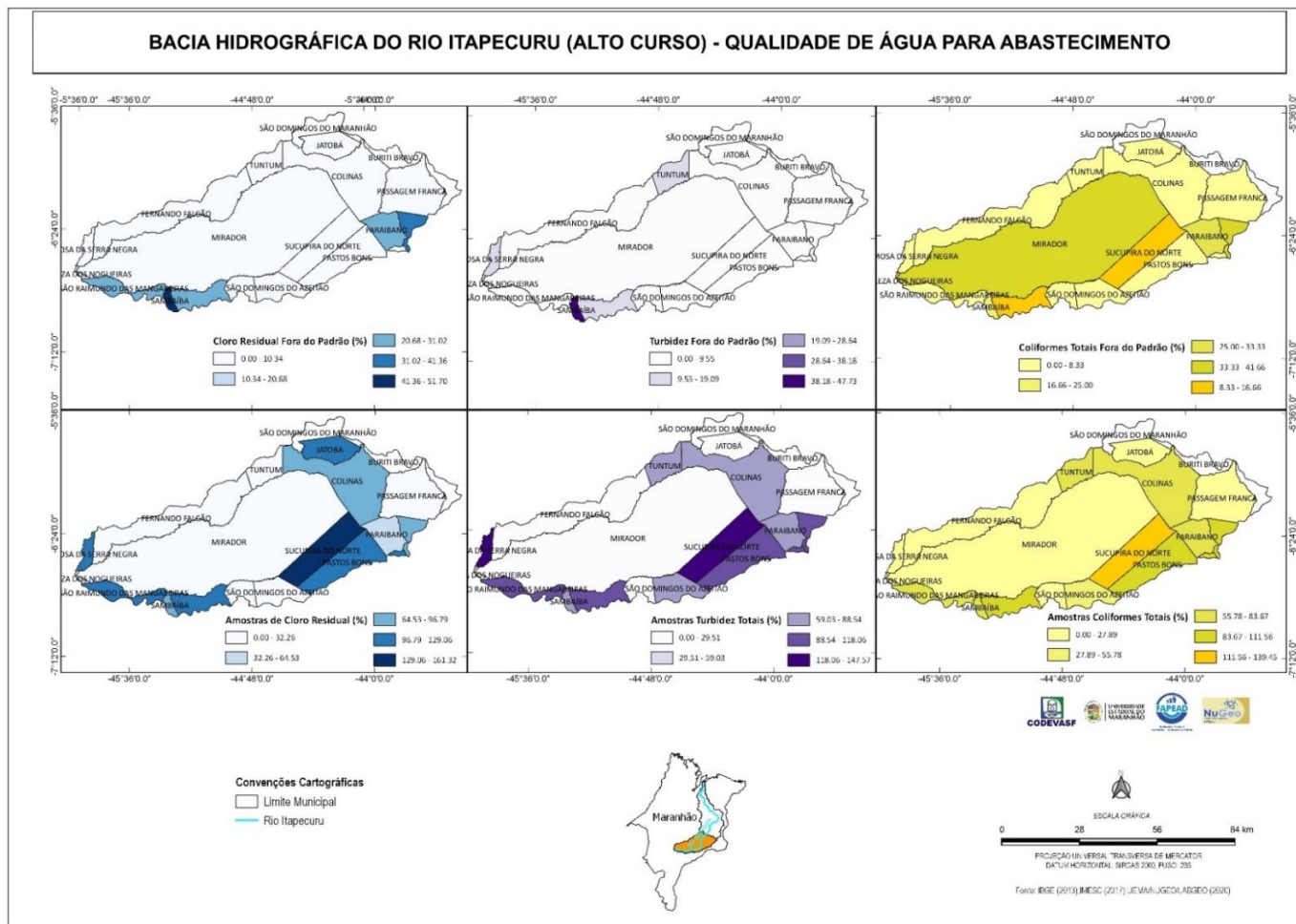


Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Os mapas da **Figura 22** apresenta um panorama da situação dos índices que retratam a qualidade das águas no alto curso da bacia.

Os gráficos da **Figura 21** apresenta um panorama geral de todos os índices relacionados a qualidade das águas para abastecimento no alto curso.

Figura 21: Panorama dos indicadores de qualidade das águas para abastecimento no alto curso do rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Ainda na **Figura 22** apresenta-se de forma resumida a situação de cada índice estudo, destacando, se houve melhora ou não, ou seja, se aumentou, se manteve-se ou diminuiu o valor de cada índice em relação ao ano anterior de referência. Verifica-se, que minimamente houve um aumento do valor do índice em relação ao ano anterior. De forma expressiva, observa-se que, municípios não possuem informações, impossibilitando sua caracterização.

**Figura 22:** Situação dos índices no ano de referência e situação de melhoria.

Municípios	IN075_AE - Incidência das análises de cloro residual fora do padrão						IN079_AE - Índice de conformidade da quantidade de amostras - cloro residual					
	ANO			Situação			ANO			Situação		
	2016	2017	2018	D	M	A	2016	2017	2018	D	M	A
Colinas	15,97	3,47	0				91,32	94,97	82,62			
Fernando Falcão	-	-	-				-	-	-			
Formosa da Serra Negra	6,67	-	-				125	-	-			
Fortaleza dos Nogueiras	-	-	-				0	0	0			
Jatobá	0	0	0				0,98	105,88	225			
Loreto	28,7	13,91	19,67				136,9	136,9	72,62			
Mirador	-	-	-				0	0	0			
Paraibano	0	-	44,44				75,85	0	76,92			
Passagem Franca	-	-	-				-	-	-			
Pastos Bons	-	4,86	1,6				-	105,88	104,17			
Sambaíba	92,9	42,86	19,35				117,36	87,5	32,29			
São Domingos do Azeitão	-	-	-				0	0	0			
São Félix de Balsas	-	-	-				0	0	0			
São João dos Patos	37,98	40,14	15,09				123,81	28,17	73,61			
São Raimundo das Mangabeiras	29,37	41,87	0				125	125	102,56			
Sucupira do Norte	0	0	0				123,81	123,81	236,36			
Tuntum	-	-	-				0	0	0			

Municípios	IN076_AE - Incidência das análises de turbidez fora do padrão						IN080_AE - Índice de conformidade da quantidade de amostras - turbidez					
	ANO			Situação			ANO			Situação		
	2016	2017	2018	D	M	A	2016	2017	2018	D	M	A
Colinas	15,11	0	0				96,53	80,03	84,57			
Fernando Falcão	-	-	-				-	-	-			
Formosa da Serra Negra	13,33	-	-				125	-	-			
Fortaleza dos Nogueiras	0	0	0				0,69	0,69	3,7			
Jatobá	0	0	0				0,98	1,96	5,21			
Loreto	23,19	8,75	21,74				136,9	95,24	82,14			
Mirador	0	0	0				0,43	0,85	4,9			
Paraibano	0	0	0				75,85	51,28	76,92			
Passagem Franca	-	-	-				-	-	-			
Pastos Bons	-	6,25	1,67				-	105,88	100			
Sambaíba	97,63	19,39	26,19				117,36	68,06	43,75			
São Domingos do Azeitão	1,39	0	0				120	61,67	3,12			
São Félix de Balsas	0	-	-				1,67	0	0			
São João dos Patos	0	0	0				123,81	94,25	126,39			
São Raimundo das Mangabeiras	0	0	0				125	52,08	102,56			
Sucupira do Norte	0	0	0				123,81	82,54	236,36			
Tuntum	8,45	7,94	20,69				118,33	105	7,11			

Municípios	IN084_AE - Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão						IN085_AE - Índice de conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais					
	ANO			Situação			ANO			Situação		
	2016	2017	2018	D	M	A	2016	2017	2018	D	M	A
Colinas	11,81	4,73	0				50	69,79	52,84			
Fernando Falcão	-	-	-				-	-	-			
Formosa da Serra Negra	6,67	-	-				-	-	-			
Fortaleza dos Nogueiras	0	50	25				0,69	0,69	3,7			
Jatobá	0	0	0				0,98	1,96	5,21			
Loreto	11,15	3,89	11,3				110,32	142,86	71,67			
Mirador	50	25	50				0,43	0,85	4,9			
Paraibano	4,91	41,67	34,13				69,66	76,92	62,61			
Passagem Franca	-	-	-				-	-	-			
Pastos Bons	-	4,23	1,67				-	101,43	100			
Sambaíba	26,24	0,65	29,63				97,92	106,94	21,09			
São Domingos do Azeitão	0	0	0				20	61,67	3,12			
São Félix de Balsas	0	-	-				1,67	0	0			
São João dos Patos	8,33	48,58	57,51				66,67	118,85	100,4			
São Raimundo das Mangabeiras	0	0,38	0				78,12	67,71	72,22			
Sucupira do Norte	25,52	8,97	0				113,49	123,81	181,06			
Tuntum	0	0	0				118,33	105	7,11			

**Legenda:**  
 Diminuiu Manteve-se Aumentou Sem informação

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

## 2.2 Sistema de Esgotamento Sanitário do Alto Curso

Considerando que, a plataforma do SNIS não dispõe de informações nos anos de referência desse estudo, de 2016 a 2018, caracterizou-se o sistema de esgotamento sanitário do alto curso da bacia através dos dados da ANA (2013). Embora os dados sejam de 2013, analisando-se a situação desses municípios, a partir dos dados de abastecimento público de 2018 descrito anteriormente, bem como da situação do Brasil e da região nordeste, verifica-se, que a situação do esgotamento sanitário ainda carece de avanços significativos. Fato este, confirmado neste trabalho por meio do Índice de Desempenho do Serviço de Esgotamento Sanitário - IDESES.

### 2.2.1 Índices de Atendimento do Esgotamento Sanitário do Alto Curso

De acordo com dados da ANA (2018), quanto ao sistema de esgotamento sanitário no país, em relação ao índice de atendimento total com rede de esgotos (IN056), a média foi igual a 53,2%. Já o índice de atendimento urbano com rede de esgotos (IN024) foi de 60,9%. Portanto, registra-se, em 2018, um crescimento de 0,8 ponto percentual no índice total e 0,7 no índice urbano, quando comparados ao ano de 2017.

Com relação ao indicador médio nacional de tratamento dos esgotos gerados (IN046), que representa a parcela dos esgotos gerados que é tratada, vale destacar que o índice é calculado a partir do volume de água consumido (AG010). Observa-se que, em 2018, 46,3% dos esgotos gerados tiveram tratamento. Esse valor é 0,3 ponto percentual superior ao observado em 2017, que foi de 46,0%, dando continuidade à curva de crescimento do indicador.

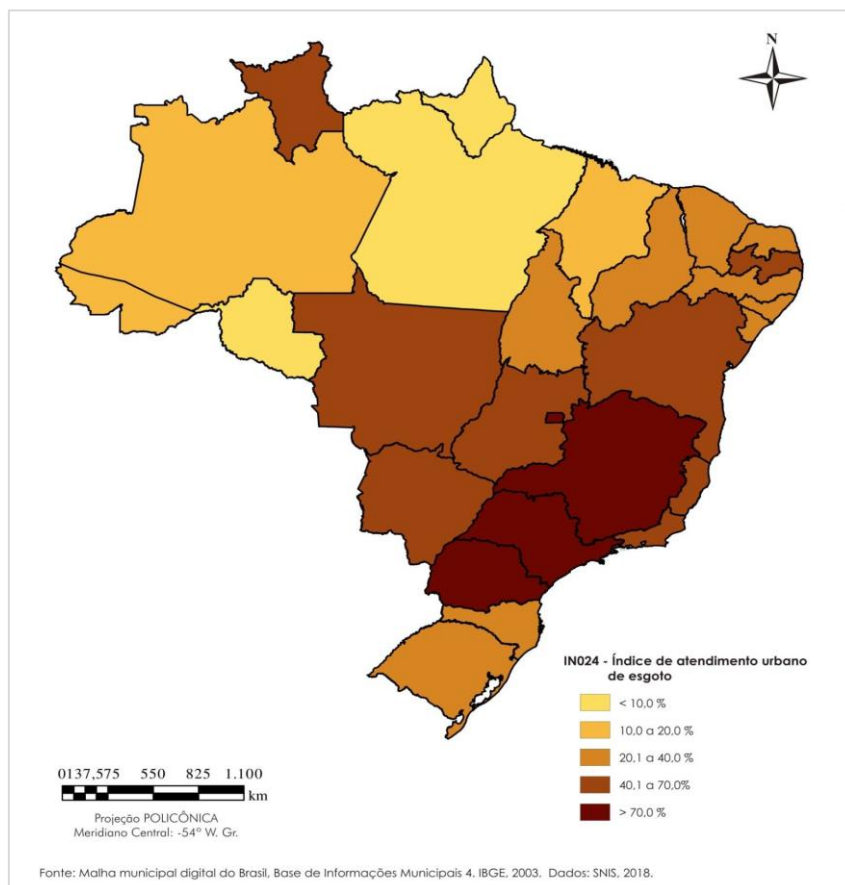
Já o índice médio de tratamento dos esgotos coletados (IN016), que representa a parcela do volume de esgotos tratado em relação ao volume de esgotos coletado, é igual a 74,5% em 2018. O índice aumentou 0,8 ponto percentual em relação ao apurado em 2017.

Aqui cabe um alerta para a interpretação desse indicador. Os valores do IN016 devem ser utilizados com cautela, uma vez que podem mascarar a situação do tratamento dos esgotos em determinado local, se mal compreendidos. Por exemplo, assumindo-se a situação em que determinado município gere 100 m<sup>3</sup> de esgotos ao ano, colete 10 m<sup>3</sup>/ano e trate os mesmos 10 m<sup>3</sup>/ano que coleta. Para esse município, o resultado do IN016 será 100%, uma vez

que ele trata todo o esgoto que coleta. Em um segundo exemplo, temos o caso de um município que, anualmente, gera 100 m<sup>3</sup>, coleta 100 m<sup>3</sup>, mas trata somente 10 m<sup>3</sup>. Para esse município, o resultado do IN016 será 10%, uma vez que ele trata somente 10% de todo o esgoto que é coletado.

Na comparação dos índices de tratamento de esgotos gerados (IN046) por macrorregião, observa-se que o Centro-Oeste e o Nordeste apresentam um crescimento de 1,9 ponto percentual e 1,5 ponto percentual em 2018 em relação a 2017, respectivamente. Já nas macrorregiões Norte e Sudeste, há redução de 0,9 e 0,3 ponto percentual, respectivamente. A **Figura 23** apresenta o índice médio de atendimento urbano por rede coletora de esgotos dos municípios brasileiros, sendo o Estado do Maranhão compreendido na faixa entre 10 e 20%.

**Figura 23:** Mapa do índice médio de atendimento urbano por rede coletora de esgotos (IN024) dos municípios com prestadores de serviços participantes do SNIS em 2018, distribuído por faixas percentuais, segundo estado.



Fonte: SNS (2018).

A partir do Atlas de Esgoto da ANA (2013), foram coletadas as informações do esgotamento sanitário por município do alto curso da bacia: sem coleta e sem tratamento; com coleta e sem tratamento; com coleta e com tratamento e; soluções individuais. Além desses, considerou-se também, a parcela de carga gerada e lançada de esgoto (**Tabela 3**).

Os dados foram apresentados em tabelas e gráficos, permitindo traçar um perfil preliminar do esgotamento sanitário nestes municípios.

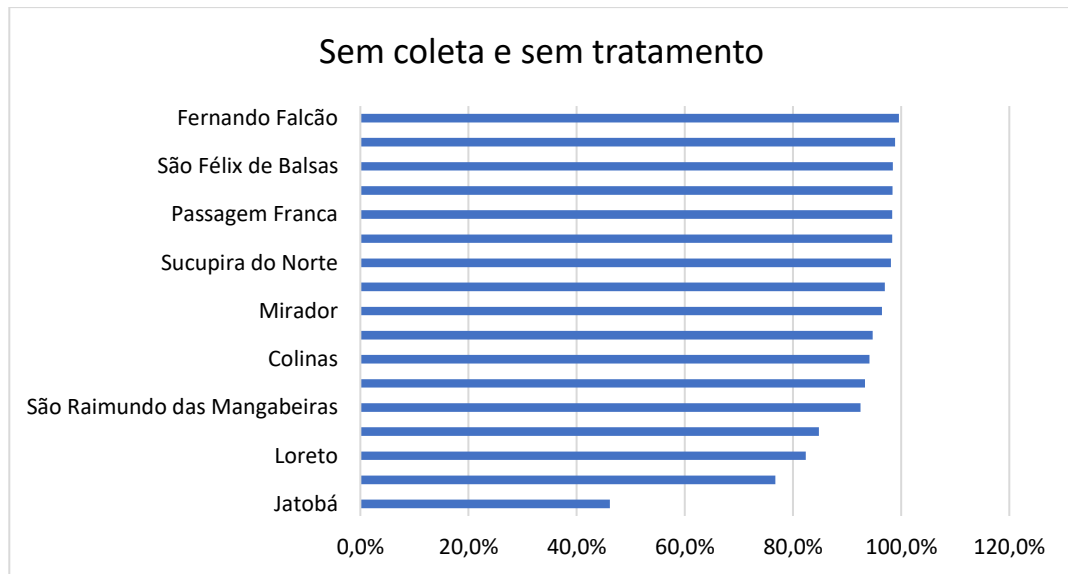
**Tabela 3:** Dados do índice de atendimento e vazão do esgoto.

Municípios	Índice de Atendimento (%)				Vazão (L/s)			
	Sem coleta e sem tratamento	Soluções individuais	Com coleta e sem tratamento	Com coleta e com tratamento	Sem coleta e sem tratamento	Soluções individuais	Com coleta e sem tratamento	Com coleta e com tratamento
Colinas	94,1%	5,4%	0,5%	0,0%	42,9	2,5	0,2	0,0
Fernando Falcão	99,6%	0,3%	0,1%	0,0%	1,8	0,0	0,0	0,0
Formosa da Serra Negra	97,0%	2,8%	0,3%	0,0%	6,5	0,2	0,0	0,0
Fortaleza dos Nogueiras	98,9%	0,4%	0,8%	0,0%	8,0	0,0	0,1	0,0
Jatobá	46,1%	53,2%	0,0%	0,7%	1,7	2,0	0,0	0,0
Loreto	82,4%	15,9%	1,7%	0,0%	5,4	1,0	0,1	0,0
Mirador	96,5%	2,0%	1,6%	0,0%	0,2	0,2	0,0	11,8
Paraibano	93,3%	5,2%	1,5%	0,0%	13,7	0,8	0,2	0,0
Passagem Franca	98,4%	0,7%	0,9%	0,0%	11,8	0,1	0,1	0,0
Pastos Bons	94,7%	4,9%	0,4%	0,0%	13,4	0,7	0,0	0,0
Sambaíba	76,8%	23,2%	0,0%	0,0%	1,9	0,6	0,0	0,0
São Domingos do Azeitão	98,4%	0,9%	0,7%	0,0%	3,9	0,0	0,0	0,0
São Félix de Balsas	98,5%	1,2%	0,4%	0,0%	2,8	0,0	0,0	0,0
São João dos Patos	98,3%	1,2%	0,5%	0,0%	28,6	0,3	0,1	0,0
São Raimundo das Mangabeiras	92,5%	7,1%	0,4%	0,0%	14,7	1,1	0,1	0,0
Sucupira do Norte	98,1%	1,8%	0,1%	0,0%	7,7	0,1	0,0	0,0
Tuntum	84,8%	5,2%	10,0%	0,0%	18,1	1,1	2,1	0,0
<b>Média</b>	<b>91,1%</b>	<b>7,7%</b>	<b>1,2%</b>	<b>0%</b>	<b>10,8</b>	<b>0,6</b>	<b>0,2</b>	<b>0,7</b>

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

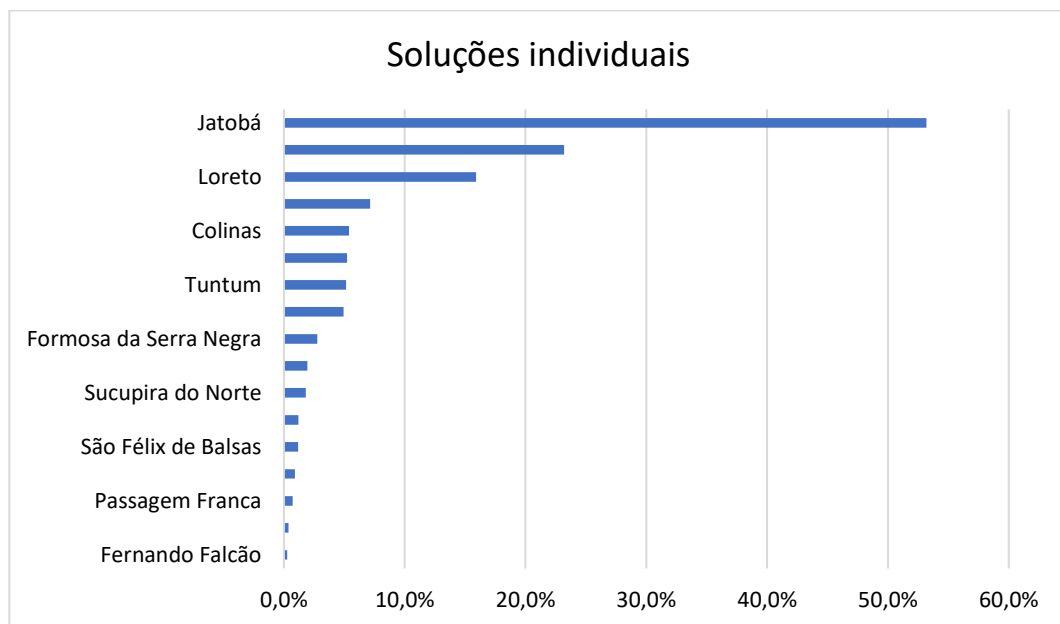
Analisando-se os dados da **Tabela 3** verifica-se que em média, nesses municípios com relação ao índice de atendimento de esgoto, 91,1%, ocorre sem coleta e sem tratamento, sendo que, entre os municípios, Jatobá destaca-se com um percentual de 46,1% (**Figura 24**), estando em melhor situação; confirmando-se como o município que possui um maior percentual (53,2%) com soluções individuais, em contraste, com o município de Fernando Falcão, que possui 99,6% do seu esgoto sem coleta e sem tratamento, e com 0,3% de soluções individuais (**Figura 25**).

**Figura 24:** Índice de atendimento do esgoto sem coleta e sem tratamento.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

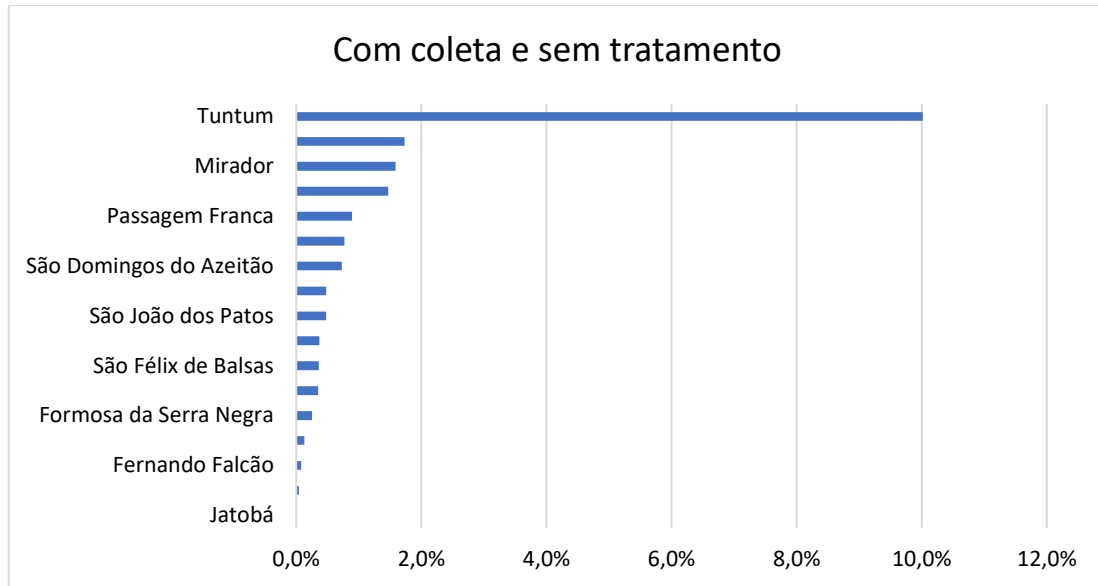
**Figura 25:** Índice de atendimento do esgoto com soluções individuais.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Complementando o percentual de esgoto sem coleta e sem tratamento, tem-se o percentual relacionado ao índice de atendimento com coleta e sem tratamento, que em média no alto curso foi de 1,2%. O município de Tuntum destaca-se nesta relação com um percentual de 10% (Figura 26).

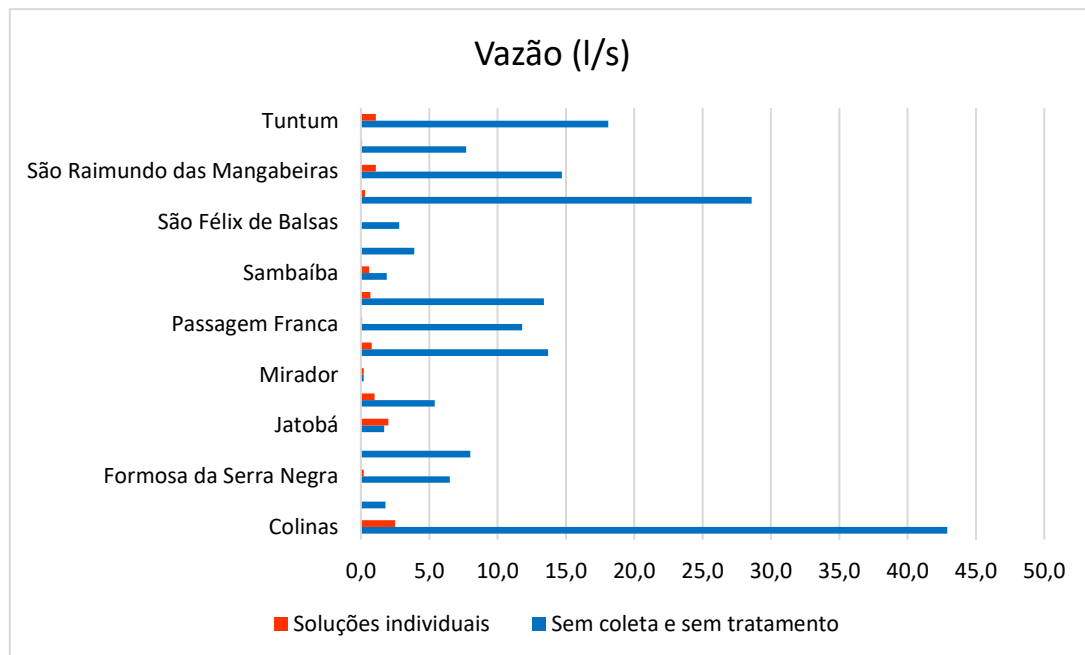
**Figura 26:** Índice de atendimento do esgoto com coleta e sem tratamento.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Com relação a vazão gerada em l/s, sem coleta e sem tratamento, a média dos municípios foi em torno de 10 l/s. O município de Colinas é o que gerou maior quantitativo, 42,9 l/s, sendo este um dos municípios com maior quantitativo populacional na região (Figura 27).

**Figura 27:** Vazão gerada de esgoto sem coleta e sem tratamento.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

No que se refere a parcela de carga gerada em kg de DBO/dia, relacionado ao esgotamento sem coleta e sem tratamento, a média na região foi de 444,3 kg DBO/dia, destacando-se os municípios de Colinas com valor de 1.326 kg DBO/dia, seguido do município de São João dos Patos com 1.104 kg DBO/dia, Tuntum com 844 kg DBO/dia e São Raimundo das Mangabeiras com 648,2 kg DBO/dia, sendo estes os mais populosos na região (**Tabela 4 e Figura 25**).

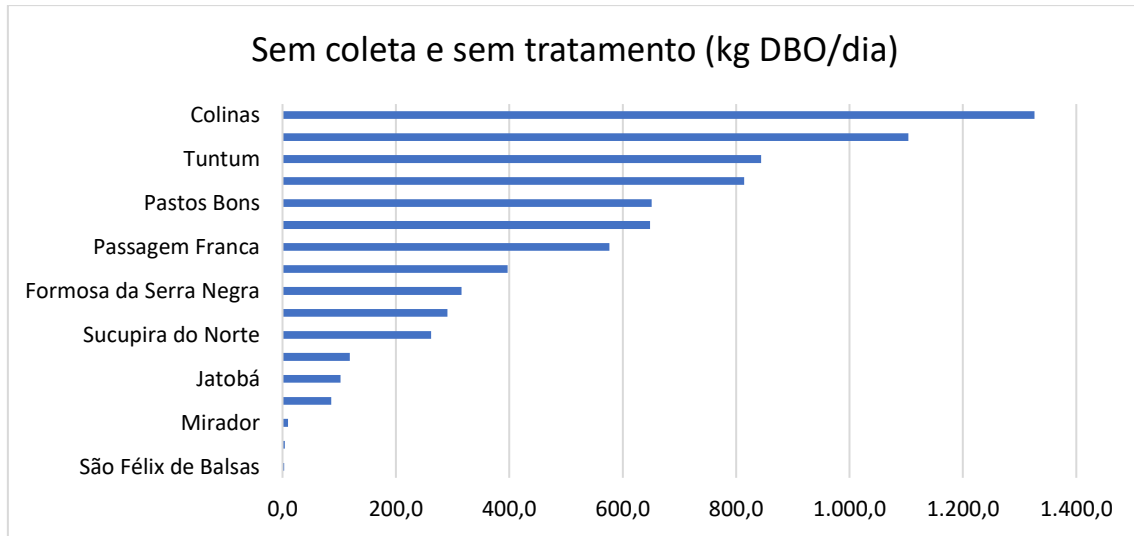
**Tabela 4:** Parcela de carga gerada e lançada em kg DBO/dia.

Municípios	Parcela de Carga Gerada (kg DBO/dia)				Parcela de Carga Lançada (kg DBO/dia)			
	Sem coleta e sem tratamento	Soluções individuais	Com coleta e sem tratamento	Com coleta e com tratamento	Sem coleta e sem tratamento	Soluções individuais	Com coleta e sem tratamento	Com coleta e com tratamento
Colinas	1.326,0	75,8	6,8	0,0	1.326,0	30,3	6,8	0,0
Fernando Falcão	85,7	0,2	0,1	0,0	85,7	0,1	0,1	0,0
Formosa da Serra Negra	315,5	9,0	0,8	0,0	315,5	3,6	0,8	0,0
Fortaleza dos Nogueiras	397,1	1,5	3,1	0,0	397,1	0,6	3,1	0,0
Jatobá	102,3	117,9	0,0	1,5	102,3	47,2	0,0	1,5
Loreto	291,0	56,1	6,1	0,0	291,0	22,5	6,1	0,0
Mirador	9,9	8,1	0,0	509,2	4,0	8,1	0,0	503,3
Paraibano	814,3	45,7	12,9	0,0	814,3	18,3	12,9	0,0
Passagem Franca	576,7	4,2	5,2	0,0	576,7	1,7	5,2	0,0
Pastos Bons	651,1	33,9	2,4	0,0	651,1	13,6	2,4	0,0
Sambaíba	118,6	35,9	0,1	0,0	118,6	14,3	0,1	0,0
São Domingos do Azeitão	4,0	269,7	2,5	2,0	269,7	1,0	2,0	0,0
São Félix de Balsas	2,9	84,5	1,0	0,3	84,5	0,4	0,3	0,0
São João dos Patos	1.104,0	13,3	5,3	0,0	1.104,0	5,3	5,3	0,0
São Raimundo das Mangabeiras	648,2	50,0	2,5	0,0	648,2	20,0	2,5	0,0
Sucupira do Norte	262,2	4,8	0,2	0,0	262,2	1,9	0,2	0,0
Tuntum	844,0	51,3	99,7	0,0	844,0	20,5	99,7	0,0
<b>Média</b>	<b>444,3</b>	<b>50,7</b>	<b>8,7</b>	<b>30,2</b>	<b>464,4</b>	<b>12,3</b>	<b>8,7</b>	<b>29,7</b>

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

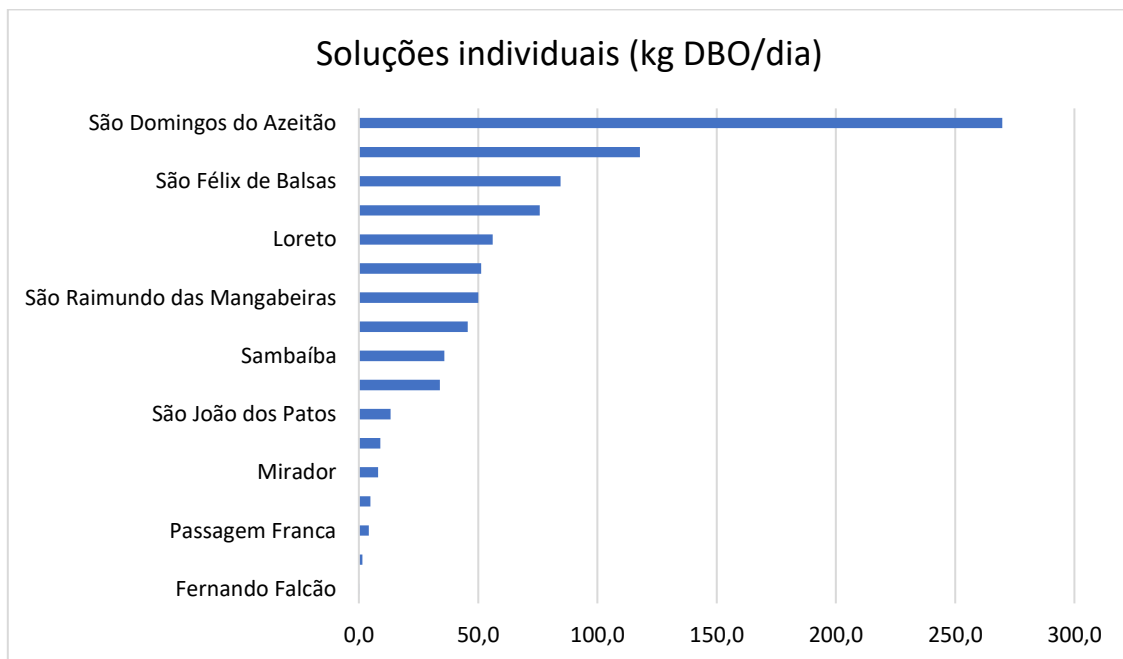
Verifica-se nos dados da **Tabela 4** e nos gráficos das **Figura 28**, que o município de Jatobá, ainda se destaca na relação como o município que busca por soluções individuais, com 117,9 kg DBO/dia gerado de esgoto. Essa situação é preocupante, pois não estando ligada a rede de esgotamento sanitário, a população pode estar buscando por alternativa que possam comprometer as águas superficiais e/ou subterrâneas, como, por exemplo, o lançamento de esgoto in natura nos mananciais superficiais, ou construção de fossas sépticas, que possam vir a comprometer a qualidade das águas subterrâneas.

**Figura 28:** Carga gerada de esgoto sem coleta e sem tratamento.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

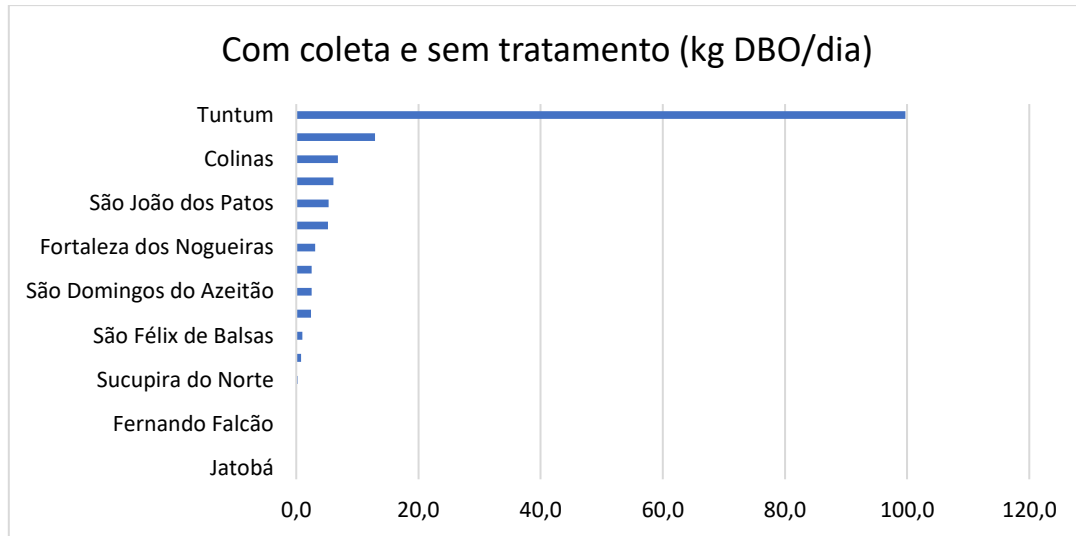
**Figura 29:** Carga gerada de esgoto com soluções individuais.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Com coleta e sem tratamento, o município de Tuntum dispara em relação aos demais municípios na região, com um valor de 99,7 kg DBO/dia (**Figura 30**).

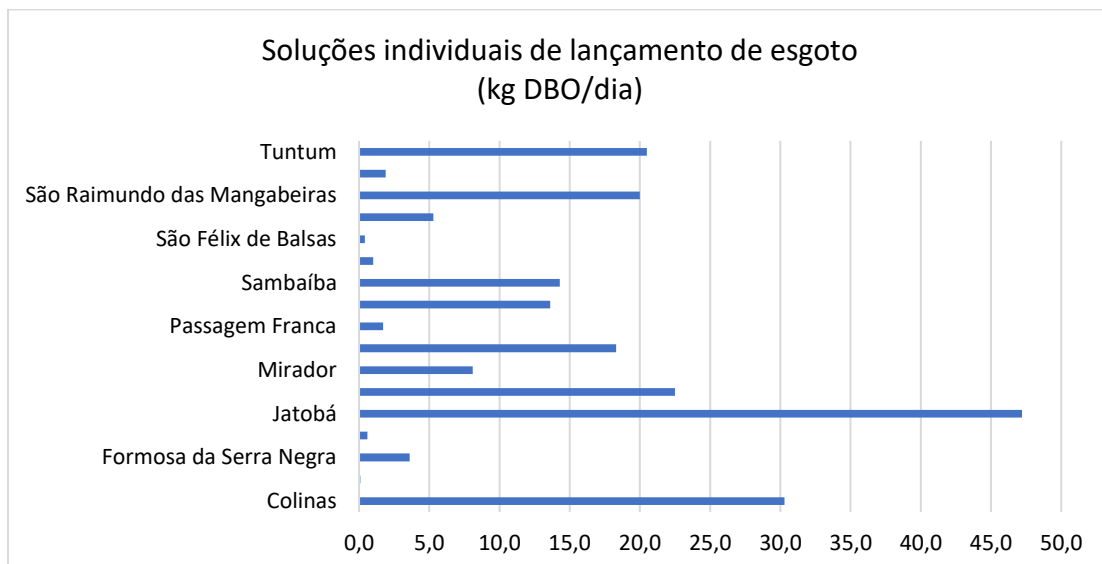
**Figura 30:** Carga gerada de esgoto com coleta e sem tratamento.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

No que concerne a carga lançada, verifica-se, ainda na **Tabela 4**, que o valor corresponde ao mesmo da carga gerada, ou seja, o total de carga lançada em kg DBO/dia por município é o mesmo que o de carga gerada por este. Destacando-se, com soluções individuais, igualmente o município de Jatobá, seguido dos municípios de Colinas, Loreto, Sucupira do Norte e São Raimundo das Mangabeiras (**Figura 31**).

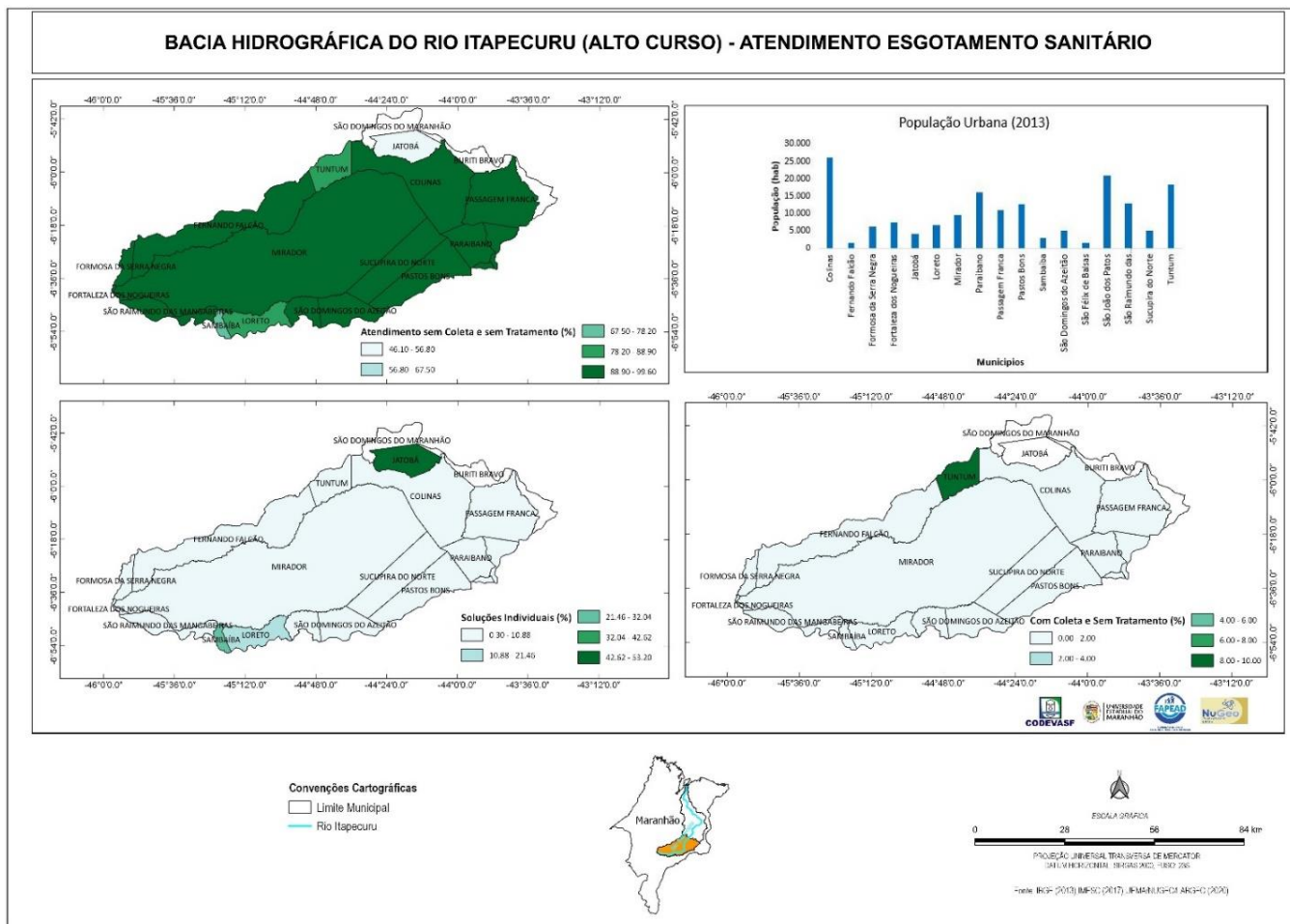
**Figura 31:** Carga lançada de esgoto com soluções individuais.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

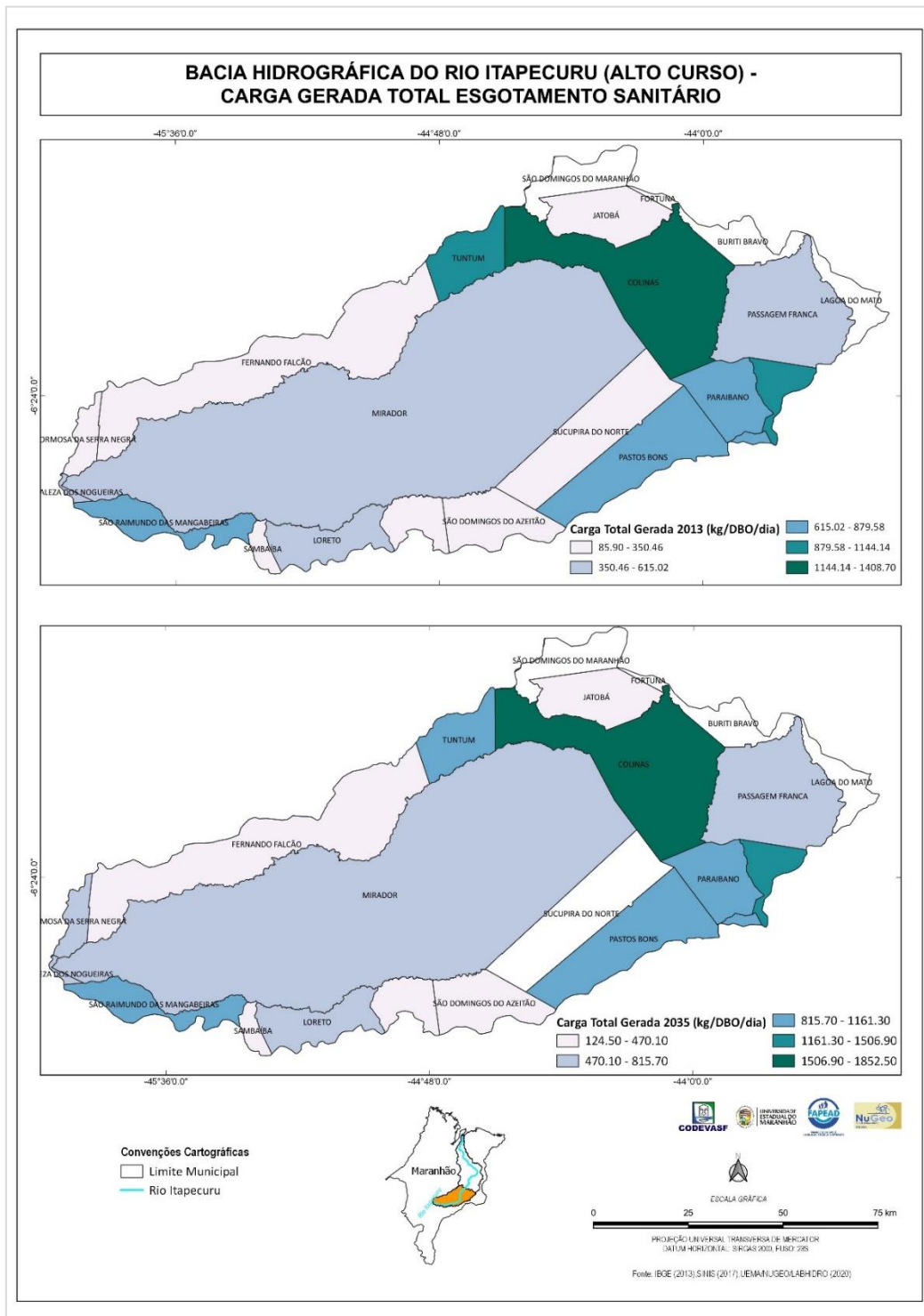
Os mapas das **Figuras de 32 a 33** apresentam um panorama da situação dos índices que retratam do esgotamento sanitário no alto curso da bacia.

Figura 32: Panorama do atendimento do esgotamento sanitário no alto curso da bacia do rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

**Figura 33:** Panorama da carga gerada do esgotamento sanitário no alto curso da bacia do rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

## 2.2.2 Índice de Desempenho do Serviço de Esgotamento Sanitário – IDSES do Alto Curso

Analisar o desempenho dos municípios no serviço de esgotamento sanitário é uma tarefa que busca identificar suas potencialidades e deficiências de modo a contribuir para o estabelecimento de políticas de gestão para melhoramento do sistema para atender a população. Ao identificar as condições de atendimento deste serviço é possível vislumbrar os focos de maior atenção como qualidade de água e expansão de rede coletora.

Neste panorama, estabelece-se relações que podem impactar nos recursos hídricos locais ocasionando degradação de mananciais que podem comprometer futuramente o sistema de abastecimento local. Assim, esgotamento sanitário e abastecimento de água caminham juntos no estabelecimento de políticas de recursos hídricos para o âmbito municipal.

O desempenho de serviço de esgotamento sanitário é advindo da análise das prestadoras de serviço em atender a demanda corrente do município. Os resultados apresentados consistiram em cinco subindicadores denominados de IQS. O subindicador IQS<sub>1</sub> consiste nas relações da população atendida por sistema de esgotamento sanitário em relação a população total o que determina a população residente conectada à rede coletora. O subindicador IQS<sub>2</sub> estabelece as relações da população com sistema individual em relação a população total, onde foi possível obter a população residente servida por sistema individual. No que concerne ao IQS<sub>3</sub> tem-se a relação da população residente não atendida em relação população total, onde obtém-se o impacto da população não atendida neste município. O subindicador IQS<sub>4</sub> estabelece as relações dos volumes de esgoto tratado e gerado, onde tem-se um índice de tratamento de esgoto. Por fim, o subindicador IQS<sub>5</sub> que avalia o total de reclamações estabelecendo uma relação das reclamações no ano em relação população total. Os resultados encontram-se na **Tabela 5** a seguir.

Avaliando o indicador de população residente conectada à rede coletora (IQS<sub>1</sub>), percebe-se que os municípios apresentam uma média de 0,90%, ou seja, a situação é crítica. Essa situação confirma os dados da ANA (2013), com índice de atendimento de esgotamento sanitário em média de 91,1%, sem coleta e sem tratamento, como descrito anteriormente, ou seja, nestes municípios, praticamente a população quase que totalmente não estão ligadas a rede coletora de esgoto. Desta forma entende-se, porque o IQS<sub>2</sub> apresentou um percentual médio significativo de 71,60%. Isso retrata que a população busca por sistema individual, como

mais comumente ocorre, como: fossa séptica, fossa rudimentar e valas de infiltração, dentre outros.

**Tabela 5:** Valores médios dos indicadores selecionados.

Municípios	IQS1 (%)	IQS2 (%)	IQS3 (%)	IQS4 (%)	IQS5 (reclamações/ 1000ha/ ano)
Colinas	0,33	75,04	24,63	0,00	2,53
Fernando Falcão	0,00	41,28	58,72	0,00	0,00
Formosa da Serra Negra	0,06	60,82	39,12	0,00	0,00
Jatobá	3,19	76,94	19,87	0,70	50,67
Loreto	1,09	64,16	34,75	0,00	3,34
Mirador	0,90	53,55	45,55	0,00	0,78
Paraibano	1,13	86,04	12,83	0,00	3,28
Passagem Franca	0,71	71,22	28,07	0,00	0,00
Pastos Bons	0,38	81,76	17,86	0,00	0,94
Sambaíba	0,00	60,73	39,27	0,00	0,73
São Domingos do Azeitão	0,40	80,02	193,58	0,00	1,43
São Félix de Balsas	0,00	61,42	38,58	0,00	0,00
São João dos Patos	0,30	96,39	3,31	0,00	34,90
São Raimundo das Mangabeiras	0,11	84,35	15,53	0,00	26,10
Sucupira do Norte	0,11	74,30	25,58	0,00	0,00
Tuntum	5,61	77,55	16,83	0,00	9,39
<b>Média</b>	<b>0,90</b>	<b>71,60</b>	<b>38,38</b>	<b>0,04</b>	<b>8,38</b>

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Apesar das fossas sépticas proporcionarem apenas um tratamento parcial dos efluentes, esse tipo de sistema foi uma das principais soluções adotadas para suprir a inexistência do serviço de esgotamento sanitário na área estudada. Mesmo estas soluções não apresentando o tratamento adequado para que o efluente atenda aos padrões de lançamento de efluentes estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357/2005, essa forma de tratamento implica na redução dos impactos ambientais decorrentes da falta da rede coletora de esgoto (BRASIL, 2005).

Para o indicador de população residente não atendida (IQS<sub>3</sub>), a região apresentou uma média de 32,38%. Esse indicador está relacionado ao percentual da população residente não atendida com o esgotamento sanitário, e que não possui nenhum sistema individual. Isso

sugere, que na região grande parte do esgoto gerado é disposto, sem nenhuma forma de tratamento, em rios, riachos e córregos.

O indicador de tratamento de esgoto (IQS<sub>4</sub>) apresentou uma média de 0%. Este fato pode ser explicado pela inexistência de sistema de tratamento de esgoto nesses municípios. O indicador total de reclamação (IQS<sub>5</sub>) apresentou valor médio de 8 reclamações/1000 hab/ano.

Com base na metodologia de Lopes *et al.* (2015), conforme **Tabela 6**, o valor obtido para o Índice de Desempenho do Serviço de Esgotamento Sanitário (IDSES) para os municípios do alto curso da bacia, em média foi de 12,61 (**Tabela 7**). Esse valor segundo metodologia proposta classifica o desempenho do serviço de esgotamento sanitário considerando os municípios em estudo foi de PÉSSIMA qualidade.

**Tabela 6:** Classificação do IDSES.

Valores atribuídos ao IDSES	Classificação
75 - 100	Ótimo
56 - 75	Bom
41 - 55	Regular
26 - 40	Ruim
0 - 25	Péssimo

Fonte: Lopes et al. (2015).

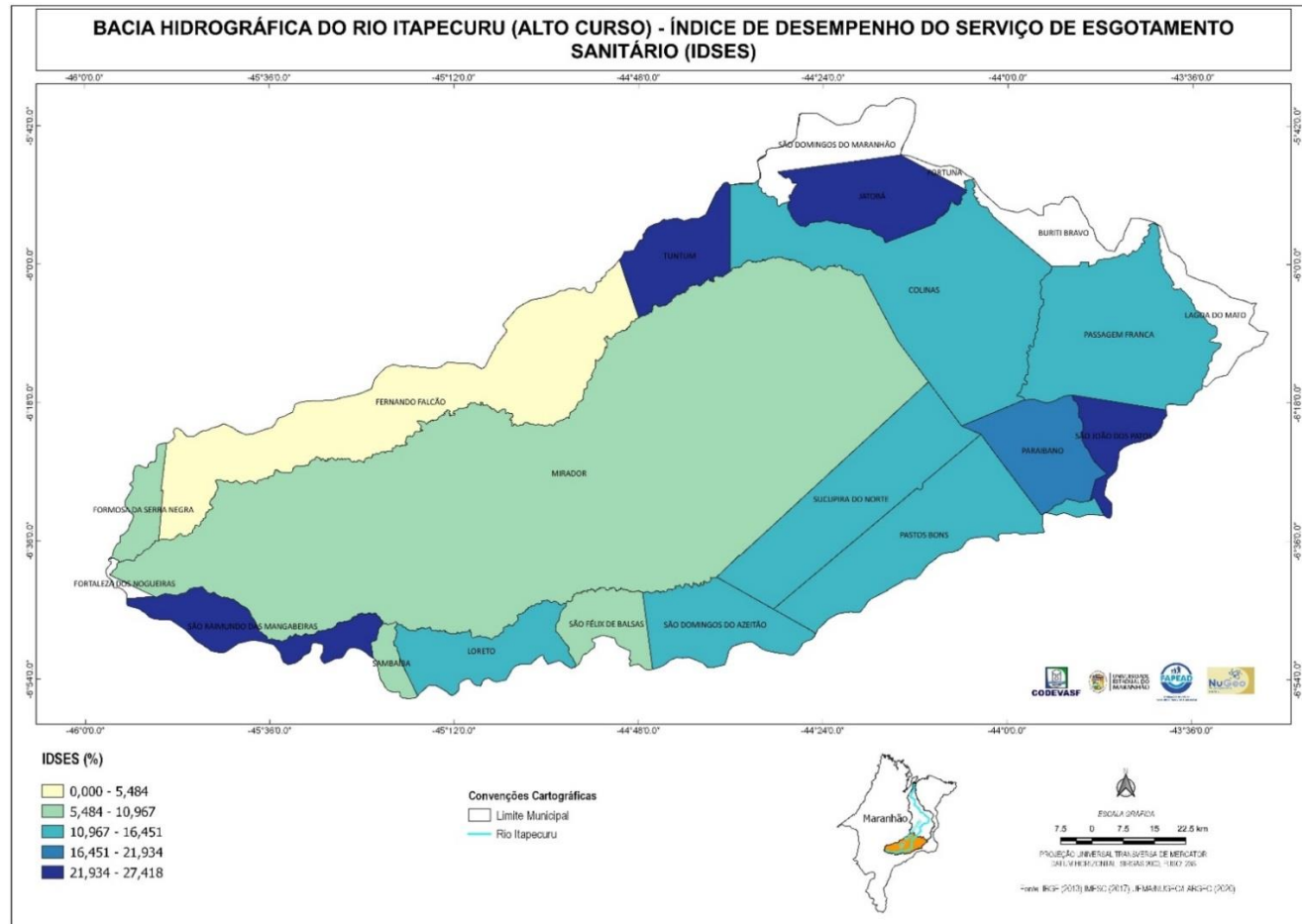
**Tabela 7:** Índice de Desempenho do Serviço de Esgotamento Sanitário (IDSES) para os municípios do alto curso da bacia do rio Itapecuru.

Municípios	IDSES
Colinas	13,484
Fernando Falcão	0,000
Formosa da Serra Negra	7,425
Loreto	23,495
Paraibano	11,290
Passagem Franca	12,870
Pastos Bons	6,772
Sambaíba	19,559
São Domingos do Azeitão	12,868
São Félix de Balsas	16,046
São João dos Patos	7,284
São Raimundo das Mangabeiras	15,477
Sucupira do Norte	7,513
Tuntum	22,728
<b>Média</b>	<b>12,61</b>

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

O gráfico da **Figura 34** apresenta de forma espacializada na região.

**Figura 34:** Espacialização do Índice de Desempenho do Serviço de Esgotamento Sanitário (IDSES) para os municípios do alto curso da bacia do rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

### 2.3 Sistema de Gestão dos Resíduos Sólidos do Alto Curso

Neste item apresenta-se um panorama da gestão dos resíduos sólidos no alto curso da bacia do rio Itapecuru a partir de dados levantados na plataforma do SNIS – Resíduos Sólidos, bem como de informações gerais do Brasil e regiões analisadas no Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos (ANA, 2018).

Analisa-se a situação dos municípios com base nos índices do SNIS, como: Índice de Cobertura do Serviço de Coleta Domiciliar – RDO, Massa coletada per capita de resíduos sólidos domiciliares e público, bem como, da coleta seletiva e recuperação de materiais recicláveis.

#### ❖ Índice de Cobertura do Serviço de Coleta Domiciliar – RDO

Importante apresentar algumas definições abordadas nas análises, sendo estas: “coleta regular” é considerada aquela com frequência mínima de uma vez por semana, tanto para zona urbana quanto para zona rural; “coleta direta” ou porta a porta é aquela coleta de RDO ou equiparáveis, disponibilizados em calçada, testada ou via pública, em frente aos domicílios, próximos a estes ou em pontos de coleta de condomínio multifamiliar (vertical ou horizontal); e “coleta indireta” é aquela coleta de RDO ou equiparáveis, disponibilizados em ponto(s) estacionário(s) de uso coletivo (em contêineres, caçambas ou contentores), destinada a domicílios ou condomínios multifamiliares sem acesso à coleta direta.

Os indicadores que compõem esse são: **IN016** – Taxa de cobertura do serviço regular de coleta de RDO em relação à população urbana; **IN015** – Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população total do município; e **IN014** – Taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta (porta a porta) da população urbana do município.

Diante do exposto apresenta-se na tabela da **Figura 35**, a taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO dos municípios participantes do SNIS em relação à população urbana no Brasil segundo as macrorregiões geográficas. Verifica-se que a média da taxa nos anos de 2016 a 2018, ficou em torno de 98%.

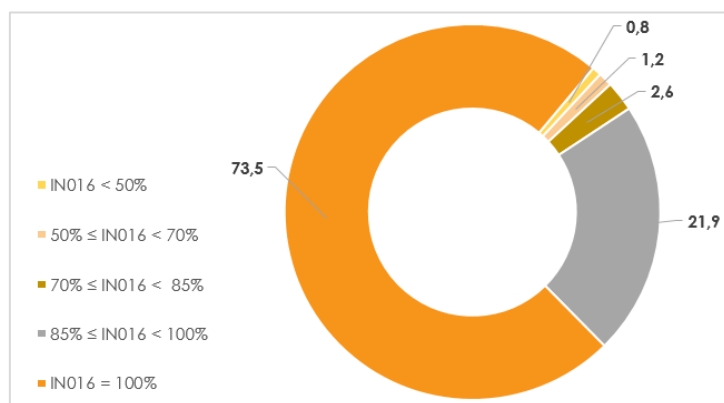
**Figura 35:** Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO dos municípios participantes do SNIS em relação à população urbana (indicador IN016), segundo macrorregião Geográfica.

Macrorregião	Quantidade de municípios da amostra	Taxa de cobertura de coleta de RDO em relação à população urbana (IN016) (%)
Norte	233	97,2
Nordeste	799	97,7
Sudeste	1.199	99,3
Sul	962	99,2
Centro-Oeste	275	99,3
<b>Total - 2018</b>	<b>3.468</b>	<b>98,8</b>
<b>Total - 2017</b>	<b>3.556</b>	<b>98,8</b>
<b>Total - 2016</b>	<b>3.670</b>	<b>98,6</b>

Fonte: SND/MDR (2019).

O panorama sobre o atendimento à população urbana, fracionado em faixas de percentuais de atendimento, está mostrado no gráfico da **Figura 36** a seguir e comentado a seguir.

**Figura 36:** Percentuais de municípios participantes do SNIS, segundo faixas da taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO (indicador IN016).



Fonte: SND/MDR (2019).

- 29 municípios (0,8% do total) acusam índices de cobertura da população urbana (IN016) menores que 50,0%, sendo 4 no Norte, 15 no Nordeste, 1 no Sudeste, 6 no Sul e 3 no Centro-Oeste com destaque para: Boa Ventura de São Roque/PR, Ibimirim/PE, Piratini/RS e Itarema/CE que não alcançam 30%;
- 41 municípios (1,2% do

- total) ficaram com IN016 maiores ou iguais a 50,0% e menores a 70,0%, sendo 4 no Norte, 21 no Nordeste, 5 no Sudeste, 10 no Sul e 1 no Centro-Oeste;
- 90 municípios (2,6% do total) com IN016 maiores ou iguais a 70,0% e menores a 85,0%, sendo 11 no Norte, 42 no Nordeste, 20 no Sudeste, 12 no Sul e 5 no Centro-Oeste;
  - 758 municípios (21,9% do total) maiores ou iguais a 85,0% e menores a 100,0%, sendo 67 no Norte, 233 no Nordeste, 214 no Sudeste, 178 no Sul e 66 no Centro-Oeste;
  - 2.550 municípios (73,5% do total) informaram atender a totalidade de sua
  - população urbana, com IN016 iguais a 100,0%, sendo 147 no Norte, 488 no Nordeste, 959 no Sudeste, 756 no Sul e 200 no Centro-Oeste.

O mesmo universo de valores do IN016 agrupados por faixas populacionais, **Figura 37**, resulta que o maior déficit de atendimento do serviço de coleta regular é encontrado nos municípios da faixa 1, muito embora seu indicador médio ainda permaneça com percentual elevado, de 97,5%.

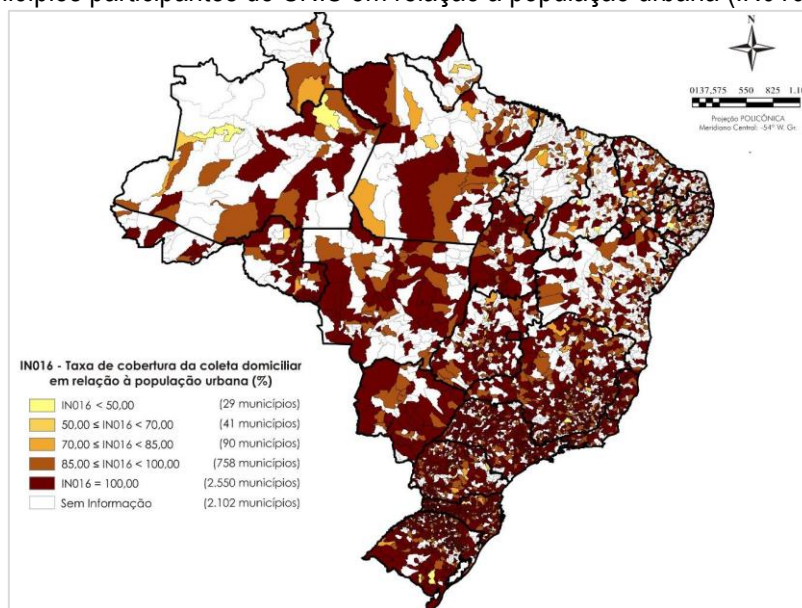
**Figura 37:** Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO dos municípios participantes do SNIS em relação à população urbana (indicador IN016), segundo faixa populacional.

Faixa populacional	Quantidade de municípios da amostra	Taxa de cobertura de coleta de RDO em relação à população urbana (IN016) (%)
1	2.647	97,5
2	534	98,3
3	176	98,9
4	94	99,5
5	15	98,4
6	2	100,0
<b>Total - 2018</b>	<b>3.468</b>	<b>98,8</b>
<b>Total - 2017</b>	<b>3.556</b>	<b>98,8</b>
<b>Total - 2016</b>	<b>3.670</b>	<b>98,5</b>

Fonte: SND/MDR (2019).

O mapa da **Figura 38** apresenta a taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO dos municípios brasileiros. Verifica-se que o Estado do Maranhão teve baixa adesão para a composição desse índice.

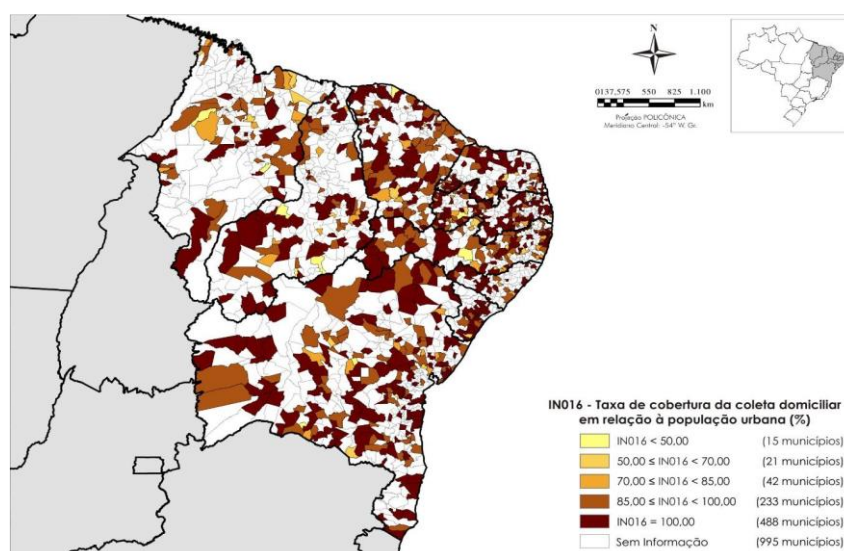
**Figura 38:** Representação espacial da taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO dos municípios participantes do SNIS em relação à população urbana (IN016) – Brasil.



Fonte: SND/MDR (2019).

De forma mais detalhada, na **Figura 39**, observa-se que no Maranhão, a taxa de cobertura predominantemente ocorre acima de 50% nos municípios com participação, sendo a maioria dos municípios sem informação.

**Figura 39:** Representação espacial da taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO dos municípios participantes do SNIS em relação à população urbana (IN016) - Macrorregião Nordeste.



Fonte: SND/MDR (2019).

Considerando o alto curso da bacia do rio Itapecuru, retratou-se na **Tabela 8**, a situação do índice de cobertura do serviço de coleta RDO (IN016) apenas em alguns municípios, daqueles que possuem informações na plataforma do SNIS, nos anos de referência do presente estudo, de 2016 a 2018.

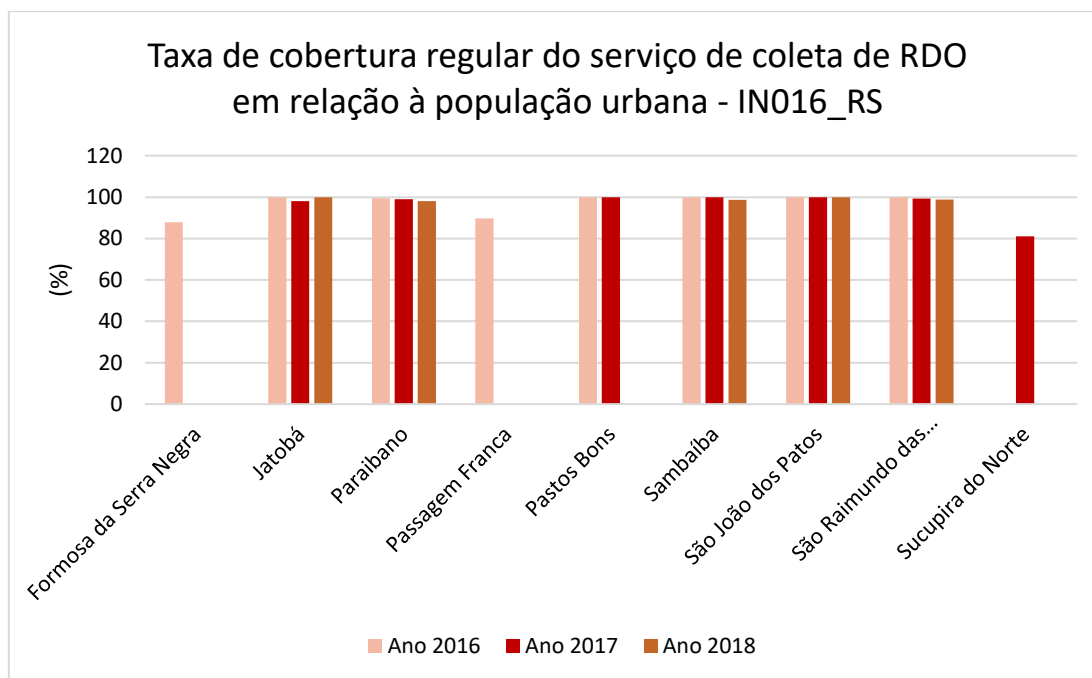
Verifica-se, que entre os municípios, Pastos Bons e São João dos Patos, encontram-se com 100% de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação a população urbana (IN016). Esta situação praticamente manteve-se entre os anos de 2016 a 2018, como mostra o gráfico da **Figura 40**. Observa-se, de maneira geral, uma situação regular de cobertura nestes municípios, acima de 80%, mas, ainda inferior à média do nordeste que é superior a 97%.

**Tabela 8:** Índice de Cobertura dos Serviços Domiciliar – RDO em relação a população urbana.

INDICES DE COBERTURA DOS SERVIÇOS DOMICILIAR										
Municípios	CO164 - População total atendida no município			CO050 - População urbana atendida no município, abrangendo o distrito-sede e localidades			IN016_RS - Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana			Média
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018	
Formosa da Serra Negra	5.900	-	-	5.500	-	-	87,86	-	-	87,86
Jatobá	4.398	4.398	4.384	4.398	4.398	4.384	100	98,08	100	99,36
Paraibano	16.364	16.364	16.364	16.364	16.364	16.364	99,45	98,94	98,13	98,84
Passagem Franca	11.000	-	-	10.000	-	-	89,76	-	-	89,76
Pastos Bons	18.067	13.127	-	13.038	13.127	-	100	100	-	100,00
Sambaíba	4.437	4.442	4.540	2.874	2.877	2.890	100	99,97	98,74	99,57
São João dos Patos	18.000	21.055	21.336	18.000	21.055	21.336	100	100	100	100,00
São Raimundo das Mangabeiras	13.303	13.303	13.303	13.303	13.303	13.303	100	99,29	98,89	99,39
Sucupira do Norte	-	6.450	-	-	4.000	-	-	81,12	-	81,12
<b>Média</b>	<b>11.434</b>	<b>11.306</b>	<b>11.985</b>	<b>10.435</b>	<b>10.732</b>	<b>11.655</b>	<b>97</b>	<b>97</b>	<b>99</b>	<b>87,86</b>

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

**Figura 40:** Gráfico do comportamento da Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana (IN016).



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

No que concerne a taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação a população do município (IN015), os dados são apresentados na **Tabela 9**.

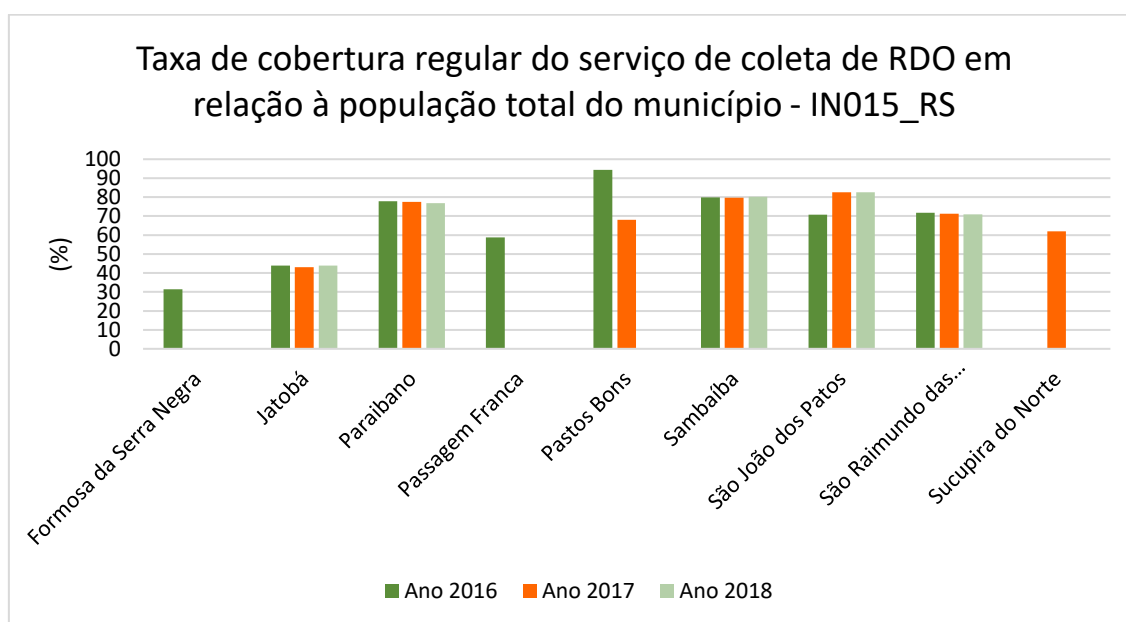
**Tabela 9:** Índice de Cobertura dos Serviços Domiciliar – RDO em relação a população do município.

ÍNDICES DE COBERTURA DOS SERVIÇOS DOMICILIAR										
Municípios	CO164 - População total atendida no município			CO050 - População urbana atendida no município, abrangendo o distrito-sede e localidades			IN015_RS - Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população total do município			Média
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018	
Formosa da Serra Negra	5.900	-	-	5.500	-	-	31,39	-	-	31,39
Jatobá	4.398	4.398	4.384	4.398	4.398	4.384	43,86	43,03	43,87	43,59
Paraibano	16.364	16.364	16.364	16.364	16.364	16.364	77,89	77,5	76,86	77,42
Passagem Franca	11.000	-	-	10.000	-	-	58,83	-	-	58,83
Pastos Bons	18.067	13.127	-	13.038	13.127	-	94,39	68,12	-	81,26
Sambaíba	4.437	4.442	4.540	2.874	2.877	2.890	79,79	79,78	80,17	79,91
São João dos Patos	18.000	21.055	21.336	18.000	21.055	21.336	70,73	82,5	82,51	78,58
São Raimundo das Mangabeiras	13.303	13.303	13.303	13.303	13.303	13.303	71,72	71,22	70,93	71,29
Sucupira do Norte	-	6.450	-	-	4.000	-	-	61,92	-	61,92
<b>Média</b>	<b>11.434</b>	<b>11.306</b>	<b>11.985</b>	<b>10.435</b>	<b>10.732</b>	<b>11.655</b>	<b>66,08</b>	<b>69,15</b>	<b>70,87</b>	<b>64,91</b>

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

A partir dos dados verifica-se que, o município de Pastos Bons encontra-se em melhor situação, com 81,26%, seguido dos municípios de Sambaíba (79,91%), São João dos Patos (78,58%), Paraibano (77,42%). Os demais encontram-se abaixo de 60%. Em último nesta relação tem-se Formosa da Serra Negra com 31,39% (**Figura 41**).

**Figura 41:** Gráfico do comportamento da Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população total do município (IN015).



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Segundo dados do SNS/MDR (2019), a taxa de cobertura nas macrorregiões brasileiras segundo a média nacional em 2018 foi de 92,06% e da região nordeste foi 86,12%. Com base nos resultados apresentados no quadro da **Figura 42** estima-se a redução do déficit do serviço de coleta em relação ao ano anterior de cerca de 239 mil habitantes, uma queda percentual de apenas 1,3%, e o aumento da população total atendida estimada em cerca de 1,1 milhão de habitantes. Dentre as macrorregiões geográficas, o Norte é a que apresenta o maior percentual de população não atendida em relação à população total do país (16,37%), seguido do Nordeste (13,88%). Isso pode ser explicado devido ao fato dessas serem macrorregiões com elevada concentração de população rural, sendo importante considerar que o atendimento nessas áreas tende a ser mais precário e de difícil acesso.

**Figura 42:** Estimativa do déficit do serviço de coleta de RDO em relação à população total (IN015), segundo macrorregião geográfica.

Macrorregião	Pop. total (IBGE) Brasil (hab.)	Taxa de cobertura (IN015) (%)	Pop. total atendida estimada (hab.)	Déficit de atendimento do serviço regular de coleta RDO		
				Pop. total não atendida estimada (hab.)	Percentual em relação à macrorregião (%)	Percentual em relação à pop. deficitária (%)
Norte	18.182.253	83,63	15.205.818	2.976.435	16,37	16,7
Nordeste	56.760.780	86,12	48.882.384	7.878.396	13,88	44,2
Sudeste	87.711.946	96,23	84.405.206	3.306.740	3,77	18,5
Sul	29.754.036	91,51	27.227.918	2.526.118	8,49	14,2
Centro-Oeste	16.085.885	92,90	14.943.787	1.142.098	7,10	6,4
<b>Total - 2018</b>	<b>208.494.900</b>	<b>92,06</b>	<b>190.665.113</b>	<b>17.829.787</b>	<b>8,55</b>	<b>100,0</b>
<b>Total - 2017</b>	<b>207.660.929</b>	<b>91,30</b>	<b>189.591.822</b>	<b>18.069.107</b>	<b>8,70</b>	<b>100,0</b>
<b>Total - 2016</b>	<b>206.114.067</b>	<b>90,75</b>	<b>187.050.391</b>	<b>19.063.676</b>	<b>9,25</b>	<b>100,0</b>

Fonte: SND/MDR (2019).

Neste contexto, verifica-se que entre os municípios estudados do alto curso do rio Itapecuru: Sambaíba (79,91%), São João dos Patos (78,58%), Paraibano (77,42%) encontram-se mais próximo dos resultados nacionais e da região nordeste.

Ainda, analisou-se a taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta (porta-a-porta) da população urbana do município (IN014), conforme dados da **Tabela 10**.

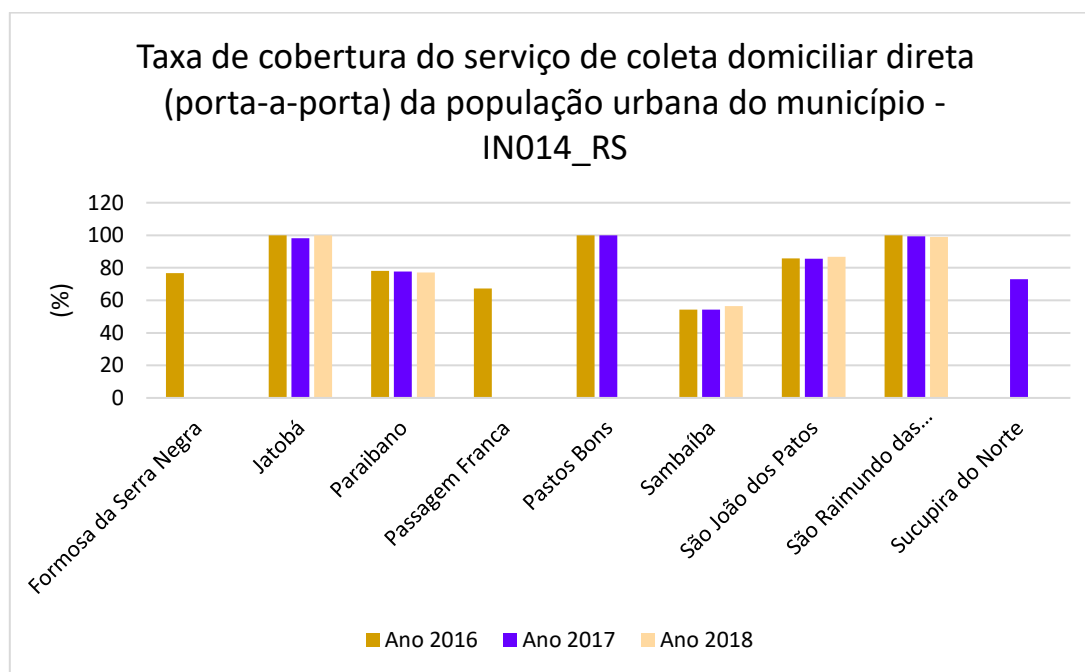
**Tabela 10:** Índice de Cobertura dos Serviços Domiciliar – Taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta (porta-a-porta) da população urbana do município.

ÍNDICES DE COBERTURA DOS SERVIÇOS DOMICILIAR										
Municípios	CO164 - População total atendida no município			CO050 - População urbana atendida no município, abrangendo o distrito-sede e localidades			IN014_RS - Taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta (porta-a-porta) da população urbana do município.			Média
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018	
Município	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018	Média
Formosa da Serra Negra	5.900	-	-	5.500	-	-	76,68	-	-	76,68
Jatobá	4.398	4.398	4.384	4.398	4.398	4.384	100	98,08	100	99,36
Paraibano	16.364	16.364	16.364	16.364	16.364	16.364	78,09	77,7	77,06	77,62
Passagem Franca	11.000	-	-	10.000	-	-	67,32	-	-	67,32
Pastos Bons	18.067	13.127	-	13.038	13.127	-	100	100	-	100,00
Sambaíba	4.437	4.442	4.540	2.874	2.877	2.890	54,38	54,38	56,37	55,04
São João dos Patos	18.000	21.055	21.336	18.000	21.055	21.336	85,73	85,49	86,71	85,98
São Raimundo das Mangabeiras	13.303	13.303	13.303	13.303	13.303	13.303	100	99,29	98,89	99,39
Sucupira do Norte	-	6.450	-	-	4.000	-	-	73,01	-	73,01
<b>Média</b>	<b>11.434</b>	<b>11.306</b>	<b>11.985</b>	<b>10.435</b>	<b>10.732</b>	<b>11.655</b>	<b>82,775</b>	<b>83,992857</b>	<b>83,806</b>	<b>81,6</b>

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Verifica-se a partir do gráfico da **Figura 43**, que o município de Pastos Bons, Jatobá e São Raimunda das Mangabeiras, encontram-se em melhor condição, com valores acima de 90%, considerando que o valor médio da região nordeste é de 92,3%.

**Figura 43:** Gráfico do comportamento da Taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta (porta-a-porta) da população urbana do município (IN014).



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

#### ❖ Massa Coletada Per Capita de Resíduos Sólidos Domiciliares e Públicos

São discutidos indicadores que relacionam a massa coletada de Resíduos Sólidos Domiciliares (RDO) e a massa coletada de Resíduos Sólidos Públicos (RPU) com a população urbana residente nos municípios e com a população total atendida (declarada pelo município). Assim, foram selecionados os indicadores IN021 e IN028, que seguem abordados nesta seção.

O primeiro indicador calculado é o **IN021 – Massa coletada (RDO+RPU) per capita para a população urbana**, composto pelo somatório da quantidade de RDO e RPU, incluindo a quantidade recolhida na coleta seletiva, coletada por todos os agentes executores (agente público, agentes privados, associações ou cooperativas de catadores e outros agentes executores), dividido pela população urbana do município estimada pelo SNIS com base nos dados do IBGE.

O segundo, **IN028 - massa (RDO+RPU) coletada per capita em relação à população atendida (declarada pelo informante)** é uma variação do indicador IN021, que toma no seu numerador a massa de (RDO+RPU) e em seu denominador a população atendida declarada pelo município (campo CO164).

Segundos SNS (MDR, 2019), os resultados do IN021 para o país segundo valores médios foram de 0,81 kg/hab./dia na macrorregião Sul até 1,13 kg/hab./dia para o Nordeste, ressalta-se que, pela nona vez consecutiva das edições do diagnóstico, os menores valores deste indicador médio (IN021) aparecem nas macrorregiões Sul e Sudeste, macrorregiões brasileiras que se destacam pelo elevado desenvolvimento econômico (**Figura 44**). Importante citar que ambas se encontram abaixo do valor do indicador médio para o país, que foi de 0,96 kg/hab./dia.

**Figura 44:** Massa coletada (RDO+RPU) per capita dos municípios participantes do SNIS em relação à população urbana (indicador IN021), segundo macrorregião geográfica.

Macrorregião	Quantidade de municípios da amostra	Massa coletada per capita (IN021) (kg/hab./dia)
Norte	233	1,05
Nordeste	799	1,13
Sudeste	1.199	0,92
Sul	962	0,81
Centro-Oeste	275	1,05
<b>Total - 2018</b>	<b>3.468</b>	<b>0,96</b>
<b>Total - 2017</b>	<b>3.432</b>	<b>0,95</b>
<b>Total - 2016</b>	<b>3.538</b>	<b>0,94</b>

Fonte: SND/MDR (2019).

De acordo com o diagnóstico realizado pela SND (MDR, 2019), quanto aos resultados mais elevados, observa-se, que bem próximo ao maior resultado que é referente à macrorregião Nordeste, aparecem os das macrorregiões Norte e Centro-oeste, ambas com 1,05 kg/hab./dia. Esses maiores valores estão alavancados pela presença de capitais que também registram altos índices, como é o caso de Campo Grande/MS (1,53 kg/hab./dia), Boa Vista/RR (1,52 kg/hab./dia), Belém/PA (1,32 kg/hab./dia), Manaus/AM (1,21 kg/hab./dia) e Brasília/DF (1,21 kg/hab./dia). Aliás, importante mencionar que, historicamente, a macrorregião Nordeste

tem apresentado resultados elevados, quais sejam: 1,22 kg/hab./dia em 2015, 1,10 kg/hab./dia em 2016 e 1,08 kg/hab./dia em 2017.

Segundo este estudo a média nacional considerando o triênio 2016/2018 foi 0,96 kg/hab./dia e do Maranhão para o quadriênio 2015/2018 foi 2,9 kg/hab./dia. Neste cenário, apresenta-se os resultados dos municípios do alto curso da bacia do rio Itapecuru na **Tabela 11**. Verifica-se que a média na região foi de 1,30 kg/hab./dia, é um valor abaixo da média do estado, apesar, de ainda ser significativa se comparada com a média nacional que é de 0,96 kg/hab./dia.

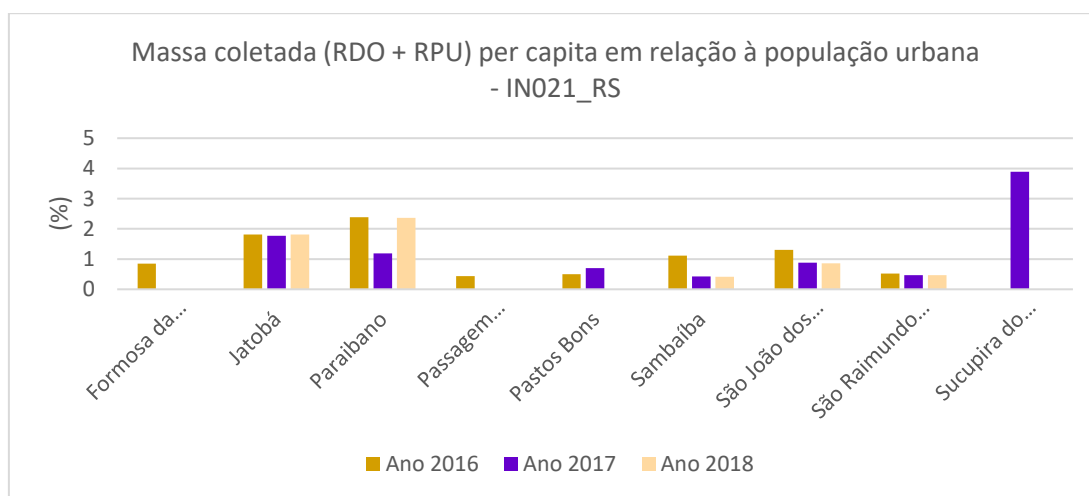
**Tabela 11:** Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana – IN021\_RS.

Municípios	IN021_RS - Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana - kg/hab./dia			
	2016	2017	2018	Média
Formosa da Serra Negra	0,85	-	-	0,85
Jatobá	1,81	1,77	1,81	1,80
Paraibano	2,39	1,19	2,36	1,98
Passagem Franca	0,44	-	-	0,44
Pastos Bons	0,5	0,7	-	0,60
Sambaíba	1,11	0,43	0,41	0,65
São João dos Patos	1,3	0,88	0,86	1,01
São Raimundo das Mangabeiras	0,52	0,47	0,47	0,49
Sucupira do Norte	-	3,89	-	3,89
<b>Média</b>	<b>1,12</b>	<b>1,33</b>	<b>1,18</b>	<b>1,30</b>

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Observa-se no gráfico da **Figura 45** que o município de Sucupira do Norte no ano de 2017 apresentou um valor de 3,89 kg/hab./dia, o maior entre os municípios. Considera-se este valor elevado em consideração a média da região nordeste que é de 1,30 kg/hab./dia. O município de Passagem Franca apresenta-se com menor quantitativo de massa coletada, sendo 0,44 kg/hab./dia no ano de 2016.

**Figura 45:** Gráfico Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana – IN021\_RS entre os anos de 2016 a 2018.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Com relação ao indicador IN028, a partir dos estudos realizados pelo SNS (MDR, 2019), o valor médio nacional considerando o ano de 2018 foi de 0,93 kg/hab./dia, praticamente igual ao do ano anterior que foi de 0,91 kg/hab./dia, assim como, compatível com a variação do indicador IN021, o que reforça a tese de pequeno incremento da massa unitária em relação ao ano anterior (**Figura 46**).

**Figura 46:** Massa coletada (RDO+RPU) per capita dos municípios brasileiros participantes do SNIS em relação à população total atendida declarada pelo município (indicador IN028), segundo faixa populacional.

Faixa populacional	Quantidade de municípios	Massa coletada per capita (IN028) (kg/hab./dia)
1	2.647	0,84
2	534	0,86
3	176	0,88
4	94	0,92
5	15	1,08
6	2	1,01
<b>Total - 2018</b>	<b>3.468</b>	<b>0,93</b>
<b>Total - 2017</b>	<b>3.433</b>	<b>0,91</b>
<b>Total - 2016</b>	<b>5.433</b>	<b>0,95</b>

Fonte: SND/MDR (2019).

Para o alto curso da bacia do rio Itapecuru, a **Tabela 12** apresenta os valores para os anos de 2016 a 2018. A média para a região foi de 1,14 kg/hab./dia.

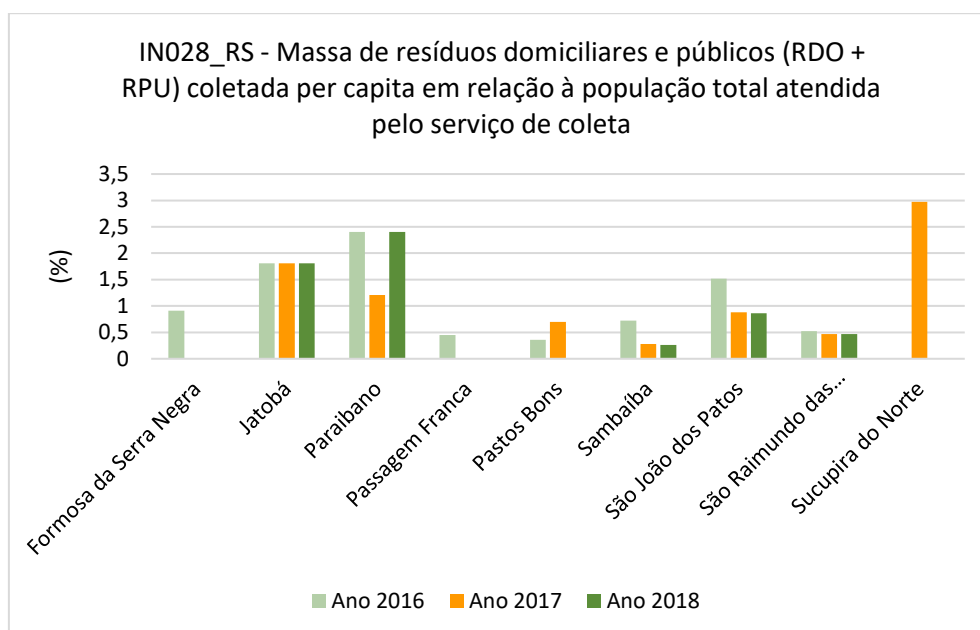
**Tabela 12:** Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana – IN028\_RS.

Municípios	IN028_RS - Massa de resíduos domiciliares e públicos (RDO + RPU) coletada per capita em relação à população total atendida pelo serviço de coleta			
	2016	2017	2018	Média
Formosa da Serra Negra	0,91	-	-	0,91
Jatobá	1,81	1,81	1,81	1,81
Paraibano	2,4	1,21	2,4	2,00
Passagem Franca	0,45	-	-	0,45
Pastos Bons	0,36	0,7	-	0,53
Sambaíba	0,72	0,28	0,26	0,42
São João dos Patos	1,52	0,88	0,86	1,09
São Raimundo das Mangabeiras	0,52	0,47	0,47	0,49
Sucupira do Norte	-	2,97	-	2,97
Média	<b>1,09</b>	<b>1,19</b>	<b>1,16</b>	<b>1,14</b>

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

No gráfico da **Figura 47** observa-se que o município de Jatobá manteve os valores entre os anos de 2016 a 2018 e os municípios de Formosa da Serra Negra, Passagem Franca e Sucupira do Norte, apresentam apenas um ano de referência. Entre estes, Sucupira do Norte apresenta maior valor de massa RDO + RPU de 2,97 kg/hab./dia.

**Figura 47:** Gráfico Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana – IN028\_RS entre os anos de 2016 e 2018.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

#### ❖ Coleta Seletiva e Recuperação de Materiais Recicláveis

Neste item descreve-se a situação da coleta seletiva e recuperação de materiais recicláveis para os municípios do alto curso do rio Itapecuru, para tanto, importante ressaltar alguns pontos abordado pelo SNIS, que investiga a prestação do serviço de coleta seletiva de resíduos domiciliares executado conforme as seguintes opções:

- Diretamente pela prefeitura;
- Por empresa contratada pela prefeitura;
- Por associações ou cooperativas de catadores, desde que com alguma parceria com a prefeitura e;
- Outras entidades – filantrópicas, por exemplo – desde que também detenham alguma parceria com a prefeitura.

Dessa forma, na investigação do SNIS não é considerada a coleta seletiva executada por empresas “autônomas” do ramo, sucateiros, catadores que não tenham algum tipo de vinculação com a Prefeitura e tão pouco a coleta de resíduos recicláveis de geradores específicos que não equiparados a RSU (que podem ser caracterizados como pré-consumo ou

pós-industriais), não apenas pela falta de dados como também pela falta de formalização de suas atividades junto ao município.

No quadro da **Figura 48**, retrata-se a situação do país, fica evidente ser mais alta a incidência deste serviço na macrorregião Sul, onde mais da metade dos municípios (58,6%) participantes declarou contar com coleta seletiva, abrangendo 74,0% de sua população urbana, seguida da macrorregião Sudeste onde esse percentual é de 42,3%.

**Figura 48:** Abrangência do serviço de coleta seletiva de RDO dos municípios, por modalidade, segundo macrorregião geográfica.

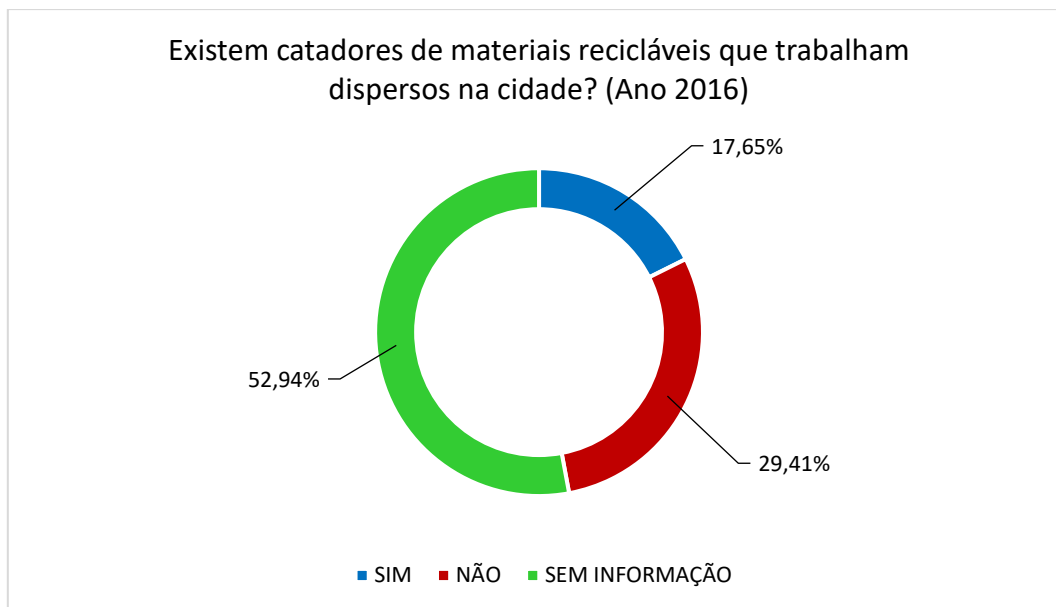
Macrorregião	Quant. de mun. da amostra (com ou sem coleta seletiva)	Pop. urb. dos mun. da amostra (com ou sem coleta seletiva)	Mun. com col. seletiva sob quaisquer modalidade (CS001 = SIM)		Mun. com coleta seletiva porta a porta executada pela Prefeitura ou empresa contratada ou por catadores com apoio da Prefeitura (CS027 = SIM e/ou CS042 = SIM)			
			Quant. de mun.	(%)	Valor absoluto		Valor relativo (%)	
					Quant. de mun.	Pop. urb. atendida (CS050)	Quant. de mun.	Pop. urb. atendida (CS050)
Norte	233	10.767.373	33	14,2	24	1.271.743	10,3	11,8
Nordeste	799	29.636.847	81	10,1	48	1.942.458	6,0	6,6
Sudeste	1.199	75.184.569	566	47,2	473	31.803.670	39,4	42,3
Sul	962	23.322.034	564	58,6	530	17.250.249	55,1	74,0
Centro-Oeste	275	12.196.575	78	28,4	60	4.907.803	21,8	40,2
<b>Total - 2018</b>	<b>3.468</b>	<b>151.107.398</b>	<b>1.322</b>	<b>38,1</b>	<b>1.135</b>	<b>57.175.923</b>	<b>32,7</b>	<b>37,8</b>
<b>Total - 2017</b>	<b>3.556</b>	<b>147.279.158</b>	<b>1.256</b>	<b>35,3</b>	<b>1.069</b>	<b>53.911.085</b>	<b>30,1</b>	<b>36,6</b>
<b>Total - 2016</b>	<b>3.670</b>	<b>146.346.818</b>	<b>1.215</b>	<b>33,1</b>	<b>1.045</b>	<b>49.963.967</b>	<b>28,5</b>	<b>34,1</b>

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Diante deste cenário, a partir dos dados coletados na plataforma do SNIS, apresenta-se gráficos que retratam a situação desse serviço na região (**Figuras de 49 a 53**).

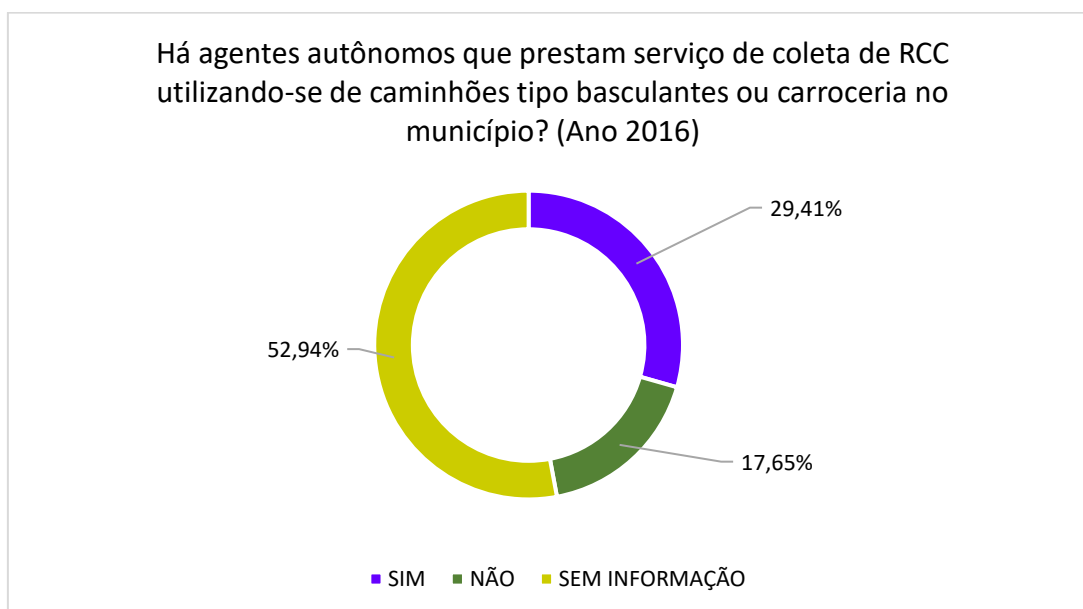
De forma geral, verifica-se que 54,94% dos municípios possuem catadores de materiais recicláveis, bem como, em 52,94% dos municípios há agentes autônomos que prestam serviço de coleta de RCC utilizando-se de caminhões tipo basculantes ou carroceria no município. E algo que chama atenção e que é muito comum nos municípios maranhenses são o envio dos resíduos para outros municípios, ou seja, praticamente em 53% dos municípios, os resíduos sólidos domiciliares e públicos coletados são enviados para outro município.

**Figura 49:** Existência de catadores de materiais recicláveis.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

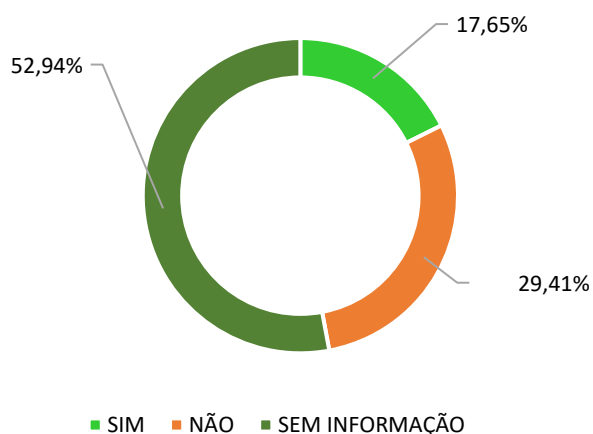
**Figura 50:** Serviço de coleta realizado por autônomos com a utilização de caminhões ou carroceria.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

**Figura 51:** Serviço de coleta de RCC utilizando-se carroças ou veículos.

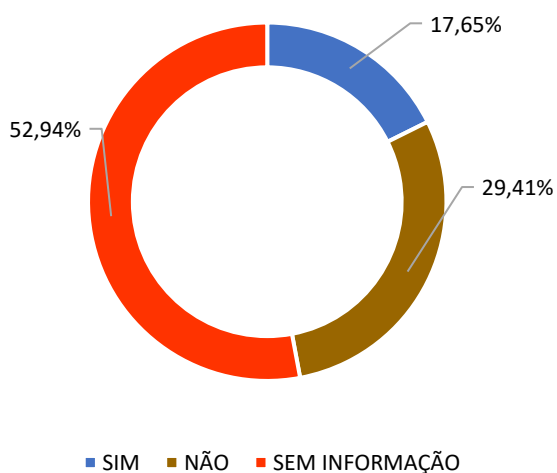
Há agentes autônomos que prestam serviço de coleta de RCC utilizando-se de carroças com tração animal ou outro tipo de veículo com pequena capacidade volumétrica no município? (Ano 2016)



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

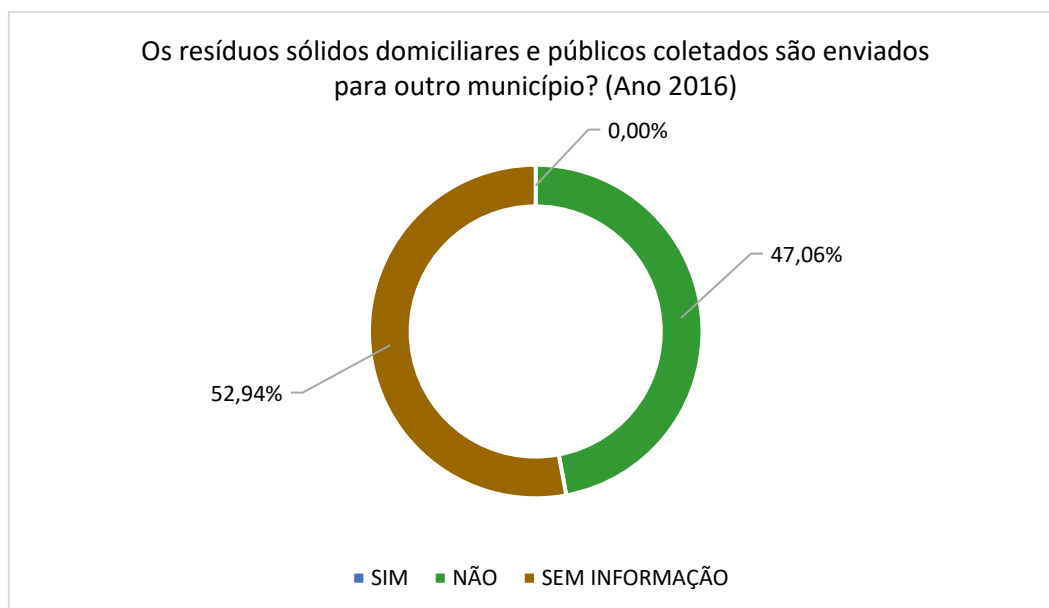
**Figura 52:** Execução de coleta diferenciada de RCC.

A Prefeitura ou SLU executa usualmente a coleta diferenciada de RCC no município? (Ano 2016)



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

**Figura 53:** Resíduos Sólidos encaminhados a outro município.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

## 2.4. Índice de Salubridade Ambiental – ISA do Alto Curso

O ISA é um indicador que expressa o comportamento do saneamento básico abordando abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, controle de vetores e socioeconômica. Diante disto, foram observadas as particularidades que compreendem os municípios do alto curso da bacia do rio Itapecuru estudados neste relatório. A construção deste, como descrito anteriormente, foi baseada em Valvassori e Alexandre (2012) e Lins e Moraes (2017), sendo este último mais adequado à realidade dos municípios em estudo, conforme **Equação 1**.

$$ISA = (0, 3.IAB) + (0, 3.IES) + (0, 25.IRS) + (0, 10.ICV) + (0, 05.ISE)$$

onde:

IAB: indicador de abastecimento de água;

IES: indicador de esgotamento sanitário;

IRS: indicador de resíduos sólidos;

ICV: indicador de controle de vetores;

ISE: indicador socioeconômico.

A condição de salubridade a partir dos valores do ISA é estabelecida conforme

**Tabela 13.**

**Tabela 13:** Condições de salubridade de acordo com o valor do ISA (%).

Condições de Salubridade	Pontuação ISA
Insalubre	0 – 25,50
Baixa Salubridade	25,51 – 50,50
Média Salubridade	50,51 – 75,50
Salubridade	75,51 – 100,00

Fonte: Silva, 2006.

O diagnóstico foi realizado para os municípios que disponham de informações na plataforma do SNIS, IBGE, CAEMA, dentre outros para a concepção dos subindicadores para a determinação do ISA, sendo o resultado apresentado na **Tabela 14**.

**Tabela 14:** ISA dos municípios do alto curso da bacia do rio Itapecuru.

Municípios	ISA (%)
Colinas	24,30
Fernando Falcão	3,90
Formosa da Serra Negra	7,90
Fortaleza dos Nogueiras	26,40
Jatobá	56,80
Loreto	38,10
Mirador	59,60
Paraibano	32,10
Passagem Franca	9,30
Pastos Bons	59,37
Sambaíba	55,81
São Domingos do Azeitão	154,98
São Félix de Balsas	1,80
São João dos Patos	83,75
São Raimundo das Mangabeiras	25,21
Sucupira do Norte	73,58
Tuntum	73,70

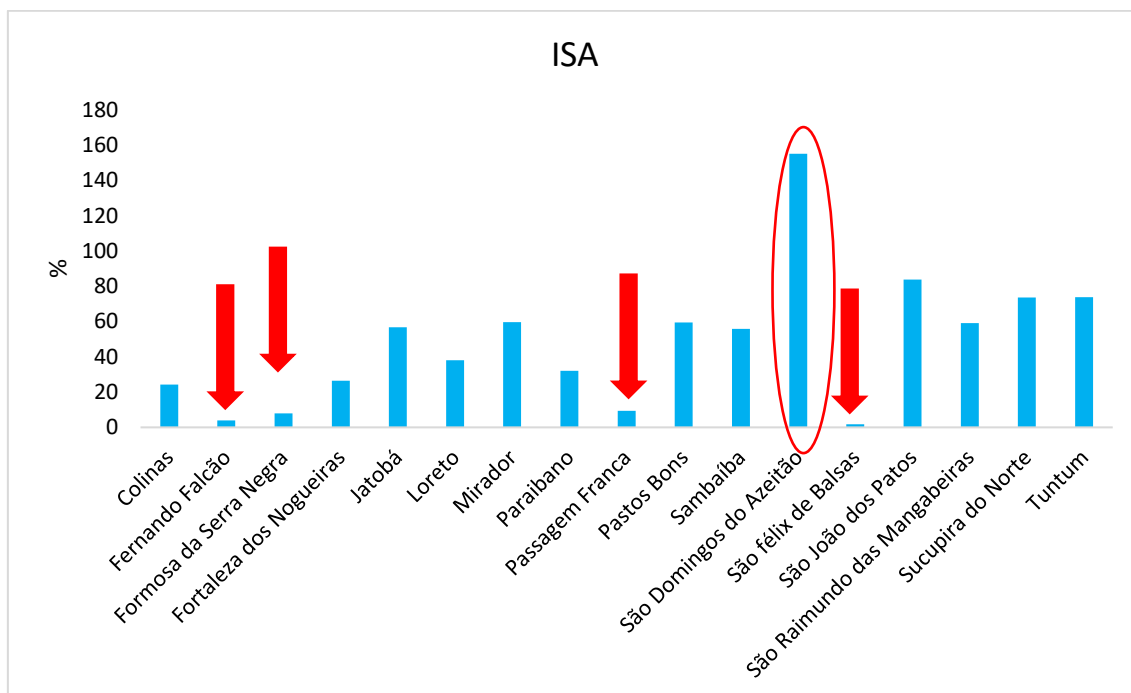
Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Os resultados mostram que apenas os municípios de Jatobá, Mirador, Pastos Bons, Sambaíba, São Domingos do Azeitão, São João dos Patos, Sucupira do Norte e Tuntum

apresentaram-se com MÉDIA SALUBRIDADE a SALUBRE. Entre estes, o município de São Domingos do Azeitão, destaca-se com um percentual de 154,98%.

Chama atenção, municípios como Fernando Falcão, Formosa da Serra Negra, Passagem Franca e São Felix de Balsas, que se encontram abaixo de 25%, que segundo a classificação ISA enquadram-se como INSALUBRE. Este resultado é concordante, com a análise a partir dos indicadores do SNIS desses municípios (**Figura 54**).

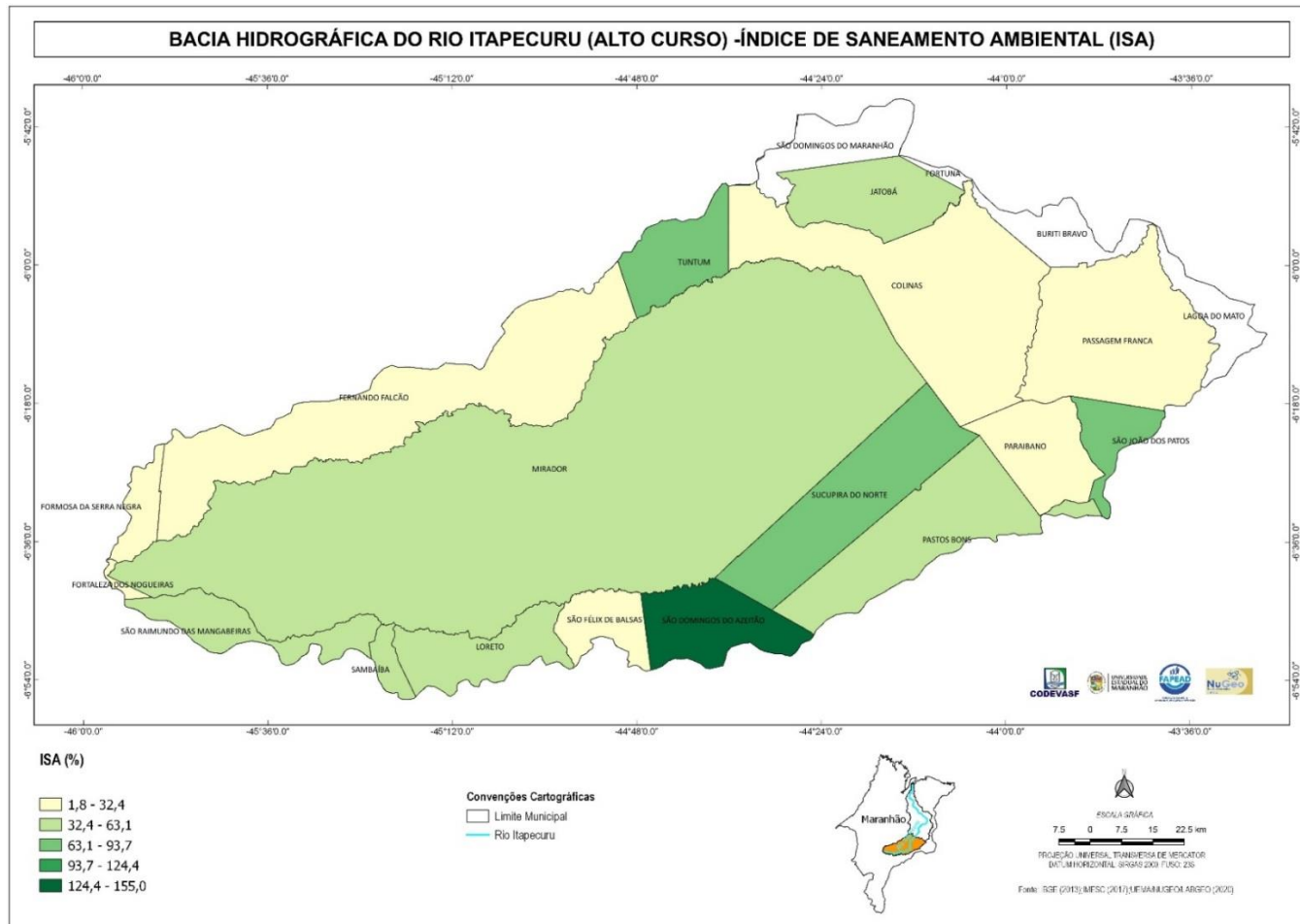
**Figura 54:** Resultado do ISA para os municípios do alto curso da bacia do rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

O mapa da **Figura 55** demonstra de forma espacializada este índice na região.

**Figura 55:** Índice de Saneamento Ambiental – ISA dos municípios do alto curso da bacia do rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

### 3. SANEAMENTO AMBIENTAL MÉDIO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU

Apresenta-se os índices e indicadores de desempenho operacional de abastecimento de água, assim como da qualidade das águas, referente ao sistema de abastecimento de água potável; o sistema de esgotamento sanitário; o sistema gestão de resíduos sólidos, e o Índice de Salubridade Ambiental – ISA do médio curso da bacia do rio Itapecuru.

77

#### 3.1 Sistema de Abastecimento de Água Potável do Médio Curso

Serão apresentados o desempenho operacional de abastecimento público através dos índices de atendimento público de abastecimento de água (IN055 e IN023) e dos índices de consumo per capita de água (IN022 e IN052); o desempenho da qualidade das águas para abastecimento, através dos índices de: Incidência das análises de cloro residual fora do padrão (IN075), Incidência das análises de turbidez fora do padrão (IN076), índice de conformidade da quantidade de amostras - cloro residual (IN079), Índice de conformidade da quantidade de amostras - turbidez (IN080), Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão (IN084), e Índice de conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais (IN085).

##### 3.1.1 Desempenho Operacional de Abastecimento Público do Médio Curso

Apresenta-se os resultados por índice de atendimento relacionado ao desempenho operacional de abastecimento público.

##### ❖ *IN055 – Índice de Atendimento Total de Água*

Ao compararmos os valores de atendimento dos municípios do médio curso da bacia do rio Itapecuru (**Tabela 15**), que foi em média de 61,02% com a média nacional de 83,6% e do Nordeste de 73,3% segundo ANA (2010), verifica-se, que este encontra-se com valor abaixo do praticado nacionalmente e da região nordeste.

Entre os municípios do médio curso, em média, considerando os anos de 2016 a 2018, destacam-se os municípios: São Francisco do Maranhão (99,2%), Lagoa do Mato (93,9%), São João do Soter (85%) e Caxias (84,4%).

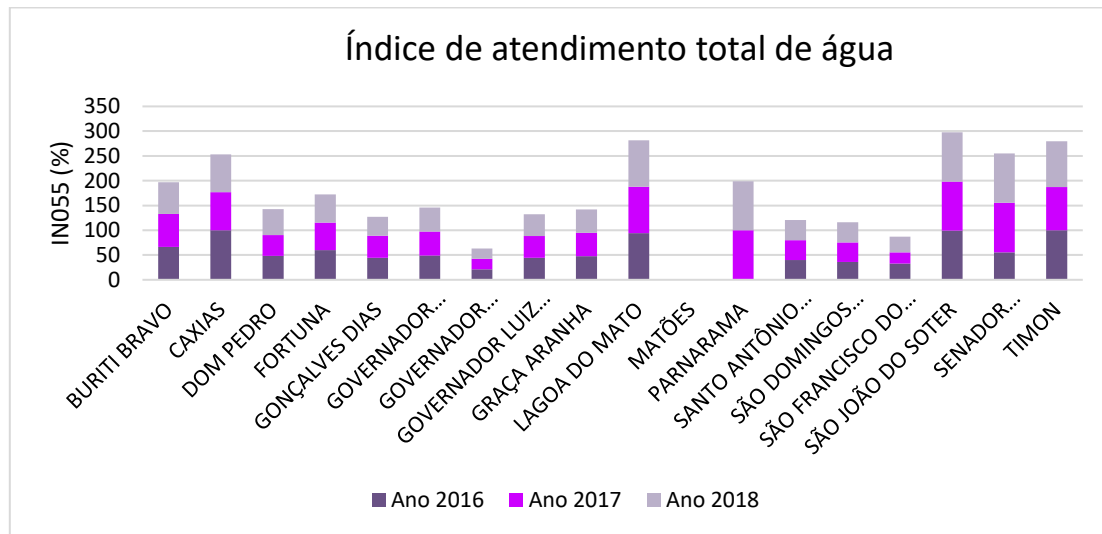
**Tabela 15:** Índice de Atendimento Total de Água (IN055%) do médio curso da bacia do rio Itapecuru de 2016 a 2018.

Municípios	ANO 2016	ANO 2017	ANO 2018	Média
Buriti Bravo	66.36	66.52	64.2	65.7
Caxias	100	76.82	76.41	84.4
Dom Pedro	48.46	42.03	51.92	47.5
Fortuna	59.66	55.61	57.06	57.4
Gonçalves Dias	44.39	44.44	38.13	42.3
Governador Archer	49.08	48.46	48.36	48.6
Governador Eugênio Barros	21.16	21.08	20.84	21.0
Governador Luiz Rocha	44.22	43.84	44.36	44.1
Graça Aranha	47.41	47.42	47.42	47.4
Lagoa do Mato	94	93.94	93.77	93.9
Matões*	-	-	-	-
Parnarama*	-	100	98.76	99.4
Santo Antônio dos Lopes	35.69	39.6	41.11	38.8
São Domingos do Maranhão	32.46	23.07	31.85	29.1
São Francisco do Maranhão	99.42	99.1	99.17	99.2
São João do Soter	55.36	100	99.58	85.0
Senador Alexandre Costa	100	86.92	92.93	93.3
Timon	58.61	60.53	61.53	61.02
<b>Média</b>	<b>58.61</b>	<b>60.53</b>	<b>61.53</b>	<b>61.02</b>

Nota: \* município não possui informação na plataforma do SNIS no ano de referência

Em alguns casos, observa-se que o índice de atendimento total de água (IN055) diminuiu em 2018, em relação aos anos anteriores, como ocorreu de maneira mais significativa nos municípios de Buriti Bravo e Gonçalves Dias. O gráfico da **Figura 56** resume o comportamento deste índice entre os anos de 2016 e 2018.

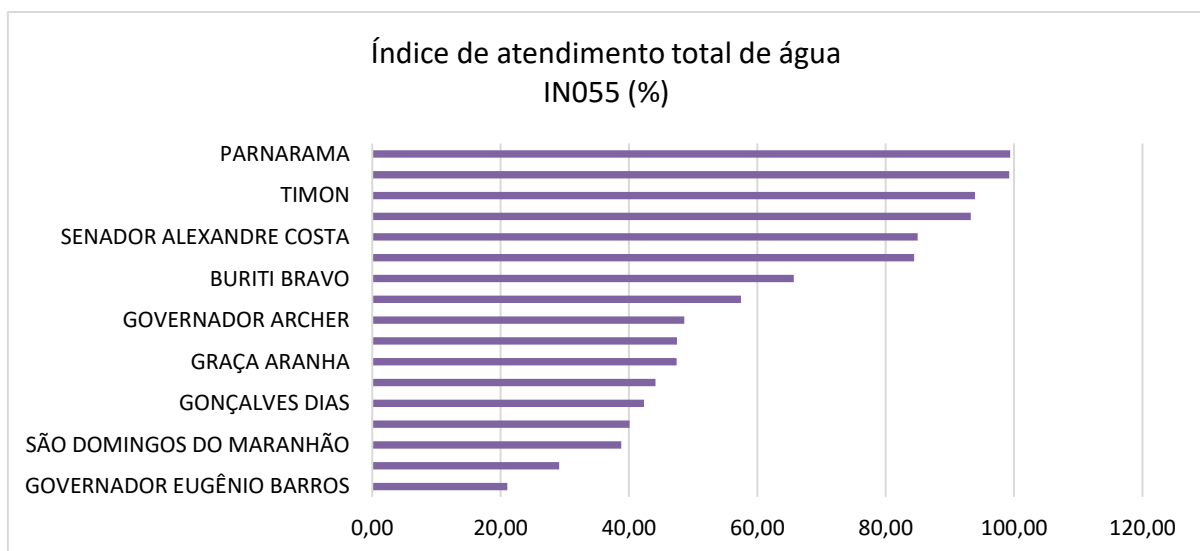
**Figura 56:** Comportamento do IN055 nos anos de 2016 a 2018.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Entre os municípios com melhor atendimento, destaca-se, Parnarama, com valor de 99,38% superior à média nacional de 83,6%. Em seguida, tem-se o município de São João do Soter, com 99,23%. O município de Governador Eugênio Barros, com informações abaixo de 30% encontra-se em último lugar nesta relação (**Figura 57**).

**Figura 57:** Situação dos municípios do médio curso em relação ao IN055 %.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

❖ *IN023 – Atendimento Urbano de Água (%)*

Em relação ao médio curso do rio Itapecuru, verifica-se que o valor médio de atendimento urbano de água é de 87,65% (**Tabela 16**), foi inferior à média nacional (92,8%) e um pouco menor que a média da região nordeste (88,7%), todavia, encontra-se superior a faixa correspondente ao do estado, que é entre 60% e 80%, de acordo com o apresentado pelo SNIS.

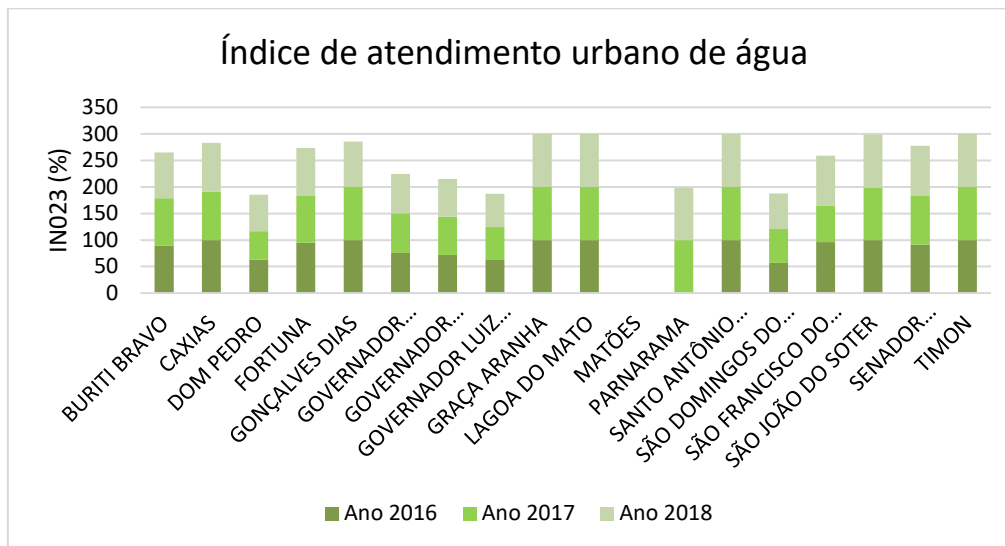
**Tabela 16:** Índice de Atendimento Urbano de Água (IN023%) do médio curso da bacia do rio Itapecuru de 2016 a 2018.

Municípios	ANO 2016	ANO 2017	ANO 2018	Média
BURITI BRAVO	89.3	89.5	86.4	88.4
CAXIAS	99.5	91.1	92.3	94.3
DOM PEDRO	63.1	53.7	68.4	61.7
FORTUNA	94.8	88.3	90.6	91.2
GONÇALVES DIAS	99.9	100	85.8	95.2
GOVERNADOR ARCHER	75.5	74.6	74.4	74.8
GOVERNADOR EUGÊNIO BARROS	72.1	71.9	71.1	71.7
GOVERNADOR LUIZ ROCHA	62.6	62	62.8	62.5
GRAÇA ARANHA	100	100	100	100.0
LAGOA DO MATO	100	100	100	100.0
MATÕES*	-	-	-	-
PARNARAMA	-	100	98.8	99.4
SANTO ANTÔNIO DOS LOPES	100	100	100	100.0
SÃO DOMINGOS DO MARANHÃO	57	64.1	66.8	62.6
SÃO FRANCISCO DO MARANHÃO	96.1	68.3	94.3	86.2
SÃO JOÃO DO SOTER	99.7	99.2	99.9	99.6
SENADOR ALEXANDRE COSTA	91.5	92.9	93	92.5
TIMON	100	100	100	100.0
<b>Média</b>	<b>87.57</b>	<b>85.62</b>	<b>87.33</b>	<b>87.07</b>

Nota: \* município não possui informação na plataforma do SNIS no ano de referência

Entre os anos de 2016 e 2018, verifica-se que a maioria dos municípios se mantiveram um percentual de atendimento entre 60% e 90%. O gráfico da **Figura 58** resume o comportamento por município entre os anos de 2016 e 2018.

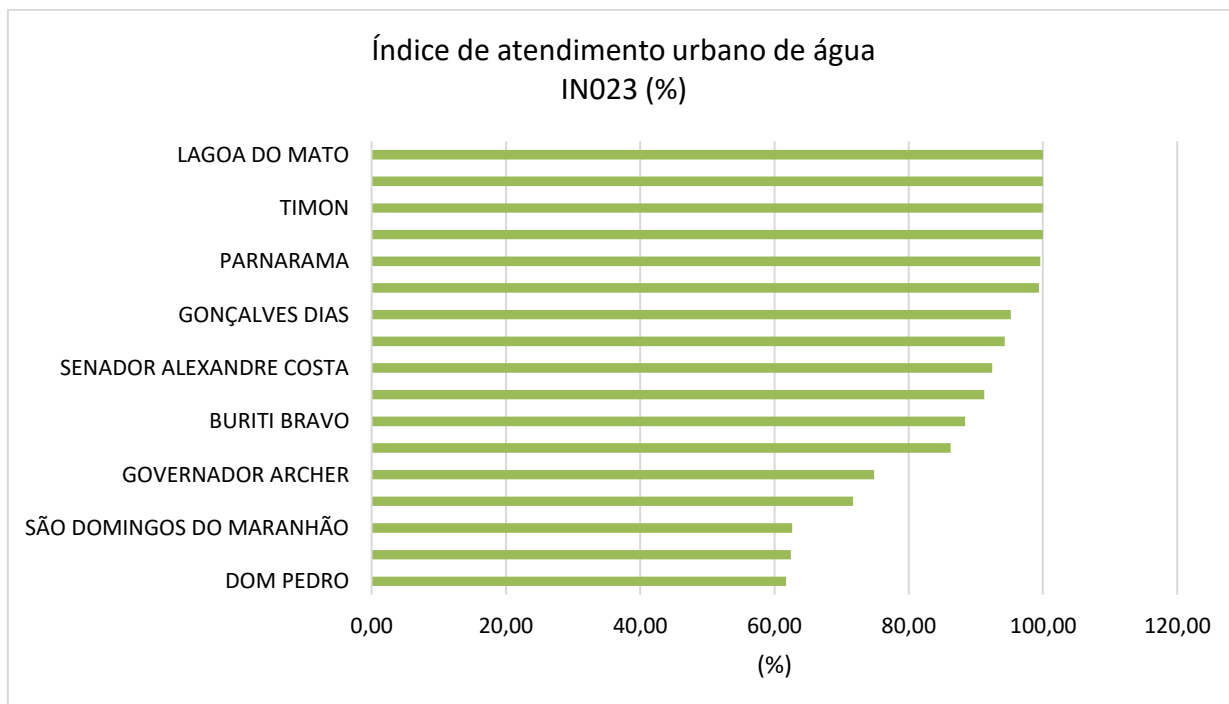
**Figura 58:** Comportamento do IN023 nos anos de 2016 a 2018.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Através do gráfico da **Figura 59**, verifica-se com melhor atendimento, os municípios de: Lagoa do Mato, Graça Aranha, Timon e Santo Antônio dos Lopes, todos com 100%. Em seguida, tem-se o município de São João do Soter com índice de 99,4%. Por último nesta relação, tem-se o município de Dom Pedro com média de 61,7% de atendimento.

**Figura 59:** Situação dos municípios do médio curso em relação ao IN023 %.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

❖ *IN022 – Consumo per capita de água (l/hab./dia)*

Verifica-se, a partir da **Figura 60**, entre os anos de 2016 e 2018, que o consumo médio diário por pessoa no médio curso do rio Itapecuru foi de 150 l/hab./dia. Observa-se, inclusive, de modo geral, que o consumo diminuiu e/ou manteve-se em 3 dos 18 municípios estudados, como: Governador Eugênio Barros, Governador Archer e São João do Soter. Acredita-se, que nos municípios em que houve decréscimo, deva ter ocorrido uma busca, por parte da população, por sistema de abastecimento independente, como por poços tubulares, dentre alternativas, não estando, portanto, ligados a rede de distribuição de água.

**Figura 60:** Consumo per capita de água entre os anos de 2016 e 2018 no médio curso da bacia do rio Itapecuru.

Municípios	IN022_AE - Consumo médio percapita de água						
	ANO			Média	Situação		
	2016	2017	2018		D	M	A
BURITIBRAVO	113.8	110.8	112.7	112.4			
CAXIAS	100.5	129.6	201.9	144.0			
DOM PEDRO	122.4	116.3	109.3	116.0			
FORTUNA	138.7	119	132.6	130.1			
GONÇALVES DIAS	122.5	132.3	134.2	129.7			
GOVERNADOR ARCHER	103.6	99.1	94	98.9			
GOVERNADOR EUGÊNIO BARROS	213	168.5	161	180.8			
GOVERNADOR LUIZ ROCHA	109.5	107.7	107	108.1			
GRAÇA ARANHA	141.9	121.8	145.6	136.4			
LAGOA DO MATO	447.2	461.7	461.2	456.7			
MATÕES							
PARNARAMA		137.6	137.6	137.6			
SANTO ANTÔNIO DOS LOPES	150.9	178	176.5	168.5			
SÃO DOMINGOS DO MARANHÃO	127	125.7	119.5	124.1			
SÃO FRANCISCO DO MARANHÃO	124.5	114.4	122.3	120.4			
SÃO JOÃO DO SOTER	194	203.2	204.4	200.5			
SENADOR ALEXANDRE COSTA	94.8	67.2	62.9	75.0			
TIMON	101.2	121.3	127.9	116.8			

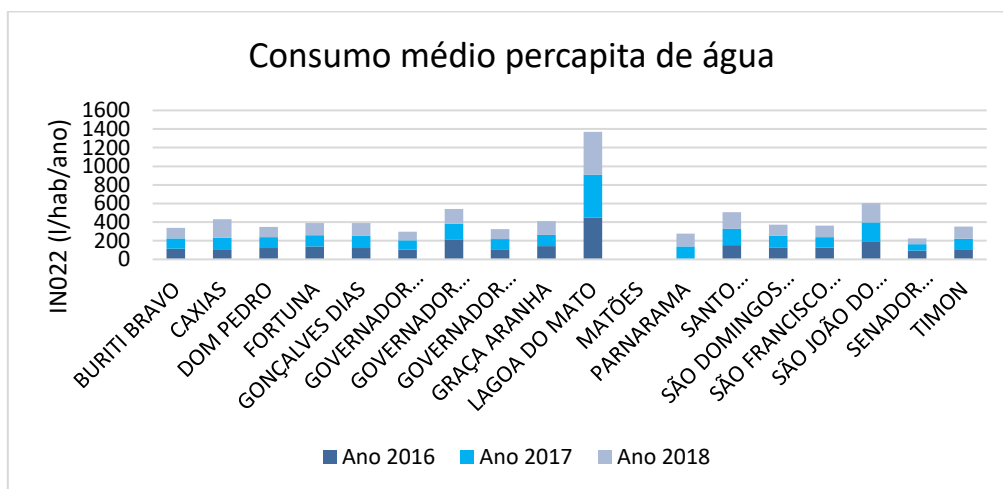
  

<b>Nota:</b>			
D - Diminuiu		A - Aumentou	
M - Manteve-se		Sem informações no ano	

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Entre os municípios em que ocorreu aumento no consumo, em relação ao ano anterior, foram: Caxias, Fortuna, Graça Aranha e Timon. Caxias, por exemplo, saltou de um consumo de 129,6 l/hab./dia em 2017 para 201,9 l/hab./dia em 2018 conforme mostra o gráfico da **Figura 61**.

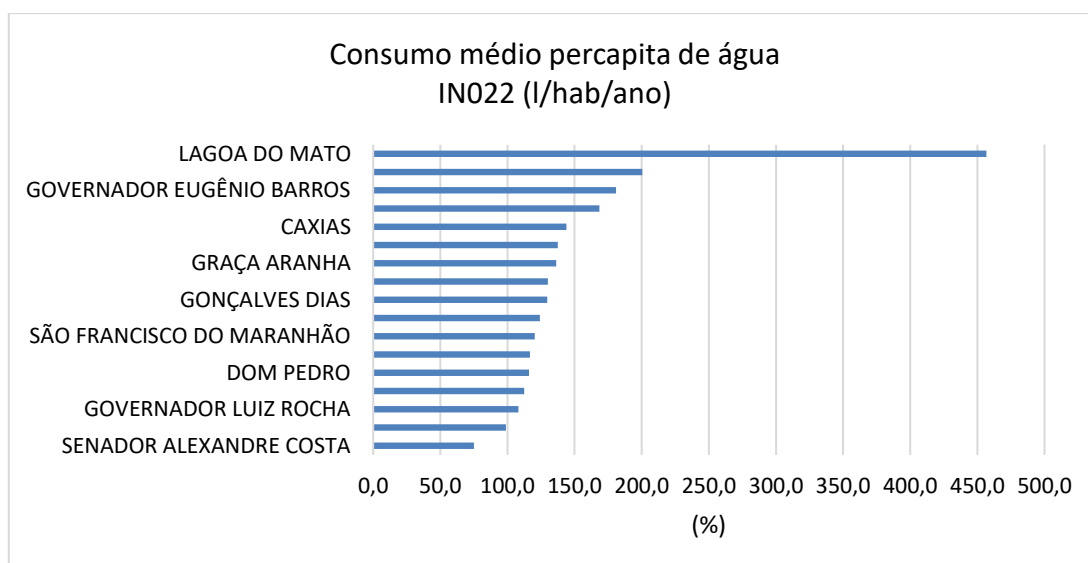
**Figura 61:** Consumo médio per capita de água (IN022) por município no médio curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

De forma geral, os dados retratam que a partir do volume produzido pelos prestadores, e com base, na população urbana atendida com abastecimento, que o consumo médio per capita na região é de 153 l/hab/dia. Esse valor está acima do consumo mínimo estabelecida pela ONU, que é de 110 l/hab/dia, e bem próximo da média nacional que é de 154 l/hab./dia, e superior à média do Maranhão, que é de 138 l/hab./dia. Chama atenção o município de Lagoa do Mato com informações entre os anos de 2016 a 2018 acima de 4556 l/hab./dia (Figura 62).

**Figura 62:** Consumo médio per capita de água no médio curso da bacia.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

❖ *IN052 – Índice de Consumo de Água por Economia (%)*

Ao analisarmos o índice de consumo de água por economia (IN052), verifica-se que o consumo de água praticamente manteve-se entre os anos de 2016 e 2018 (**Tabela 17**).

Algumas reduções ocorrerão, como por exemplo nos municípios de Governador Archer, Gonçalves Dias, Governador Luiz Rocha e São João do Soter. Isto provavelmente, indica uma busca por abastecimento individualizado, por meios alternativos outros, que não ligado à rede de abastecimento público.

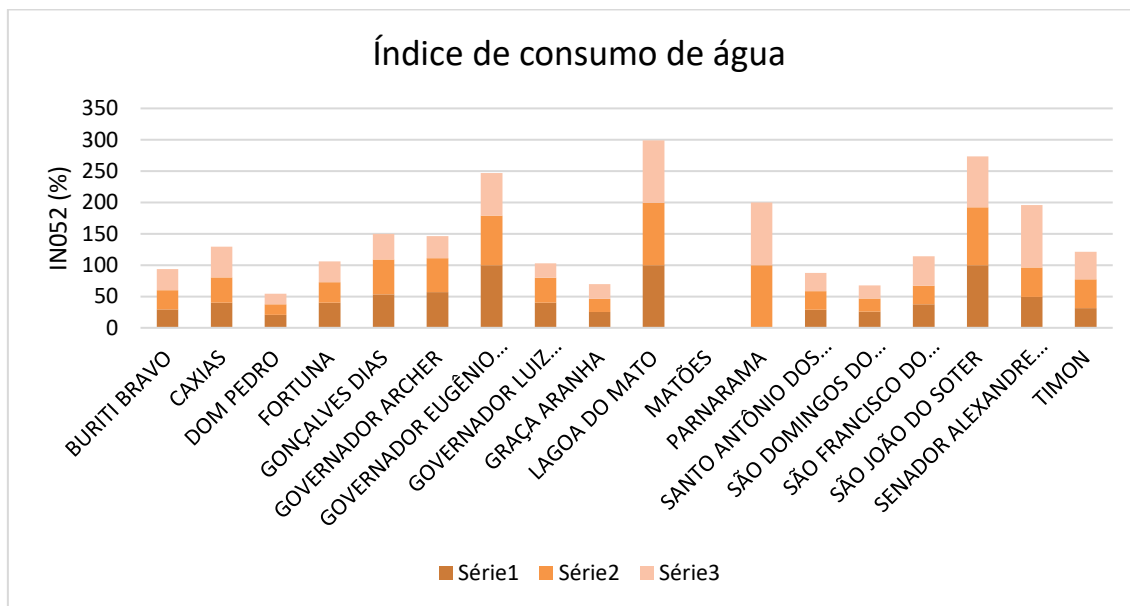
**Tabela 17:** Índice de Consumo de Água por Economia (IN052%) do médio curso da bacia do rio Itapecuru de 2016 a 2018.

Municípios	ANO 2016	ANO 2017	ANO 2018	Média
BURITI BRAVO	29.17	30.96	33.4	31.2
CAXIAS	40.11	40.34	48.96	43.1
DOM PEDRO	20.73	16.69	16.97	18.1
FORTUNA	40.06	32.81	32.89	35.3
GONÇALVES DIAS	53.53	55.44	41.07	50.0
GOVERNADOR ARCHER	56.68	54.16	35.57	48.8
GOVERNADOR EUGÊNIO BARROS	100	79.1	67.68	82.3
GOVERNADOR LUIZ ROCHA	40.05	39.93	22.97	34.3
GRAÇA ARANHA	25.09	20.89	23.95	23.3
LAGOA DO MATO	100	99.6	99.55	99.7
PARNARAMA	-	99.94	99.94	99.9
SANTO ANTÔNIO DOS LOPES	28.71	29.57	29.41	29.2
SÃO DOMINGOS DO MARANHÃO	25.6	20.93	21.35	22.6
SÃO FRANCISCO DO MARANHÃO	37.56	29.74	46.97	38.1
SÃO JOÃO DO SOTER	100	92.51	80.95	91.2
SENADOR ALEXANDRE COSTA	49.19	46.81	100	65.3
TIMON	31.62	45.65	43.92	40.4
<b>Média</b>	<b>48.63</b>	<b>49.12</b>	<b>49.74</b>	<b>50.17</b>

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

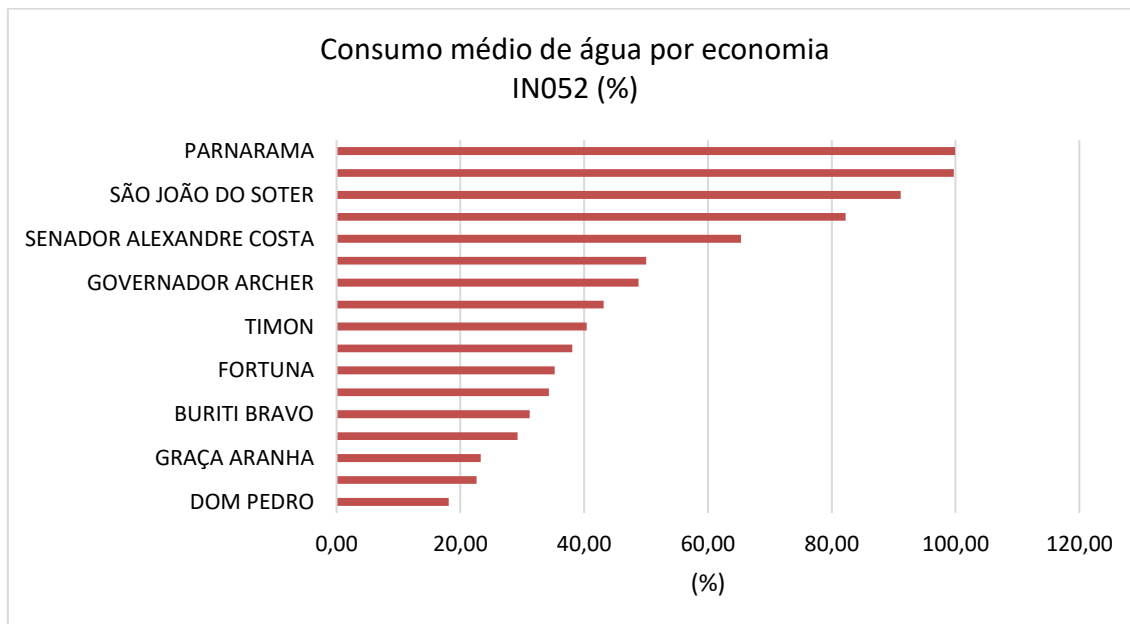
O consumo médio por economia no médio curso é em torno de 50,17%, sendo os municípios de Parnarama e Lagoa do Mato o que apresentaram maior percentual (> 99%), seguido dos municípios de: São João do Soter, Governador Eugênio Barros e Senador Alexandre Costa. Todos esses com percentual de IN052 acima de 60%; os demais municípios, apresentaram índice abaixo deste valor.

**Figura 63:** Índice de Consumo de Água (IN052) por município no médio curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru entre os anos de 2016 e 2018.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

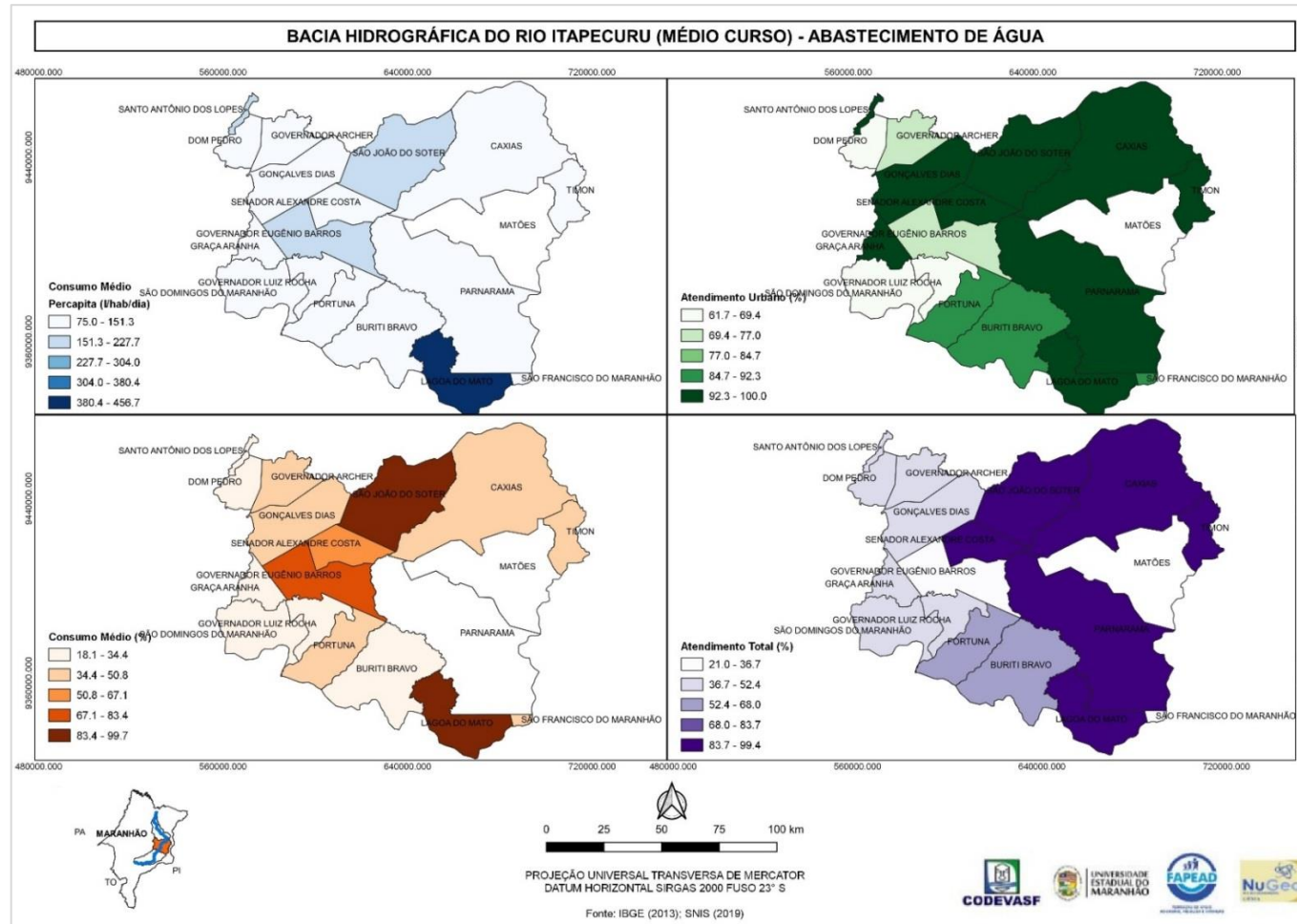
**Figura 64:** Índice de Consumo de Água (IN052) por município no médio curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Os gráficos da **Figura 65** apresentam um panorama geral de todos os índices relacionados a abastecimento de água e atendimento para o médio curso.

Figura 65: Panorama dos indicadores de abastecimento de água no médio curso do rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

### 3.1.1 Desempenho da Qualidade das Águas para Abastecimento do Médio Curso

Os indicadores utilizados na análise do desempenho da qualidade das águas para abastecimento foram:

❖ *IN075 – Incidência das análises de cloro residual fora do padrão (%)*

Este indicador retrata a incidência das análises de cloro residual fora do padrão através da relação entre:  $(QD007 / QD006) * 100$ . Onde: **QD006**: Quantidade de amostras para cloro residual (analisadas) e **QD007**: Quantidade de amostras para cloro residual com resultados fora do padrão.

❖ *IN076 – Incidência das análises de turbidez fora do padrão (%)*

Este indicador retrata a incidência das análises de cloro residual fora do padrão através da relação entre:  $(QD009 / QD008) * 100$ . Onde: **QD008**: Quantidade de amostras para turbidez (analisadas) e **QD009**: Quantidade de amostras para turbidez com resultados fora do padrão.

❖ *IN079 – Incidência de conformidade de quantidade de amostra – cloro residual (%)*

Este indicador retrata a incidência das análises de cloro residual fora do padrão através da relação entre:  $(QD006 / QD020) * 100$ . Onde: **QD006**: Quantidade de amostras para cloro residual (analisadas) e **QD020**: Quantidade mínima de amostras para cloro residual (obrigatórias).

❖ *IN080 – Índice de conformidade da quantidade de amostras - turbidez (%)*

Este indicador retrata a incidência das análises de cloro residual fora do padrão através da relação entre:  $(QD008 / QD019) * 100$  Onde: **QD008**: Quantidade de amostras para turbidez (analisadas), **QD019**: Quantidade mínima de amostras para turbidez (obrigatórias)

❖ *IN084 – Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão (%)*

Este indicador retrata a incidência das análises de cloro residual fora do padrão através da relação entre:  $(QD027 / QD026) * 100$  Onde: **QD026**: Quantidade de amostras para coliformes totais (analisados) e **QD027**: Quantidade de amostras para coliformes totais com resultados fora do padrão.

❖ **IN085** – índice de conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais

Este indicador retrata a quantidade de amostras de coliformes totais em conformidade:  $(QD026 / QD028) * 100$ . Onde: **QD026**: Quantidade de amostras para coliformes totais (analisados) e **QD028**: Quantidade de amostras para coliformes totais (obrigatório)

Os resultados são apresentados em tabelas e gráficos permitindo traçar uma evolução dos indicadores entre os anos de 2016 e 2018 (**Figura 66**).

**Figura 66:** Indicadores de Avaliação Operacional do Tratamento das Águas para abastecimento.

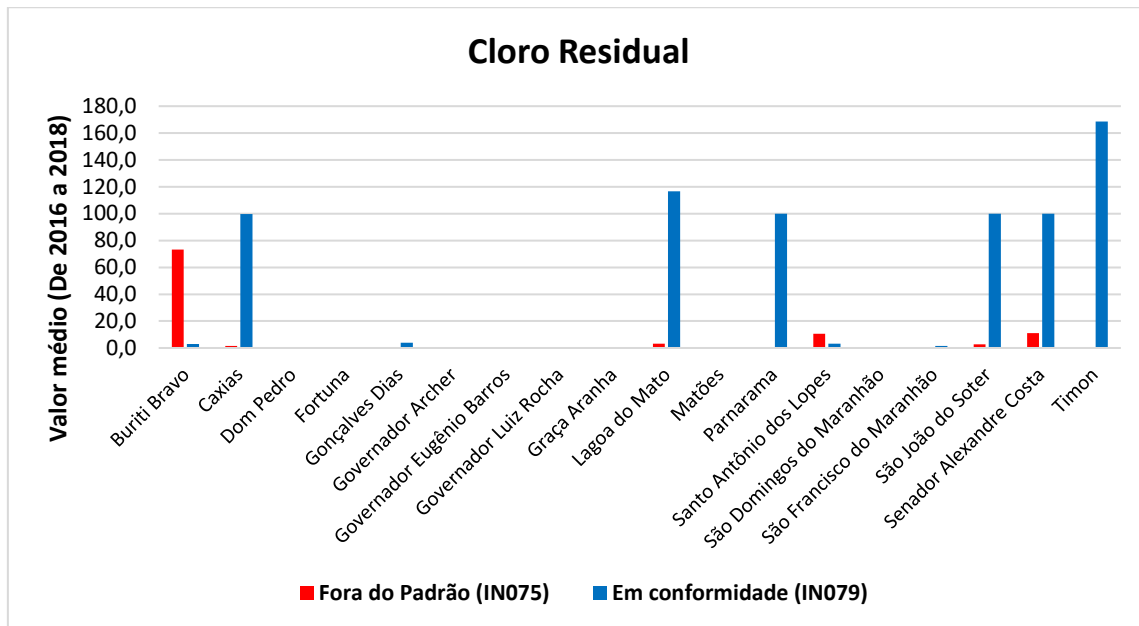
Município	ANO 2016					ANO 2017					ANO 2018							
	IN075	IN076	IN079	IN080	IN084	IN085	IN075	IN076	IN079	IN080	IN084	IN085	IN075	IN076	IN079	IN080	IN084	IN085
Buriti Bravo	-	-	0	0.79	25	0.79	-	0	0	1.59	25	1.59	73.33	0	2.98	2.98	27.78	3.57
Caxias	1.93	4.61	78.88	77.21	2.75	115.93	1.4	1.49	115.42	116.51	1	145.3	0.98	2.96	105.09	105.1	0	129.58
Dom Pedro	-	13.04	0	115	0	115	-	8.82	0	56.67	0	56.67	-	0	0	9.37	0	9.37
Fortuna	-	3.28	0	101.67	0	26.75	-	0	0	33.33	0	33.33	-	0	0	6.14	0	6.14
Gonçalves Dias	14.29	1.32	11.67	86.67	0	86.67	-	0	0	13.33	0	13.33	-	0	0	10.96	0	10.96
Governador Archer	-	24.49	0	81.67	0	31.41	-	12.5	0	13.33	0	5.13	-	7.14	0	21.21	0	21.21
Governador Eugênio Barros	-	31.82	0	73.33	0	73.33	-	0	0	5	0	5	-	-	0	0	-	0
Governador Luiz Rocha	-	25	0	80	0	80	-	0	0	16.67	0	16.67	-	0	0	3.33	0	3.33
Graça Aranha	-	4.76	0	70	0	70	-	0	0	11.67	0	11.67	-	0	0	8.33	0	8.33
Lagoa do Mato	8.33	8.33	100	100	8.33	100	0.93	0.46	100	100	0	100	0.31	0	150	150	0	100
Matões	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Parnarama	-	-	-	-	-	-	0	0	100	100	0	100	0	0	100	100	0.91	100
Santo Antônio dos Lopes	-	3.08	0	108.33	0	30.09	-	0	0	81.67	0	22.69	10.53	0	9.3	35.42	0	35.42
São Domingos do Maranhão	-	1.39	0	120	0	20	-	0	0	61.67	0	61.67	-	0	0	7.14	0	7.14
São Francisco do Maranhão	-	25	0	2.3	12.5	2.3	-	0	0	2.67	30	2.87	0	0	4.55	4.55	50	4.55
São João do Soter	1.6	4.44	100	100	1.04	100	3.05	5	100	100	1.82	100	3.44	4.05	100	100	1.19	100
Senador Alexandre Costa	16.67	25	100	100	0	100	8.33	13.89	100	100	2.78	100	8.33	13.89	100	100	2.78	100
Timon	0	0.07	212.35	212.35	0	197.65	0	0	125	140.44	0	140.44	1.09	0.53	-	-	1.27	-

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Os parâmetros foram analisados com base na Portaria Nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Ao analisarmos a situação de conformidade das águas em relação ao cloro residual (IN075 – fora do padrão e IN079 - em conformidade), para os municípios que dispõem de informação, verifica-se de forma geral, que as águas apresentam um maior percentual de amostras em conformidade com a legislação em vigor do que fora do padrão. O percentual de amostra fora do padrão é mínimo se comparado com o de amostras em conformidade, com exceção, do município de Buriti Bravo, que apresentou um percentual elevado de amostra fora do padrão, 73,33%, em relação as amostras em conformidade, com valor de 2,98%. Verifica-se, ainda, no gráfico, que muitos municípios não apresentaram essa informação na plataforma do SNIS, não sendo possível a sua caracterização (**Figura 67**).

**Figura 67:** Comportamento do Cloro Residual das águas para consumo (IN075/IN079).



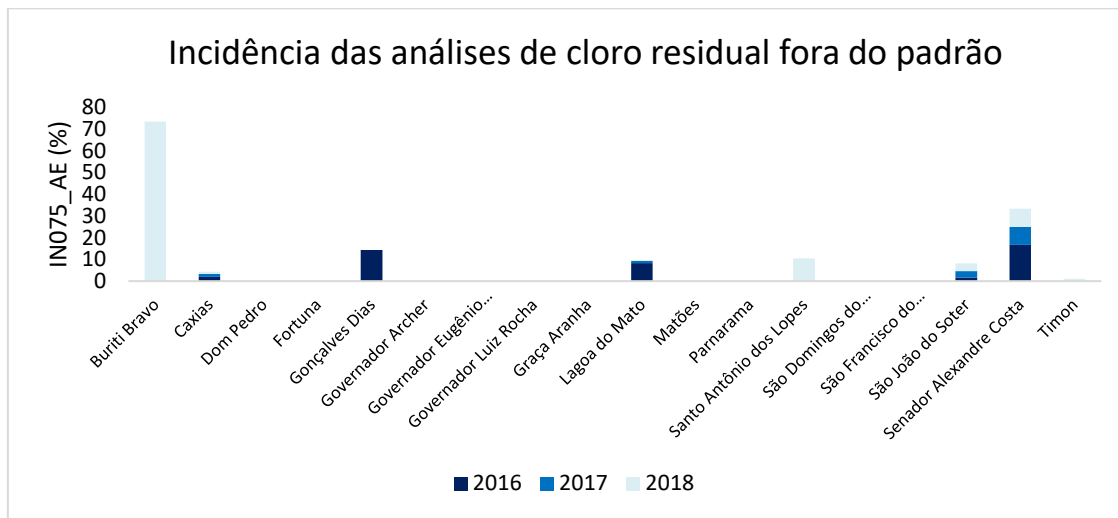
Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Na Portaria Nº 2.914/2011 em seu Art. 34 - *É obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre ou 2 mg/L de cloro residual combinado ou de 0,2 mg/L de dióxido de cloro em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede).* Neste sentido, considera-se que, a empresa responsável pela distribuição da água deve manter uma periodicidade do monitoramento da qualidade das águas, e tomar medidas urgentes, para ofertar uma água em condições mínimas de desinfecção nesses municípios.

Com relação ao cloro, é importante destacar que, este elemento é o desinfetante mais utilizado em desinfecção de águas públicas, seja em forma líquida ou gasosa, como pré-desinfecção ou pós-cloração. Segundo Richter e Azevedo Netto (1991), o cloro é o desinfetante mais utilizado, pois é fácil de ser obtido, em qualquer uma de suas formas, de fácil aplicação, baixo custo, além de deixar o residual para garantia de desinfecção da água até seu ponto de consumo, conforme portaria MS Nº. 2914/2011 (BRASIL, 2011). Outra vantagem, além dos fatores econômicos, é que o cloro consegue eliminar a maioria dos patogênicos encontrados comumente nos corpos hídricos.

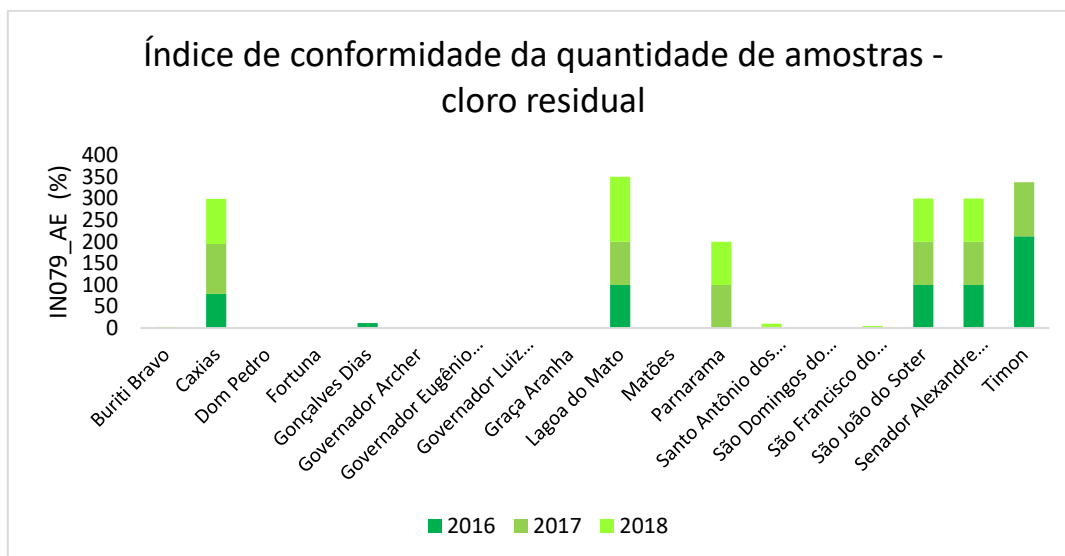
Os gráficos das **Figura 68** e **Figura 69** retratam o comportamento desses índices entre os anos de 2016 e 2018. Verifica-se, que houve uma diminuição das amostras fora do padrão e um leve crescimento das amostras em conformidade com a legislação.

**Figura 68:** Comportamento do cloro residual da água para abastecimento fora do padrão (IN075) entre os anos de 2016 e 2018.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

**Figura 69:** Comportamento do cloro residual da água para abastecimento em conformidade (IN079) entre os anos de 2016 e 2018.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Com relação a turbidez, segundo a Portaria Nº. 2914, para a garantia da qualidade microbiológica da água, em complementação às exigências relativas aos indicadores microbiológicos, deve ser atendido o padrão de turbidez expresso conforme tabela da **Figura 70** abaixo.

**Figura 70:** Padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção.

Tratamento da água	VMP <sup>(1)</sup>
Desinfecção (para águas subterrâneas)	1,0 uT (2) em 95% das amostras
Filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta)	0,5 <sup>(3)</sup> uT(2) em 95% das amostras
Filtração lenta	1,0 <sup>(3)</sup> uT (2) em 95% das amostras

NOTAS: (1) Valor máximo permitido.

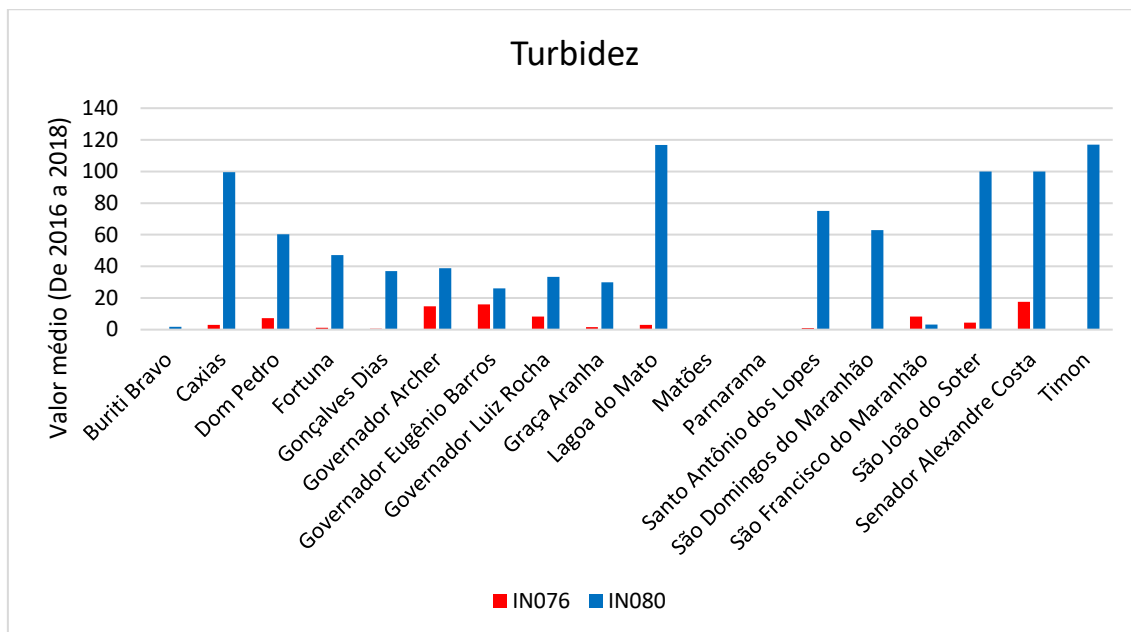
(2) Unidade de Turbidez.

(3) Este valor deve atender ao padrão de turbidez de acordo com o especificado no § 2º do art. 30.

No Art. 30 da referida portaria tem-se que o valor máximo permitido de 0,5 uT para água filtrada por filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta), assim como o valor máximo permitido de 1,0 uT para água filtrada por filtração lenta.

Mediante o acima exposto, e analisando-se o índice IN076 (Incidência das análises de turbidez fora do padrão) e IN080 (Índice de conformidade da quantidade de amostras), verifica-se um comportamento análogo ao do cloro residual, ou seja, considerando a média entre os anos de 2016 e 2018, observa-se que houve um decréscimo de amostras fora do padrão (**Figura 71**). Essa situação é comum em quase todos os municípios, com exceção daqueles que não possuem informações na plataforma do SNIS no ano de referência considerado neste estudo, como: Buriti Bravo, Matões, Parnarama e Timon, não sendo possível sua caracterização.

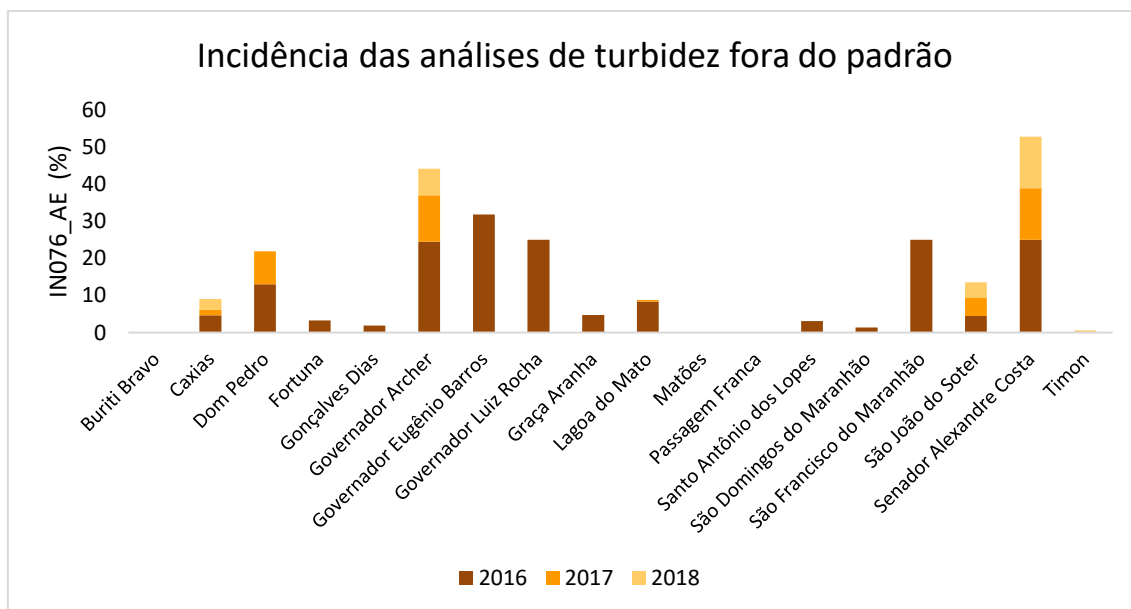
**Figura 71:** Comportamento da Turbidez das águas para consumo (IN076/IN080).



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

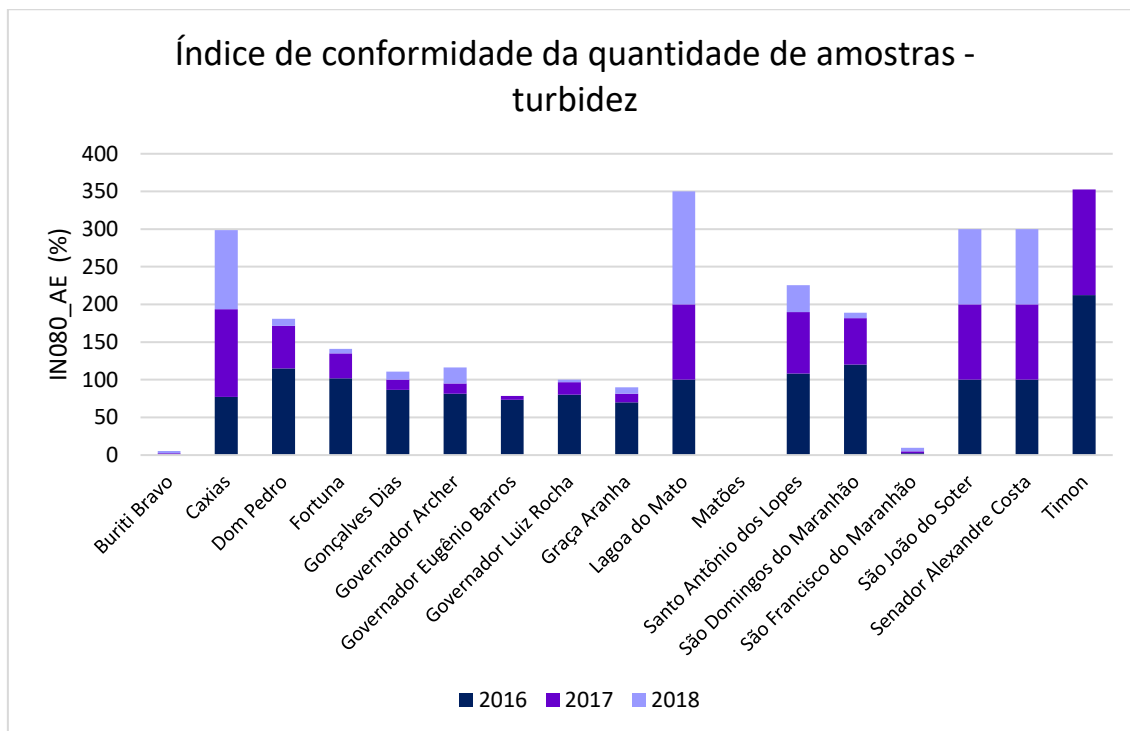
Os gráficos da **Figura 72 e 73** apresentam a evolução desses índices nos anos de 2016 a 2018 por município.

**Figura 72:** Comportamento da Turbidez fora do padrão.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

**Figura 73:** Comportamento da Turbidez fora do padrão em conformidade.

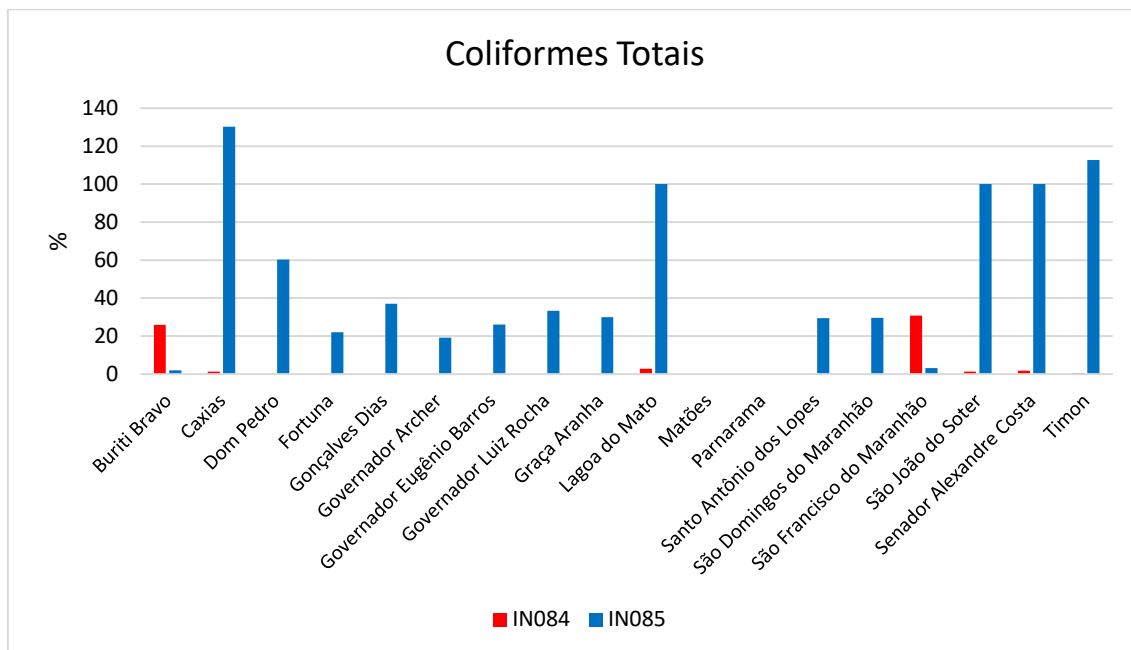


Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Apesar, de se verificar um aumento de amostra em conformidade, considera-se que, o número de amostra analisadas deva ser padronizado, e desta forma, deve ser revisto o sistema de amostragem, e minimamente manter-se o mesmo quantitativo de amostras analisadas de um ano para o outro. No Art. 30 da Portaria No. 2914 em seu § 3º - *O atendimento do percentual de aceitação do limite de turbidez, deve ser verificado mensalmente com base em amostras, preferencialmente no efluente individual de cada unidade de filtração, no mínimo diariamente para desinfecção ou filtração lenta e no mínimo a cada duas horas para filtração rápida.*

Com relação ao comportamento dos índices IN084 e IN085, que retratam o número de amostras fora do padrão e em conformidade em relação a presença de coliforme total na água, verifica-se que houve entre os anos 2016 e 2018 um aumento de amostra em conformidade em relação ao fora do padrão (**Figura 74**), com exceção dos municípios de Buriti Bravo e São Francisco do Maranhão.

**Figura 74:** Comportamento médio dos índices IN084 e IN085.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Importante ressaltar o que estabelece a Portaria Nº. 2914, “que o padrão microbiológico da água para consumo humano, deva apresentar ausência em 100 mL de coliforme total”, conforme **Figura 75**.

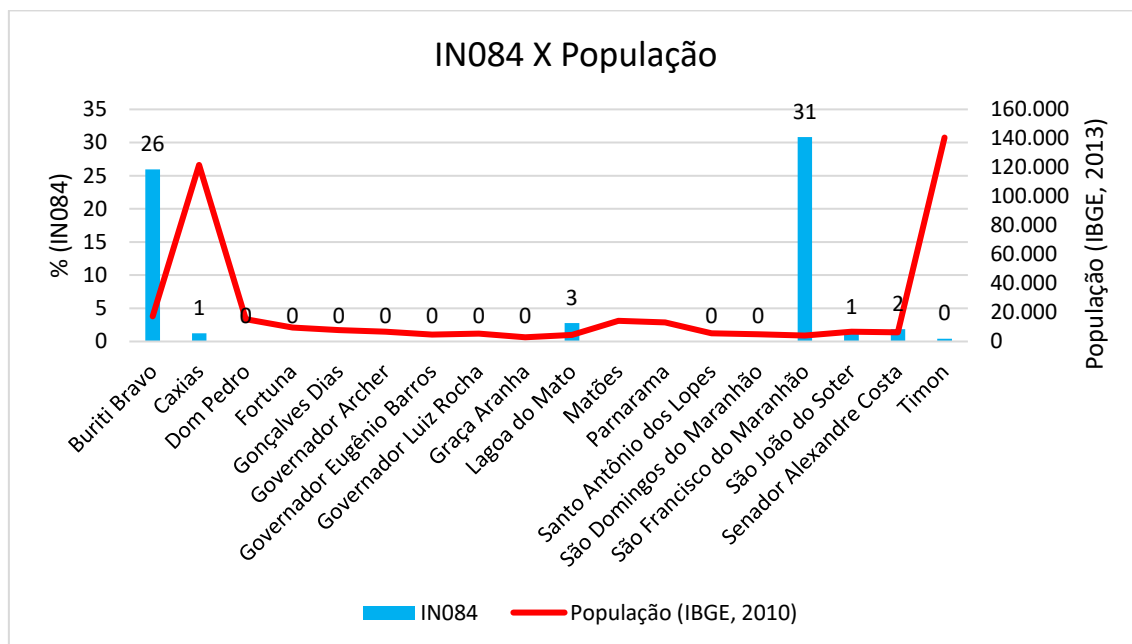
**Figura 75:** Padrão microbiológico da água para consumo humano.

Tipo de água		Parâmetro		VMP (1)
Água para consumo humano		Escherichia coli <sup>(2)</sup>		Ausência em 100 mL
Água tratada	Na saída do tratamento	Coliformes totais (3)		Ausência em 100 mL
	No sistema de distribuição (reservatórios e rede)	Escherichia coli		Ausência em 100 mL
		Coliformes totais (4)	Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abasteçam menos de 20.000 habitantes	Apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo
			Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abasteçam a partir de 20.000 habitantes	Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês.

Ainda, segundo esta portaria, no sistema de distribuição (reservatório e rede), considerando-se soluções alternativas coletivas que abasteçam menos de 20.000 habitantes, o VMP é de apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, que poderá apresentar resultado positivo.

No presente estudo, verifica-se, para os municípios de: Buriti Bravo, São Francisco do Maranhão, Lagoa do Mato, e Senador Alexandre Costa em que a maioria possui uma população inferior a 20 mil habitantes (IBGE, 2013), com percentual em média de 26%, 31%, 3% e 2% respectivamente, das amostras fora do padrão (IN084) é significativo (**Figura 76**). Os demais municípios não foi possível caracterização, por ausência de informações nos anos de referência de 2016 e 2018. Município como Caxias e Timon com população superior a 100 mil habitantes apresentaram percentuais de 1% e 0% respectivamente.

**Figura 76:** Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão x População municipal.



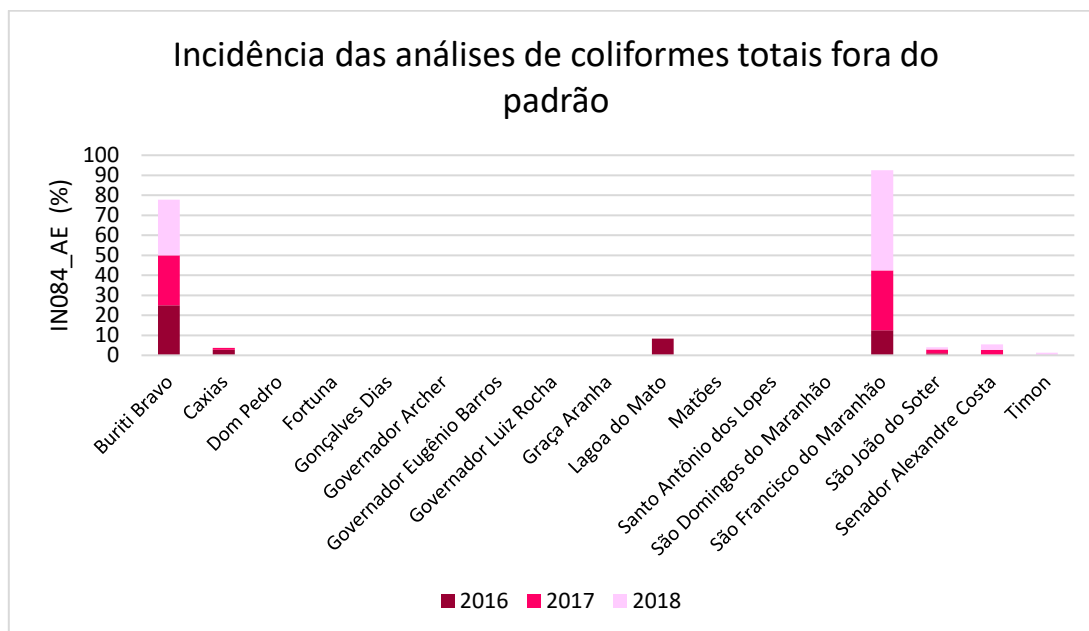
Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

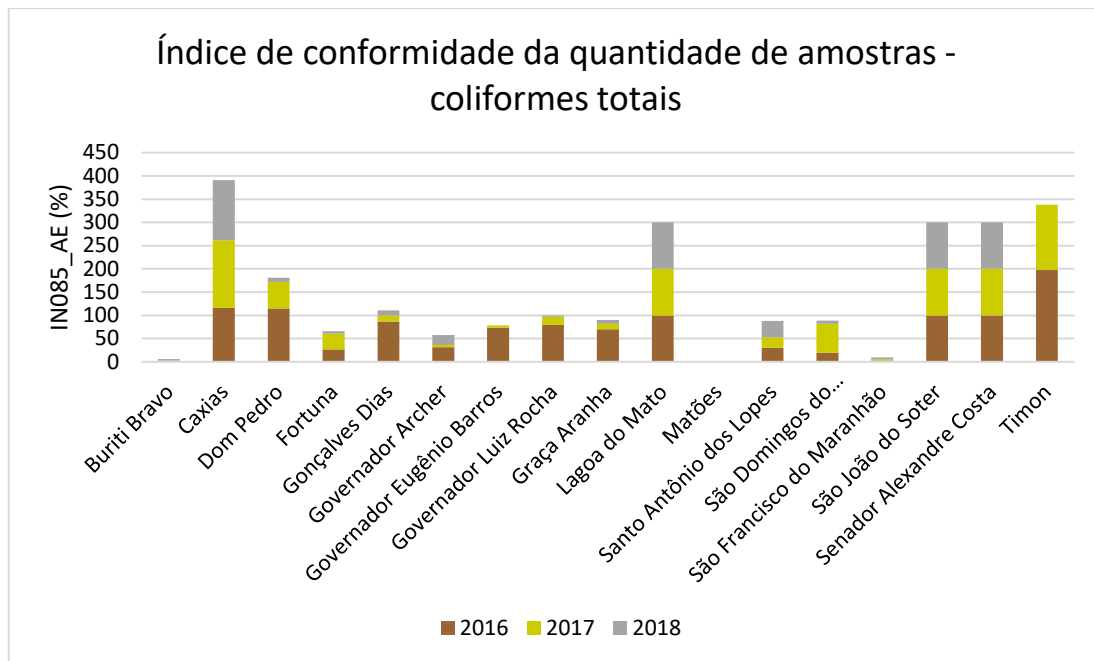
No controle da qualidade da água, quando forem detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, ações corretivas devem ser adotadas e novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que revelem resultados satisfatórios. E desta forma, compete ao responsável pela operação do sistema de abastecimento de água para consumo humano notificar à autoridade de saúde

pública e informar à respectiva entidade reguladora e à população, identificando períodos e locais, sempre que houver: modificações ou melhorias de qualquer natureza nos sistemas de abastecimento; e situações que possam oferecer risco à saúde.

Os gráficos da **Figura 77** retratam a evolução dos índices nos anos de 2016 a 2018. Apesar do crescimento de amostras em conformidade, diante do acima exposto, segundo Portaria Nº. 2914, de que apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, que poderá apresentar resultado positivo, considerando uma população até 20 mil habitantes, a situação é de comprometimento da qualidade da água para abastecimento no médio curso da bacia para os municípios de: Buriti Bravo e São Francisco do Maranhão. Acima de 20 mil habitantes, como no caso do município de Caxias, que segundo portaria, deve ter ausência em 100 ml em 95% das amostras, o que não se confirma pelos dados do SNIS apresentados. Ressalta-se, inclusive que a maioria dos municípios no médio curso, não apresentam dados na plataforma dos SNIS para estes índices. Desta forma, não foi possível a caracterização destes nos anos de estudo.

**Figura 77:** Comportamento médio dos índices IN084 e IN085 entre os anos de 2016 a 2018.

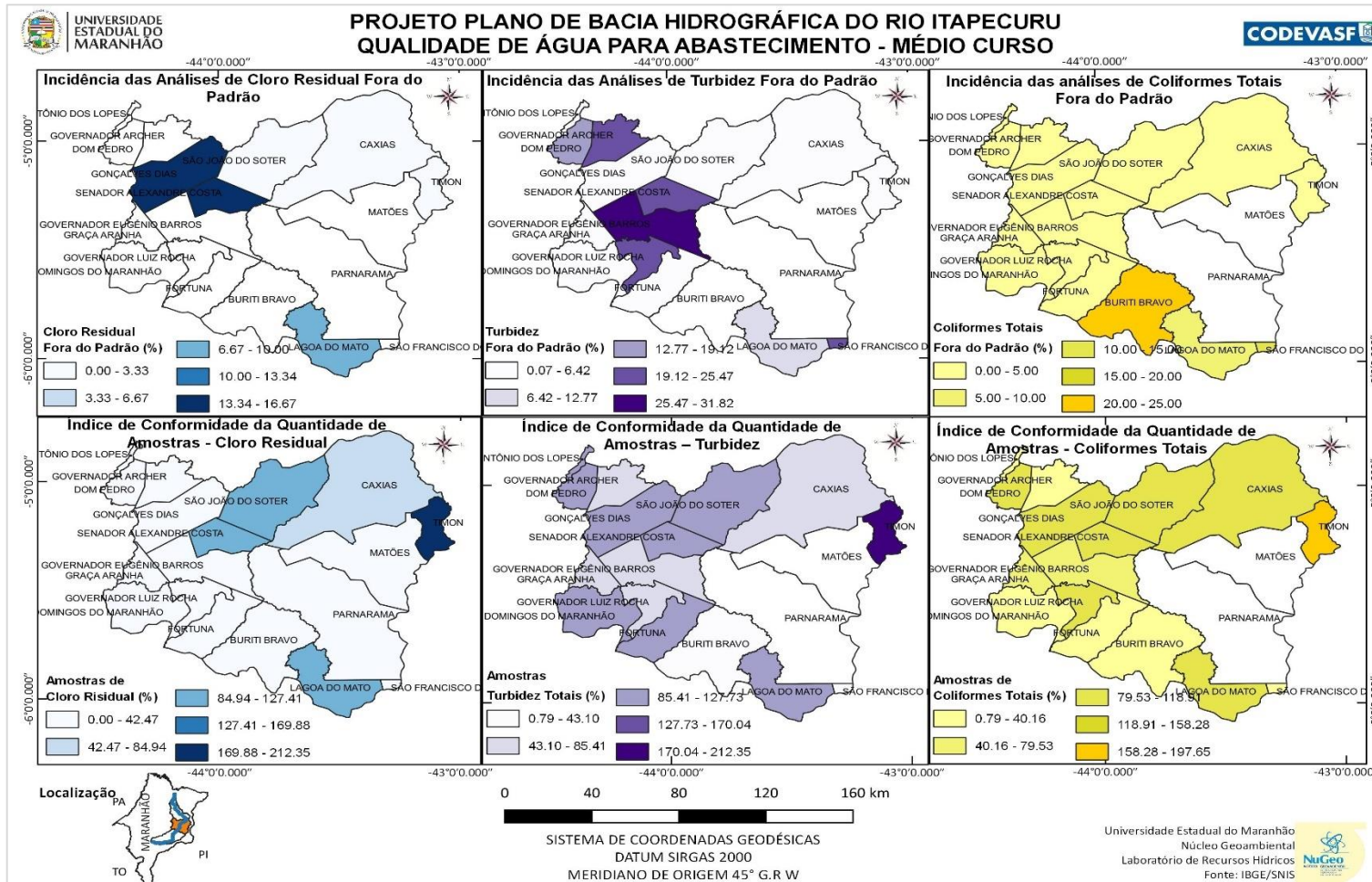




Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Os mapas da **Figura 78** apresenta um panorama da situação dos índices que retratam a qualidade das águas no médio curso da bacia.

Figura 78: Panorama dos indicadores de qualidade das águas para abastecimento no médio curso do rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

### 3.2 Sistema do Esgotamento Sanitário do Médio Curso

Apresenta-se, neste item, os índices de esgotamento sanitário do médio curso da bacia do Itapecuru, bem como o Índice de Desempenho do Saneamento Ambiental – IDSES.

#### 3.2.1 Índices Atendimento do Esgotamento Sanitário do Médio Curso

A partir do Atlas de Esgoto da ANA (2013), foram coletadas as informações do esgotamento sanitário por município do médio curso da bacia: sem coleta e sem tratamento; com coleta e sem tratamento; com coleta e com tratamento e; soluções individuais (**Tabela 18**). Além desses, considerou-se também, a parcela de carga gerada e lançada de esgoto (**Tabela 19**). Os dados foram apresentados em tabelas e gráficos, permitindo traçar um perfil preliminar do esgotamento sanitário nestes municípios

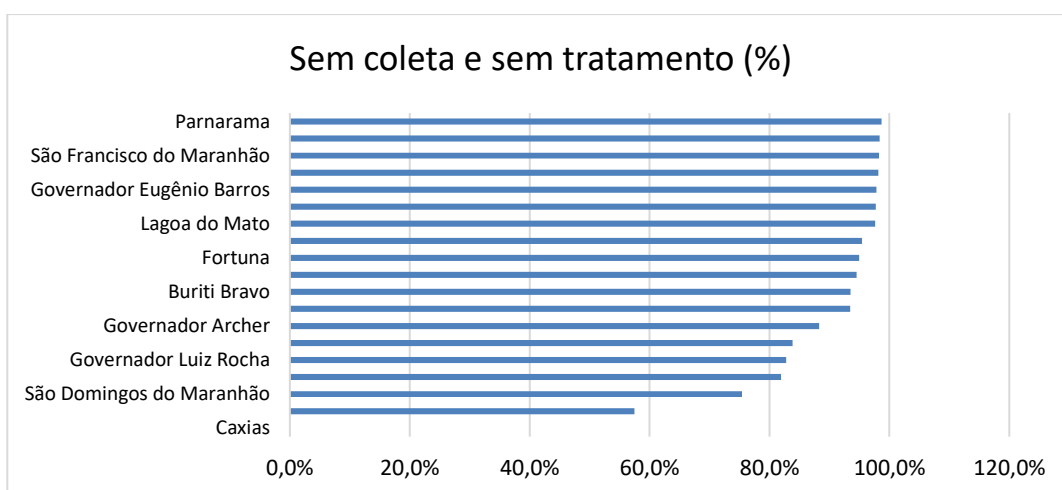
**Tabela 18:** Dados do índice de atendimento (%) e vazão do esgoto (L/s).

Municípios	Índice de Atendimento (%)				Vazão (L/s)			
	Sem coleta e sem tratamento	Soluções individuais	Com coleta e sem tratamento	Com coleta e com tratamento	Sem coleta e sem tratamento	Soluções individuais	Com coleta e sem tratamento	Com coleta e com tratamento
Buriti Bravo	93,5	6,2	0,4	0,0	16,7	1,1	0,1	0,0
Caxias	0,0	95,0	0,0	5,0	0,0	151,6	0,0	8,0
Dom Pedro	83,9	10,1	6,1	0,0	14,7	1,8	1,1	0,0
Fortuna	95,0	4,1	0,9	0,0	9,5	0,4	0,1	0,0
Gonçalves Dias	93,5	5,3	1,2	0,0	8,7	0,5	0,1	0,0
Governador Archer	88,3	8,7	3,0	0,0	5,3	0,5	0,2	0,0
Governador Eugênio Barros	97,9	0,9	1,3	0,0	10,4	0,1	0,1	0,0
Governador Luiz Rocha	82,8	16,7	0,5	0,0	4,6	0,9	0,0	0,0
Graça Aranha	98,2	0,2	1,6	0,0	3,9	0,0	0,1	0,0
Lagoa do Mato	97,6	2,0	0,3	0,0	6,4	0,1	0,0	0,0
Matões	81,9	8,7	9,4	0,0	14,3	1,5	1,7	0,0
Parnarama	98,7	0,7	0,7	0,0	16,0	0,1	0,1	0,0
Santo Antônio dos Lopes	95,4	2,3	2,2	0,0	6,4	0,2	0,1	0,0
São Domingos do Maranhão	75,4	22,8	1,8	0,0	12,3	3,7	0,3	0,0
São Francisco do Maranhão	98,3	0,7	1,0	0,0	4,9	0,0	0,0	0,0
São João do Soter	94,6	5,2	0,3	0,0	11,2	0,6	0,0	0,0
Senador Alexandre Costa	97,7	2,3	0,0	0,0	6,9	0,2	0,0	0,0
Timon	57,5	35,1	7,4	0,0	178,0	108,8	23,0	0,0

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

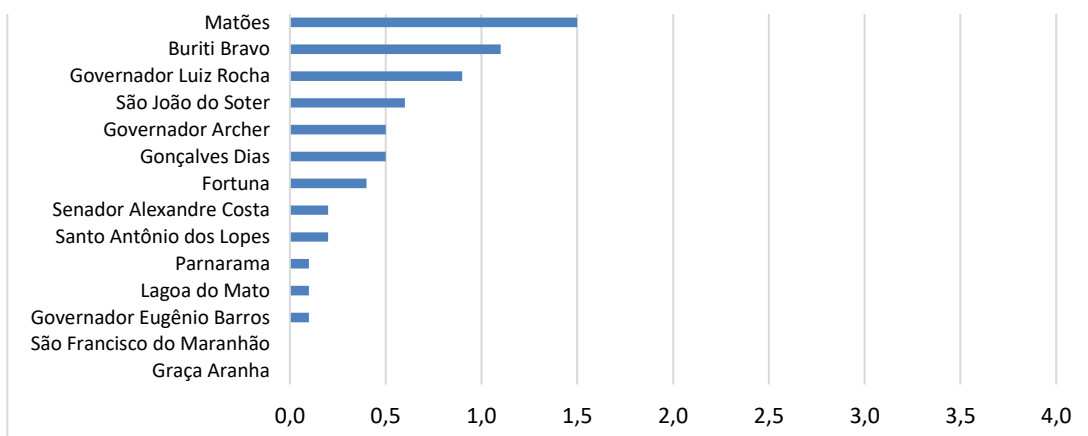
Analisando-se os dados da **Tabela 17** verifica-se que em média, nesses municípios com relação ao índice de atendimento de esgoto, 85%, ocorre sem coleta e sem tratamento (**Figura 79**); o município de Caxias possui um maior percentual (95%) com soluções individuais e nenhuma situação sem coleta e sem tratamento, seguido de Timon (108,8%), os demais municípios estão abaixo de 4%. (**Figura 80**).

**Figura 79:** Índice de atendimento do esgoto sem coleta e sem tratamento (%).



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

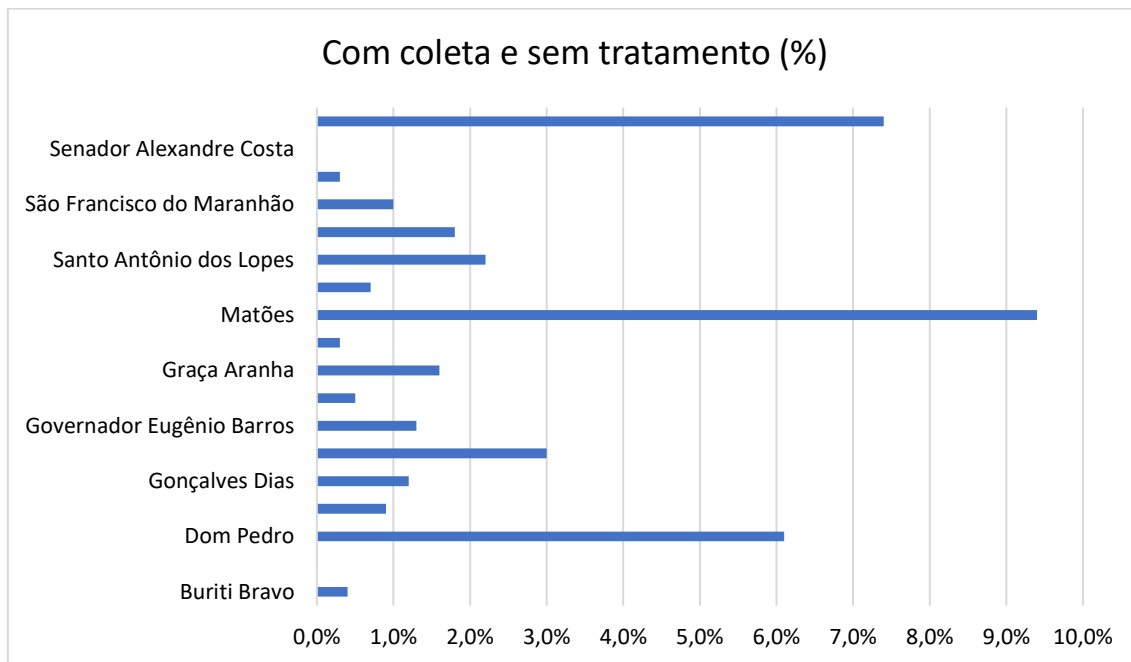
**Figura 80:** Índice de atendimento do esgoto com soluções individuais (%).



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Complementando análise dos índices de atendimento do esgotamento sanitário, tem-se o índice de atendimento com coleta e sem tratamento, que em média no médio curso foi de 0,02%. O município de Matões destaca-se nesta relação com um percentual de 9,4%, seguido do município de Timon com 7,4% e Dom Pedro com 6%. Os demais estão abaixo de 3% (Figura 81).

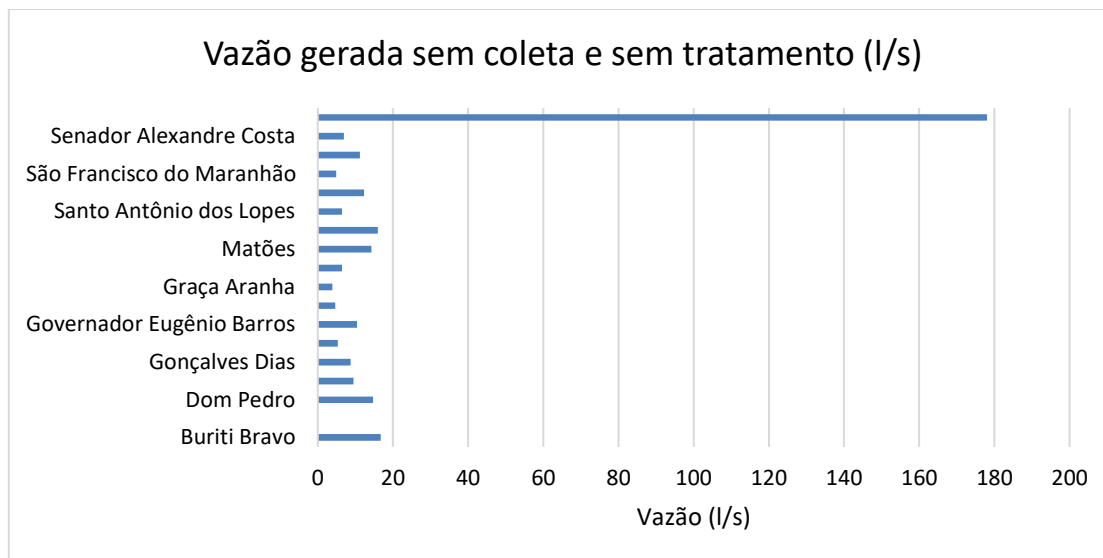
**Figura 81:** Índice de atendimento do esgoto com coleta e sem tratamento (%).



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Com relação a vazão gerada em l/s, sem coleta e sem tratamento, a média dos municípios foi em torno de 10 l/s. O município de Colinas é o que gerou maior quantitativo, 42,9 l/s, sendo este um dos municípios com maior quantitativo populacional na região (Figura 82).

**Figura 82:** Vazão gerada de esgoto sem coleta e sem tratamento.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

No que se refere a parcela de carga gerada em kg de DBO/dia, relacionado ao esgotamento sem coleta e sem tratamento, a média na região foi de 421,94 kg DBO/dia, destacando-se os municípios de Timon com valor de 4.362,4 kg DBO/dia, seguido dos municípios de São João dos Patos com 871 kg DBO/dia, São Domingos do Maranhão com 707, kg DBO/dia e Parnarama com 706 kg DBO/dia, sendo estes os mais populosos na região (Tabela 19 e Figura 78).

**Tabela 19:** Parcela de carga gerada e lançada em kg DBO/dia.

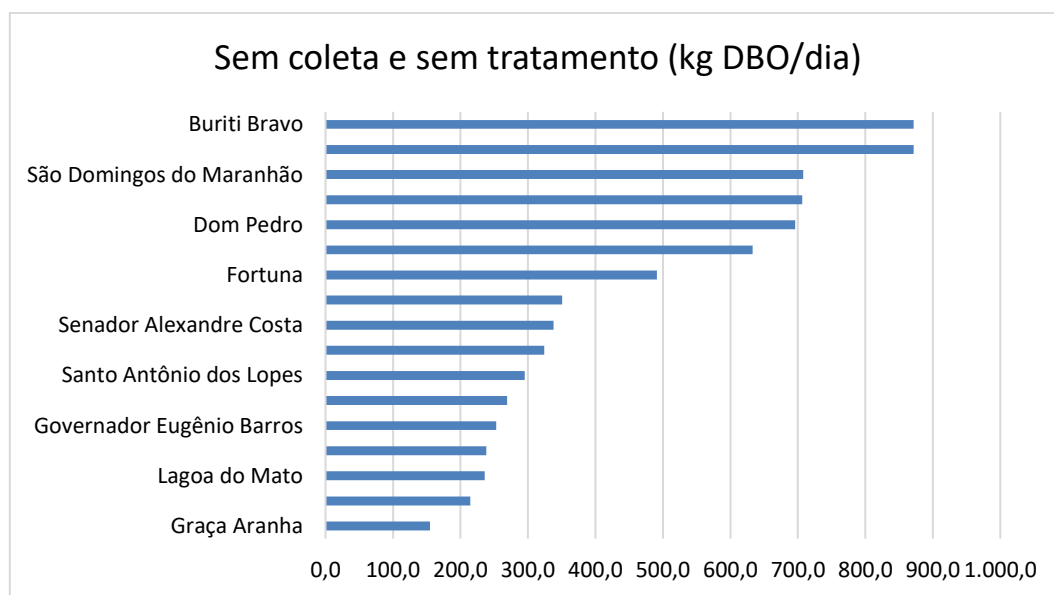
Municípios	Parcela de Carga Gerada (kg DBO/dia)				Parcela de Carga Lançada (kg DBO/dia)			
	Sem coleta e sem tratamento	Soluções individuais	Com coleta e sem tratamento	Com coleta e com tratamento	Sem coleta e sem tratamento	Soluções individuais	Com coleta e sem tratamento	Com coleta e com tratamento
Buriti Bravo	871,3	57,8	3,3	0,0	871,3	23,1	3,3	0,0
Caxias	269,3	26,8	7,8	0,0	269,3	151	7,8	0,0
Dom Pedro	696,0	83,6	50,4	0,0	696,0	33,4	50,4	0,0
Fortuna	491,0	21,3	4,8	0,0	491,0	8,5	4,8	0,0
Gonçalves Dias	394,3	22,3	5,2	0,0	394,3	8,9	5,2	0,0
Governador Archer	324,2	32,0	11,0	0,0	324,2	12,8	11,0	0,0
Governador Eugênio Barros	252,8	2,3	3,2	0,0	252,8	0,9	3,2	0,0
Governador Luiz Rocha	238,1	48,1	1,3	0,0	238,1	19,2	1,3	0,0
Graça Aranha	154,7	0,3	2,5	0,0	154,7	0,1	2,5	0,0
Lagoa do Mato	236,0	4,9	0,8	0,0	236,0	2,0	0,8	0,0
Matões	632,9	66,8	72,9	0,0	632,9	26,7	72,9	0,0
Parnarama	706,3	4,8	4,7	0,0	706,3	1,9	4,7	0,0
Santo Antônio dos Lopes	295,4	7,2	6,9	0,0	295,4	2,9	6,9	0,0
São Domingos do Maranhão	707,7	214,1	16,5	0,0	707,7	85,6	16,5	0,0
São Francisco do Maranhão	214,4	1,6	2,1	0,0	214,4	0,6	2,1	0,0
São João do Soter	350,6	19,2	0,9	0,0	350,6	7,7	0,9	0,0

Municípios	Parcela de Carga Gerada (kg DBO/dia)				Parcela de Carga Lançada (kg DBO/dia)			
	Sem coleta e sem tratamento	Soluções individuais	Com coleta e sem tratamento	Com coleta e com tratamento	Sem coleta e sem tratamento	Soluções individuais	Com coleta e sem tratamento	Com coleta e com tratamento
Senador Alexandre Costa	338,0	7,9	0,1	0,0	338,0	3,1	0,1	0,0
Timon	4.362,4	2.666,1	562,5	0,0	4.362,4	1.066,4	562,5	0,0

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

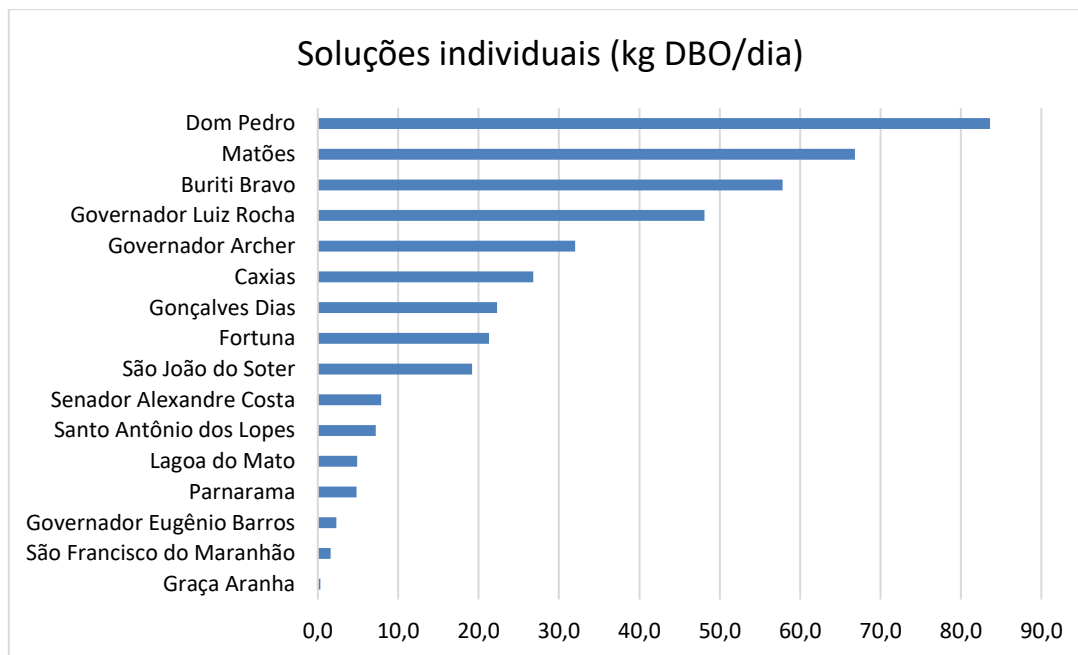
Verifica-se nos dados da **Tabela 19** e nos gráficos das **Figura 83**, que o município de Timon, ainda se destaca na relação como o município que busca por soluções individuais, com 2.666 kg DBO/dia gerado de esgoto, seguido de São Domingos do Maranhão com 214 kg DBO/dia; os demais são abaixo de 90 kg DBO/dia. Essa situação é preocupante, pois não estando ligada a rede de esgotamento sanitário, a população pode estar buscando por alternativa que possam comprometer as águas superficiais e/ou subterrâneas, como, por exemplo, o lançamento de esgoto in natura nos mananciais superficiais, ou construção de fossas sépticas, que possam vir a comprometer a qualidade das águas subterrâneas.

**Figura 83:** Carga gerada de esgoto sem coleta e sem tratamento.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

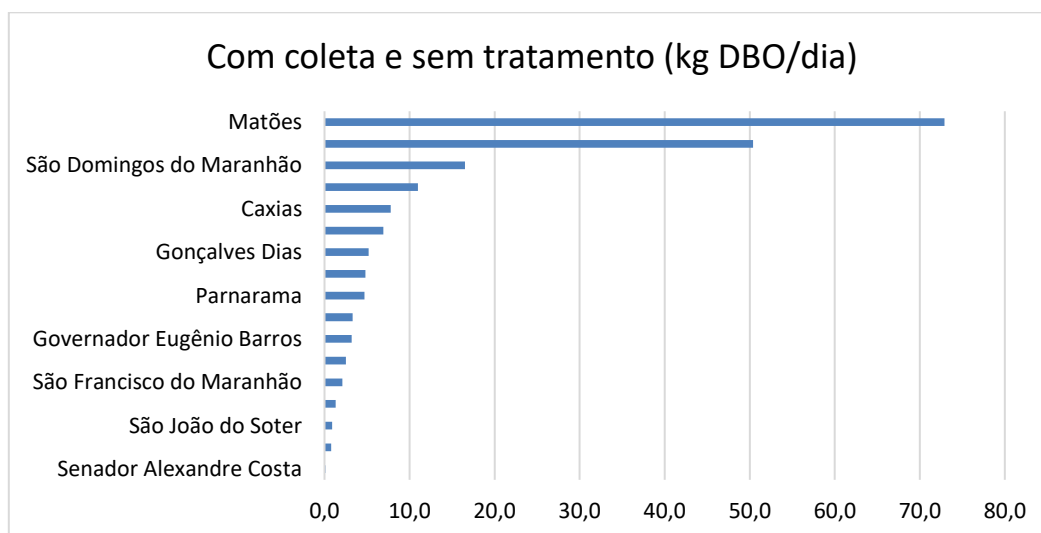
**Figura 84:** Carga gerada de esgoto com soluções individuais.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Com coleta e sem tratamento, o município de Tuntum dispara em relação aos demais municípios na região, com um valor de 562 kg DBO/dia, seguido de Matões com 72,9 kg DBO/dia; os demais abaixo de 73 kg DBO/dia (Figura 85).

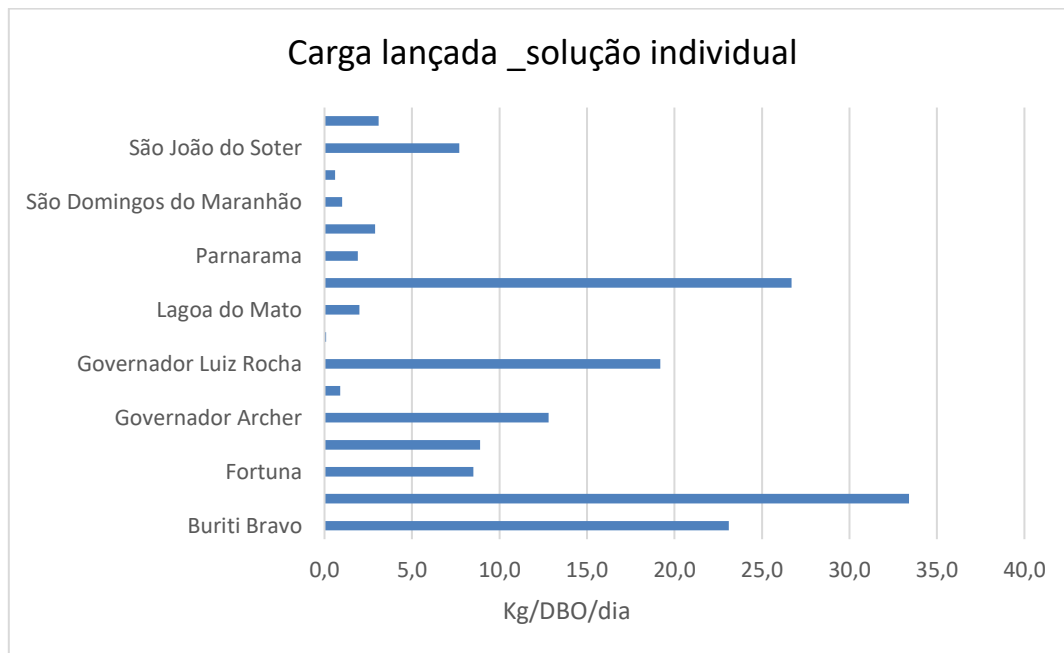
**Figura 85:** Carga gerada de esgoto com coleta e sem tratamento.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

No que concerne à carga lançada, verifica-se, ainda na **Tabela 5**, que o valor corresponde ao mesmo da carga gerada, ou seja, o total de carga lançada em kg/DBO/dia por município é o mesmo que o de carga gerada por este. Destacando-se, com soluções individuais, igualmente o município de Tuntum com 1.066 kg/DBO/dia seguido dos municípios de Caxias com 155 kg/DBO/dia, e os demais abaixo desse valor como mostra o gráfico da **Figura 87**.

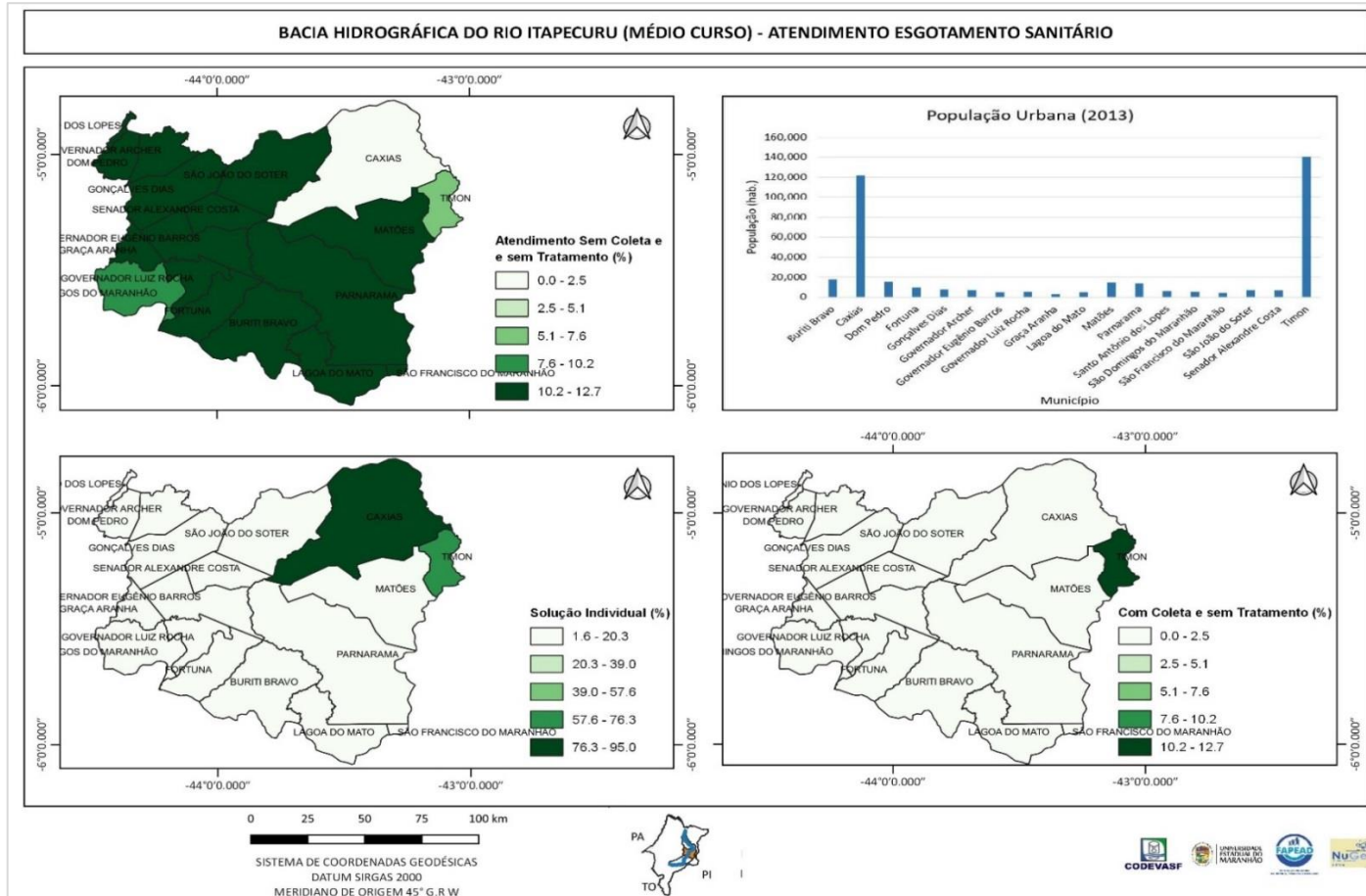
**Figura 87.** Carga lançada de esgoto com soluções individuais.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

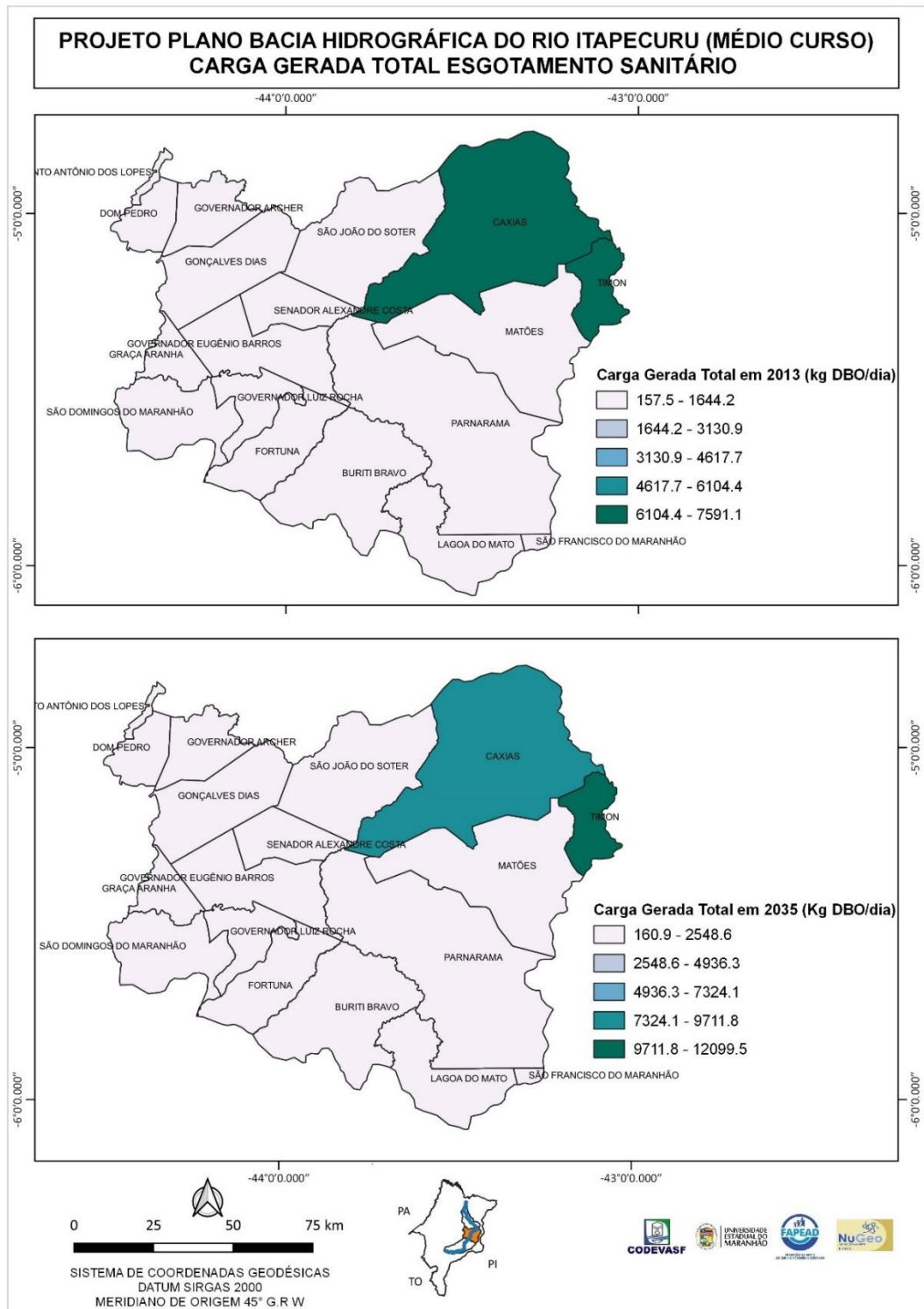
Os mapas das **Figuras de 86 e 87** apresentam um panorama da situação dos índices que retratam do esgotamento sanitário no médio curso da bacia.

**Figura 86:** Panorama do atendimento do esgotamento sanitário no médio curso da bacia do rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

**Figura 87:** Panorama da carga gerada total do esgotamento sanitário no médio curso da bacia do rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

### 3.2.2 Índice de Desempenho do Serviço de Esgotamento Sanitário – IDSES do Médio Curso

Analisar o desempenho dos municípios no serviço de esgotamento sanitário é uma tarefa que busca identificar suas potencialidades e deficiências de modo a contribuir para o estabelecimento de políticas de gestão para melhoramento do sistema para atender a população. Ao identificar as condições de atendimento deste serviço é possível vislumbrar os focos de maior atenção como qualidade de água e expansão de rede coletora.

Neste panorama, estabelece-se relações que podem impactar nos recursos hídricos locais ocasionando degradação de mananciais que podem comprometer futuramente o sistema de abastecimento local. Assim, esgotamento sanitário e abastecimento de água caminham juntos no estabelecimento de políticas de recursos hídricos para o âmbito municipal.

O desempenho de serviço de esgotamento sanitário é advindo da análise das prestadoras de serviço em atender a demanda corrente do município. Os resultados apresentados consistiram em cinco subindicadores denominados de IQS. O subindicador IQS<sub>1</sub> consiste nas relações da população atendida por sistema de esgotamento sanitário em relação a população total o que determina a população residente conectada à rede coletora. O subindicador IQS<sub>2</sub> estabelece as relações da população com sistema individual em relação a população total, onde foi possível obter a população residente servida por sistema individual. No que concerne ao IQS<sub>3</sub> tem-se a relação da população residente não atendida em relação população total, onde obtém-se o impacto da população não atendida neste município. O subindicador IQS<sub>4</sub> estabelece as relações dos volumes de esgoto tratado e gerado, onde tem-se um índice de tratamento de esgoto. Por fim, o subindicador IQS<sub>5</sub> que avalia o total de reclamações estabelecendo uma relação das reclamações no ano em relação população total. Os resultados encontram-se na **Tabela 20** a seguir.

Avaliando o indicador de população residente conectada à rede coletora (IQS<sub>1</sub>), percebe-se que os municípios apresentam uma média de 1,35%, ou seja, a situação é desafiadora. Essa situação confirma os dados da ANA (2013), com índice de atendimento de esgotamento sanitário em média de 85,1%, sem coleta e sem tratamento, como descrito anteriormente, ou seja, nestes municípios, praticamente a população quase que totalmente não estão ligadas a rede coletora de esgoto com tratamento. Desta forma entende-se, porque o IQS<sub>2</sub> apresentou um percentual médio significativo de 71,33%. Isso retrata que a população busca por

sistema individual, como mais comumente ocorre, como: fossa séptica, fossa rudimentar e valas de infiltração, dentre outros.

**Tabela 20:** Valores médios dos indicadores selecionados.

Municípios	IQS1 (%)	IQS2 (%)	IQS3 (%)	IQS4 (%)	IQS5 (reclamações/1000ha/ano)
Buriti Bravo	0,1920	77.06	22.73	0	1.70
Caxias	5,1180	82.45	12.42	0	0.96
Dom Pedro	3,6240	71.51	24.85	0	10.93
Fortuna	0,6620	87.13	12.20	0	18.61
Gonçalves Dias	0,5720	70.95	28.47	0	58.11
Governador Archer	2,3510	79.09	18.54	0	18.03
Governador Eugênio Barros	0,5500	67.93	31.51	0	0.00
Governador Luiz Rocha	0,2720	77.57	22.14	0	10.90
Graça Aranha	0,1920	89.18	9.96	0	1.70
Lagoa do Mato	0,2560	53.55	46.18	0	4.75
Matões	0,4385	65.71	33.85	0	0.00
Parnarama	0,4626	61.67	37.85	0	0.00
Santo Antônio dos Lopes	1,1478	63.94	34.91	0	10.07
São Domingos do Maranhão	1,5711	86.61	11.81	0	11.66
São Francisco do Maranhão	0,3951	42.74	56.85	0	1.81
São João do Soter	0,0696	54.53	45.39	0	1.16
Senador Alexandre Costa	0,0780	64.31	35.60	0	0.00
Timon	6,3862	88.06	5.55	0	0.12
<b>Média</b>	<b>1.35</b>	<b>71.33</b>	<b>27.27</b>	<b>0.00</b>	<b>8.37</b>

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Apesar das fossas sépticas proporcionarem apenas um tratamento parcial dos efluentes, esse tipo de sistema foi uma das principais soluções adotadas para suprir a inexistência do serviço de esgotamento sanitário na área estudada. Mesmo estas soluções não apresentando o tratamento adequado para que o efluente atenda aos padrões de lançamento de efluentes estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357/2005, essa forma de tratamento implica na redução dos impactos ambientais decorrentes da falta da rede coletora de esgoto (BRASIL, 2005).

Para o indicador de população residente não atendida (IQS<sub>3</sub>), a região apresentou uma média de 27,27%. Esse indicador está relacionado ao percentual da população residente não atendida com o esgotamento sanitário e que também não possui nenhum sistema individual.

Isso sugere, que na região parte significativa do esgoto gerado é disposto, sem nenhuma forma de tratamento, em rios, riachos e córregos.

O indicador de tratamento de esgoto (IQS<sub>4</sub>) apresentou um resultado igual a 0%. Este fato pode ser explicado pela inexistência de sistema de tratamento de esgoto nesses municípios. O indicador total de reclamação (IQS<sub>5</sub>) apresentou valor médio de 8,37 reclamações/1000hab/ano.

O valor obtido para o Índice de Desempenho do Serviço de Esgotamento Sanitário (IDSES) para os municípios do médio curso da bacia, em média foi de 20,23. Esse valor segundo metodologia proposta classifica o desempenho do serviço de esgotamento sanitário é de PÉSSIMA qualidade. Todavia, avaliando individualmente os municípios, conforme **Tabela 21**, verifica-se que os municípios de : Buriti Bravo, Dom Pedro, Governador Archer, Governador Eugênio Barros, Governador Luiz Rocha e Timon, encontram-se em melhor situação, com valores de IDSES acima de 25 conforme classificação proposto por Lopes et al. (2015), **Tabela 22**. O gráfico da **Figura 88** apresenta de forma espacializada na região.

**Tabela 21:** Índice de Desempenho do Serviço de Esgotamento Sanitário (IDSES) para os municípios do médio curso da bacia do rio Itapecuru.

Municípios	IDSES
Buriti Bravo	28,09
Caxias	20,11
Dom Pedro	35,97
Fortuna	27,08
Gonçalves Dias	32,08
Governador Archer	32,63
Governador Eugênio Barros	30,96
Governador Luiz Rocha	28,48
Graça Aranha	23,42
Lagoa do Mato	5,39
Matões	10,17
Parnarama	8,72
Santo Antônio dos Lopes	11,63
São Domingos do Maranhão	21,17
São Francisco do Maranhão	1,57
São João do Soter	5,16
Senador Alexandre Costa	8,78
Timon	32,81
<b>Média</b>	<b>20,24</b>

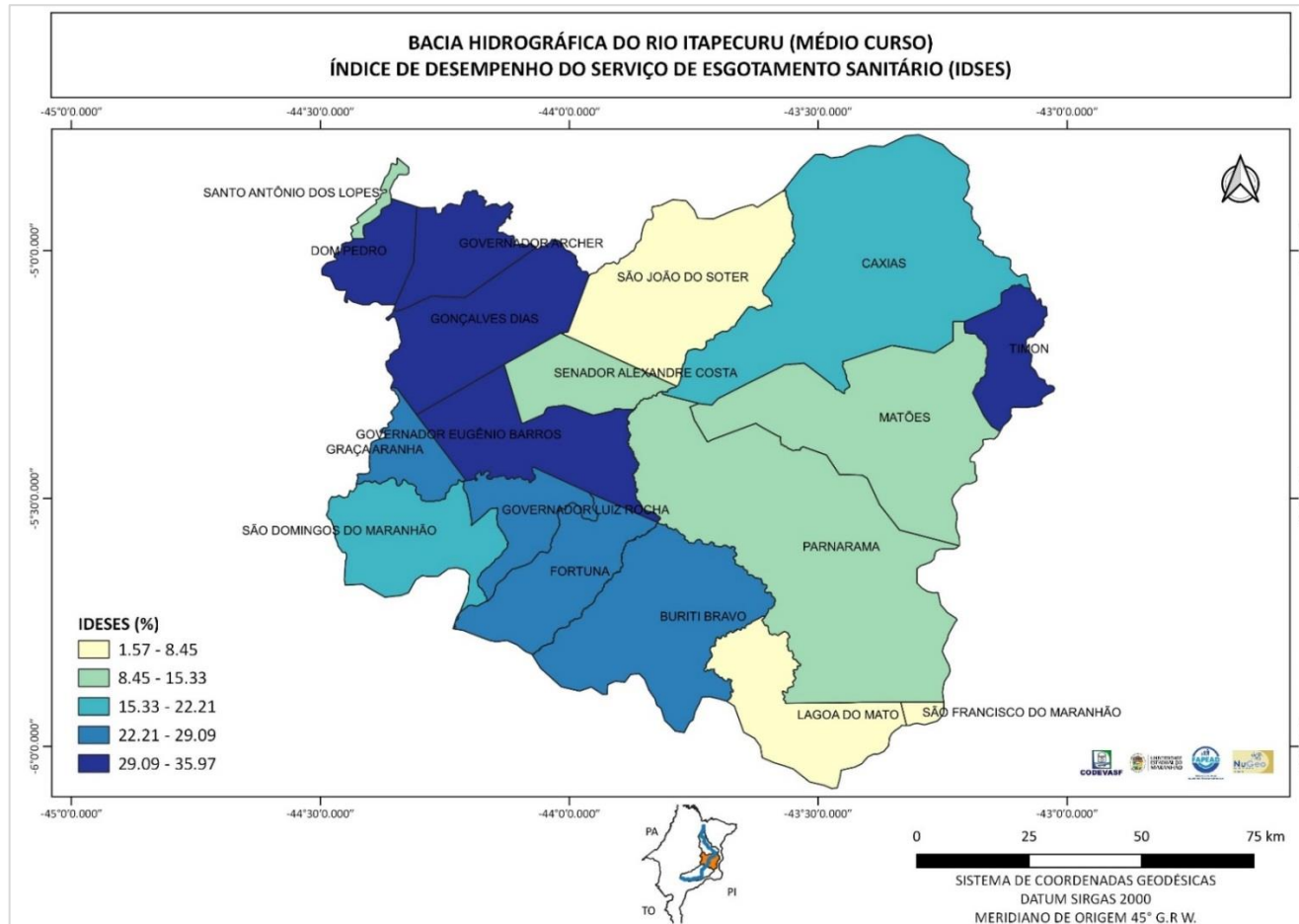
Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

**Tabela 22:** Classificação do IDSES.

Valores atribuídos ao IDSES	Classificação
75 - 100	Ótimo
56 - 75	Bom
41 - 55	Regular
26 - 40	Ruim
0 - 25	Péssimo

Fonte: Lopes et al. (2015).

**Figura 88:** Espacialização do Índice de Desempenho do Serviço de Esgotamento Sanitário (IDSES) para os municípios do médio curso da bacia do rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

### 3.3 Sistema de Gestão dos Resíduos Sólidos do Médio Curso

Considerando o médio curso da bacia do rio Itapecuru, retratou-se na **Tabela 23**, a situação do índice de cobertura do serviço de coleta RDO (IN016), apenas em alguns municípios, daqueles que possuem informações na plataforma do SNIS, nos anos de referência do presente estudo, de 2016 a 2018.

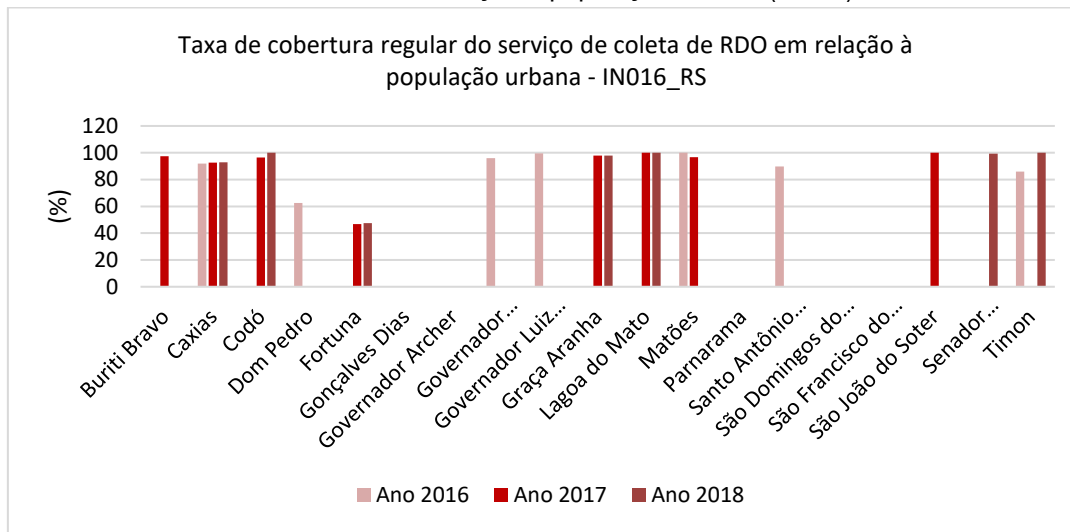
Verifica-se, que entre os municípios, Lagoa do Mato (Anos 2017 e 2018) e São João do Soter (Ano 2017), encontram-se com 100% de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação a população urbana (IN016). Esta situação praticamente manteve-se entre os anos de 2016 a 2018, como mostra o gráfico da **Figura 89**. Observa-se, de maneira geral, uma situação regular de cobertura nestes municípios, acima de 80%, mas, ainda inferior à média do nordeste que é superior a 97%. Os municípios de Dom Pedro e Fortuna encontram-se com percentual de 62,5% e 47,19%, respectivamente, sendo os municípios com menor percentual.

**Tabela 23:** Índice de Cobertura dos Serviços Domiciliar – RDO em relação a população urbana.

INDICES DE COBERETURA DOS SERVIÇOS DOMICILIAR										
Municípios	CO164 - População total atendida no município			CO050 - População urbana atendida no município, abrangendo o distrito-sede e localidades			IN016_RS - Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana			
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018	Média
Município	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018	Média
Buriti Bravo	-	17.000	-	-	17.000	-	-	97,38	-	97,38
Caxias	113.700	115.075	116.642	113.700	115.075	116.642	91,9	92,59	92,95	92,48
Dom Pedro	6.500	-	-	6.000	-	-	62,5	-	-	62,50
Fortuna	-	6.800	7.000	-	4.500	4.650	-	46,84	47,55	47,19
Governador Eugênio Barros	5.200	-	-	5.200	-	-	95,92	-	-	95,92
Governador Luiz Rocha	3.100	-	-	2.900	-	-	99,62	-	-	99,62
Graça Aranha	-	2.900	2.945	-	2.850	2.910	-	97,97	97,98	97,97
Lagoa do Mato	-	4.499	4.576	-	4.499	4.576	-	100	100	100,00
Matões	4.494	13.000	-	4.494	13.000	-	100	96,68	-	98,34
Santo Antônio dos Lopes	11.000	-	-	10.000	-	-	89,76	-	-	89,76
São João do Soter	-	8.120	-	-	6.636	-	-	100	-	100,00
Senador Alexandre Costa	5.658	-	7.075	-	-	6.612	-	-	99,41	99,40
Timon	-	-	167.973	5.658	-	146.010	85,94	-	100	92,97

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

**Figura 89:** Gráfico do comportamento da Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana (IN016).



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

No que concerne a taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação a população do município (IN015), os dados são apresentados na **Tabela 24**.

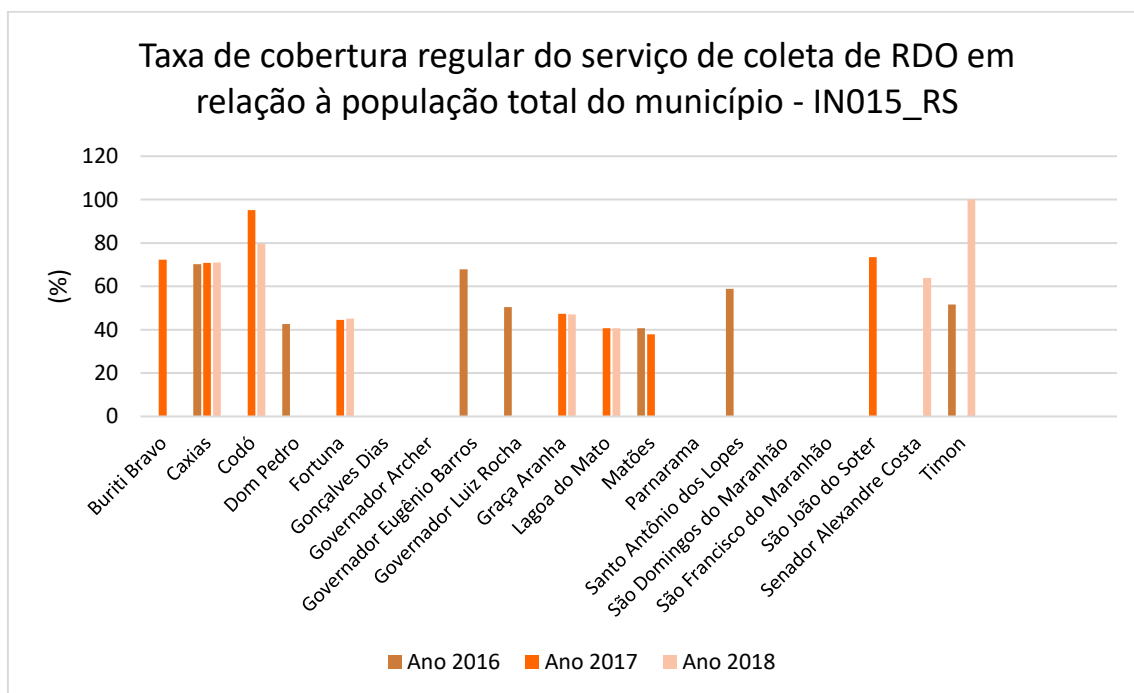
**Tabela 24:** Índice de Cobertura dos Serviços Domiciliar – RDO em relação a população do município.

ÍNDICES DE COBERTURA DOS SERVIÇOS DOMICILIAR										
Municípios	CO164 - População total atendida no município			CO050 - População urbana atendida no município, abrangendo o distrito-sede e localidades			IN015_RS - Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população total do município			Média
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018	
Município										
Buriti Bravo		17.000			17.000			72,36		72,36
Caxias	113.700	115.075	116.642	113.700	115.075	116.642	70,22	70,75	71,03	70,22
Dom Pedro	6.500			6.000			42,62			42,62
Fortuna		6.800	7.000		4.500	4.650		44,56	45,06	44,81
Governador Eugênio Barros	5.200			5.200			67,81			67,81
Governador Luiz Rocha	3.100			2.900			50,51			50,51
Graça Aranha		2.900	2.945		2.850	2.910		47,28	47,02	47,15
Lagoa do Mato		4.499	4.576		4.499	4.576		40,72	40,73	40,72
Matões	4.494	13.000		4.494	13.000		40,73	37,82		40,73
Santo Antônio dos Lopes	11.000			10.000			58,83			58,83
São João do Soter		8.120			6.636			73,54		73,54
Senador Alexandre Costa	5.658		7.075			6.612			63,93	63,93
Timon			167.973	5.658		146.010	51,65		100	51,65

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

A partir dos dados verifica-se que, os municípios de Buriti Bravo, Caxias e São João do Soter encontra-se em melhor situação, com valores de IN015 > 70, seguido do município de Governador Eugênio Barros (67,81%). Os demais encontram-se abaixo de 60%. Em último nesta relação tem-se os municípios de Lagoa do Mato e Matões com 40% (**Figura 90**).

**Figura 90:** Gráfico do comportamento da Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população total do município (IN015).



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Ainda, analisou-se a taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta (porta-a-porta) da população urbana do município (IN014), conforme dados da **Tabela 25**.

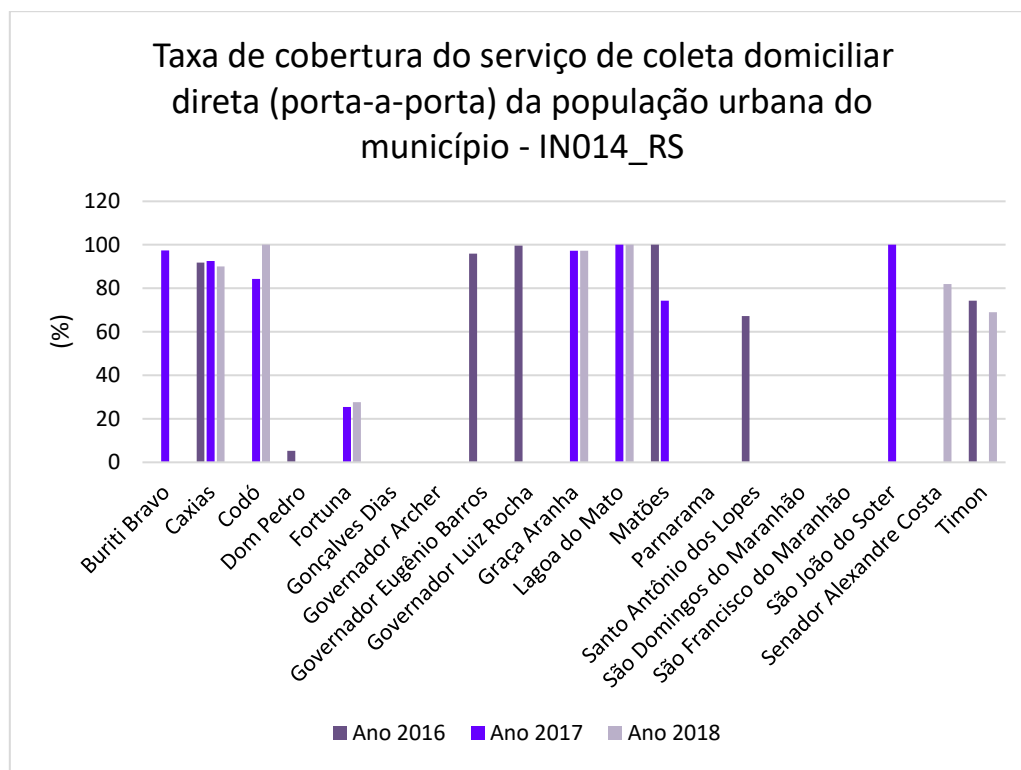
**Tabela 25:** Índice de Cobertura dos Serviços Domiciliar – Taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta (porta-a-porta) da população urbana do município.

ÍNDICES DE COBERTURA DOS SERVIÇOS DOMICILIAR										
Municípios	CO164 - População total atendida no município			CO050 - População urbana atendida no município, abrangendo o distrito-sede e localidades			IN014_RS - Taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta (porta-a-porta) da população urbana do município.			
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018	Média
Buriti Bravo		17.000			17.000			97,38		97,38
Caxias	113.700	115.075	116.642	113.700	115.075	116.642	91,9	92,59	90,07	91,52
Dom Pedro	6.500			6.000			5,21			5,21
Fortuna		6.800	7.000		4.500	4.650		25,5	27,61	26,555
Governador Eugênio Barros	5.200			5.200			95,92			95,92
Governador Luiz Rocha	3.100			2.900			99,62			99,62
Graça Aranha		2.900	2.945		2.850	2.910		97,28	97,31	97,295
Lagoa do Mato		4.499	4.576		4.499	4.576		100	100	100,00
Matões	4.494	13.000		4.494	13.000		100	74,37		87,185
Santo Antônio dos Lopes	11.000			10.000			67,32			67,32
São João do Soter		8.120			6.636			100		100,00
Senador Alexandre Costa	5.658		7.075			6.612			82	82
Timon			167.973	5.658		146.010	74,36		69,02	71,69

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Verifica-se a partir do gráfico da **Figura 91**, que os municípios de Buriti Bravo, Caxias, Governador Eugênio Barros, Governador Luiz Rocha, Graça Aranha, Lagoa do Mato e São João do Soter encontram-se em melhor condição, com valores acima de 90%, considerando que o valor médio da região nordeste é de 92,3%.

**Figura 91:** Gráfico do comportamento da Taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta (porta-a-porta) da população urbana do município (IN014).



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

❖ **Massa Coletada Per Capita de Resíduos Sólidos Domiciliares e Públicos**

Apresenta-se os resultados dos municípios do médio curso da bacia do rio Itapecuru na **Tabela 26**. Verifica-se que a média na região foi de 0,83 kg/hab./dia, valor abaixo da média do nordeste que é de 1,13 kg/hab./dia, apesar, de ainda ser significativa se comparada com a média nacional de 0,96 kg/hab./dia.

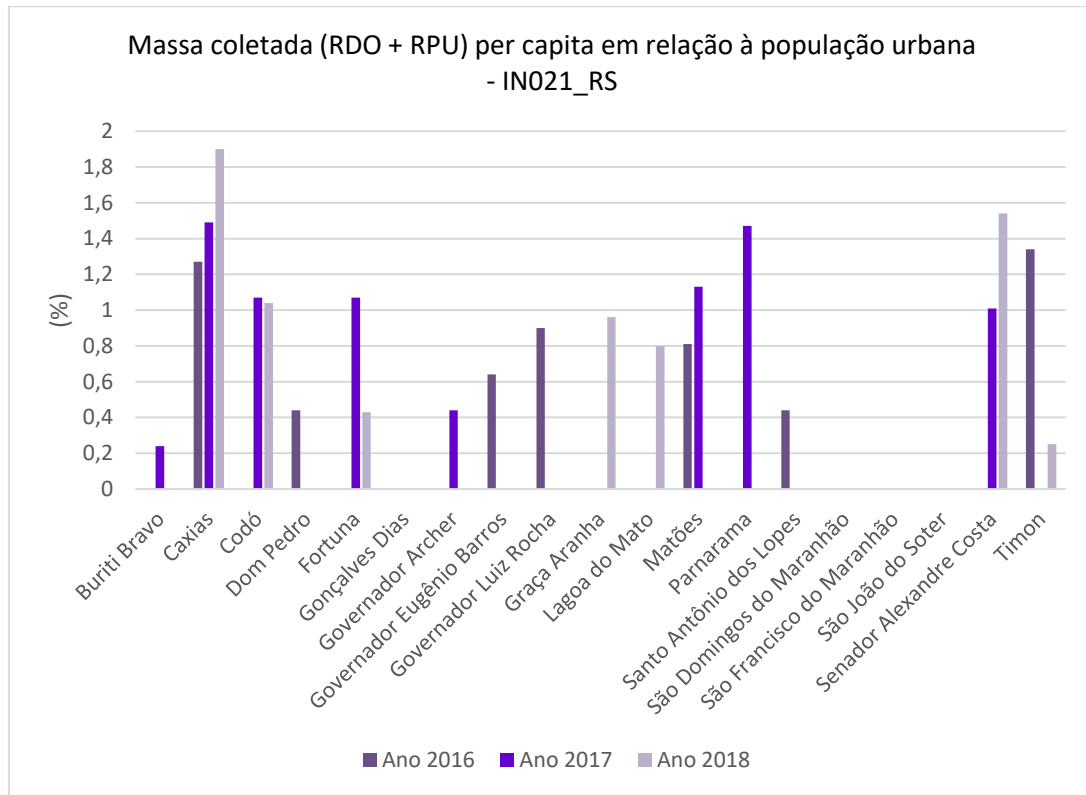
**Tabela 26:** Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana – IN021\_RS.

Municípios	IN021_RS - Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana - kg/hab./dia			
	2016	2017	2018	Média
Buriti Bravo	-	0,24	-	0,24
Caxias	1,27	1,49	1,9	1,55
Dom Pedro	0,44	-	-	0,44
Fortuna	-	1,07	0,43	0,75
Governador Archer	-	0,44	-	0,44
Governador Eugênio Barros	0,64	-	-	0,64
Governador Luiz Rocha	0,9	-	-	0,90
Graça Aranha	-	-	0,96	0,96
Lagoa do Mato	-	-	0,8	0,80
Matões	0,81	1,13	-	0,97
Parnarama	-	1,47	-	1,47
Santo Antônio dos Lopes	0,44	-	-	0,44
Senador Alexandre Costa	-	1,01	1,54	1,28
Timon	1,34	-	0,25	0,80
<b>Média</b>	<b>0.83</b>	<b>0.98</b>	<b>0.98</b>	<b>0.83</b>

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Observa-se no gráfico da **Figura 92** que os municípios de Caxias, Parnarama e Senador Alexandre Costas destacam-se com valores acima de 1 kg/hab./dia. Considera-se este valor elevado, em comparação a região nordeste que é de 1,30 kg/hab./dia. O município de Buriti Bravo apresenta-se com menor quantitativo de massa coletada, sendo 0,24 kg/hab./dia no ano de 2017.

**Figura 92:** Gráfico Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana – IN021\_RS entre os anos de 2016 a 2018.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Com relação ao indicador IN028, a partir dos estudos realizados pelo SNS (MDR, 2019), o valor médio nacional considerando o ano de 2018 foi de 0,93 kg/hab./dia, praticamente igual ao do ano anterior que foi de 0,91 kg/hab./dia, assim como, compatível com a variação do indicador IN021, o que reforça a tese de pequeno incremento da massa unitária em relação ao ano anterior (**Figura 93**).

**Figura 93:** Massa coletada (RDO+RPU) per capita dos municípios participantes do SNIS em relação à população total atendida declarada pelo município (indicador IN028), segundo faixa populacional.

Faixa populacional	Quantidade de municípios	Massa coletada per capita (IN028) (kg/hab./dia)
1	2.647	0,84
2	534	0,86
3	176	0,88
4	94	0,92
5	15	1,08
6	2	1,01
<b>Total - 2018</b>	<b>3.468</b>	<b>0,93</b>
<b>Total - 2017</b>	<b>3.433</b>	<b>0,91</b>
<b>Total - 2016</b>	<b>5.433</b>	<b>0,95</b>

Fonte: SND/MDR (2019).

Para o médio curso da bacia do rio Itapecuru, a **Tabela 27** apresenta os valores para os anos de 2016 a 2018. A média para a região foi de 0,86 kg/hab./dia.

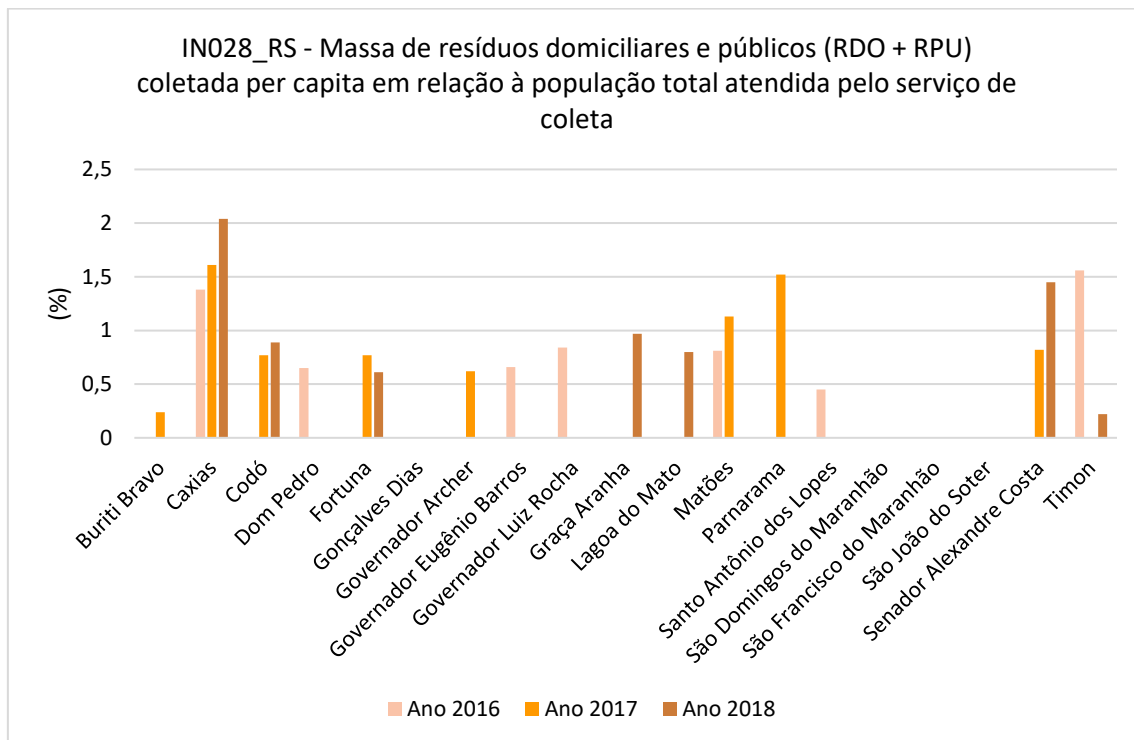
**Tabela 27:** Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana – IN028\_RS.

Municípios	IN028_RS - Massa de resíduos domiciliares e públicos (RDO + RPU) coletada per capita em relação à população total atendida pelo serviço de coleta			
	2016	2017	2018	Média
Buriti Bravo		0,24		0,24
Caxias	1,38	1,61	2,04	1,67
Dom Pedro	0,65			0,65
Fortuna		0,77	0,61	0,69
Governador Archer		0,62		0,62
Governador Eugênio Barros	0,66			0,66
Governador Luiz Rocha	0,84			0,84
Graça Aranha			0,97	0,97
Lagoa do Mato			0,8	0,8
Matões	0,81	1,13		0,97
Parnarama		1,52		1,52
Santo Antônio dos Lopes	0,45			0,45
Senador Alexandre Costa		0,82	1,45	1,13
Timon	1,56		0,22	0,89
<b>Média</b>	<b>0,91</b>	<b>0,96</b>	<b>1,02</b>	<b>0,86</b>

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

No gráfico da **Figura 94** observa-se que o município de Caxias evoluiu entre os anos de 2016 e 2018, obtendo uma média de 1,67 kg/hab./dia, e a maioria dos municípios apresenta apenas um ano de referência.

**Figura 94:** Gráfico Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana – IN028\_RS entre os anos de 2016 a 2018.



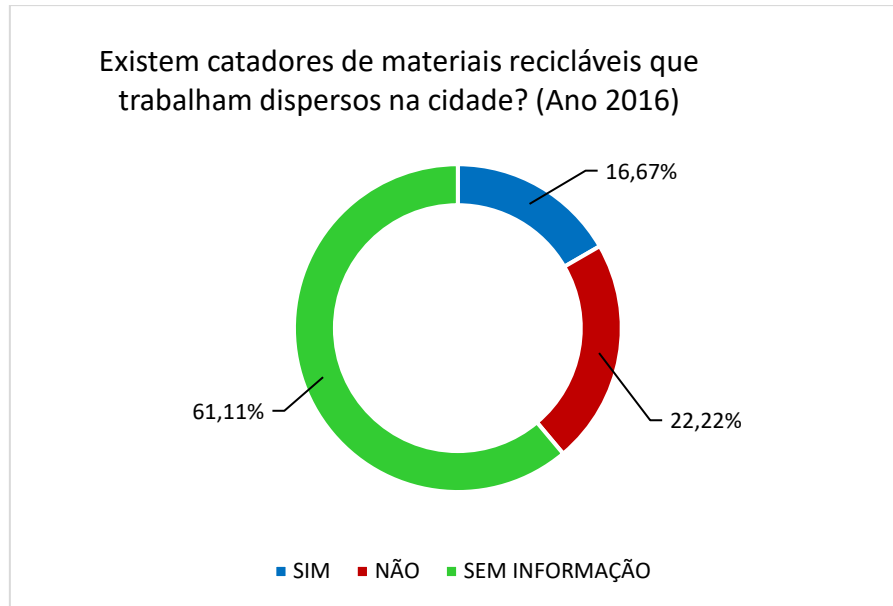
Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

#### ❖ Coleta Seletiva e Recuperação de Materiais Recicláveis

A partir dos dados coletados na plataforma do SNIS, apresenta-se gráficos que retratam a situação desse serviço na região (**Figuras de 95 a 99**).

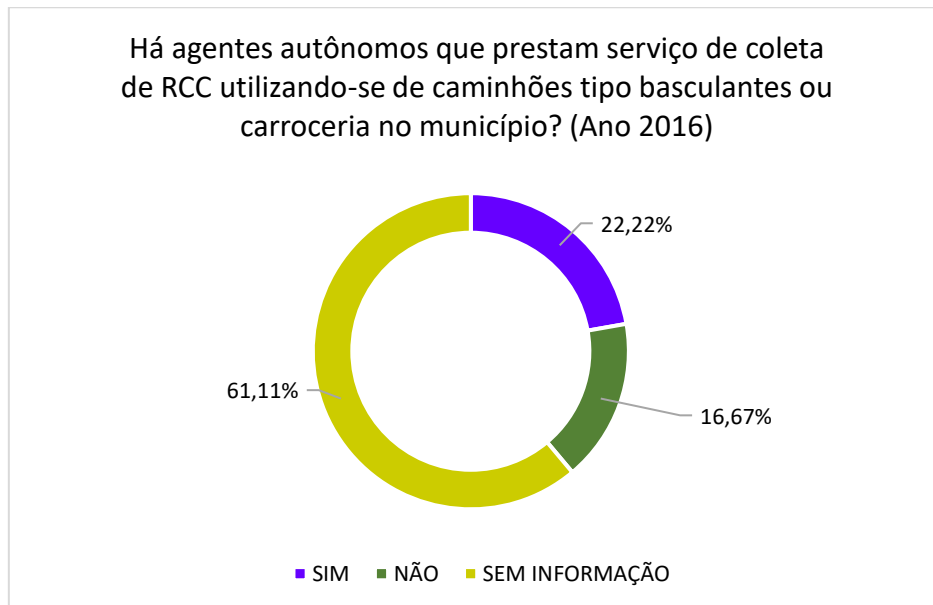
De forma geral, verifica-se que 16,67% dos municípios possuem catadores de materiais recicláveis, bem como, 22,2% dos municípios há agentes autônomos que prestam serviço de coleta de RCC utilizando-se de caminhões tipo basculantes ou carroceria no município. E algo que chama atenção e que é muito comum nos municípios maranhenses são o envio dos resíduos para outros municípios, ou seja, praticamente em 53% dos municípios, os resíduos sólidos domiciliares e públicos coletados são enviados para outro município.

**Figura 95:** Existência de catadores de materiais recicláveis.



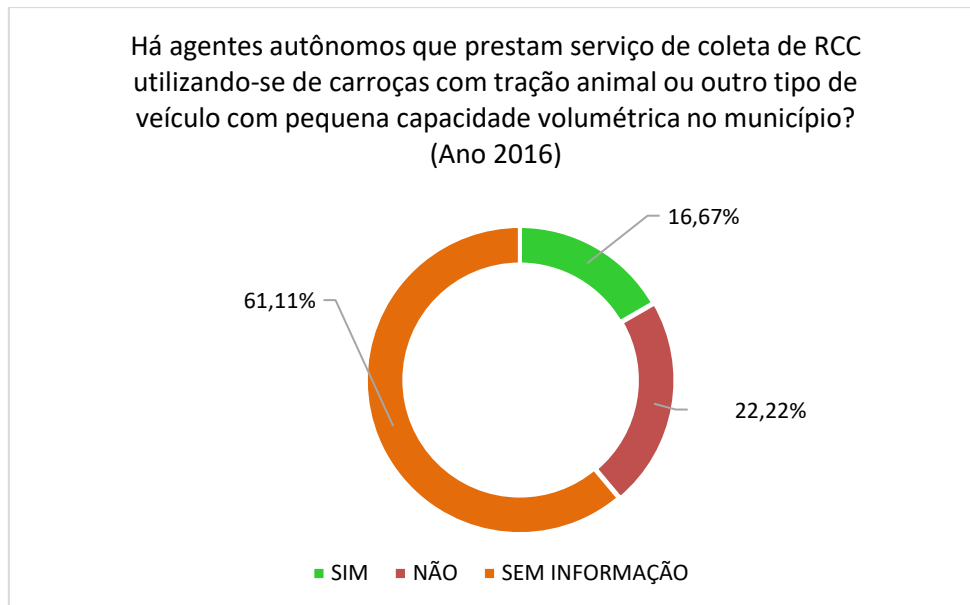
Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

**Figura 96:** Serviço de coleta realizado por autônomos com a utilização de caminhões ou carroceria.



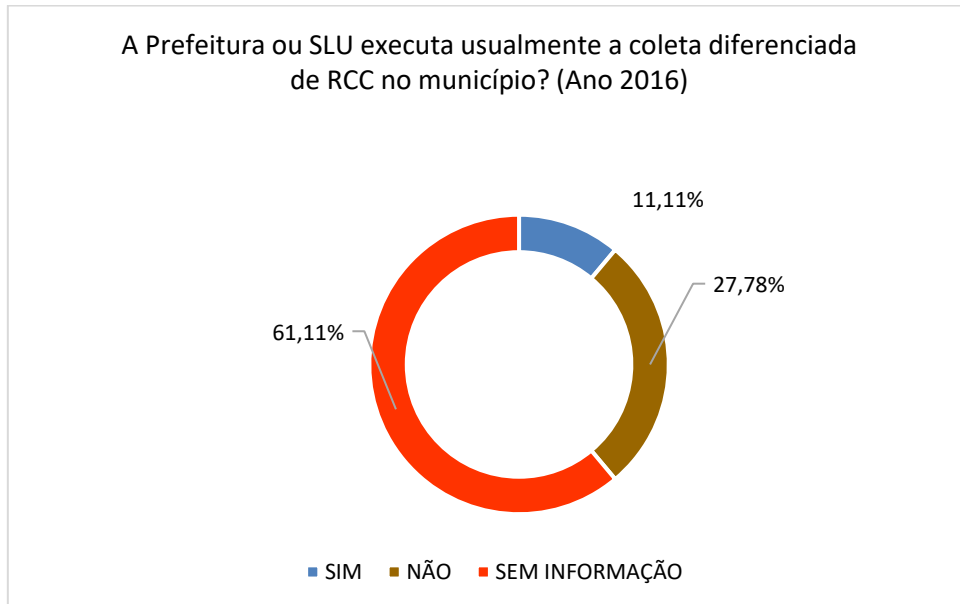
Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

**Figura 97:** Serviço de coleta de RCC utilizando-se carroças ou veículos.



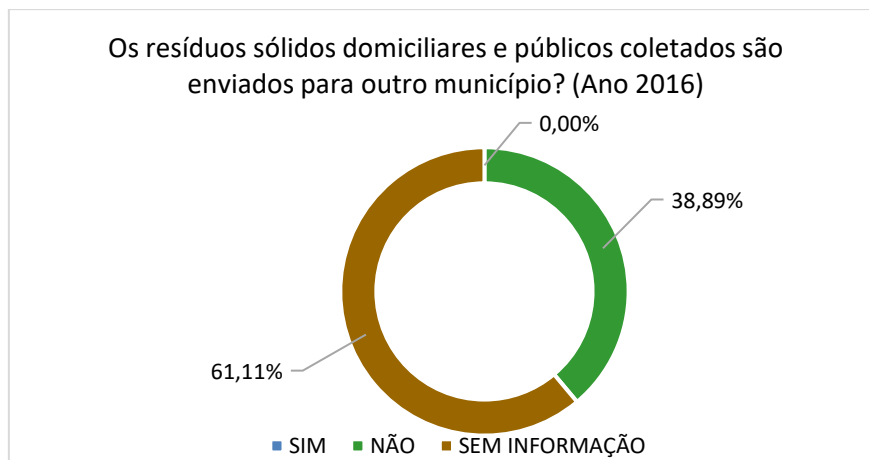
Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

**Figura 98:** Execução de coleta diferenciada de RCC.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

**Figura 99:** Resíduos Sólidos enviados para outros municípios.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

### 3.4. Índice de Salubridade Ambiental – ISA do Médio Curso

O diagnóstico foi realizado para os municípios que disponham de informações na plataforma do SNIS, IBGE, CAEMA, dentre outros para a concepção dos subindicadores para a determinação do ISA, sendo o resultado apresentado na **Tabela 28**.

**Tabela 28:** ISA dos municípios do médio curso da bacia do rio Itapecuru.

Municípios	ISA (%)
Buriti Bravo	24.3
Capinzal do Norte	3.9
Caxias	7.9
Codó	26.4
Dom Pedro	56.8
Fortuna	38.1
Gonçalves Dias	59.6
Governador Archer	32.1
Governador Eugênio Barros	9.3
Governador Luiz Rocha	17.15
Graça Aranha	-
Lagoa do Mato	-
Matões	65.53
Pamarama	68.98
Passagem Franca	-
Santo Antônio dos Lopes	-
São Domingos do Maranhão	-
São Francisco do Maranhão	152.47
São João do Soter	24.3
Senador Alexandre Costa	3.9
Timon	7.9

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

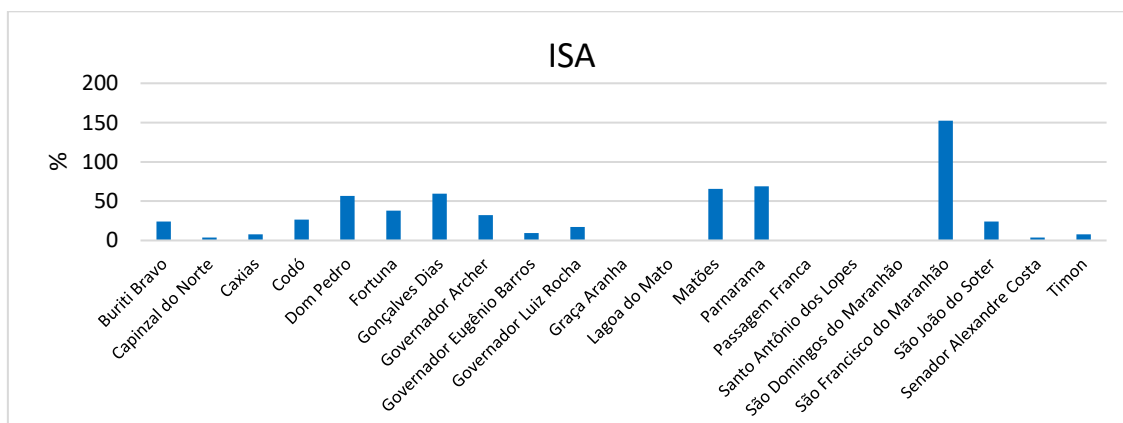
Os resultados comparados com a classificação proposta por Valvassori e Alexandre (2021) e Lins e Moraes (2017), de acordo com a **Tabela 29**, mostram que os municípios de Capinzal do Norte, Codó, Governador Eugênio Barros, Senador Alexandre Costa e Timon estão numa condição de insalubridade ambiental, com valores do ISA inferior a 25%. Entre os municípios, Dom Pedro, destaca-se com um percentual de 152,47%.

**Tabela 29:** Condições de salubridade de acordo com o valor do ISA (%).

Condições de Salubridade	Pontuação ISA
Insalubre	0 – 25,50
Baixa Salubridade	25,51 – 50,50
Média Salubridade	50,51 – 75,50
Salubridade	75,51 – 100,00

Fonte: Silva (2006).

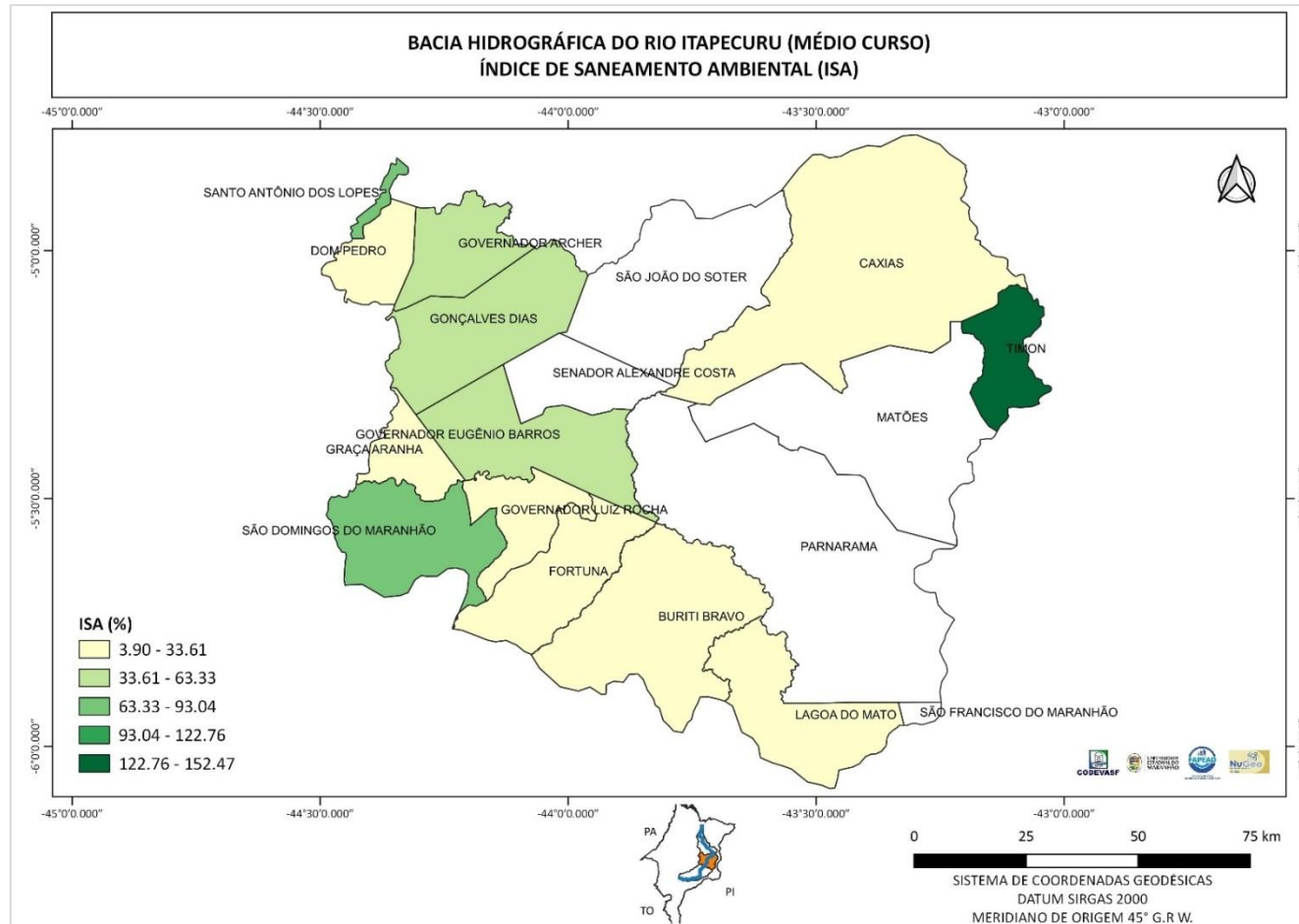
**Figura 100:** Resultado do ISA para os municípios do médio curso da bacia do rio Itapecuru



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

O mapa da **Figura 101** demonstra de forma espacializada este índice na região.

Figura 101: Índice de Saneamento Ambiental – ISA dos municípios do médio curso da bacia do rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

#### 4. SANEAMENTO AMBIENTAL DO BAIXO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU

Apresenta-se os índices e indicadores de desempenho operacional de abastecimento de água, assim como da qualidade das águas, de esgotamento sanitário, gestão de resíduos sólidos, IDESE e ISA do baixo curso da bacia do rio Itapecuru.

127

##### 4.1 Sistema de Abastecimento de Água Potável do Baixo Curso

Serão analisados: os índices de atendimento público de abastecimento de água (IN055 e IN023), e os de consumo per capita de água (IN022 e IN052).

###### 4.1.1 Desempenho Operacional de Abastecimento Público do Baixo Curso

Serão apresentados o desempenho operacional de abastecimento público através dos índices de atendimento público de abastecimento de água (IN055 e IN023) e dos índices de consumo per capita de água (IN022 e IN052); o desempenho da qualidade das águas para abastecimento, através dos índices de: Incidência das análises de cloro residual fora do padrão (IN075), Incidência das análises de turbidez fora do padrão (IN076), índice de conformidade da quantidade de amostras - cloro residual (IN079), Índice de conformidade da quantidade de amostras - turbidez (IN080), Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão (IN084), e Índice de conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais (IN085).

###### ❖ *IN055 – Índice de Atendimento Total de Água*

Ao compararmos os valores de atendimento dos municípios do baixo curso da bacia do rio Itapecuru (**Tabela 30**), que foi em média de 43,90% com a média nacional de 83,6% e do Nordeste de 73,3% segundo ANA (2010), verifica-se, que a região do baixo curso, encontra-se com valor abaixo do praticado nacionalmente e da região nordeste. Isso significa algumas possibilidades como: a população em sua maioria, não se encontra ligada a rede de distribuição de água nesses municípios; bem como, parte da população utiliza-se de soluções individuais ou alternativas outras de abastecimento.

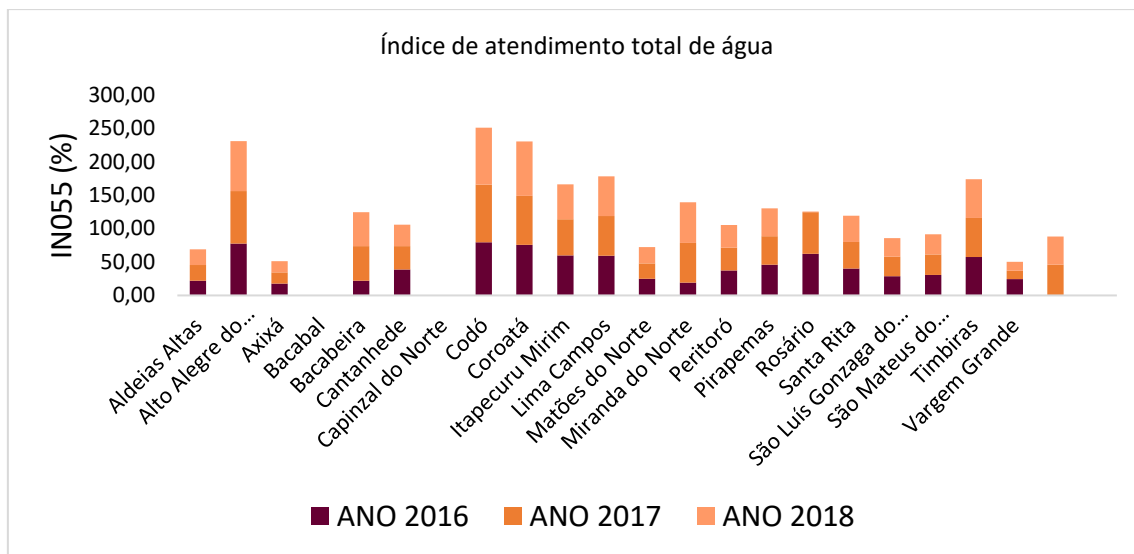
**Tabela 30:** Índice de Atendimento Total de Água (IN055%) do baixo curso da bacia do rio Itapecuru de 2016 A 2018.

Municípios	ANO 2016	ANO 2017	ANO 2018	Média
Aldeias Altas	22.03	23.35	23.42	22.93
Alto Alegre do Maranhão	77.57	78.58	74.95	77.03
Axixá	17.66	17.05	16.47	17.06
Bacabal*	-	-	-	-
Bacabeira	22.26	51.75	50.74	41.58
Cantanhede	38.80	34.84	32.32	35.32
Capinzal do Norte*	-	-	-	-
Codó	79.64	86.38	85.12	83.71
Coroatá	75.68	73.58	81.12	76.79
Itapecuru Mirim	59.85	54.03	52.49	55.46
Lima Campos	59.47	59.46	59.47	59.47
Matões do Norte	25.07	22.79	24.33	24.06
Miranda do Norte	18.98	59.81	60.78	46.52
Piritoró	37.25	34.24	33.82	35.10
Pirapemas	46.02	42.87	41.41	43.43
Rosário	62.51	62.06	1.08	41.88
Santa Rita	40.24	39.66	39.32	39.74
São Luís Gonzaga do Maranhão	28.85	29.12	27.99	28.65
São Mateus do Maranhão	30.70	30.61	30.31	30.54
Timbiras	57.46	58.70	57.70	57.95
Vargem Grande	24.32	12.51	13.59	16.81
<b>Média</b>	<b>43.39%</b>	<b>45.86%</b>	<b>42.44%</b>	<b>43.90%</b>

Nota: \* município não possui informação na plataforma do SNIS no ano de referência

Em alguns casos, observa-se que o índice de atendimento total de água (IN055) diminuiu em 2018, em relação aos anos anteriores, como ocorreu de maneira mais significativa nos municípios de Axixá e Rosário. O gráfico da **Figura 102** resume o comportamento deste índice entre os anos de 2016 a 2018.

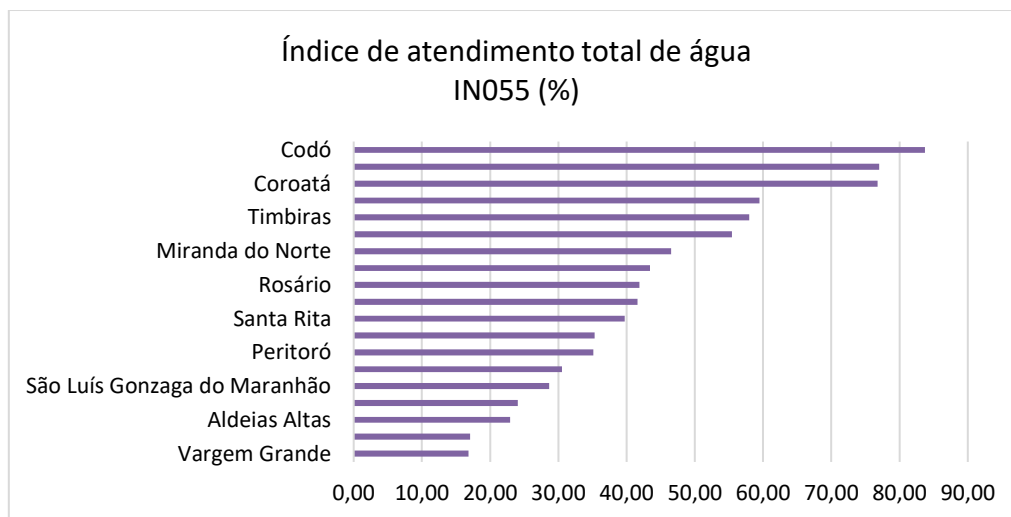
**Figura 102:** Comportamento do IN055 nos anos de 2016 a 2018.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Entre os municípios com melhor atendimento, destaca-se, Alto Alegre do Maranhão, Codó e Coroatá com valor médio acima de 75%, superior à média do Nordeste de 73,3% segundo ANA (2010). Em seguida, tem-se o município de Itapecuru Mirim, Lima Campos e Timbiras com índice superior a 50%. O município de Vargem Grande, com informações abaixo de 20% encontra-se em último lugar nesta relação (Figura 103).

**Figura 103:** Situação dos municípios do baixo curso em relação ao IN055 %.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

❖ *IN023 – Atendimento Urbano de Água (%)*

Em relação ao baixo curso do rio Itapecuru, verifica-se que o valor médio de atendimento urbano de água é de 71,79% (**Tabela 31**), foi inferior à média nacional (92,8%) e ainda inferior à média da região nordeste (88,7%), todavia, encontra-se superior a faixa correspondente ao do estado, que é entre 60% a 80%, de acordo com o apresentado pelo SNIS.

130

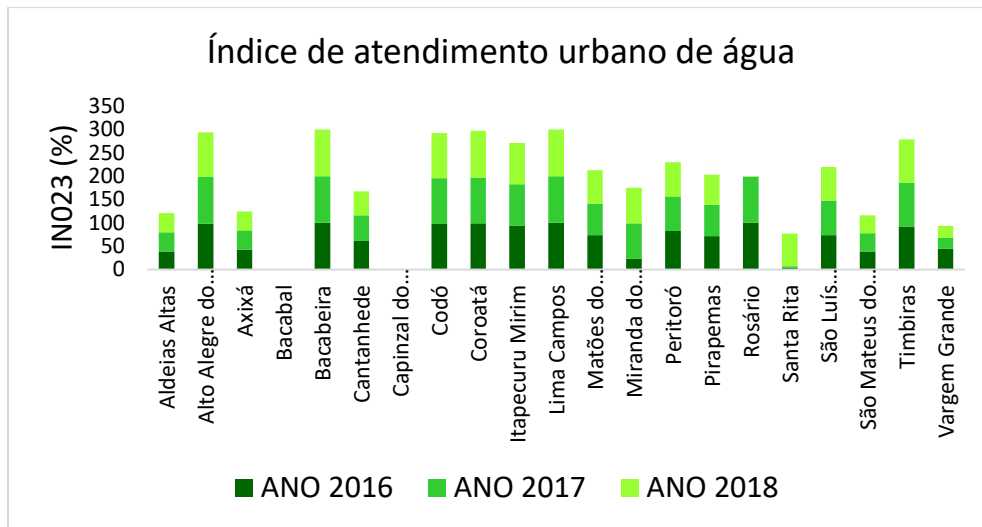
**Tabela 31:** Índice de Atendimento Urbano de Água (IN023%) do baixo curso da bacia do rio Itapecuru de 2016 a 2018.

Municípios	ANO 2016	ANO 2017	ANO 2018	Média
Aldeias Altas	38.7	41	41.1	40.3
Alto Alegre do Maranhão	98.5	99.8	95.2	97.8
Axixá	42.8	41.4	40	41.4
Bacabeira	100	100	100	100.0
Cantanhede	61.2	55	51	55.7
Codó	97.9	97.9	96.5	97.4
Coroatá	99.2	97.9	100	99.0
Itapecuru Mirim	93.2	89.5	88.1	90.3
Lima Campos	100	100	100	100.0
Matões do Norte	73.9	67.2	71.7	70.9
Miranda do Norte	23.8	74.9	76.1	58.3
Piritoró	82.4	74.1	73.2	76.6
Pirapemas	71.8	66.9	64.6	67.8
Rosário	100	99.3	0	66.4
Santa Rita	3.7	3.7	69.9	25.8
São Luís Gonzaga do Maranhão	73.6	74.3	71.4	73.1
São Mateus do Maranhão	38.8	38.7	38.3	38.6
Timbiras	92.1	94.1	92.5	92.9
<b>Média</b>	<b>71.76</b>	<b>73.09</b>	<b>70.53</b>	<b>71.79</b>

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

O gráfico da **Figura 104** resume o comportamento por município entre os anos de 2016 a 2018.

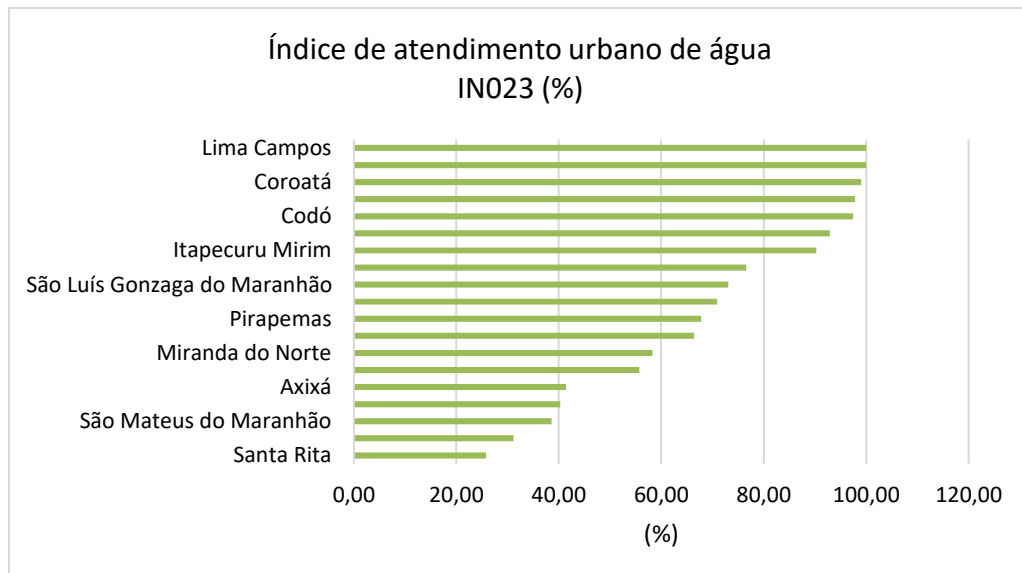
**Figura 104:** Comportamento do IN023 nos anos de 2016 a 2018.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Através do gráfico da **Figura 105**, verifica-se com melhor atendimento, os municípios de: Bacabeira e Lima Campos, com 100%. Em seguida, tem-se o município de Coroatá, Codó e Itapecuru Mirim com índice acima de 90%. Por último nesta relação, tem-se o município de Santa Rita com média de 25,8% de atendimento.

**Figura 105:** Situação dos municípios do baixo curso em relação ao IN023 %.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

❖ *IN022 – Consumo per capita de água (l/hab./dia)*

Verifica-se, a partir da **Figura 106**, entre os anos de 2016 e 2018, que o consumo médio diário por pessoa no baixo curso do rio Itapecuru foi de 138 l/hab./dia. Observa-se, inclusive, de modo geral, que o consumo diminuiu em 11 dos 21 municípios estudados, como: Alto Alegre do Maranhão, Bacabeira, Coroatá, Itapecuru Mirim, Lima Campos, Matões do Norte, Miranda do Norte Pitoró, Pirapemas, Rosário e Santa Rita. Acredita-se, que nos municípios em que houve decréscimo, deva ter ocorrido uma busca, por parte da população, por sistema de abastecimento independente, como por poços tubulares, dentre alternativas, não estando, portanto, ligados a rede de distribuição de água.

**Figura 106:** Consumo per capita de água entre os anos de 2016 e 2018 no baixo curso da bacia do rio Itapecuru.

Municípios	IN022 AE - Consumo médio percapita de água						
	ANO			Média	Situação		
	2016	2017	2018		D	M	A
Aldeias Altas	90.3	92.9	90.9	91.4			
Alto Alegre do Maranhão	118.7	105.7	104.6	109.7			
Axixá	91.7	86.6	91.2	89.8			
Bacabal							
Bacabeira	184.7	181.3	123.3	163.1			
Cantanhede	124.1	120.4		122.3			
Capinzal do Norte							
Codó	233	174.3	193.7	200.3			
Coroatá	151.1	149.8	146.1	149.0			
Itapecuru Mirim	123.3	122.5	120.5	122.1			
Lima Campos	129.5	131	125.2	128.6			
Matões do Norte	96.3	101.3	90.5	96.0			
Miranda do Norte	226	241.5	158.5	208.7			
Pitoró	122.7	120.5	116.8	120.0			
Pirapemas	107.7	107.9	102.9	106.2			
Rosário	105.7	112	3.1	73.6			
Santa Rita	286.4	257.2	241.6	261.7			
São Luís Gonzaga do Maranhão	284	149.1	304.3	245.8			
São Mateus do Maranhão	106.9	104.5	103.9	105.1			
Timbiras	104.2	104.4	103.9	104.2			
Vargem Grande	97.7	102.1	112.2	104.0			

**Nota:**

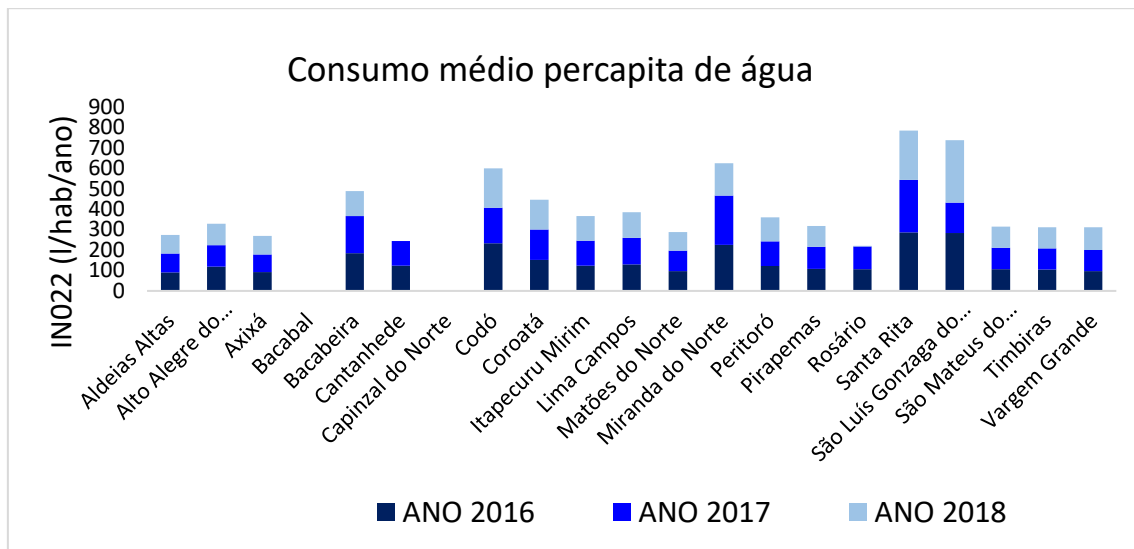
D - Diminuiu (laranja)      A - Aumentou (azul)

M - Manteve-se (amarelo)      Sem informações no ano (vermelho)

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Entre os municípios, em relação ao ano anterior, em que ocorreu aumento no consumo foram: Axixá, Codó, São Luís Gonzaga do Maranhão, e Vargem Grande; e os municípios de Aldeias Altas, Timbira e São Mateus mantiveram-se (**Figura 107**).

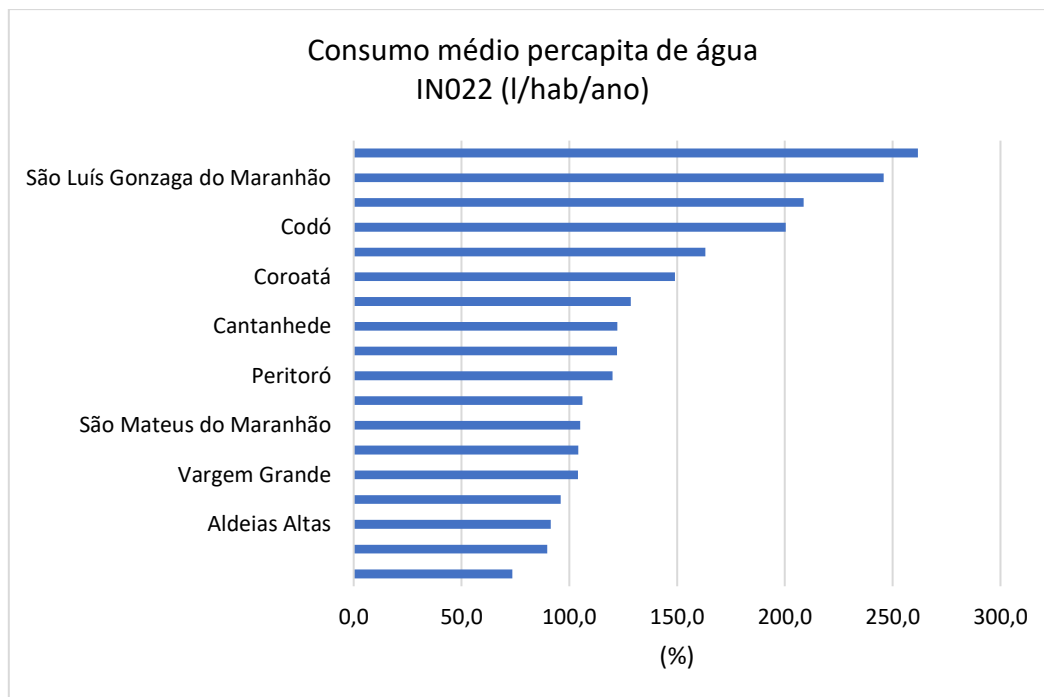
**Figura 107:** Consumo médio per capita de água (IN022) por município no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

De forma geral, os dados retratam que a partir do volume produzido pelos prestadores, e com base, na população urbana atendida com abastecimento, que o consumo médio per capita na região é de 138 l/hab/dia. Esse valor está acima do consumo mínimo estabelecida pela ONU, que é de 110 l/hab/dia, e bem próximo da média nacional que é de 154 l/hab./dia, e igualasse à média do Maranhão, que é de 138 l/hab./dia. Chama atenção os municípios de Miranda do Norte e São Luís Gonzaga do Maranhão, com informações entre os anos de 2016 a 2018 acima de 200 l/hab./dia (**Figura 108**).

**Figura 108:** Consumo médio per capita de água no baixo curso da bacia.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

❖ *IN052 – Índice de Consumo de Água por Economia (%)*

Ao analisarmos o índice de consumo de água por economia (IN052), verifica-se na **Tabela 32**, que algumas reduções ocorrerão, como por exemplo nos municípios de Rosário, São Mateus do Maranhão, Timbiras e Vargem Grande. Isto provavelmente, indica uma busca por abastecimento individualizado, por meios alternativos outros, que não ligado à rede de abastecimento público.

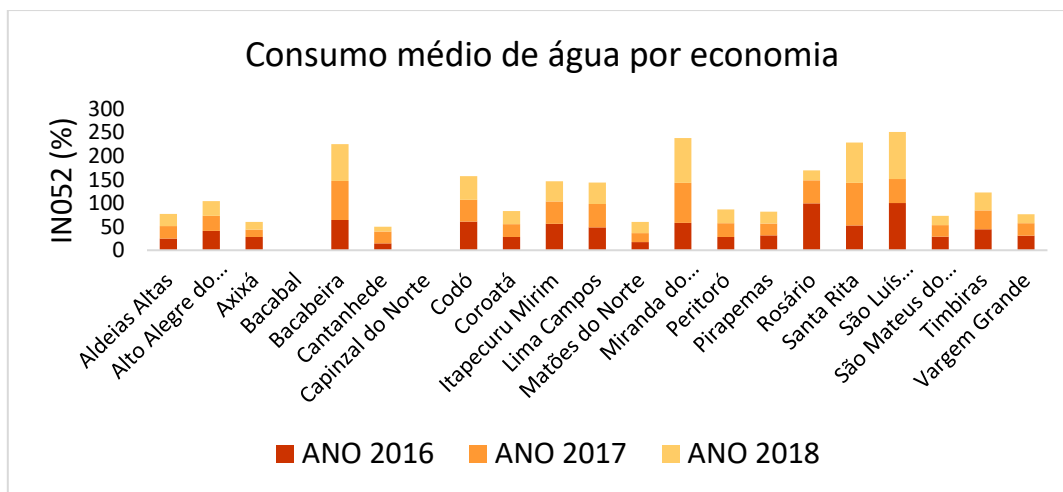
**Tabela 32:** Índice de Consumo de Água por Economia (IN052%) do baixo curso da bacia do rio Itapecuru de 2016 a 2018.

Municípios	ANO 2016	ANO 2017	ANO 2018	Média
Aldeias Altas	24.7	26.87	25.3	25.6
Alto Alegre do Maranhão	40.84	32.4	30.91	34.7
Axixá	28.36	15.68	16.31	20.1
Bacabeira	64.28	82.83	78.13	75.1
Cantanhede	14.88	24.63	10.27	16.6
Codó	61.04	46.33	50.35	52.6
Coroatá	28.06	27.63	27.39	27.7
Itapecuru Mirim	55.78	48.17	42.8	48.9

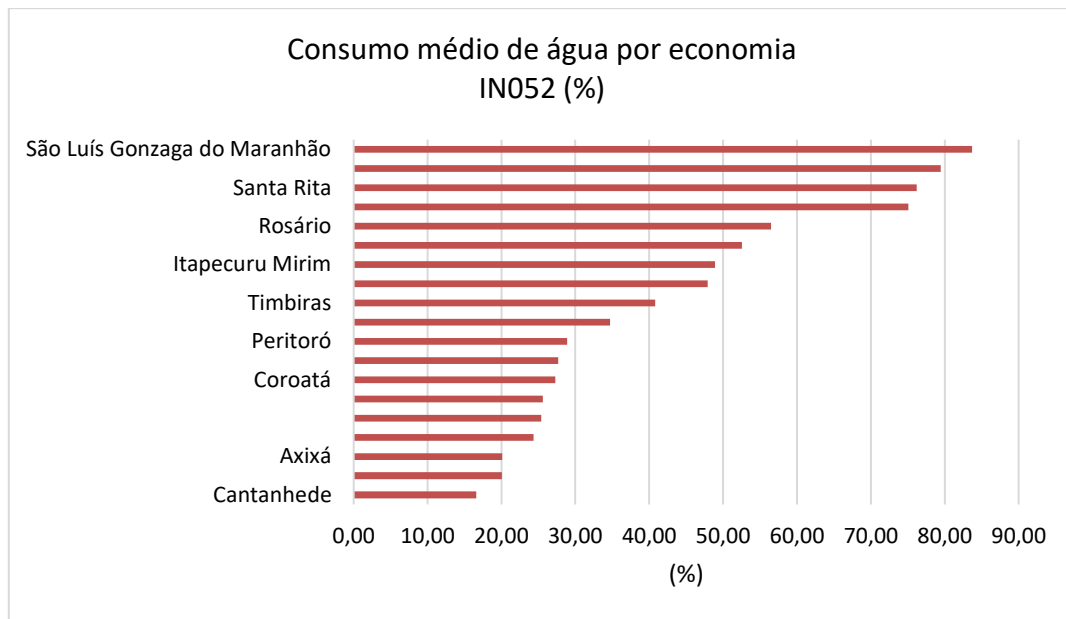
Municípios	ANO 2016	ANO 2017	ANO 2018	Média
Lima Campos	48.62	49.47	45.7	47.9
Matões do Norte	17.62	19.1	23.47	20.1
Miranda do Norte	57.92	84.95	95.44	79.4
Peritoró	28.28	29.25	29.13	28.9
Pirapemas	31.88	25.18	24.77	27.3
Rosário	99.6	49.31	20.56	56.5
Santa Rita	52.95	90.14	85.49	76.2
São Luís Gonzaga do Maranhão	100	51.5	99.65	83.7
São Mateus do Maranhão	29	24.7	19.29	24.3
Timbiras	44.45	40.55	37.46	40.8
Vargem Grande	30.74	26.57	18.89	25.4
<b>Média</b>	<b>45.21</b>	<b>41.86</b>	<b>41.12</b>	<b>42.73</b>

O consumo médio por economia no baixo curso é em torno de 42,73%, sendo o município de São Luís Gonzaga do Maranhão, o que apresenta maior percentual (83,7%), seguido dos municípios de: Santa Rita (76,2%) e Rosário (56,5%). A **Figura 58** apresenta o ranking dos municípios para esse índice.

**Figura 109:** Índice de Consumo de Água (IN052) por município no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru entre os anos de 2016 a 2018.

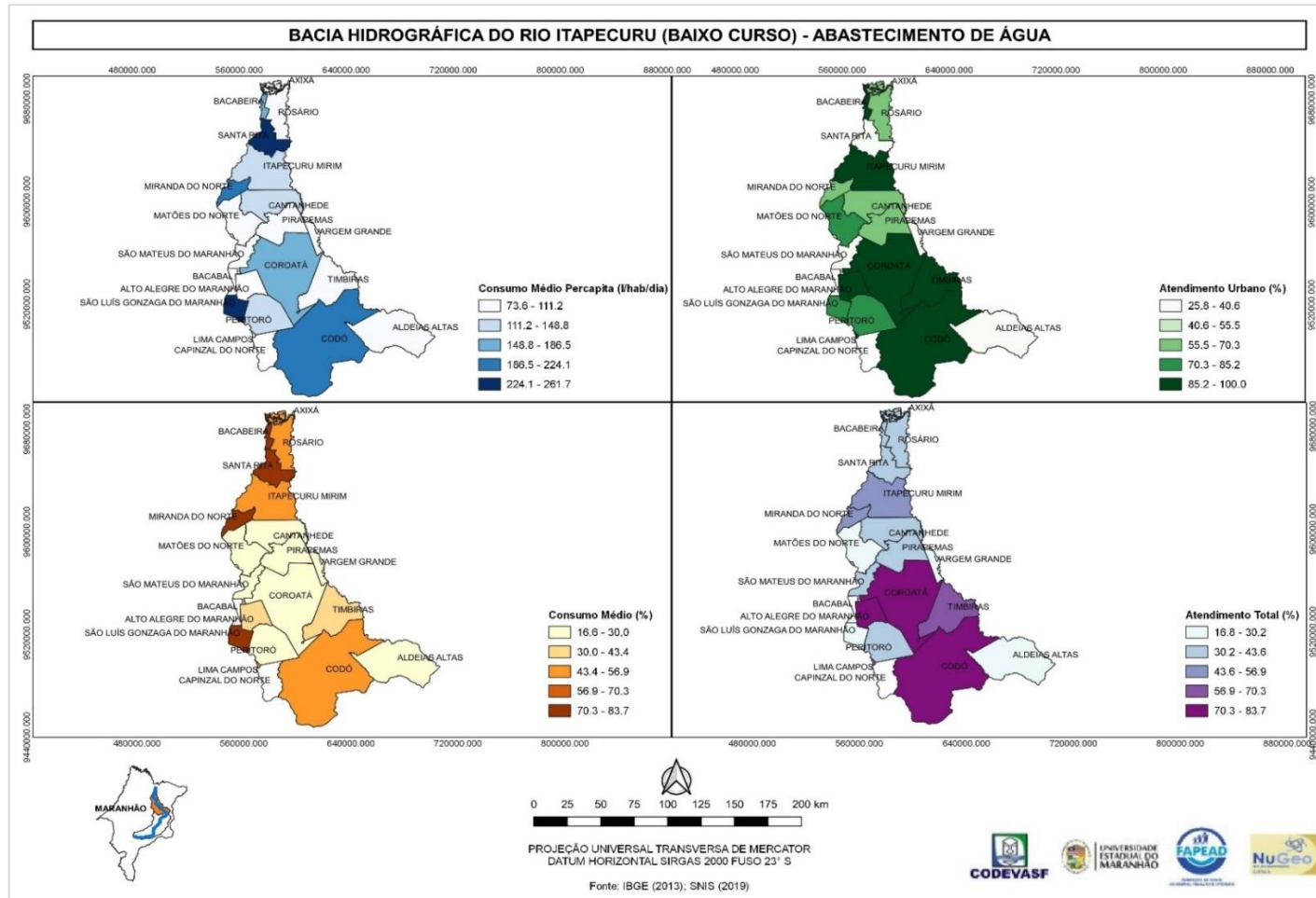


**Figura 110:** Índice de Consumo de Água (IN052) por município no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru.



Os gráficos da **Figura 111** apresentam um panorama geral de todos os índices relacionados a abastecimento de água e atendimento para o baixo curso.

Figura 111: Panorama dos indicadores de abastecimento de água no baixo curso do rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

#### 4.1.2 Desempenho da Qualidade das Águas para Abastecimento

Os indicadores utilizados na análise do desempenho da qualidade das águas para abastecimento foram:

❖ *IN075 – Incidência das análises de cloro residual fora do padrão (%)*

Este indicador retrata a incidência das análises de cloro residual fora do padrão através da relação entre:  $(QD007 / QD006) * 100$ . Onde: **QD006**: Quantidade de amostras para cloro residual (analisadas) e **QD007**: Quantidade de amostras para cloro residual com resultados fora do padrão.

❖ *IN076 – Incidência das análises de turbidez fora do padrão (%)*

Este indicador retrata a incidência das análises de cloro residual fora do padrão através da relação entre:  $(QD009 / QD008) * 100$ . Onde: **QD008**: Quantidade de amostras para turbidez (analisadas) e **QD009**: Quantidade de amostras para turbidez com resultados fora do padrão.

❖ *IN079 – Incidência de conformidade de quantidade de amostra – cloro residual (%)*

Este indicador retrata a incidência das análises de cloro residual fora do padrão através da relação entre:  $(QD006 / QD020) * 100$ . Onde: **QD006**: Quantidade de amostras para cloro residual (analisadas) e **QD020**: Quantidade mínima de amostras para cloro residual (obrigatórias).

❖ *IN080 – Índice de conformidade da quantidade de amostras - turbidez (%)*

Este indicador retrata a incidência das análises de cloro residual fora do padrão através da relação entre:  $(QD008 / QD019) * 100$  Onde: **QD008**: Quantidade de amostras para turbidez (analisadas), **QD019**: Quantidade mínima de amostras para turbidez (obrigatórias)

❖ *IN084 – Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão (%)*

Este indicador retrata a incidência das análises de cloro residual fora do padrão através da relação entre:  $(QD027 / QD026) * 100$  Onde: **QD026**: Quantidade de amostras para coliformes totais (analisados) e **QD027**: Quantidade de amostras para coliformes totais com resultados fora do padrão.

❖ **IN085 – índice de conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais**

Este indicador retrata a quantidade de amostras de coliformes totais em conformidade:  $(QD026 / QD028) * 100$ . Onde: **QD026**: Quantidade de amostras para coliformes totais (analisados) e **QD028**: Quantidade de amostras para coliformes totais (obrigatório)

Os resultados são apresentados em tabelas e gráficos permitindo traçar uma evolução dos indicadores entre os anos de 2016 e 2018 (**Figura 112**).

**Figura 112: Indicadores de Avaliação Operacional do Tratamento das Águas para abastecimento.**

Município	ANO 2016						ANO 2017						ANO 2018					
	IN075	IN076	IN079	IN080	IN084	IN085	IN075	IN076	IN079	IN080	IN084	IN085	IN075	IN076	IN079	IN080	IN084	IN085
Município	100.00	0.00	380.00	380.00	33.77	380.00												
Aldeias Altas	100.00	0.00	389.17	389.17	86.94	389.17	0.00	0.00	34.17	34.17	3.66	68.33		0.27	0.00	76.46	33.24	70.83
Avisá	0.00	0.00	202.50	202.50	0.00	202.50	0.00	0.00	166.67	166.67	0.00	166.67	0.00	0.00	155.00	157.50	0.00	155.00
Bacabal	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	100.00
Bacabeira	0.00	0.00	168.06	208.33	0.00	168.06	0.00	0.00	133.33	400.00	0.00	133.33	6.29	6.29	132.50	397.50	6.29	132.50
Cantanhede	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	100.00
Capinzal do Norte	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	100.00
Codó	0.60	0.00	28.82	29.44	43.06		0.00	0.00	14.70	35.33	27.83	1.83	1.83	74.39	74.39	27.41	78.48	
Coroatá	0.00	0.00	257.00	485.00	0.52	257.00	0.00	0.00	180.17	180.17	0.00	180.17	0.00	0.00	166.17	166.17	0.00	166.17
Itapecuru Mirim	0.41	0.00	128.12	100.00	11.90	65.62	0.00	0.00	110.42	110.42	3.77	110.42	0.00	0.69	121.11	80.56	12.32	76.67
Lima Campos	0.00	0.00	75.00	75.00	0.00	75.00	0.00	0.00	202.50	202.50	0.00	202.50	0.00	0.00	175.00	175.00	0.00	175.00
Matões do Norte	11.92	0.00	89.35	160.83	11.92	89.35	0.00	0.00	88.43	153.17	0.00	88.43	0.00	0.00	72.22	130.00	0.00	72.22
Miranda do Norte	0.00	3.75	222.40	80.87	3.28	80.87		5.26	0.00	8.33	19.05	9.21	0.00	19.33	47.78	83.33	43.97	78.33
Peritoró	0.00	0.00	220.83	441.67	0.00	441.67	0.00	0.00	237.50	475.00	0.00	237.50	0.00	0.00	194.58	389.17	0.00	194.58
Pirapemas	0.00	0.00	96.30	260.00	0.00	96.30	0.00	0.00	77.16	77.16	0.00	77.16	0.00	0.00	63.27	63.27	0.00	63.27
Rosário	0.63	0.00	132.08	92.92	26.95	58.75	0.00	0.42	54.17	100.00	14.58	100.00	0.00	0.00	42.42	121.21	18.87	120.45
Santa Rita	99.16	0.00	88.99	88.99	99.16	88.99		0.00	0.00	4.02	59.26	4.02	0.00	0.42	6.41	75.96	40.31	56.41
São Luís Gonzaga do Maranhão	0.00	2.07	153.68	118.75	3.83	100.48	0.00	0.83	54.17	25.00	0.00	25.00	0.00	1.55	95.83	94.37	16.67	77.50
São Mateus do Maranhão	2.37	2.37	65.50	65.50	2.37	65.50	2.10	2.10	55.43	55.43	3.60	53.88	2.78	2.78	55.81	55.81	2.78	55.81
Timbiras																		
Vargem Grande																		

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

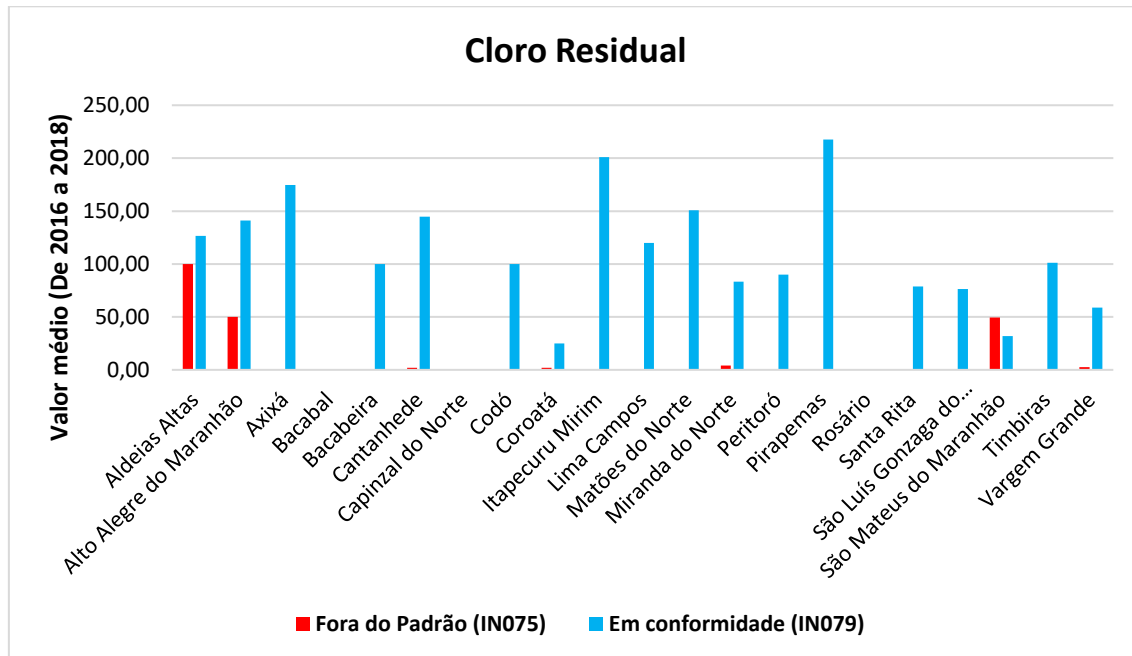
Os parâmetros foram analisados com base na Portaria N° 2.914/2011 do Ministério da Saúde, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Ao analisarmos a situação de conformidade das águas em relação ao cloro residual (IN075 – fora do padrão e IN079 - em conformidade), para os municípios que dispõem de informação, verifica-se de forma geral, que as águas apresentam um maior percentual de amostras em conformidade com a legislação em vigor do que fora do padrão.

O percentual de amostra fora do padrão é mínimo se comparado com o de amostras em conformidade, com exceção, do município de Aldeias Altas, que apresentou um percentual elevado de amostra fora do padrão, 100%, em relação as amostras em conformidade, com valor de 126,7%, assim como, o município de São Mateus do Maranhão, que apresentou um valor de 49,8% (IN075) acima de 31,8% (IN079). Verifica-se, ainda, no gráfico, que muitos

municípios não apresentaram essa informação na plataforma do SNIS, não sendo possível a sua caracterização (Figura 113).

**Figura 113:** Comportamento do Cloro Residual das águas para consumo (IN075/IN079).



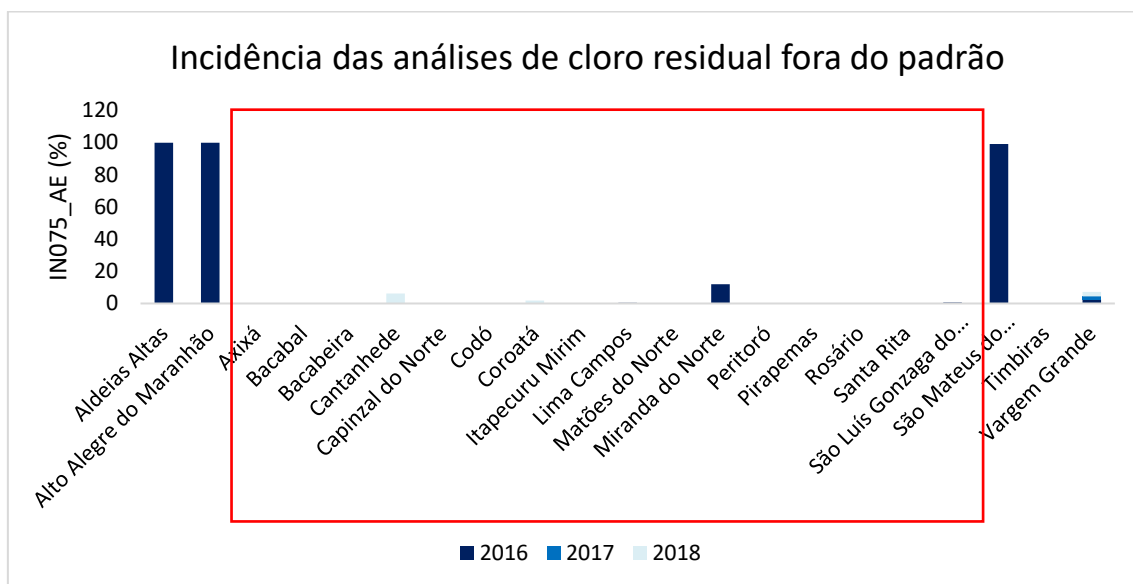
Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Na Portaria Nº 2.914/2011 em seu Art. 34 - *É obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre ou 2 mg/L de cloro residual combinado ou de 0,2 mg/L de dióxido de cloro em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede).* Neste sentido, considera-se que, a empresa responsável pela distribuição da água deve manter uma periodicidade do monitoramento da qualidade das águas, e tomar medidas urgentes, para ofertar uma água em condições mínimas de desinfecção nesses municípios.

Com relação ao cloro, é importante destacar que, este elemento é o desinfetante mais utilizado em desinfecção de águas públicas, seja em forma líquida ou gasosa, como pré-desinfecção ou pós-cloração. Segundo Richter e Azevedo Netto (1991), o cloro é o desinfetante mais utilizado, pois é fácil de ser obtido, em qualquer uma de suas formas, de fácil aplicação, baixo custo, além de deixar o residual para garantia de desinfecção da água até seu ponto de consumo, conforme portaria MS Nº. 2914/2011 (BRASIL, 2011). Outra vantagem, além dos fatores econômicos, é que o cloro consegue eliminar a maioria dos patogênicos encontrados comumente nos corpos hídricos.

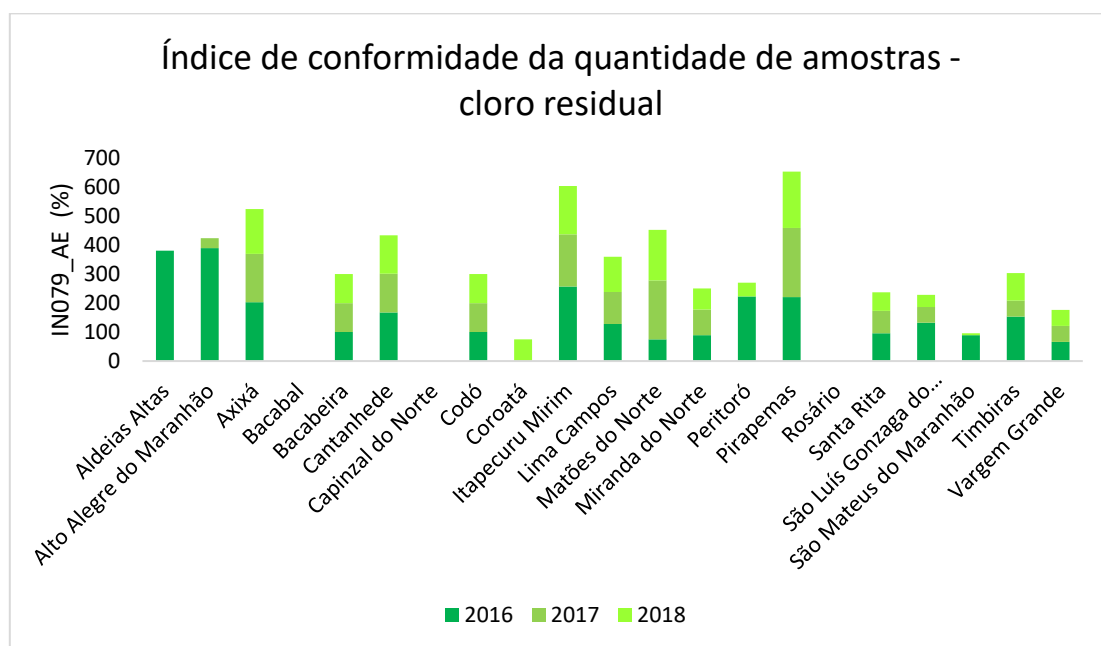
Os gráficos das **Figura 114** e **Figura 115** retratam o comportamento desses índices entre os anos de 2016 e 2018. Verifica-se, que houve uma diminuição das amostras fora do padrão e um leve crescimento das amostras em conformidade com a legislação.

**Figura 114:** Comportamento do cloro residual da água para abastecimento fora do padrão (IN075) entre os anos de 2016 e 2018.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

**Figura 115:** Comportamento do cloro residual da água para abastecimento em conformidade (IN079) entre os anos de 2016 e 2018.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Com relação a turbidez, segundo a Portaria Nº. 2914, para a garantia da qualidade microbiológica da água, em complementação às exigências relativas aos indicadores microbiológicos, deve ser atendido o padrão de turbidez expresso conforme tabela da **Figura 116** abaixo.

**Figura 116:** Padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção.

Tratamento da água	VMP <sup>(1)</sup>
Desinfecção (para águas subterrâneas)	1,0 uT (2) em 95% das amostras
Filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta)	0,5 <sup>(3)</sup> uT(2) em 95% das amostras
Filtração lenta	1,0 <sup>(3)</sup> uT (2) em 95% das amostras

NOTAS: (1) Valor máximo permitido.

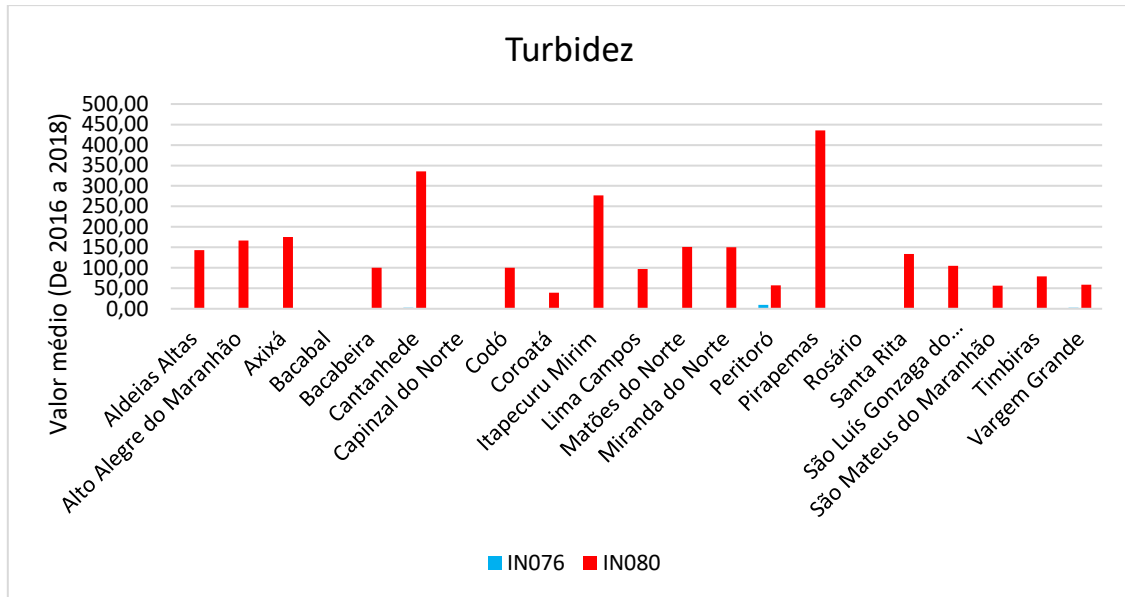
(2) Unidade de Turbidez.

(3) Este valor deve atender ao padrão de turbidez de acordo com o especificado no § 2º do art. 30.

No Art. 30 da referida portaria tem-se que o valor máximo permitido de 0,5 uT para água filtrada por filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta), assim como o valor máximo permitido de 1,0 uT para água filtrada por filtração lenta.

Mediante o acima exposto, e analisando-se o índice IN076 (Incidência das análises de turbidez fora do padrão) e IN080 (Índice de conformidade da quantidade de amostras), verifica-se um comportamento análogo ao do cloro residual, ou seja, considerando a média entre os anos de 2016 e 2018, observa-se que houve um decréscimo de amostras fora do padrão (**Figura 66**). Essa situação é comum em todos os municípios, com exceção daqueles que não possuem informações na plataforma do SNIS no ano de referência considerado neste estudo, como: Capinzal do Norte, Matões e Passagem Franca não sendo possível sua caracterização.

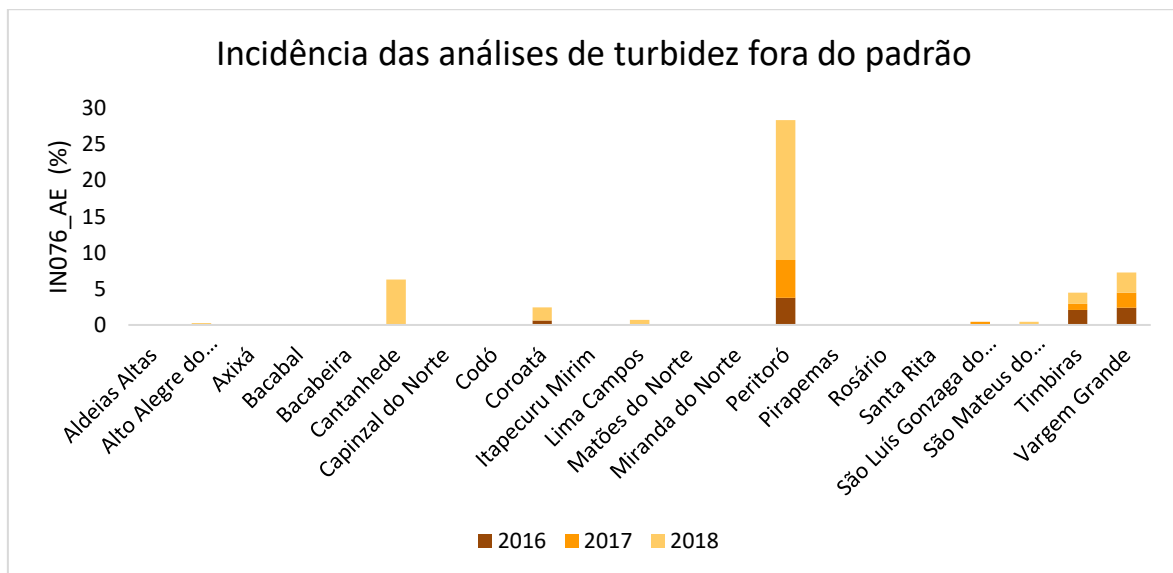
**Figura 117:** Comportamento da Turbidez das águas para consumo (IN076/IN080).



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

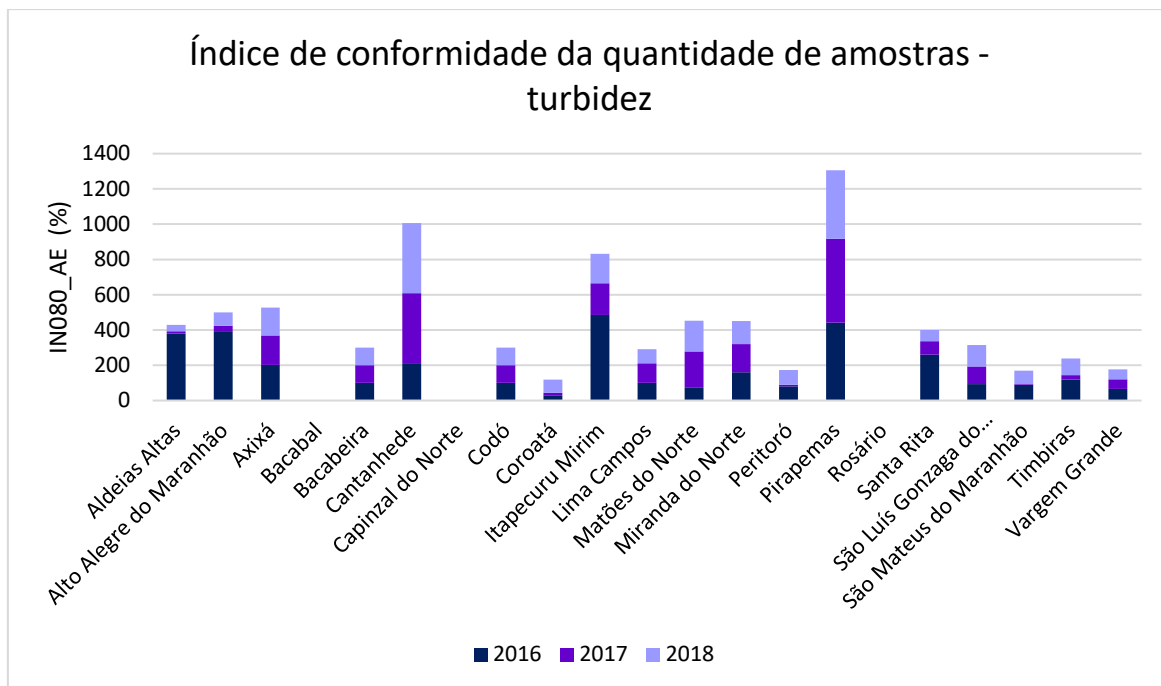
Os gráficos da **Figura 118 e 119** apresentam a evolução desses índices nos anos de 2016 a 2018 por município.

**Figura 118:** Comportamento da Turbidez fora do padrão.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

**Figura 119:** Comportamento da Turbidez fora do padrão em conformidade.

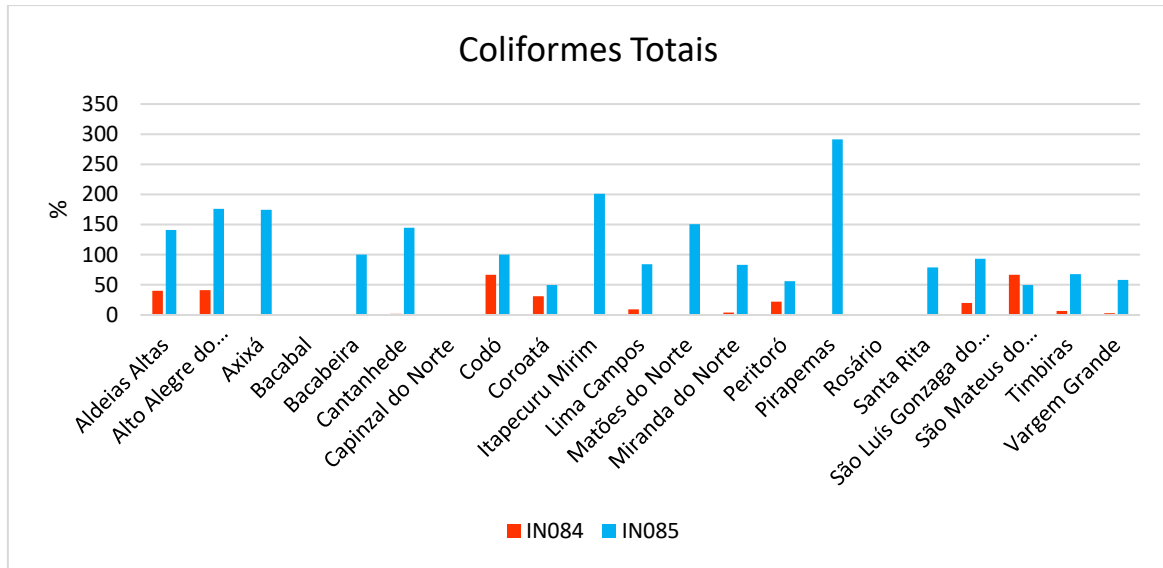


Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Apesar, de se verificar um aumento de amostra em conformidade, considera-se que, o número de amostra analisadas deva ser padronizado, e desta forma, deve ser revisto o sistema de amostragem, e minimamente manter-se o mesmo quantitativo de amostras analisadas de um ano para o outro. No Art. 30 da Portaria No. 2914 em seu § 3º - *O atendimento do percentual de aceitação do limite de turbidez, deve ser verificado mensalmente com base em amostras, preferencialmente no efluente individual de cada unidade de filtração, no mínimo diariamente para desinfecção ou filtração lenta e no mínimo a cada duas horas para filtração rápida.*

Com relação ao comportamento dos índices IN084 e IN085, que retratam o número de amostras fora do padrão e em conformidade em relação a presença de coliforme total na água, verifica-se que houve entre os anos 2016 e 2018 um aumento de amostra em conformidade em relação ao fora do padrão (**Figura 120**), com exceção do município de São Mateus do Maranhão.

**Figura 120:** Comportamento médio dos índices IN084 e IN085.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

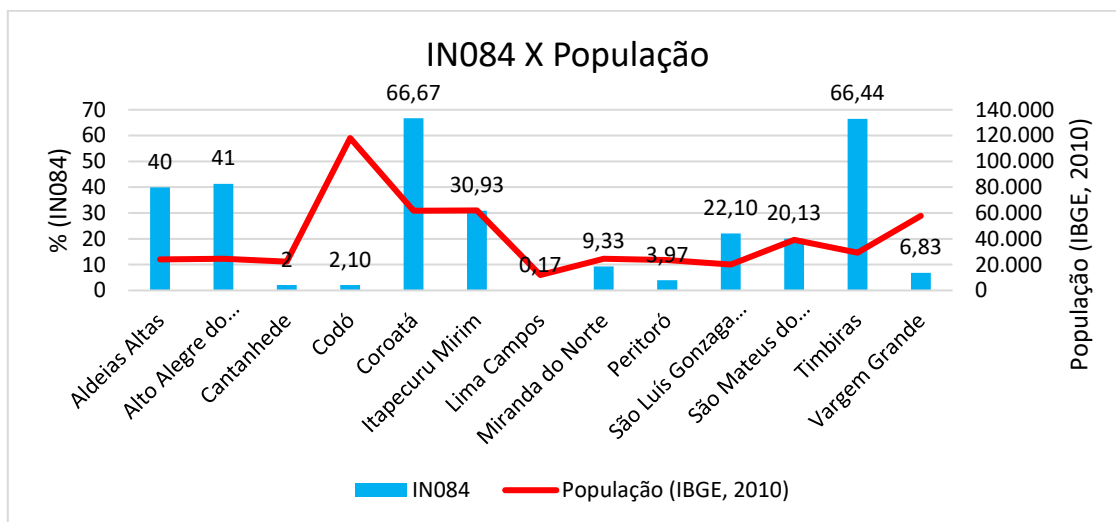
Importante ressaltar o que estabelece a Portaria N°. 2914, “que o padrão microbiológico da água para consumo humano, deva apresentar ausência em 100 mL de coliforme total”, conforme **Figura 121**.

**Figura 121:** Padrão microbiológico da água para consumo humano.

Tipo de água		Parâmetro	VMP (1)	
Água para consumo humano		Escherichia coli <sup>(2)</sup>	Ausência em 100 mL	
Água tratada	Na saída do tratamento	Coliformes totais (3)	Ausência em 100 mL	
	No sistema de distribuição (reservatórios e rede)	Escherichia coli	Ausência em 100 mL	
		Coliformes totais (4)	Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes	Apenas uma amostra, entre as amostras coletivas no mês, poderá apresentar resultado positivo
			Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes	Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês.

Ainda, segundo esta portaria, no sistema de distribuição (reservatório e rede), considerando-se soluções alternativas coletivas que abasteçam menos de 20.000 habitantes, o VMP é de apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, que poderá apresentar resultado positivo. No presente estudo, verifica-se, apenas o município de Lima Campos em que a população inferior a 20 mil habitantes (IBGE, 2010), com percentual mínimo (0,17%) das amostras fora do padrão (IN084). Entre os municípios com mais de 60 mil habitantes, Coroatá apresenta 66,67% das amostras analisadas de coliformes totais fora do padrão (**Figura 71**).

**Figura 122:** Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão x População municipal.



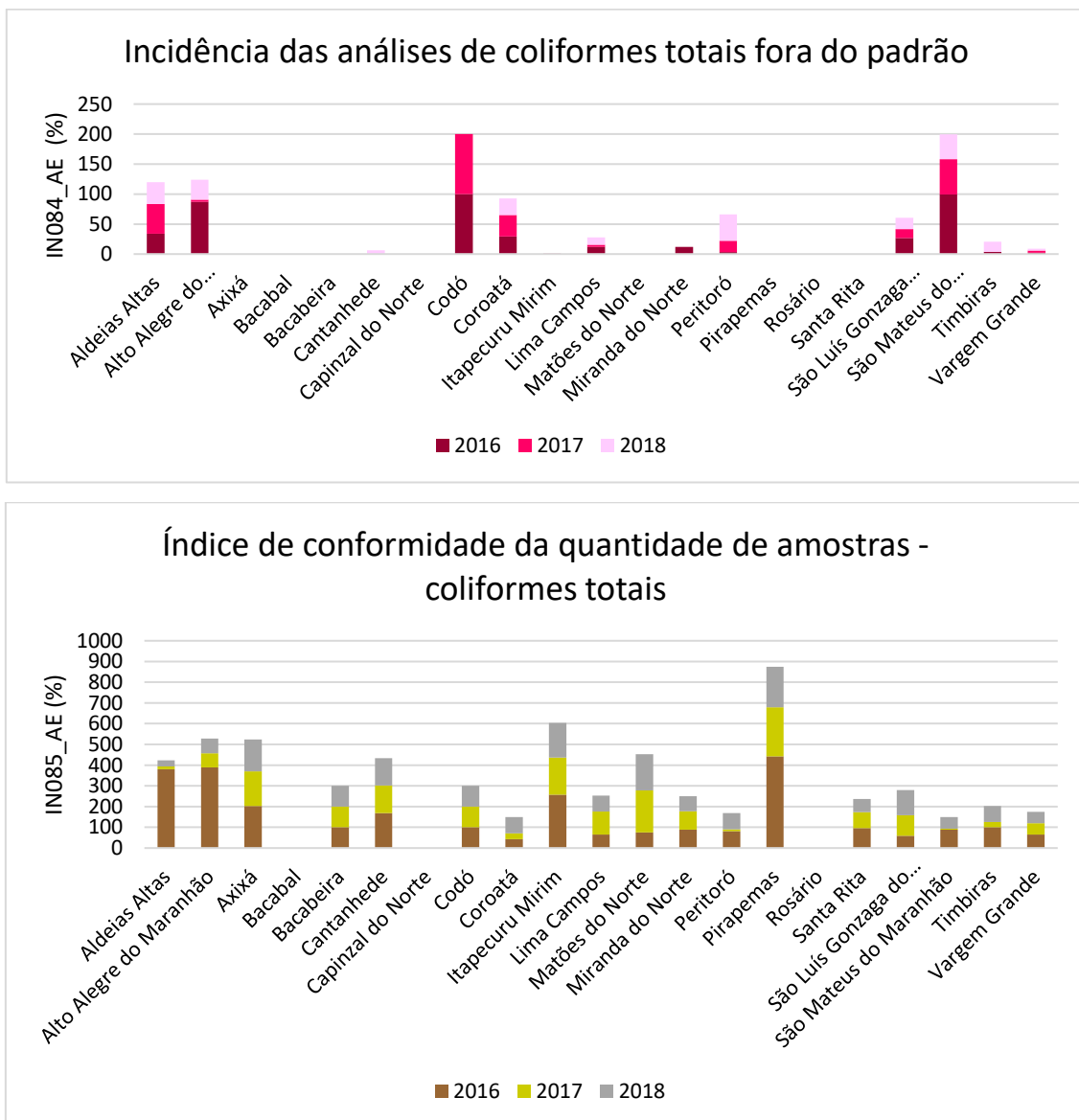
Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

No controle da qualidade da água, quando forem detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, ações corretivas devem ser adotadas e novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que revelem resultados satisfatórios. E desta forma, compete ao responsável pela operação do sistema de abastecimento de água para consumo humano notificar à autoridade de saúde pública e informar à respectiva entidade reguladora e à população, identificando períodos e locais, sempre que houver: modificações ou melhorias de qualquer natureza nos sistemas de abastecimento; e situações que possam oferecer risco à saúde.

Os gráficos da **Figura 123** retratam a evolução dos índices nos anos de 2016 a 2018. Apesar do crescimento de amostras em conformidade, diante do acima exposto, segundo Portaria No. 2914, de que apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, que poderá apresentar resultado positivo, considerando uma população até 20 mil habitantes, a

situação é de comprometimento da qualidade da água para abastecimento. No baixo curso da bacia, entre os municípios com informações, verifica-se que isso não ocorre, sendo apenas o município de Lima Campos, com população inferior a 20 mil habitantes, com média do IN084 de 0,17%. Ressalta-se, inclusive que a maioria dos municípios no baixo curso, não apresentam dados na plataforma dos SNIS para estes índices. Desta forma, não foi possível a caracterização destes nos anos de estudo.

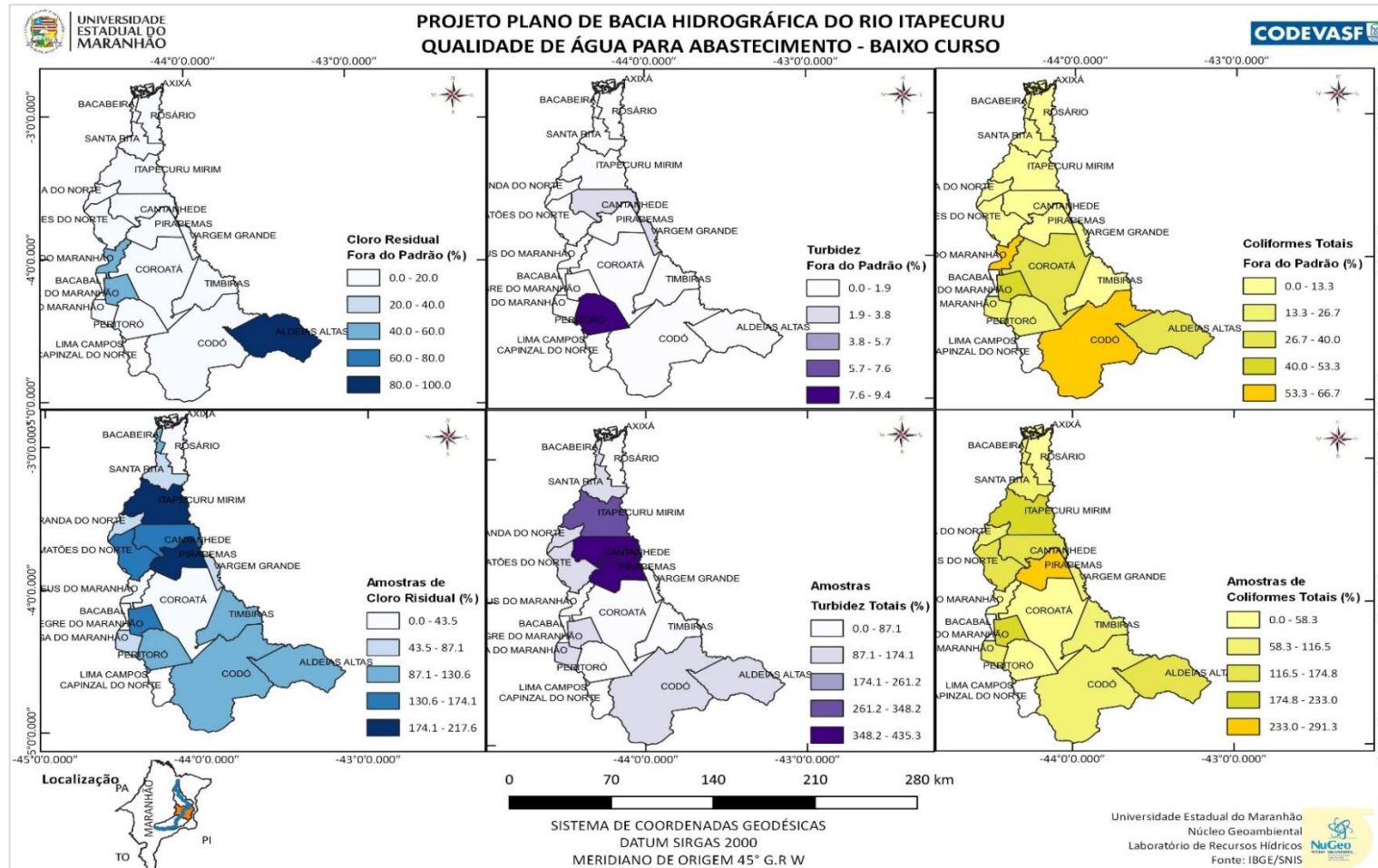
**Figura 123:** Comportamento médio dos índices IN084 e IN085 entre os anos de 2016 e 2018.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Os mapas da **Figura 73** apresenta um panorama da situação dos índices que retratam a qualidade das águas no médio curso da bacia.

Figura 124: Panorama dos indicadores de qualidade das águas para abastecimento no baixo curso do rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

## 4.2 Sistema de Esgotamento Sanitário do Baixo curso

Apresenta-se, neste item, os índices de esgotamento sanitário do baixo curso da bacia do Itapecuru, bem como o Índice de Desempenho do Saneamento Ambiental – IDSES.

### 4.2.1 Índices Atendimento do Esgotamento Sanitário do Baixo Curso

A partir do Atlas de Esgoto da ANA (2013), foram coletadas as informações do esgotamento sanitário por município do médio curso da bacia: sem coleta e sem tratamento; com coleta e sem tratamento; com coleta e com tratamento e; soluções individuais (**Tabela 33**). Além desses, considerou-se também, a parcela de carga gerada e lançada de esgoto (**Tabela 34**). Os dados foram apresentados em tabelas e gráficos, permitindo traçar um perfil preliminar do esgotamento sanitário nestes municípios.

**Tabela 33:** Dados do índice de atendimento e vazão do esgoto.

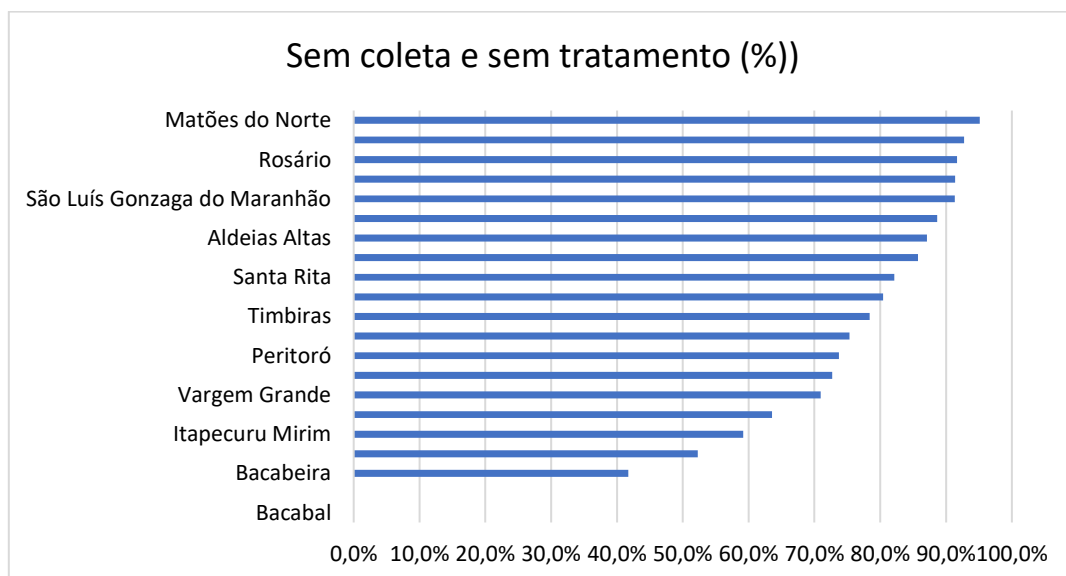
Municípios	Índice de Atendimento (%)				Vazão (L/s)			
	Sem coleta e sem tratamento	Soluções individuais	Com coleta e sem tratamento	Com coleta e com tratamento	Sem coleta e sem tratamento	Soluções individuais	Com coleta e sem tratamento	Com coleta e com tratamento
Aldeias Altas	87.1%	11.1%	1.8%	0.0%	9.4	1.2	0.2	0.0
Alto Alegre do Maranhão	75.4%	22.9%	1.7%	0.0%	14.8	4.5	0.3	0.0
Axixá	63.6%	35.5%	0.9%	0.0%	3.0	1.7	0.0	0.0
Bacabal	0.0%	95.0%	5.0%	0.0%	0.0	65.1	3.4	0.0
Bacabeira	41.7%	57.1%	1.2%	0.0%	3.3	4.5	0.1	0.0
Cantanhede	52.3%	46.4%	1.3%	0.0%	7.8	6.9	0.2	0.0
Capinzal do Norte	88.6%	8.8%	2.6%	0.0%	5.5	0.5	0.2	0.0
Codó	0.0%	60.0%	0.0%	40.0%	0.0	71.0	0.0	47.3
Coroatá	72.7%	21.9%	5.4%	0.0%	68.4	20.6	5.1	0.0
Itapecuru Mirim	59.2%	37.0%	3.8%	0.0%	25.8	16.1	1.7	0.0
Lima Campos	85.7%	1.6%	12.7%	0.0%	7.3	0.1	1.1	0.0
Matões do Norte	95.1%	2.6%	2.3%	0.0%	4.1	0.1	0.1	0.0
Miranda do Norte	92.8%	6.2%	1.0%	0.0%	21.9	1.5	0.2	0.0
Piritoró	73.7%	22.7%	3.6%	0.0%	6.5	2.0	0.3	0.0
Pirapemas	80.4%	18.2%	1.4%	0.0%	9.4	2.1	0.2	0.0
Rosário	91.7%	4.9%	3.4%	0.0%	25.8	1.4	1.0	0.0
Santa Rita	82.1%	17.4%	0.5%	0.0%	28.3	6.0	0.2	0.0

Municípios	Índice de Atendimento (%)				Vazão (L/s)			
	Sem coleta e sem tratamento	Soluções individuais	Com coleta e sem tratamento	Com coleta e com tratamento	Sem coleta e sem tratamento	Soluções individuais	Com coleta e sem tratamento	Com coleta e com tratamento
São Luís Gonzaga do Maranhão	91.4%	6.0%	2.6%	0.0%	15.5	1.0	0.4	0.0
São Mateus do Maranhão	91.4%	7.9%	0.8%	0.0%	26.7	2.3	0.2	0.0
Timbiras	78.4%	21.1%	0.5%	0.0%	11.9	3.2	0.1	0.0
Vargem Grande	71.0%	21.5%	7.6%	0.0%	17.9	5.4	1.9	0.0
<b>MÉDIA</b>	<b>70.2%</b>	<b>25.0%</b>	<b>2.9%</b>	<b>- %</b>	<b>14.9</b>	<b>10.3</b>	<b>0.8</b>	<b>-</b>

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

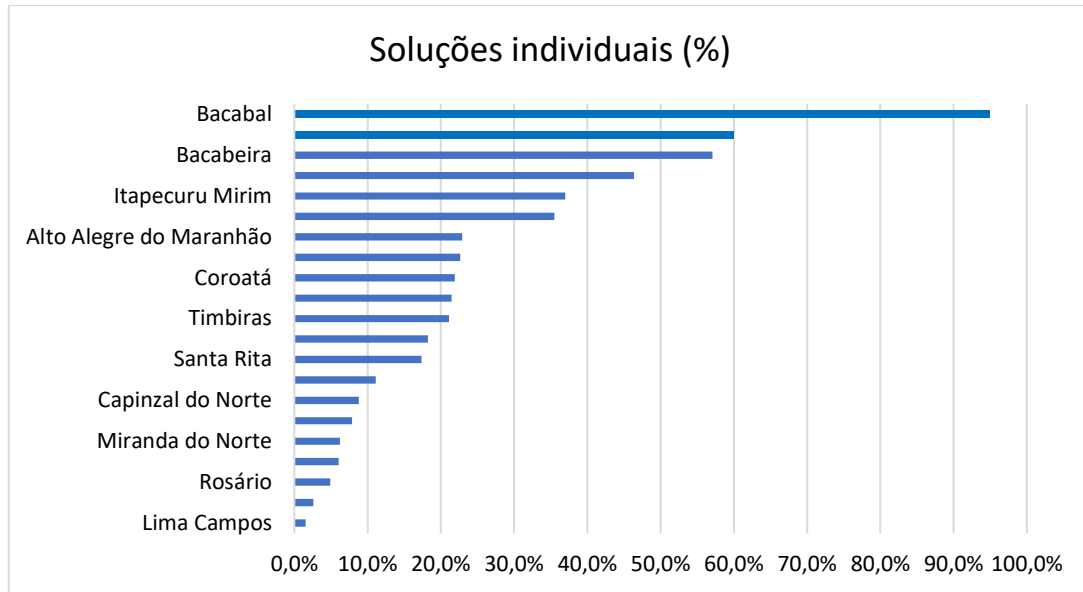
Analisando-se os dados da **Tabela 33** verifica-se que em média, nesses municípios com relação ao índice de atendimento de esgoto, 70,2%, ocorre sem coleta e sem tratamento, sendo que, entre os municípios, Itapecuru Mirim destaca-se com um percentual de 59,2% (**Figura 125**), estando em melhor situação; o município de Bacabal com 0% do índice de atendimento sem coleta e sem tratamento, possui um maior percentual (95%) com soluções individuais, em contraste, com o município de Matões do Norte, que possui 95,1% do seu esgoto sem coleta e sem tratamento, e com 2,6% de soluções individuais (**Figura 126**).

**Figura 125:** Índice de atendimento do esgoto sem coleta e sem tratamento.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

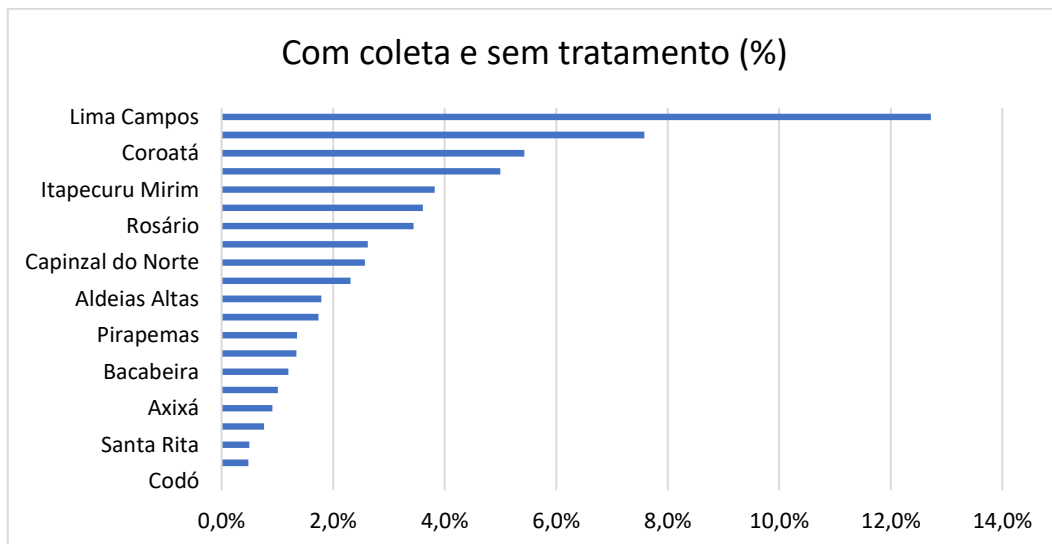
**Figura 126:** Índice de atendimento do esgoto com soluções individuais.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Complementando o percentual de esgoto sem coleta e sem tratamento, tem-se o percentual relacionado ao índice de atendimento com coleta e sem tratamento, que em média no médio curso foi de 2,9%. O município de Lima Campos destaca-se nesta relação com um percentual de 12,7% (**Figura 127**).

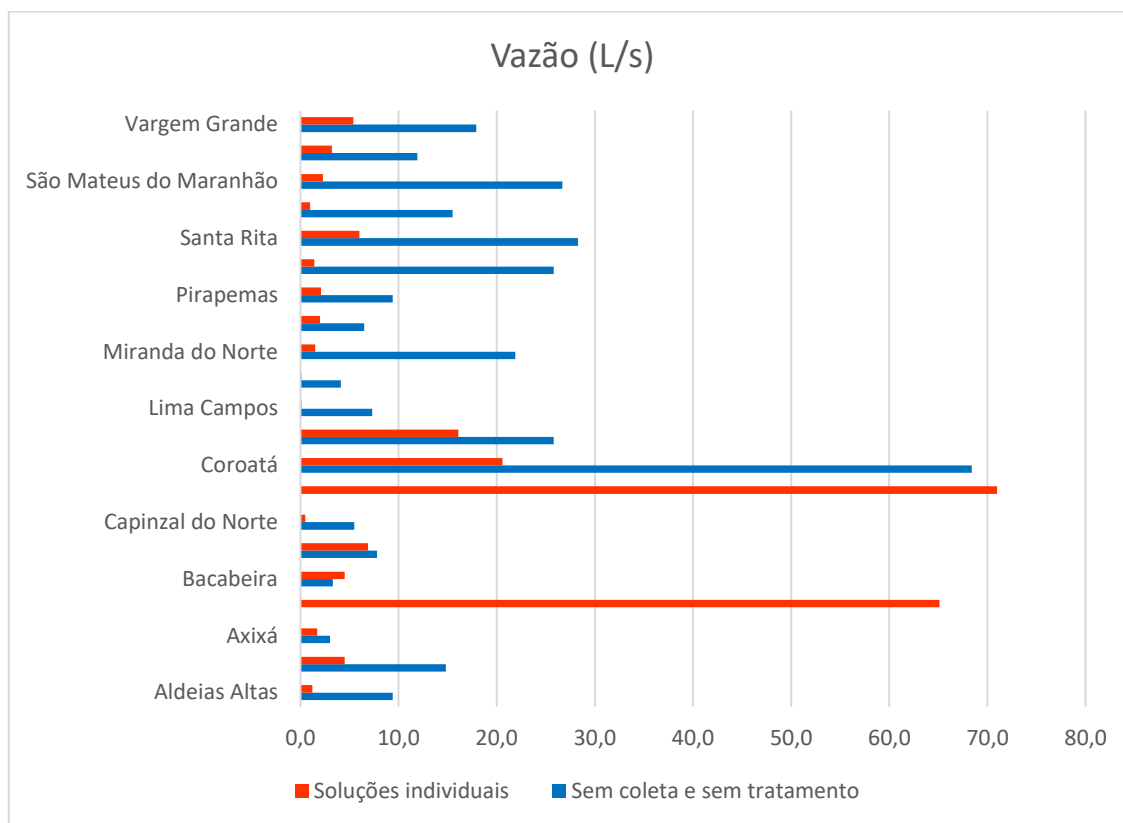
**Figura 127:** Índice de atendimento do esgoto com coleta e sem tratamento.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Com relação a vazão gerada em l/s, sem coleta e sem tratamento, a média dos municípios foi em torno de 14,9 l/s. O município de Coroatá é o que gerou maior quantitativo, 68,4 l/s, sendo este um dos municípios com maior quantitativo populacional na região (**Figura 128**).

**Figura 128:** Vazão gerada de esgoto sem coleta e sem tratamento.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

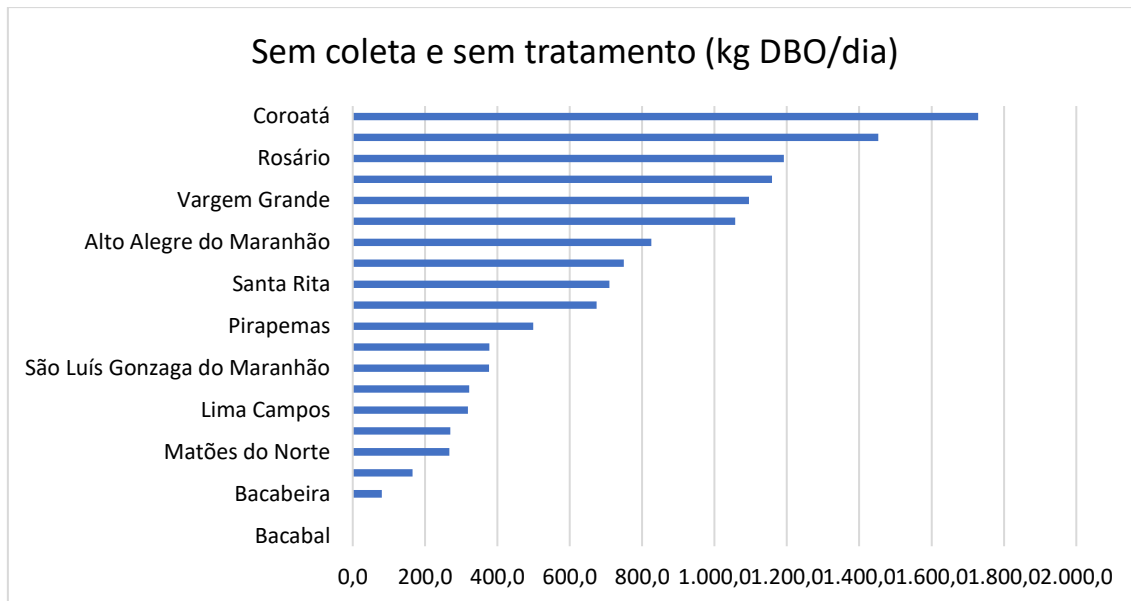
No que se refere a parcela de carga gerada em kg de DBO/dia, relacionado ao esgotamento sem coleta e sem tratamento, a média na região foi de 634,3 kg DBO/dia, destacando-se os municípios de Coroatá com valor de 1.729 kg DBO/dia, seguido dos municípios de Itapecuru Mirim, Rosário, São Mateus, Miranda do Norte e Vargem Grande, com valores acima de 1.000 kg DBO/dia (**Tabela 34 e Figura 129**).

**Tabela 34:** Parcela de carga gerada e lançada em kg DBO/dia.

Municípios	Parcela de Carga Gerada (kg DBO/dia)				Parcela de Carga Lançada (kg DBO/dia)			
	Sem coleta e sem tratamento	Soluções individuais	Com coleta e sem tratamento	Com coleta e com tratamento	Sem coleta e sem tratamento	Soluções individuais	Com coleta e sem tratamento	Com coleta e com tratamento
Aldeias Altas	674.0	86.0	13.8	0.0	674.0	34.4	13.8	0.0
Alto Alegre do Maranhão	825.2	250.8	19.0	0.0	825.2	100.3	19.0	0.0
Axixá	165.7	92.5	2.4	0.0	165.7	37.0	2.4	0.0
Bacabal	0.0	3,994.2	210.2	0.0	0.0	1,597.7	210.2	0.0
Bacabeira	80.2	109.7	2.3	0.0	80.2	43.9	2.3	0.0
Cantanhede	378.0	335.2	9.7	0.0	378.0	134.1	9.7	0.0
Capinzal do Norte	269.3	26.8	7.8	0.0	269.3	10.7	7.8	0.0
Codó	0.0	2,625.9	0.0	1,750.6	0.0	1,050.3	0.0	350.1
Coroatá	1,729.0	520.7	129.2	0.0	1,729.0	208.3	129.2	0.0
Itapecuru Mirim	1,158.9	724.1	74.7	0.0	1,158.9	289.6	74.7	0.0
Lima Campos	318.7	5.8	47.3	0.0	318.7	2.3	47.3	0.0
Matões do Norte	266.9	7.3	6.5	0.0	266.9	2.9	6.5	0.0
Miranda do Norte	1,057.4	71.1	11.6	0.0	1,057.4	28.4	11.6	0.0
Piritoró	322.0	99.0	15.8	0.0	322.0	39.6	15.8	0.0
Pirapemas	498.9	113.2	8.3	0.0	498.9	45.3	8.3	0.0
Rosário	1,191.9	63.6	44.7	0.0	1,191.9	25.4	44.7	0.0
Santa Rita	709.4	150.0	4.3	0.0	709.4	60.0	4.3	0.0
São Luís Gonzaga do Maranhão	377.1	24.9	10.8	0.0	377.1	10.0	10.8	0.0
São Mateus do Maranhão	1,453.0	125.1	12.1	0.0	1,453.0	50.0	12.1	0.0
Timbiras	749.5	201.9	4.6	0.0	749.5	80.8	4.6	0.0
Vargem Grande	1,095.4	331.5	117.0	0.0	1,095.4	132.6	117.0	0.0
<b>MÉDIA</b>	<b>634.3</b>	<b>474.3</b>	<b>35.8</b>	<b>83.4</b>	<b>634.3</b>	<b>189.7</b>	<b>35.8</b>	<b>16.7</b>

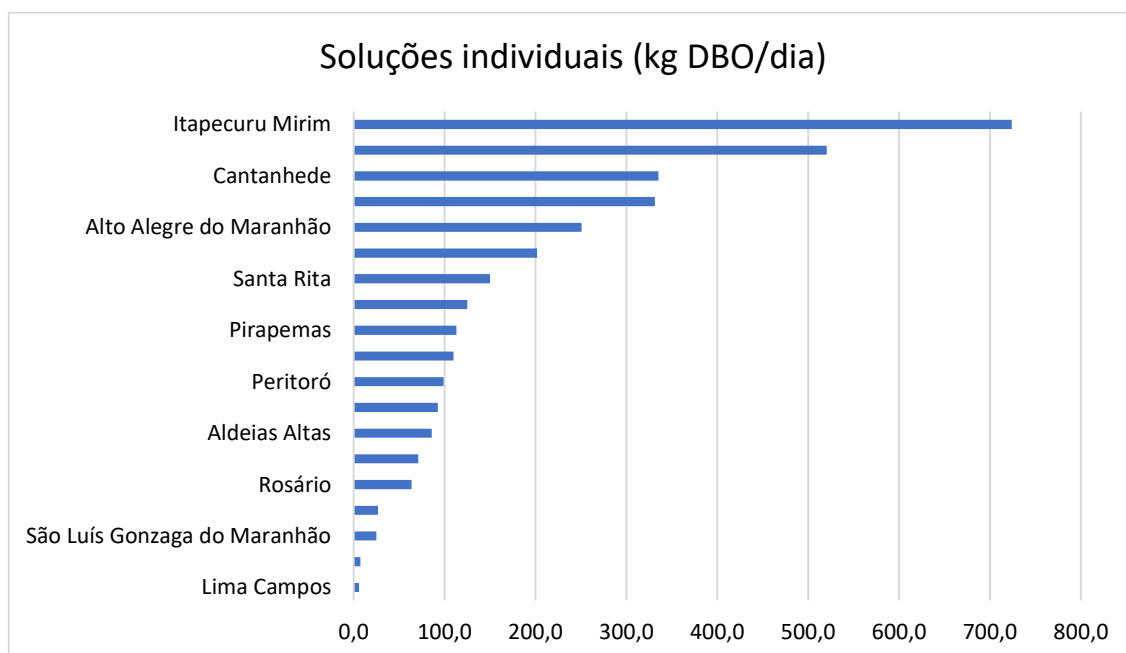
Verifica-se, ainda, nos dados da **Tabela 34** e nos gráficos das **Figuras 129 e 130**, que o município de Bacabal, se destaca na relação como o município que busca por soluções individuais, com 3994,2 kg DBO/dia gerado de esgoto. Essa situação é preocupante, pois não estando ligada a rede de esgotamento sanitário, a população pode estar buscando por alternativa que possam comprometer as águas superficiais e/ou subterrâneas, como, por exemplo, o lançamento de esgoto in natura nos mananciais superficiais, ou construção de fossas sépticas, que possam vir a comprometer a qualidade das águas subterrâneas.

**Figura 129:** Carga gerada de esgoto sem coleta e sem tratamento.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

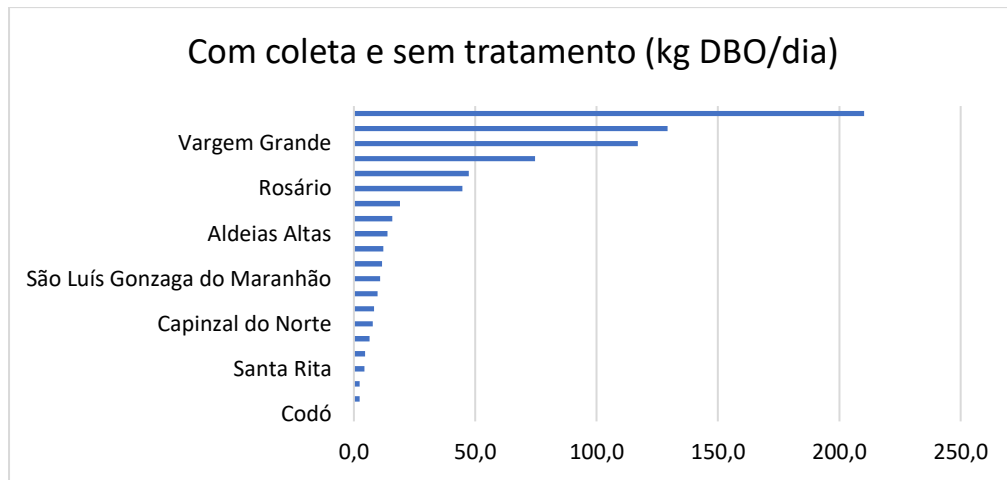
**Figura 130:** Carga gerada de esgoto com soluções individuais.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

O município de Bacabal destaca-se, igualmente, como o município que possui uma parcela do esgotamento sanitário sem coleta e sem tratamento em relação aos demais municípios na região, com um valor de 210,2 kg DBO/dia (**Figura 131**).

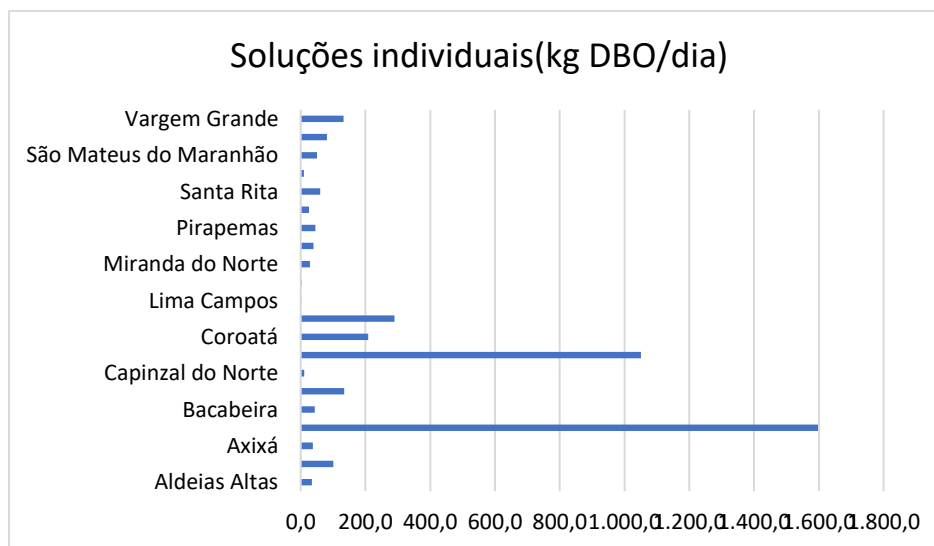
**Figura 131:** Carga gerada de esgoto com coleta e sem tratamento.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

No que concerne à carga lançada, verifica-se, ainda na **Tabela 32**, que o valor corresponde ao mesmo da carga gerada, ou seja, o total de carga lançada em kg DBO/dia por município é o mesmo que o de carga gerada por este. Neste caso, o município de Coroatá é o que possui maior carga com um total de 1729 kg DBO/dia. Destacando-se, com soluções individuais, igualmente o município de Bacabal com 1,597.7 de carga lançada kg DBO/dia (**Figura 132**).

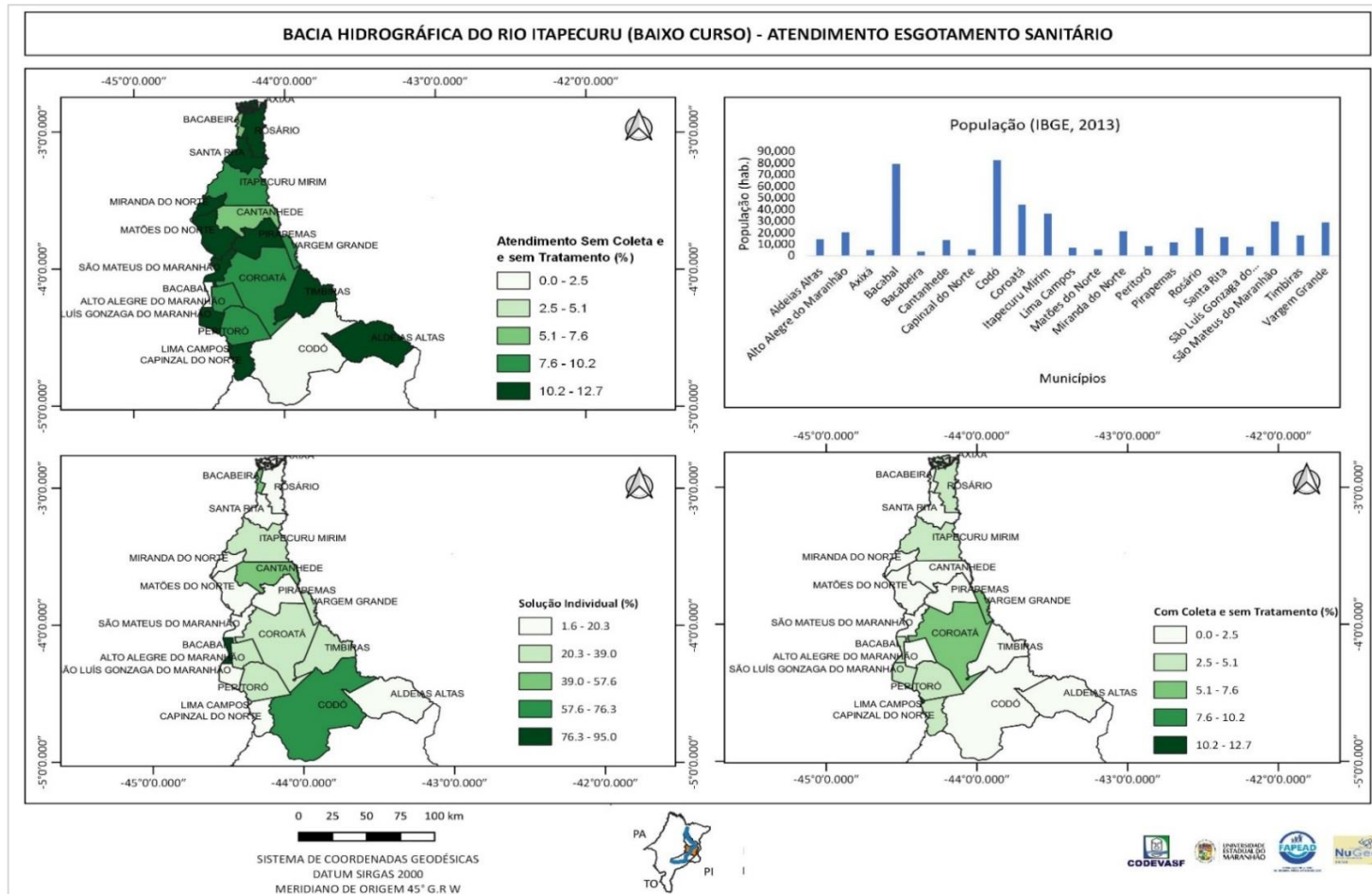
**Figura 132:** Carga lançada de esgoto com soluções individuais.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

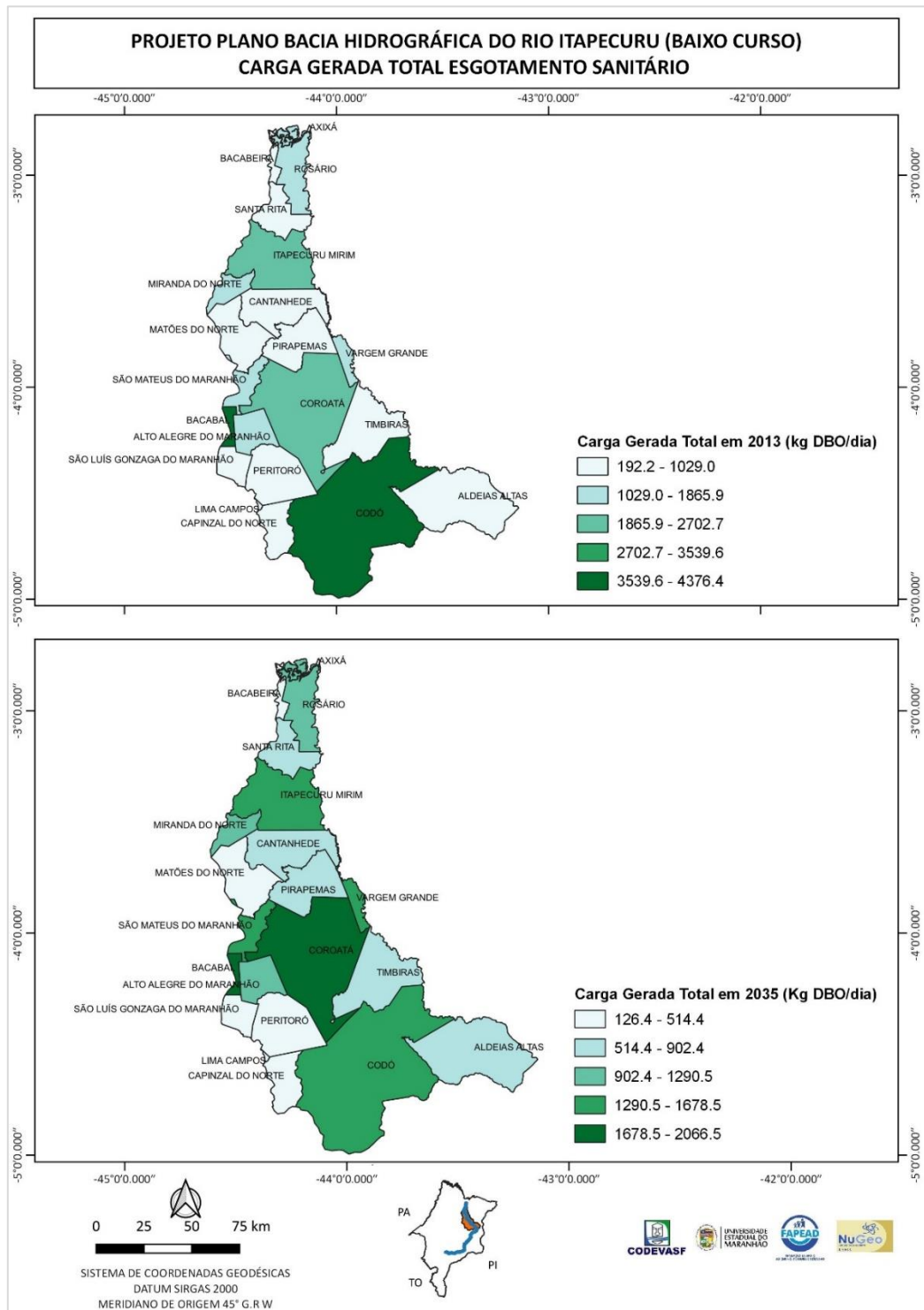
Os mapas das **Figuras de 133 e 134** apresentam um panorama da situação dos índices que retratam do esgotamento sanitário no médio curso da bacia.

**Figura 133:** Panorama do atendimento do esgotamento sanitário no baixo curso da bacia do rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

**Figura 134:** Panorama da carga gerada do esgotamento sanitário no baixo curso da bacia do rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

#### 4.2.2 Índice de Desempenho do Serviço de Esgotamento Sanitário – IDSES do Baixo Curso

Analisar o desempenho dos municípios no serviço de esgotamento sanitário é uma tarefa que busca identificar suas potencialidades e deficiências de modo a contribuir para o estabelecimento de políticas de gestão para melhoramento do sistema para atender a população. Ao identificar as condições de atendimento deste serviço é possível vislumbrar os focos de maior atenção como qualidade de água e expansão de rede coletora.

Neste panorama, estabelece-se relações que podem impactar nos recursos hídricos locais ocasionando degradação de mananciais que podem comprometer futuramente o sistema de abastecimento local. Assim, esgotamento sanitário e abastecimento de água caminham juntos no estabelecimento de políticas de recursos hídricos para o âmbito municipal.

O desempenho de serviço de esgotamento sanitário é advindo da análise das prestadoras de serviço em atender a demanda corrente do município. Os resultados apresentados consistiram em cinco subindicadores denominados de IQS. O subindicador IQS<sub>1</sub> consiste nas relações da população atendida por sistema de esgotamento sanitário em relação a população total o que determina a população residente conectada à rede coletora. O subindicador IQS<sub>2</sub> estabelece as relações da população com sistema individual em relação a população total, onde foi possível obter a população residente servida por sistema individual.

No que concerne ao IQS<sub>3</sub> tem-se a relação da população residente não atendida em relação população total, onde obtém-se o impacto da população não atendida neste município. O subindicador IQS<sub>4</sub> estabelece as relações dos volumes de esgoto tratado e gerado, onde tem-se um índice de tratamento de esgoto. Por fim, o subindicador IQS<sub>5</sub> que avalia o total de reclamações estabelecendo uma relação das reclamações no ano em relação população total. Os resultados encontram-se na **Tabela 35** a seguir.

Avaliando o indicador de população residente conectada a rede coletora (IQS<sub>1</sub>), percebe-se que os municípios apresentam uma média de 2,61%, ou seja, a situação é crítica. Essa situação confirma os dados da ANA (2013), com índice de atendimento de esgotamento sanitário em média de 70,2%, sem coleta e sem tratamento, como descrito anteriormente, ou seja, nestes municípios, parte significativa da população não estão ligadas a rede coletora de esgoto. Desta forma entende-se, porque o IQS<sub>2</sub> apresentou um percentual médio significativo de

75,17%. Isso retrata que a população busca por sistema individual, como mais comumente ocorre, como: fossa séptica, fossa rudimentar e valas de infiltração, dentre outros.

Apesar das fossas sépticas proporcionarem apenas um tratamento parcial dos efluentes, esse tipo de sistema foi uma das principais soluções adotadas para suprir a inexistência do serviço de esgotamento sanitário na área estudada. Mesmo estas soluções não apresentando o tratamento adequado para que o efluente atenda aos padrões de lançamento de efluentes estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357/2005, essa forma de tratamento implica na redução dos impactos ambientais decorrentes da falta da rede coletora de esgoto (BRASIL, 2005).

Para o indicador de população residente não atendida (IQS<sub>3</sub>), a região apresentou uma média de 22,21%. Esse indicador está relacionado ao percentual da população residente não atendida com o esgotamento sanitário e que não possui nenhum sistema individual. Isso sugere, que na região grande parte do esgoto gerado é disposto, sem nenhuma forma de tratamento, em rios, riachos e córregos.

**Tabela 35:** Valores médios dos indicadores selecionados.

Municípios	IQS1 (%)	IQS2 (%)	IQS3 (%)	IQS4 (%)	IQS5 (reclamações/1000ha/ano)
Aldeias Altas	1.01	50.86	48.11	0	3.79
Alto Alegre do Maranhão	1.30	74.63	24.06	0	46.26
Axixá	0.52	72.13	27.34	0	4.73
Bacabal	10.39	84.06	5.53	0	19.75
Bacabeira	0.67	84.36	14.96	0	10.92
Cantanhede	0.74	76.33	22.92	0	32.13
Capinzal do Norte	2.46	74.70	22.82	0	0
Codó	9.76	68.14	22.09	40	0.85
Coroatá	4.00	75.97	20.01	0	85.63
Itapecuru Mirim	2.31	87.61	10.06	0	608.03
Lima Campos	9.06	86.87	4.05	0	6.91
Matões do Norte	0.65	57.92	41.42	0	42.69
Miranda do Norte	0.96	101.58	-2.55	0	0
Peritoró	1.39	65.48	33.11	0	9.62
Pirapemas	0.59	67.40	31.99	0	14.67
Rosário	1.92	89.20	8.87	0	0
Santa Rita	0.19	81.64	18.161	0	8.00
São Luís Gonzaga do	1.38	72.82	25.78	0	0.049

Municípios	IQS1 (%)	IQS2 (%)	IQS3 (%)	IQS4 (%)	IQS5 (reclamações/ 1000ha/ ano)
Maranhão					
São Mateus do Maranhão	0.60	82.62	16.77	0	3.73
Timbiras	0.24	64.34	35.40	0	20.03
Vargem Grande	4.56	59.79	35.63	0	7.77
<b>Média</b>	<b>2,61%</b>	<b>75,17%</b>	<b>22,21%</b>	<b>-</b>	<b>44,7</b>

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

O indicador de tratamento de esgoto (IQS<sub>4</sub>) apresentou uma média de 0%. Este fato pode ser explicado pela inexistência de sistema de tratamento de esgoto nesses municípios. O indicador total de reclamação (IQS<sub>5</sub>) apresentou valor médio de 44 reclamações/1000 hab/ano.

O valor obtido para o Índice de Desempenho do Serviço de Esgotamento Sanitário (IDSES) para os municípios do baixo curso da bacia, em média foi de 29,17. Esse valor segundo metodologia proposta classifica o desempenho do serviço de esgotamento sanitário é de qualidade RUIM. Todavia, avaliando individualmente os municípios, conforme **Tabela 36**, verifica-se que os municípios de : Bacabal, Codó, Itapecuru Mirim encontram-se em melhor situação, com valores de IDSES acima de 41, classificando o IDESE como, REGULAR, conforme classificação proposto por Lopes et al. (2015), **Tabela 37**. A **Figura 135** apresenta de forma espacializada na região.

**Tabela 36:** Índice de Desempenho do Serviço de Esgotamento Sanitário (IDSES) para os municípios do médio curso da bacia do rio Itapecuru.

Municípios	IDSES
Aldeias Altas	36.25
Alto Alegre do Maranhão	32.51
Axixá	30.05
Bacabal	45.23
Bacabeira	27.48
Cantanhede	30.51
Capinzal do Norte	32.66
Codó	47.34
Coroatá	38.60
Itapecuru Mirim	53.03
Lima Campos	39.10
Matões do Norte	9.53
Miranda do Norte	24.81
Peritoró	12.78

Municípios	IDSES
Pirapemas	11.79
Rosário	22.50
Santa Rita	15.86
São Luís Gonzaga do Maranhão	15.11
São Mateus do Maranhão	17.03
Timbiras	10.01
Vargem Grande	18.20

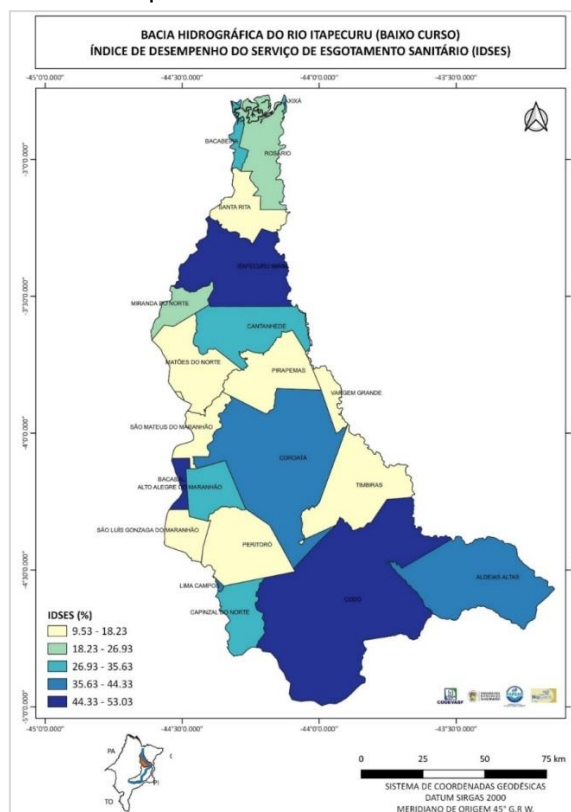
Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Tabela 37: Classificação do IDSES.

Valores atribuídos ao IDSES	Classificação
75 - 100	Ótimo
56 - 75	Bom
41 - 55	Regular
26 - 40	Ruim
0 - 25	Péssimo

Fonte: Lopes et al. (2015).

Figura 135: Espacialização do Índice de Desempenho do Serviço de Esgotamento Sanitário (IDSES) para os municípios do baixo curso da bacia do rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

### 4.3 Sistema de Gestão dos Resíduos Sólidos do Baixo Curso

Considerando o baixo curso da bacia do rio Itapecuru, verifica-se na **Tabela 38**, retratou-se a situação do índice de cobertura do serviço de coleta RDO (IN016) em apenas em alguns municípios, daqueles que possuem informações na plataforma do SNIS, nos anos de referência do presente estudo, de 2016 a 2018.

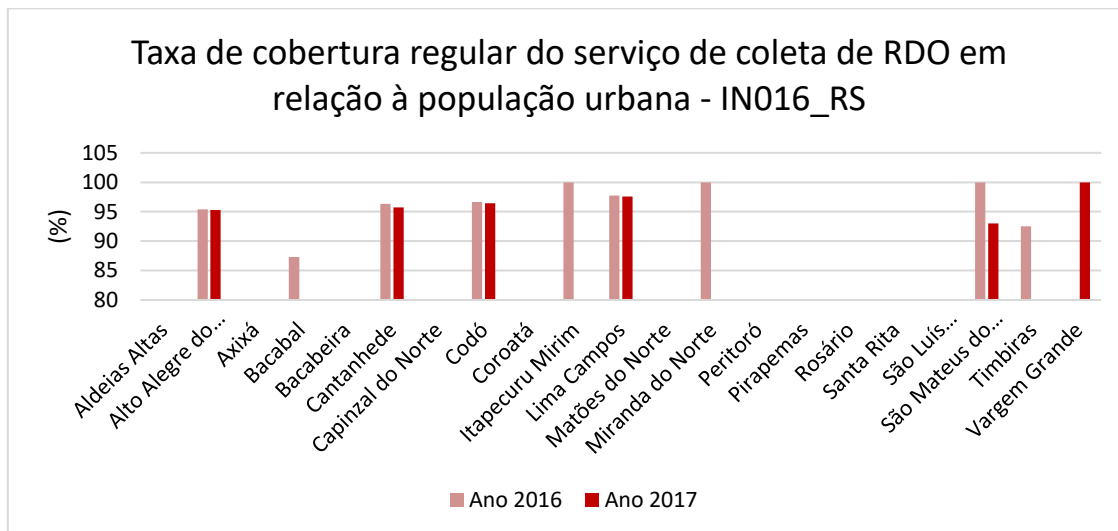
Verifica-se, que entre os municípios, Itapecuru Mirim, Miranda do Norte e São Mateus, no ano de 2016 estavam com 100% de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação a população urbana (IN016). No ano de 2017, o município de Vargem Grande destaca-se com 100% e cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação a população urbana (IN016), como mostra o gráfico da **Figura 136**. Observa-se, de maneira geral, uma situação regular de cobertura nestes municípios, acima de 80%, mas, ainda inferior à média do nordeste que é superior a 97%, com exceção do município de Lima Campos com 97,56%.

**Tabela 38:** Índice de Cobertura dos Serviços Domiciliar – RDO em relação a população urbana.

Municípios	CO164 - População total atendida no município		CO050 - População urbana atendida no município, abrangendo o distrito-sede e localidades		IN016_RS - Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana	
	2016	2017	2016	2017	2016	2017
Alto Alegre do Maranhão	22,000	24,599	20,000	20,164	95.4	95.27
Bacabal	70,000	-	70,000	-	87.28	-
Cantanhede	13,700	13,760	13,198	13,198	96.34	95.71
Codó	115,000	115,000	80,000	80,000	96.66	96.45
Itapecuru Mirim	67,000	-	37,456	-	100	-
Lima Campos	6,785	6,785	6,785	6,785	97.77	97.56
Miranda do Norte	27,999	-	22,373	-	100	-
São Mateus do Maranhão	29,959	30,000	29,959	28,000	100	93
Timbiras	16,500	-	16,500	-	92.53	-
Vargem Grande	-	30,521	-	30,521	-	100

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

**Figura 136:** Gráfico do comportamento da Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana (IN016).



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

No que concerne a taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação a população do município (IN015), os dados são apresentados na **Tabela 39**.

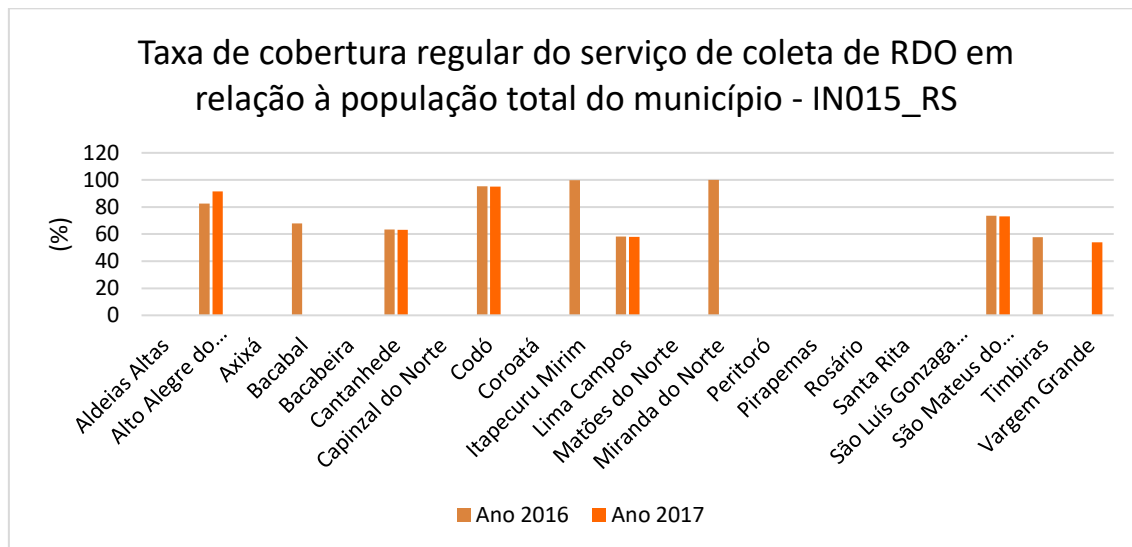
**Tabela 39:** Índice de Cobertura dos Serviços Domiciliar – RDO em relação a população do município.

Municípios	CO164 - População total atendida no município		CO050 - População urbana atendida no município, abrangendo o distrito-sede e localidades		IN015_RS - Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população total do município	
	2016	2017	2016	2017	2016	2017
Alto Alegre do Maranhão	22,000	24,599	20,000	20,164	82.65	91.54
Bacabal	70,000	-	70,000	-	67.95	-
Cantanhede	13,700	13,760	13,198	13,198	63.38	63.24
Codó	115,000	115,000	80,000	80,000	95.4	95.19
Itapecuru Mirim	67,000	-	37,456	-	99.85	-
Lima Campos	6,785	6,785	6,785	6,785	58.14	58.02
Miranda do Norte	27,999	-	22,373	-	100	-
São Mateus do Maranhão	29,959	30,000	29,959	28,000	73.45	73.19
Timbiras	16,500	-	16,500	-	57.74	-
Vargem Grande	-	30,521	-	30,521	-	54.01

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

A partir dos dados verifica-se que, o município de Codó encontra-se em melhor situação, com 95,19%, seguido dos municípios de Alto Alegre do Maranhão (91,54%), e São Mateus do Maranhão (73,19%). Em último nesta relação tem-se Vargem Grande com 54,01% no ano de 2017 (**Figura 137**).

**Figura 137:** Gráfico do comportamento da Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população total do município (IN015).



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Ainda, analisou-se a taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta (porta-a-porta) da população urbana do município (IN014), conforme dados da **Tabela 40**.

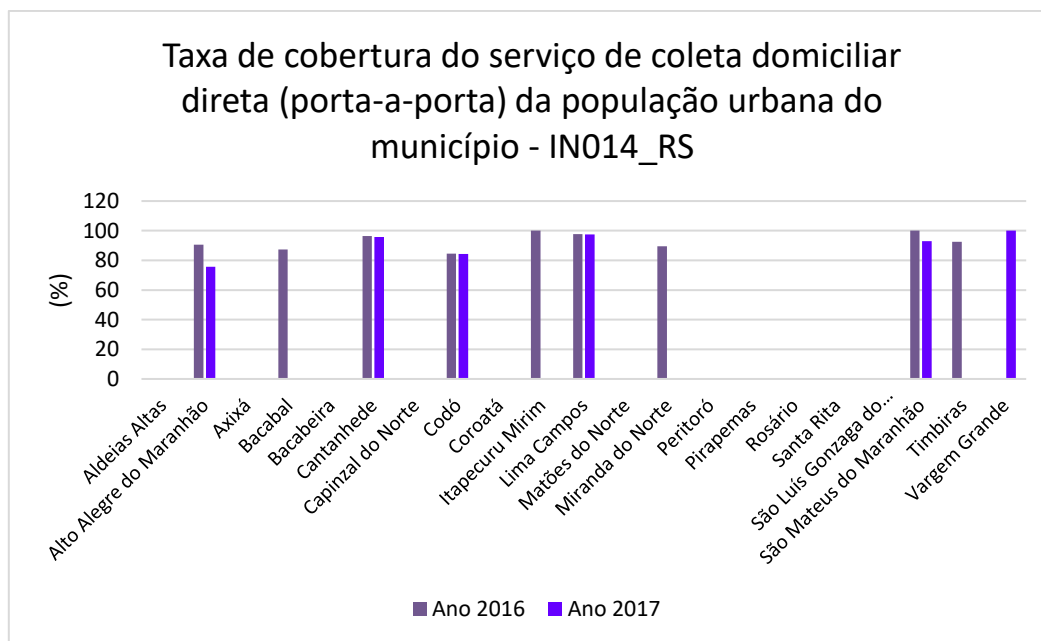
**Tabela 40:** Índice de Cobertura dos Serviços Domiciliar – Taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta (porta-a-porta) da população urbana do município.

Municípios	CO164 - População total atendida no município		CO050 - População urbana atendida no município, abrangendo o distrito-sede e localidades		IN014_RS - Taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta (porta-a-porta) da população urbana do município.	
	2016	2017	2016	2017	2016	2017
Alto Alegre do Maranhão	22,000	24,599	20,000	20,164	90.63	75.6
Bacabal	70,000	-	70,000	-	87.28	-
Cantanhede	13,700	13,760	13,198	13,198	96.34	95.71
Codó	115,000	115,000	80,000	80,000	84.57	84.39
Itapecuru Mirim	67,000	-	37,456	-	100	-
Lima Campos	6,785	6,785	6,785	6,785	97.77	97.56
Miranda do Norte	27,999	-	22,373	-	89.39	--
São Mateus do Maranhão	29,959	30,000	29,959	28,000	100	93
Timbiras	16,500	-	16,500	-	92.53	-
Vargem Grande	-	30,521	-	30,521	-	100

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Verifica-se a partir da **Tabela 40** e gráfico da **Figura 138**, que o município de Vargem Grande, Lima Campos Cantanhede e São Mateus do Maranhão, encontram-se em melhor condição, com valores acima de 90%, considerando que o valor médio da região nordeste é de 92,3%.

**Figura 138:** Gráfico do comportamento da Taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta (porta-a-porta) da população urbana do município (IN014).



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

❖ **Massa Coletada Per Capita de Resíduos Sólidos Domiciliares e Públicos**

Apresenta-se os resultados dos municípios do baixo curso da bacia do rio Itapecuru na **Tabela 41**. Verifica-se que a média dos municípios estudados no ano de 2016 foi de 0,97 kg/hab./dia, valor abaixo da média do nordeste que é de 1,13 kg/hab./dia, apesar, de ainda ser significativa se comparada com a média nacional de 0,96 kg/hab./dia.

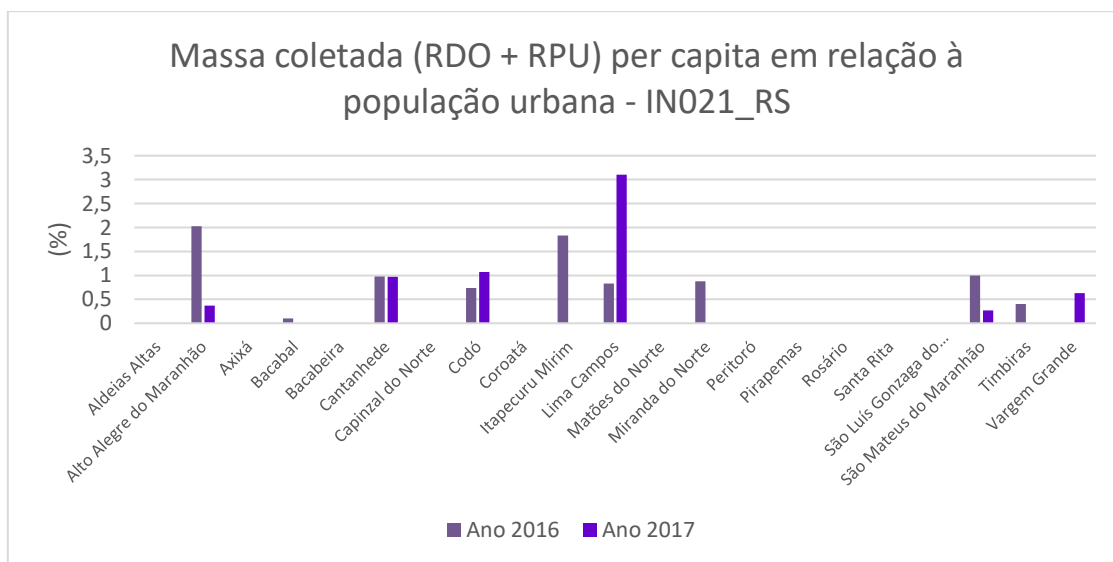
**Tabela 41:** Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana – IN021\_RS.

Municípios	Ano	Ano
	2016	2017
Alto Alegre do Maranhão	2.03	0.37
Bacabal	0.10	-
Cantanhede	0.98	0.97
Codó	0.74	1.07
Itapecuru Mirim	1.83	-
Lima Campos	0.83	3.10
Miranda do Norte	0.88	-
São Mateus do Maranhão	1.00	0.27
Timbiras	0.40	-
Vargem Grande	-	0.63

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Observa-se no gráfico da **Figura139** que os municípios de Alto Alegre e São Mateus do Maranhão descaíram em relação a massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana – IN021\_RS entre os anos de 2016 e 2017.

**Figura 139:** Gráfico Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana – IN021\_RS entre os anos de 2016 e 2017.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

Com relação ao indicador IN028, a partir dos estudos realizados pelo SNS (MDR, 2019), o valor médio nacional considerando o ano de 2018 foi de 0,93 kg/hab./dia.

Verifica-se que este valor é compatível com a variação do indicador IN021, o que reforça a tese de pequeno incremento da massa unitária em relação ao ano anterior (**Figura 140**).

**Figura 140:** Massa coletada (RDO+RPU) per capita dos municípios participantes do SNIS em relação à população total atendida declarada pelo município (indicador IN028), segundo faixa populacional.

Faixa populacional	Quantidade de municípios	Massa coletada per capita (IN028) (kg/hab./dia)
1	2.647	0,84
2	534	0,86
3	176	0,88
4	94	0,92
5	15	1,08
6	2	1,01
<b>Total - 2018</b>	<b>3.468</b>	<b>0,93</b>
<b>Total - 2017</b>	<b>3.433</b>	<b>0,91</b>
<b>Total - 2016</b>	<b>5.433</b>	<b>0,95</b>

Fonte: SND/MDR (2019).

Para o baixo curso da bacia do rio Itapecuru, a **Tabela 42** apresenta os valores para os anos de 2016 e 2017.

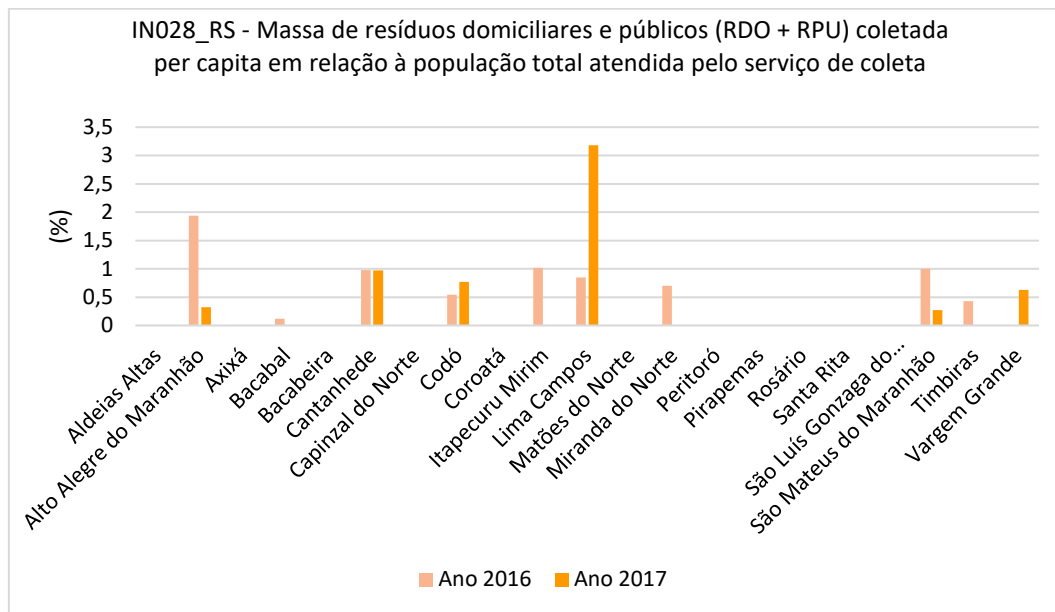
**Tabela 42:** Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana – IN028\_RS.

Municípios	Ano	Ano
	2016	2017
Alto Alegre do Maranhão	1.94	0.32
Bacabal	0.12	-
Cantanhede	0.98	0.97
Codó	0.54	0.77
Itapecuru Mirim	1.02	-
Lima Campos	0.85	3.18
Miranda do Norte	0.7	-
São Mateus do Maranhão	1.00	0.27
Timbiras	0.43	-
Vargem Grande	-	0.63

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

No gráfico da **Figura 141** observa-se que o município de Cantanhede, praticamente, manteve os valores entre os anos de 2016 e 2017, enquanto, o município de São Mateus do Maranhão decaiu de 1 kg/hab./dia para 0.27 kg/hab./dia. Entre os municípios, Lima Campos apresenta maior valor de massa RDO + RPU de 3,18 kg/hab./dia.

**Figura 141:** Gráfico Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana – IN028\_RS entre os anos de 2016 e 2017.



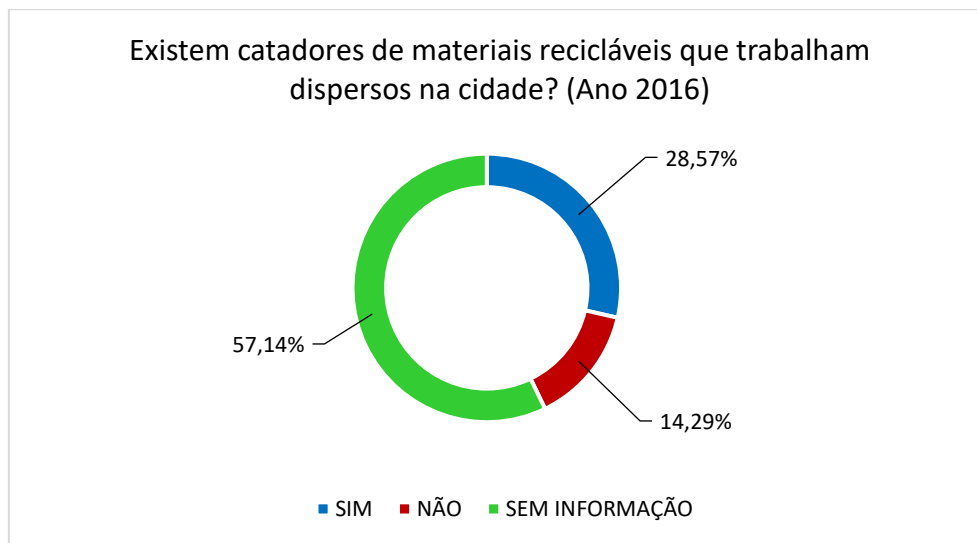
Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

#### ❖ Coleta Seletiva e Recuperação de Materiais Recicláveis

A partir dos dados coletados na plataforma do SNIS, apresenta-se gráficos que retratam a situação desse serviço na região (**Figuras de 142 a146**).

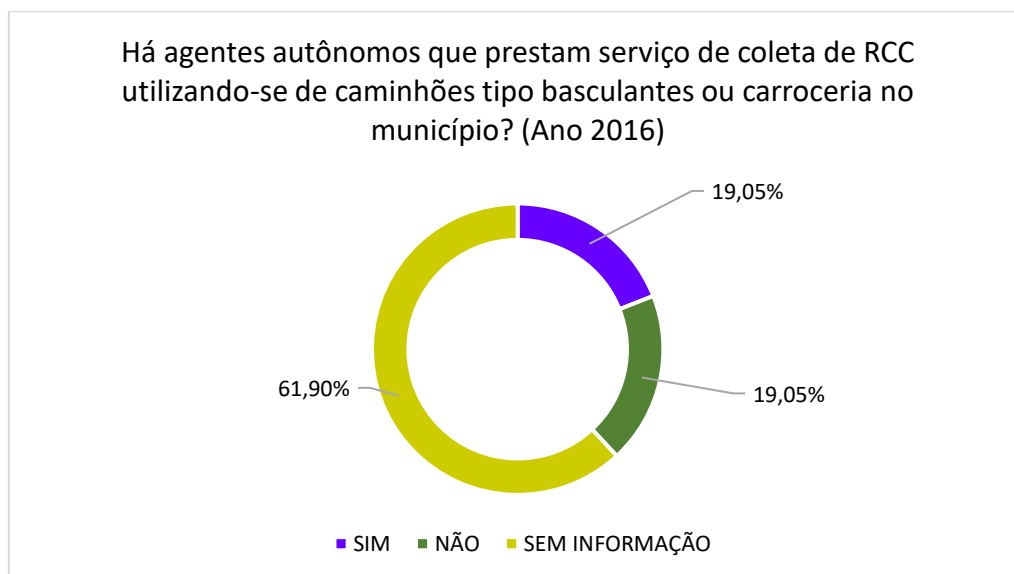
De forma geral, verifica-se que 28,7% dos municípios possuem catadores de materiais recicláveis, bem como em 14,29% há agentes autônomos que prestam serviço de coleta de RCC utilizando-se de caminhões tipo basculantes ou carroceria no município. Apenas 14% prestam serviço de coleta de RCC utilizando-se de carroças com tração animal ou outro tipo de veículo com pequena capacidade volumétrica nos municípios no baixo curso da bacia do Itapecuru.

**Figura 142:** Existência de catadores de materiais recicláveis.



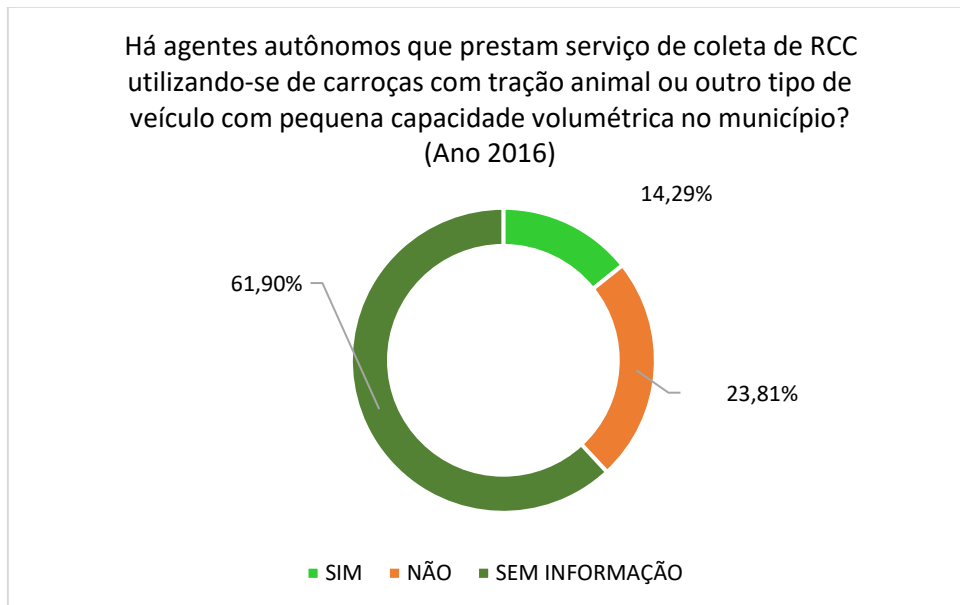
Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

**Figura 143:** Serviço de coleta realizado por autônomos com a utilização de caminhões ou carroceria.



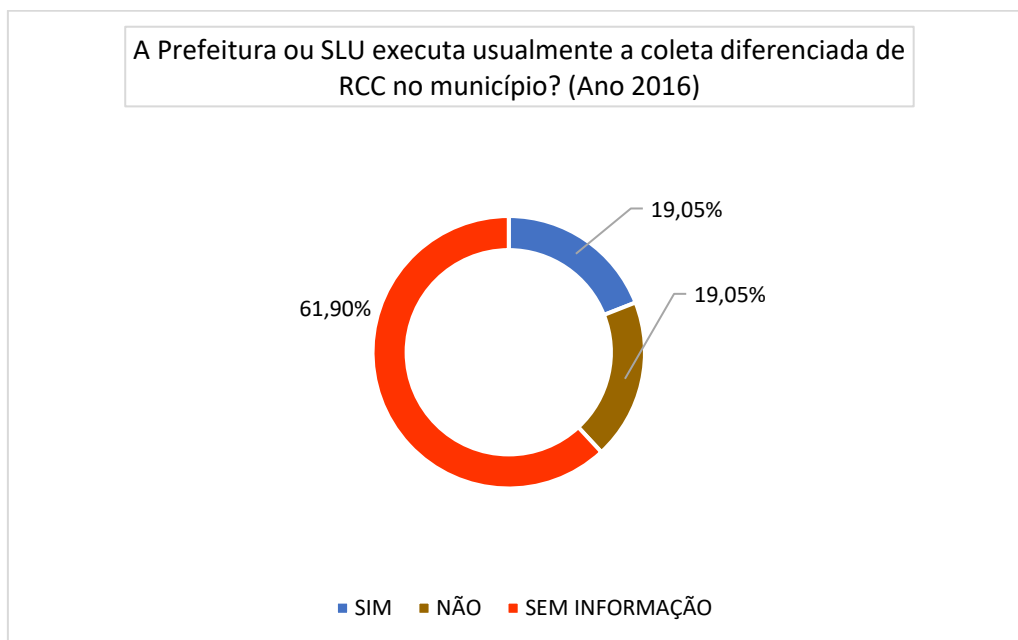
Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

**Figura 144:** Serviço de coleta de RCC utilizando-se carroças ou veículos.



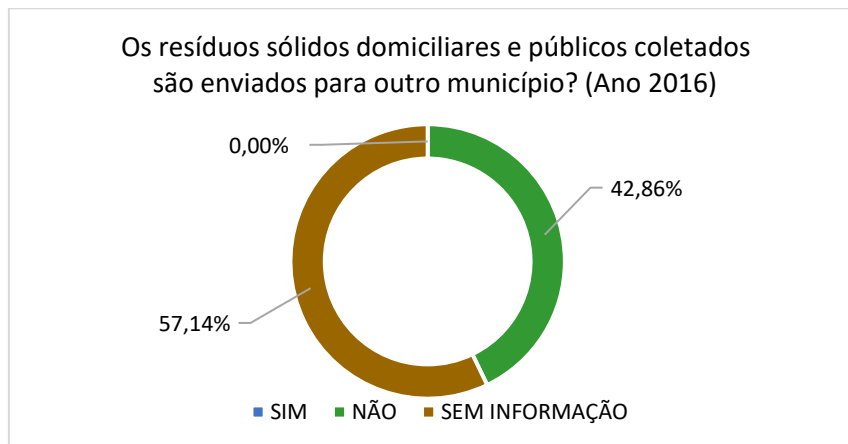
Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

**Figura 145:** Execução de coleta diferenciada de RCC.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

**Figura 146:** Serviço de coleta realizado por autônomos com a utilização de caminhões ou carroceria.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

#### 4.4 Índice de Salubridade Ambiental – ISA do Baixo Curso

O diagnóstico foi realizado para os municípios que disponham de informações na plataforma do SNIS, IBGE, CAEMA, dentre outros para a concepção dos subindicadores para a determinação do ISA, sendo o resultado apresentado na **Tabela 43**.

**Tabela 43:** ISA dos municípios do médio curso da bacia do rio Itapecuru.

Municípios	ISA
Aldeias Altas	147.10
Alto Alegre do Maranhão	29.10
Axixá	66.30
Bacabal	33.80
Bacabeira	56.60
Cantanhede	76.90
Capinzal do Norte	6.80
Codó	92.80
Coroatá	33.60
Itapecuru Mirim	147.10
Lima Campos	260.34
Matões do Norte	53.37
Miranda do Norte	38.16
Peritoró	81.47
Pirapemas	37.48
Santa Rita	32.74
São Luís Gonzaga do Maranhão	76.80
São Mateus do Maranhão	40.65
Timbiras	27.01
Vargem Grande	180.22

Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

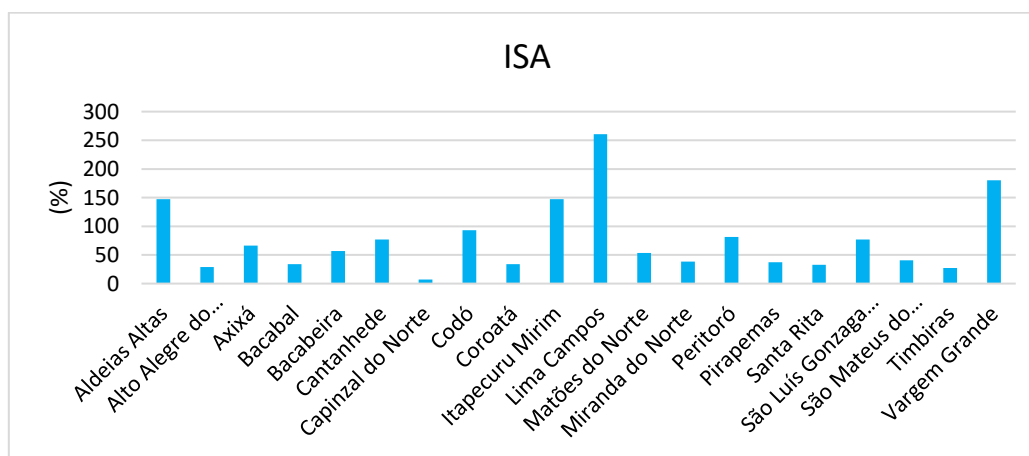
Os resultados comparados com a classificação proposta por Valvassori e Alexandre (2021) e Lins e Moraes (2017), de acordo com a **Tabela 44 e Figura 147**, mostram que os municípios de Alto Alegre do Maranhão, Bacabal, Coroatá, Miranda do Norte, Pirapemas, Santa Rita, São Mateus do Maranhão e Timbiras estão numa condição de baixa salubridade ambiental, com valores do ISA entre 25,51% e 50,50% . Entre os municípios, Capinzal do Norte, destaca-se com um percentual de 6,80% classificando-se como insalubre.

**Tabela 44:** Condições de salubridade de acordo com o valor do ISA (%).

Condições de Salubridade	Pontuação ISA
Insalubre	0 – 25,50
Baixa Salubridade	25,51 – 50,50
Média Salubridade	50,51 – 75,50
Salubridade	75,51 – 100,00

Fonte: Silva (2006).

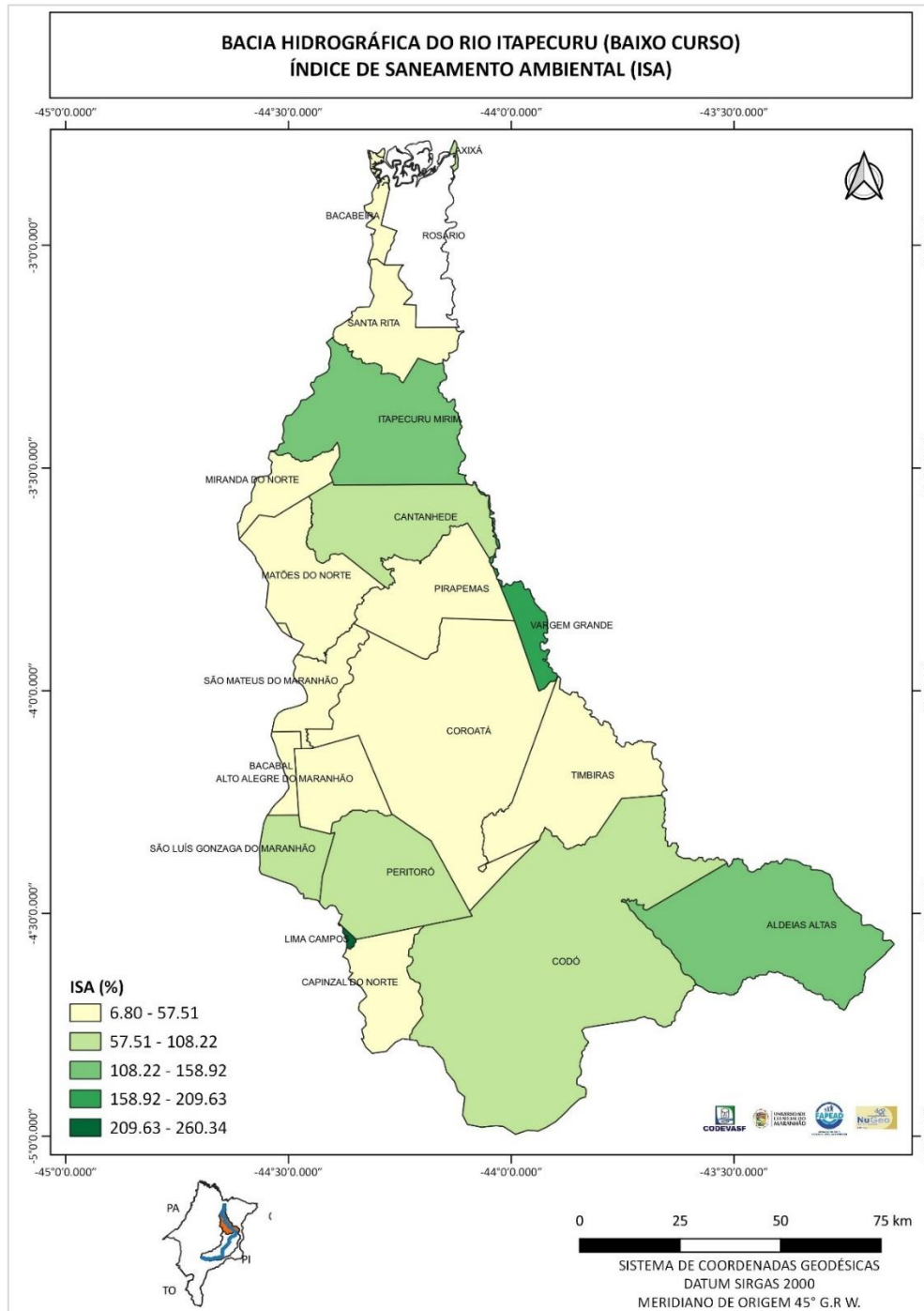
**Figura 147:** Resultado do ISA para os municípios do médio curso da bacia do rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

O mapa da **Figura 148** demonstra de forma espacializada este índice na região.

**Figura 148:** Índice de Saneamento Ambiental – ISA dos municípios do baixo curso da bacia do rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

## 5. SÍNTESE DO SANEAMENTO AMBIENTAL NA BACIA DO RIO ITAPECURU

O sistema de abastecimento de água na bacia do Itapecuru é sintetizado na **Figura 149**, através de quatro indicadores: IN022\_AE - Índice de consumo médio *per capita* de água (IN022), IN023\_AE - Índice de atendimento urbano de água; IN052\_AE - Índice de consumo de água, e IN055\_AE - Índice de atendimento total de água. Neste sentido o comportamento do sistema de abastecimento de água é caracterizado através dos seguintes aspectos:

- ❖ Com relação ao Índice de consumo médio per capita de água - IN022 verifica-se que os municípios com maior índice são aqueles com IN022 acima de 376 l/hab./dia. Lembrando que, o consumo médio per capita de água é definido, no SNIS, como o volume de água consumido (AG010), excluído o volume de água exportado (AG019), dividido pela média aritmética, dos dois últimos anos de coleta, da população atendida com abastecimento de água (AG001), ou seja, é a média diária, por indivíduo, dos volumes utilizados para satisfazer os consumos domésticos, comercial, público e industrial. É uma informação importante para as projeções de demanda, para o dimensionamento de sistemas de água e de esgotos e para o controle operacional.

- Importante destacar, segundo a ONU, que para uma pessoa viver com dignidade necessita em média de 110 l/dia. Atualmente, no Brasil, de acordo com o SNS (MDR,2020), a média nacional chega a 152 l/hab./dia, e na região nordeste 120 l/hab./dia; no Maranhão a média é de 141,2 l/hab./dia, considerando dados de 2020.

- Verifica-se, que o *consumo médio per capita de água* na maioria dos municípios da bacia do rio Itapecuru, encontram-se em uma boa situação, alcançando a média estadual e ultrapassando o estabelecido pela ONU. Todavia, chama-se atenção para os municípios, principalmente no alto curso da bacia, que estão abaixo da média estadual, e em alguns casos abaixo do que a ONU preconiza.

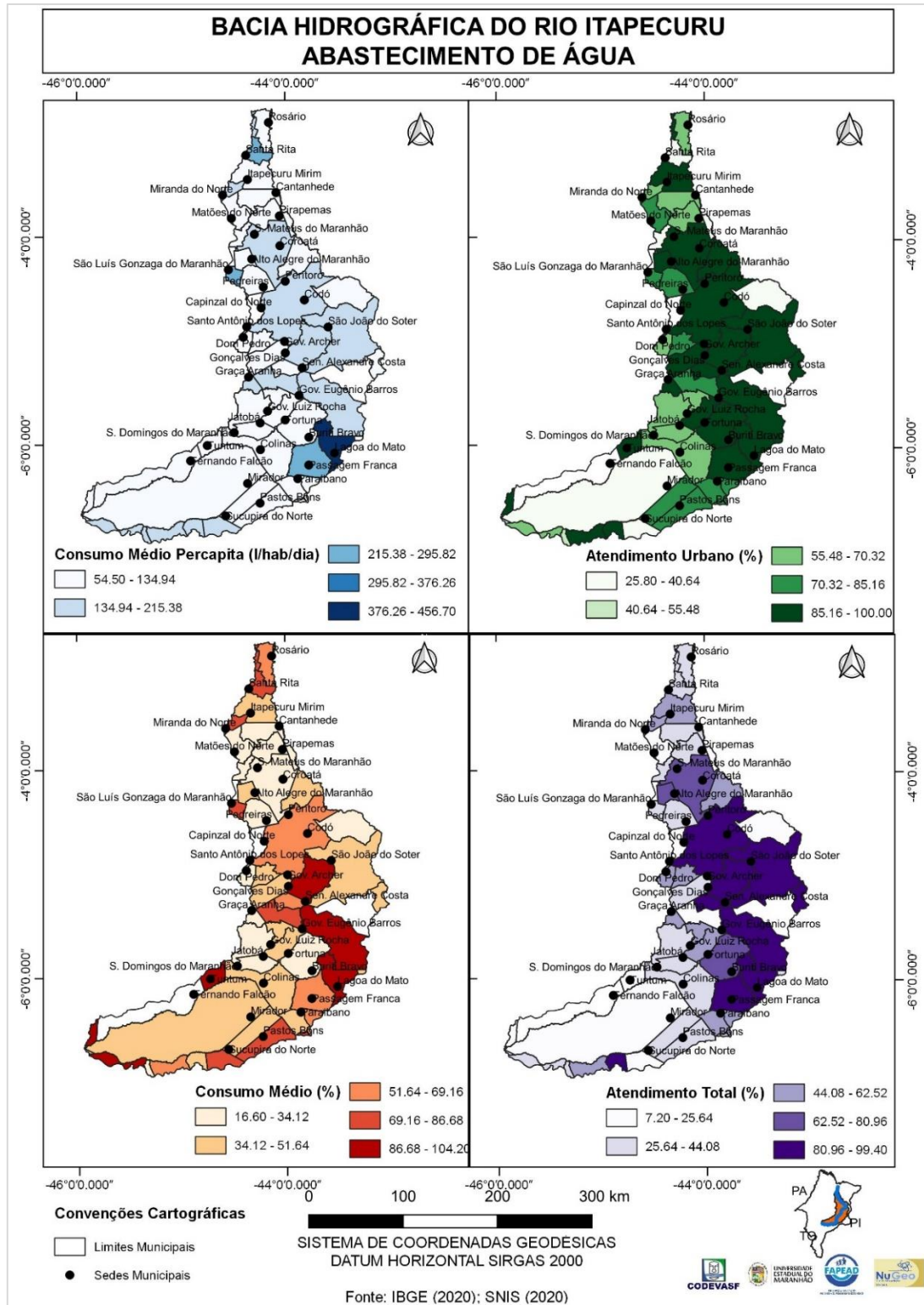
- ❖ O Índice de atendimento urbano de água – IN023 é um indicador calculado por meio da divisão da população urbana atendida com abastecimento de água pela população urbana do município. Segundo a Secretaria Nacional de Saneamento – SNS (MDR, 2019b), a média do país, no ano de 2018, foi de 92,8% e da região nordeste foi de

88,7%. Segundo dados do SNIS (2020), o valor do IN023 para o estado do Maranhão foi de 76,3%.

- Ao observarmos o comportamento do Índice de atendimento Urbano de Água na bacia, verifica-se, que predominantemente o IN023 encontra-se entre 85% e 100%. Notadamente, no alto curso da bacia, alguns municípios, encontram-se com valores abaixo de 40,64%, inferior à média do estado de 76,3% e da região nordeste de 88,7%.
- Quando se analisa a universalização do atendimento por água, entende-se que o gargalo, ainda se encontra nas áreas rurais. Neste sentido, é importante ressaltar que o SNIS não leva em consideração o número de pessoas atendidas por soluções alternativas, desta forma, compreende-se, que o acesso a água nas regiões rurais ainda se faz por esforço individual da população.

- ❖ O Índice de Atendimento Total de Água - IN055, monitora o percentual da população total do município que consome este recurso e, segundo a Secretaria Nacional de Saneamento – SNS (MDR, 2019a), a média do país, no ano de 2018, foi de 83,6%, com crescimento de 0,1 ponto percentual em relação ao índice calculado em 2017. Na região nordeste houve um crescimento de 0,9 ponto percentual em relação a 2017, que foi de 73,3% para 74,2% em 2018. No ano de 2020, segundo SNIS, o IN055 para o estado do Maranhão 56,5%.
  - Verifica-se, que para a bacia do Itapecuru, os municípios localizados no médio curso estão em melhores condições, com o IN055 variando de 80% a 99%.
  - O alto curso da bacia, apresenta alguns municípios em condições não tão favoráveis com valor do índice IN055 menor que 25%.
- ❖ O Índice de Consumo de Água por Economia - IN052, retrata o volume consumido a partir do volume produzido pela operadora.
  - O maior consumo na bacia do Itapecuru, concentra-se entre 86% e 104%.
  - Baixos consumos, entre os percentuais de 16% a 34%, provavelmente, indica uma busca por abastecimento individualizado, por meios alternativos outros, que não ligado à rede de abastecimento público.
  - Maiores consumos, ocorrem em municípios no médio curso da bacia.

**Figura 149:** Sistema de Abastecimento Público de Água da Bacia do rio Itapecuru.



O **Sistema de Esgotamento Sanitário** da bacia do rio Itapecuru foi caracterizado através dos dados apresentados no Atlas de Esgoto da ANA para os anos 2013 e 2035. Retrata-se as informações do esgotamento sanitário por município: sem coleta e sem tratamento; com coleta e sem tratamento; com coleta e com tratamento e; soluções individuais. Além desses, considerou-se também, a parcela de carga gerada e lançada de esgoto.

❖ Carga Orgânica Gerada

- Para efeito de comparação, a **Figura 150** apresenta dados do SNIS do ano de 2020. Neste observa-se, a distribuição da carga orgânica gerada no Brasil e por região geográfica. O Brasil, em 2020 gerou uma carga orgânica total de 9.098 t DBO/dia e a região Nordeste um total de 2.204 t DBO/dia.

**Figura 150:** Distribuição da Carga Orgânica Gerada no Brasil e por Região Geográfica.

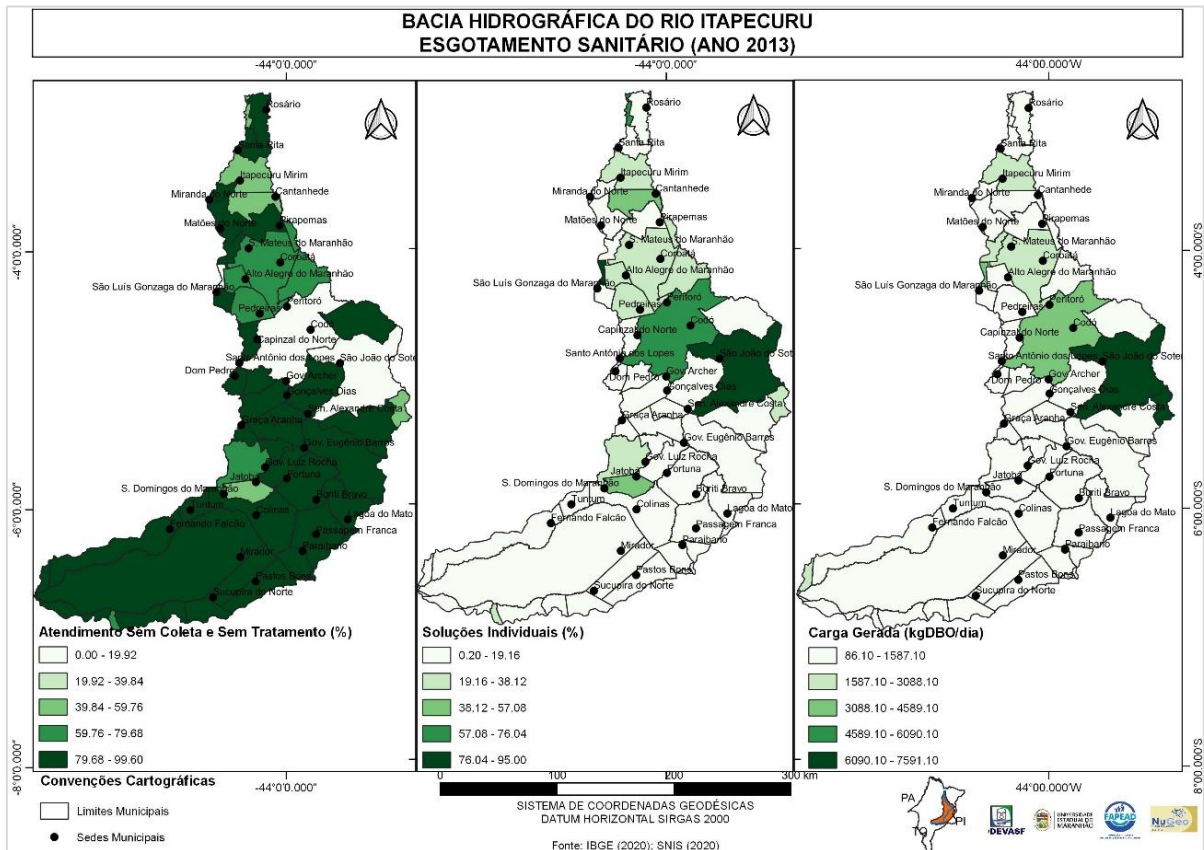
REGIÃO GEOGRÁFICA	CARGA TOTAL GERADA (t DBO/dia)	DISTRIBUIÇÃO DA CARGA GERADA (t DBO/dia)				CARGA REMANESCENTE* (t DBO/dia)
		COLETADA E TRATADA	SOLUÇÃO INDIVIDUAL	COLETADA NÃO TRATADA	NÃO COLETADA E NÃO TRATADA	
NORTE	684	79	149	27	429	541
NORDESTE	2.204	711	338	245	910	1.602
SUDESTE	4.174	2.261	189	1.195	528	2.290
SUL	1.319	532	322	176	289	707
CENTRO-OESTE	717	352	101	12	253	376
<b>BRASIL</b>	<b>9.098</b>	<b>3.935</b>	<b>1.099</b>	<b>1.655</b>	<b>2.409</b>	<b>5.516</b>

\*A carga remanescente considerou o abatimento das parcelas removidas no tratamento e nas soluções individuais.

- Ainda segundo dados do SNIS (2020), apenas, 13,6% do esgoto gerado no estado do Maranhão foi tratado.
- Ao verificarmos a **Figura 151**, para o ano de 2013, o alto curso do Itapecuru, quase que totalmente, sem coleta e sem tratamento de seu esgoto, com um percentual acima de 79% dos domicílios. Em melhor condição, alguns municípios no baixo e médio curso, com percentual até 39% dos domicílios sem coleta e sem tratamento. O mais preocupante, é que no alto curso, as soluções individuais ainda foram baixas, ou seja, alto percentual sem coleta e sem tratamento, e baixo percentual de soluções individuais, apesar, que entre os cursos da bacia, este ser o de menor carga gerada de esgoto, mas ainda alta, de até 1587 kg DBO/DIA. Ainda assim, a situação é preocupante, considerando que no alto curso, são áreas de nascentes do rio Itapecuru e Alpercatas, um dos seus principais afluentes pela margem esquerda.

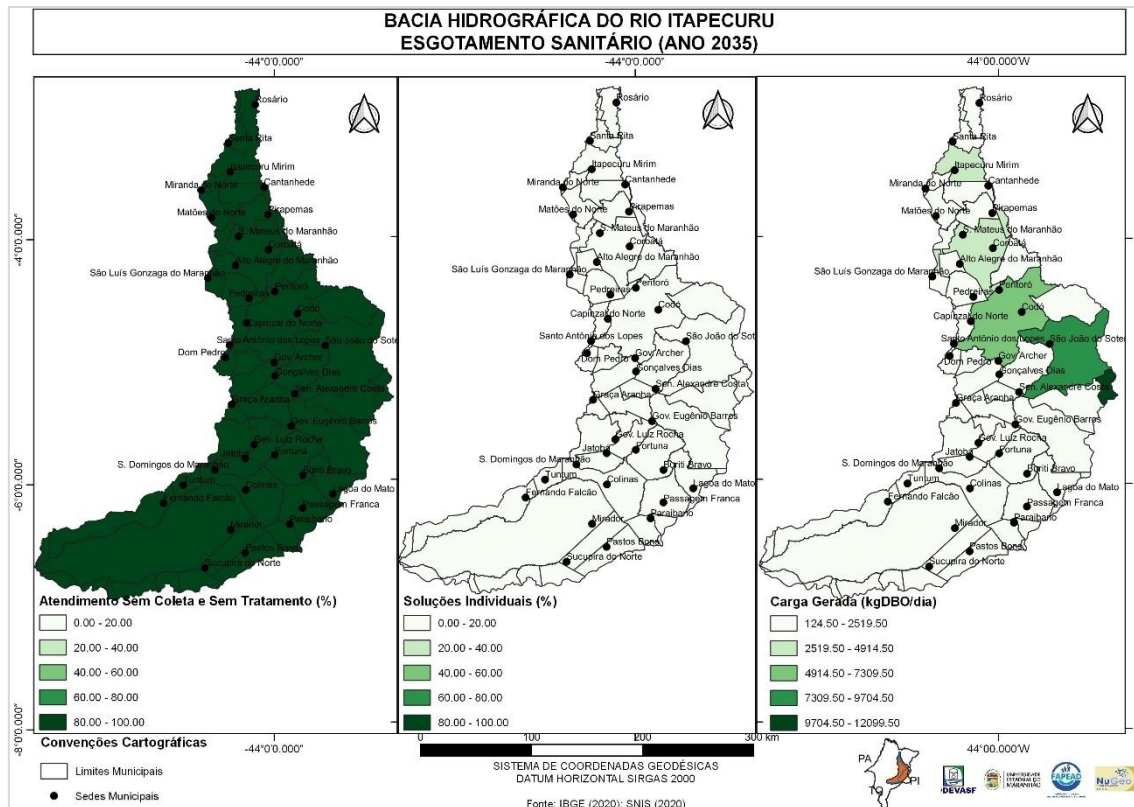
- A **Figura 152** apresenta o cenário do sistema de esgotamento sanitário para a bacia para o ano de 2035, com praticamente 90% dos domicílios sendo atendidos com Estações de Tratamento de Esgotos – ETE's.

**Figura 151:** Sistema de Esgotamento Sanitário da Bacia do rio Itapecuru (Ano 2013).



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

**Figura 152:** Sistema de Esgotamento Sanitário da Bacia do rio Itapecuru (Ano 2013).

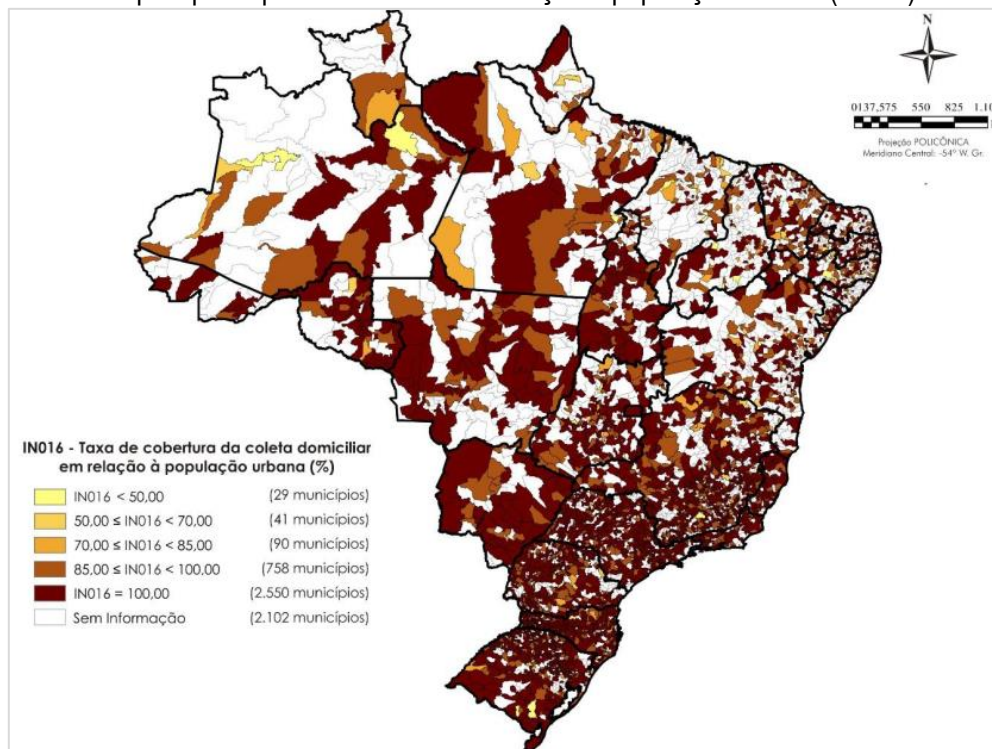


Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

O **Sistema de Gestão de Resíduos Sólidos** é caracterizado igualmente através de indicadores. Os indicadores utilizados na caracterização são: IN016 – Taxa de cobertura do serviço regular de coleta de RDO em relação à população urbana; IN015 – Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população total do município; e IN014 – Taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta (porta a porta) da população urbana do município.

Na caracterização do sistema de gestão dos resíduos sólidos, poucos foram os municípios com informações, e os que possuem retratam que os desafios são grandes na gestão dos resíduos locais. Além disso, o mapa da **Figura 153**, com informações do SNIS de 2019, retrata que os municípios maranhenses tiveram pouca adesão na composição dos índices de gestão de resíduos do SNIS, como exemplo, do índice IN016.

**Figura 153:** Representação espacial da taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO dos municípios participantes do SNIS em relação à população urbana (IN016) - Brasil



Fonte: SND/MDR (2019).

❖ Cobertura dos Serviços do Alto Curso da Bacia do Itapecuru

**IN014:** verifica-se a partir do gráfico da **Figura 56**, que o município de Pastos Bons, Jatobá e São Raimunda das Mangabeiras, encontram-se em melhor condição, com valores acima de 90%, considerando que o valor médio da região nordeste é de 92,3%.

**IN015:** o município de Pastos Bons, destaca-se, em melhor situação, com 81,26%, seguido dos municípios de Sambaíba (79,91%), São João dos Patos (78,58%), Paraibano (77,42%). Os demais encontram-se abaixo de 60%. Em último nesta relação tem-se Formosa da Serra Negra com 31,39%.

**IN016:** entre os municípios, Pastos Bons e São João dos Patos, encontram-se com 100% de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação a população urbana. Esta situação praticamente manteve-se entre os anos de 2016 a 2018, como mostra o gráfico da **Figura 154**.

**IN021:** o município de Sucupira do Norte no ano de 2017 apresentou um valor de 3,89 kg/hab./dia, o maior entre os municípios. Considera-se este valor elevado em consideração a média da região nordeste que é de 1,30 kg/hab./dia. O município de Passagem Franca apresenta-se com menor quantitativo de massa coletada, sendo 0,44 kg/hab./dia no ano de 2016.

**IN028:** observa-se que o município de Jatobá manteve os valores entre os anos de 2016 a 2018 e os municípios de Formosa da Serra Negra, Passagem Franca e Sucupira do Norte, apresentam apenas um ano de referência. Entre estes, Sucupira do Norte apresenta maior valor de massa RDO + RPU de 2,97 kg/hab./dia.

De forma geral, verifica-se que 54,94% dos municípios possuem catadores de materiais recicláveis, bem como, em 52,94% dos municípios há agentes autônomos que prestam serviço de coleta de RCC utilizando-se de caminhões tipo basculantes ou carroceria no município. E algo que chama atenção e que é muito comum nos municípios maranhenses são o envio dos resíduos para outros municípios, ou seja, praticamente em 53% dos municípios, os resíduos sólidos domiciliares e públicos coletados são enviados para outro município.

**Figura 154:** Painel do Sistema de Gestão dos Resíduos Sólidos no Alto Curso da Bacia do Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

❖ Cobertura dos Serviços do Médio Curso da Bacia do Itapecuru

**IN014:** Verifica-se a partir do gráfico da **Figura 155**, que os municípios de Buriti Bravo, Caxias, Governador Eugênio Barros, Governador Luiz Rocha, Graça Aranha, Lagoa do Mato e São João do Soter encontram-se em melhor condição, com valores acima de 90%, considerando que o valor médio da região nordeste é de 92,3%.

**IN015:** A partir dos dados verifica-se que, os municípios de Buriti Bravo, Caxias e São João do Soter encontra-se em melhor situação, com valores de IN015 > 70, seguido do município de Governador Eugênio Barros (67,81%). Os demais encontram-se abaixo de 60%. Em último nesta relação tem-se os municípios de Lagoa do Mato e Matões com 40%.

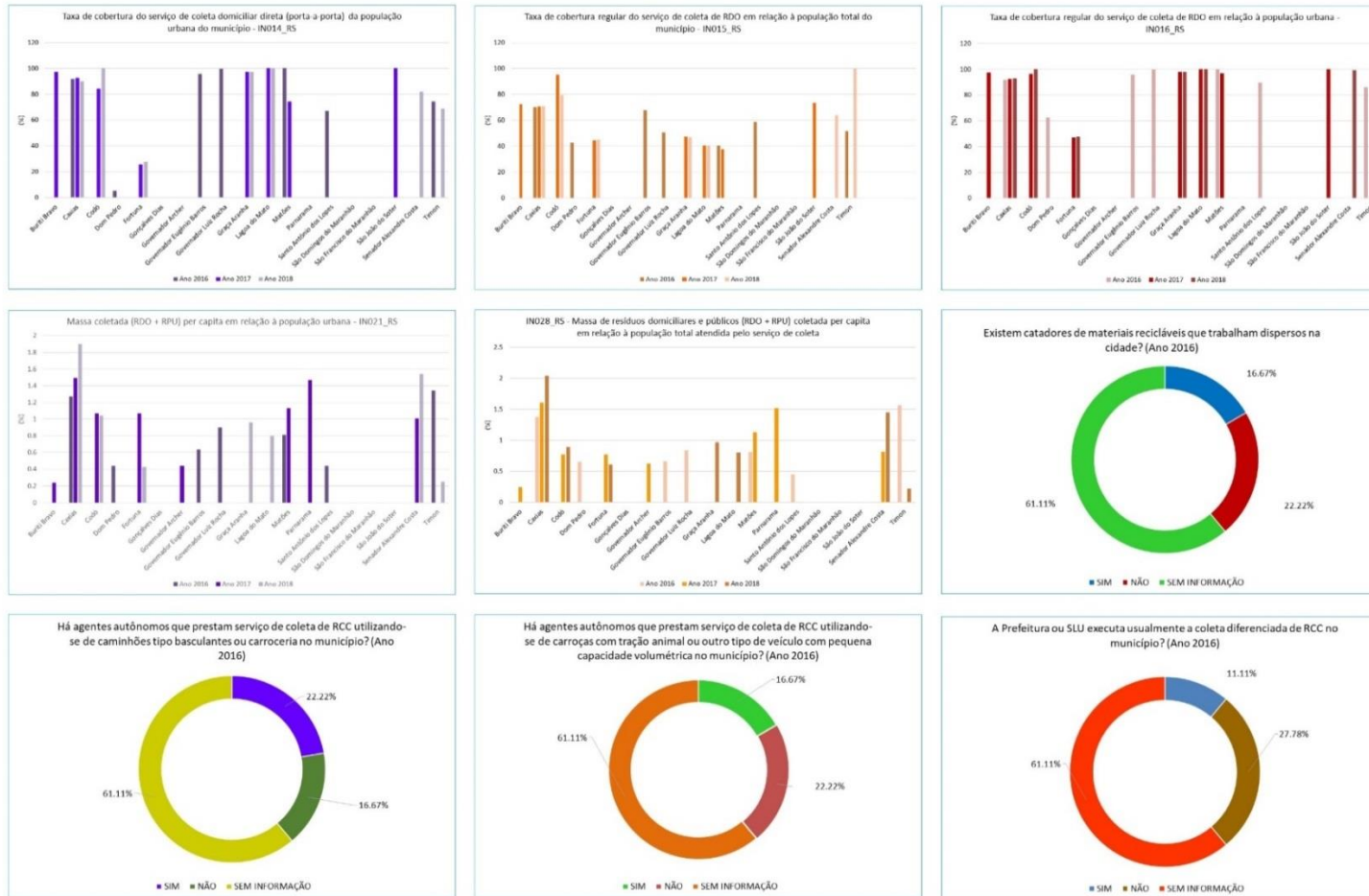
**IN016:** Verifica-se, que entre os municípios, Lagoa do Mato (Anos 2017 e 2018) e São João do Soter (Ano 2017), encontram-se com 100% de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação a população urbana. Esta situação praticamente manteve-se entre os anos de 2016 e 2018, como mostra o gráfico da **Figura 155**. Observa-se, de maneira geral, uma situação regular de cobertura nestes municípios, acima de 80%, mas, ainda inferior à média do nordeste que é superior a 97%. Os municípios de Dom Pedro e Fortuna encontram-se com percentual de 62,5% e 47,19%, respectivamente, sendo os municípios com menor percentual.

**IN021:** os municípios de Caxias, Parnarama e Senador Alexandre Costas destacam-se com valores acima de 1 kg/hab./dia. Considera-se este valor elevado, em comparação a região nordeste que é de 1,30 kg/hab./dia. O município de Buriti Bravo apresenta-se com menor quantitativo de massa coletada, sendo 0,24 kg/hab./dia no ano de 2017.

**IN028:** observa-se que o município de Caxias evolui entre os anos de 2016 e 2018, obtendo uma média de 1,67 kg/hab./dia, e a maioria dos municípios apresenta apenas um ano de referência.

De forma geral, verifica-se que 16,67% dos municípios possuem catadores de materiais recicláveis, bem como, 22,2% dos municípios há agentes autônomos que prestam serviço de coleta de RCC utilizando-se de caminhões tipo basculantes ou carroceria no município. E algo que chama atenção e que é muito comum nos municípios maranhenses são o envio dos resíduos para outros municípios, ou seja, praticamente em 53% dos municípios, os resíduos sólidos domiciliares e públicos coletados são enviados para outro município.

**Figura 155:** Painel do Sistema de Gestão dos Resíduos Sólidos no Médio Curso da Bacia do Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

❖ Cobertura dos Serviços do Baixo Curso da Bacia do Itapecuru

**IN014:** verifica-se no gráfico da **Figura 156**, que o município de Vargem Grande, Lima Campos Cantanhede e São Mateus do Maranhão, encontram-se em melhor condição, com valores acima de 90%, considerando que o valor médio da região nordeste é de 92,3%.

**IN015:** verifica-se que, o município de Codó encontra-se em melhor situação, com 95,19%, seguido dos municípios de Alto Alegre do Maranhão (91,54%), e São Mateus do Maranhão (73,19%). Em último nesta relação tem-se Vargem Grande com 54,01% no ano de 2017.

**IN016:** verifica-se, que entre os municípios, Itapecuru Mirim, Miranda do Norte e São Mateus, no ano de 2016 estavam com 100% de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação a população urbana. No ano de 2017, o município de Vargem Grande destaca-se com 100% e cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação a população urbana, como mostra o gráfico da **Figura 58**. Observa-se, de maneira geral, uma situação regular de cobertura nestes municípios, acima de 80%, mas, ainda inferior à média do nordeste que é superior a 97%, com exceção do município de Lima Campos com 97,56%.

**IN021:** observa-se que os municípios de Alto Alegre e São Mateus do Maranhão descaíram em relação a massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana – IN021\_RS entre os anos de 2016 e 2017.

**IN028:** observa-se que o município de Cantanhede, praticamente, manteve os valores entre os anos de 2016 e 2017, enquanto, o município de São Mateus do Maranhão decaiu de 1 kg/hab./dia para 0.27 kg/hab./dia. Entre os municípios, Lima Campos apresenta maior valor de massa RDO + RPU de 3,18 kg/hab./dia.

De forma geral, verifica-se que 28,7% dos municípios possuem catadores de materiais recicláveis, bem como em 14,29% há agentes autônomos que prestam serviço de coleta de RCC utilizando-se de caminhões tipo basculantes ou carroceria no município. Apenas 14% prestam serviço de coleta de RCC utilizando-se de carroças com tração animal ou outro tipo de veículo com pequena capacidade volumétrica nos municípios no baixo curso da bacia do Itapecuru.

**Figura 156:** Painel do Sistema de Gestão dos Resíduos Sólidos no Baixo Curso da Bacia do Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

## Índice de Desempenho do Serviço de Esgotamento Sanitário - IDESES

Com base na metodologia de Lopes *et al.* (2015), conforme **Tabela 45**, o valor obtido para o Índice de Desempenho do Serviço de Esgotamento Sanitário (IDSES) para os municípios do alto curso da bacia, em média foi de 12,61. Esse valor segundo metodologia proposta classifica o desempenho do serviço de esgotamento sanitário considerando os municípios em estudo foi de PÉSSIMA qualidade.

187

**Tabela 45:** Classificação do IDSES.

Valores atribuídos ao IDSES	Classificação
75 - 100	Ótimo
56 - 75	Bom
41 - 55	Regular
26 - 40	Ruim
0 - 25	Péssimo

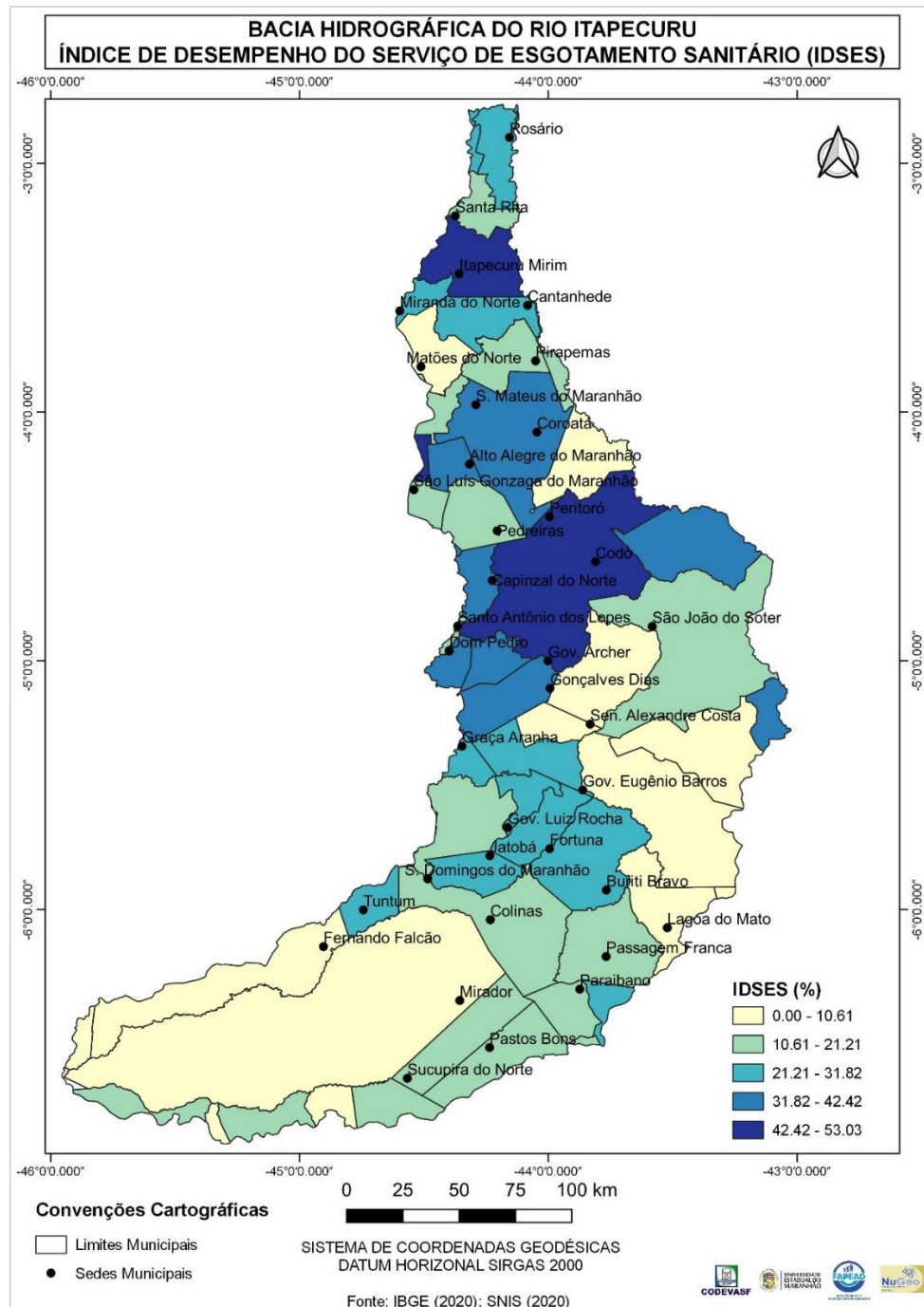
Fonte: Lopes et al. (2015).

O valor do IDESES para os municípios do médio curso da bacia, em média foi de 20,23. Esse valor segundo metodologia proposta classifica o desempenho do serviço de esgotamento sanitário é de PÉSSIMA qualidade. Todavia, avaliando individualmente os municípios, verifica-se que os municípios de : Buriti Bravo, Dom Pedro, Governador Archer, Governador Eugênio Barros, Governador Luiz Rocha e Timon, encontram-se em melhor situação, com valores de IDSES acima de 25 conforme classificação proposto por Lopes et al. (2015).

O valor do IDESES para os municípios do baixo curso da bacia, em média foi de 29,17. Esse valor segundo metodologia proposta classifica o desempenho do serviço de esgotamento sanitário é de qualidade RUIM. Todavia, avaliando individualmente os municípios, verifica-se que os municípios de: Bacabal, Codó, Itapecuru Mirim encontram-se em melhor situação, com valores de IDSES acima de 41, classificando o IDESE como, REGULAR, conforme classificação proposto por Lopes et al. (2015).

O gráfico da **Figura 157** apresenta de forma espacializada o IDESE para a bacia.

**Figura 157:** Índice de Desempenho do Serviço de Esgotamento Sanitário (IDese) da Bacia Hidrográfica do rio Itapecuru (Ano 2013).



Fonte: Registros da Pesquisa (2024).

## Índice de Salubridade Ambiental - ISA

O ISA é um indicador que expressa o comportamento do saneamento básico abordando abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, controle de vetores e socioeconômica. Diante disto, foram observadas as particularidades que compreendem os municípios da bacia do rio Itapecuru estudados neste relatório. A construção do ISA baseou-se na metodologia propostas por Valvassori e Alexandre (2012) e Lins e Moraes (2017), em que a condição de salubridade a partir dos valores do ISA é estabelecida conforme **Tabela 46**.

**Tabela 46:** Condições de salubridade de acordo com o valor do ISA (%).

Condições de Salubridade	Pontuação ISA
Insalubre	0 – 25,50
Baixa Salubridade	25,51 – 50,50
Média Salubridade	50,51 – 75,50
Salubridade	75,51 – 100,00

Fonte: Silva (2006).

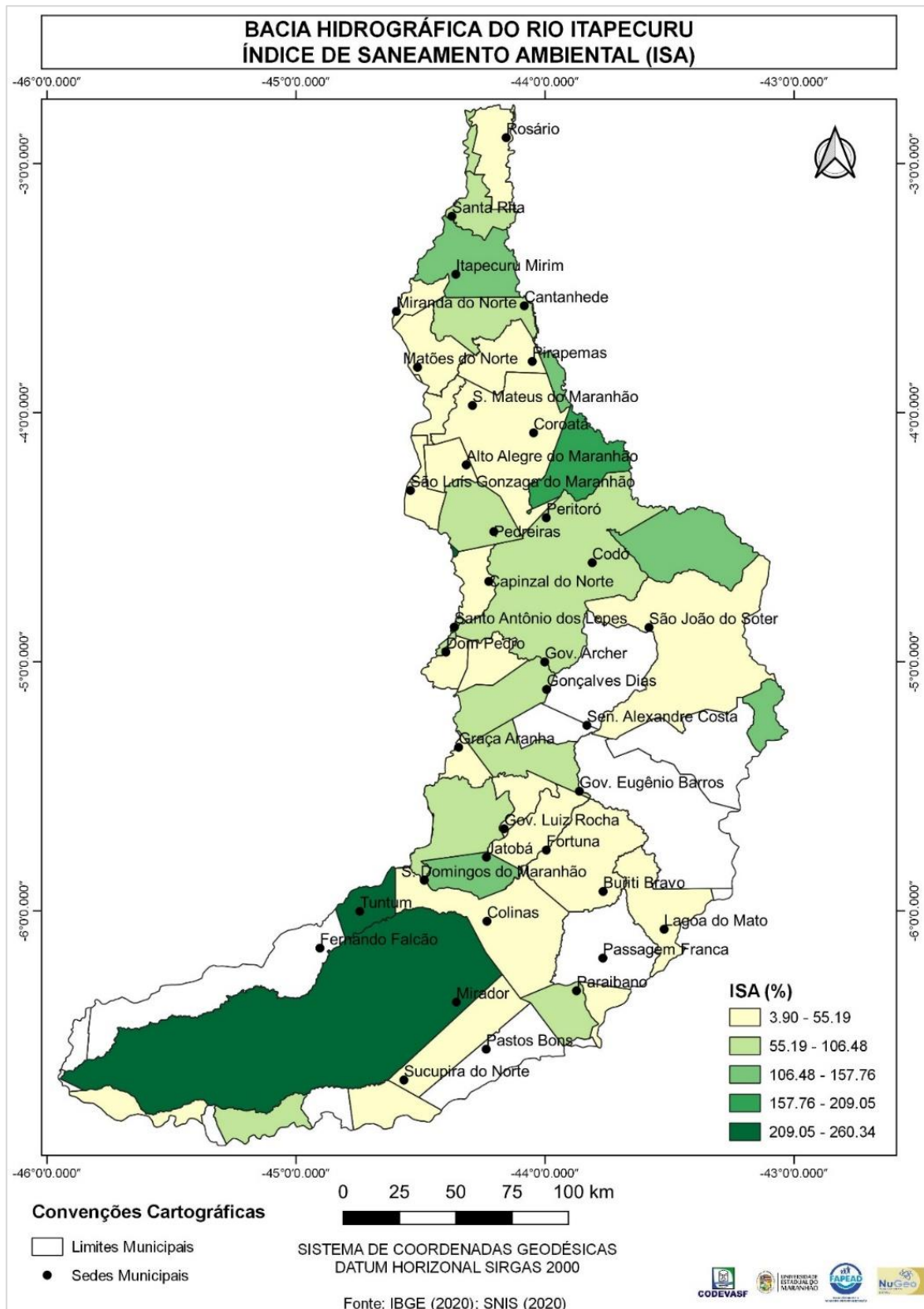
Os resultados do ISA para o alto curso da bacia mostram que apenas os municípios de Jatobá, Mirador, Pastos Bons, Sambaíba, São Domingos do Azeitão, São João dos Patos, Sucupira do Norte e Tuntum apresentaram-se com MÉDIA SALUBRIDADE a SALUBRE. Entre estes, o município de São Domingos do Azeitão, destaca-se com um percentual de 154,98%. Chama atenção, municípios como Fernando Falcão, Formosa da Serra Negra, Passagem Franca e São Felix de Balsas, que se encontram abaixo de 25%, que segundo a classificação ISA enquadram-se como INSALUBRE.

Para o médio curso da bacia os municípios do de Capinzal do Norte, Codó, Governador Eugênio Barros, Senador Alexandre Costa e Timon estão numa condição de insalubridade ambiental, com valores do ISA inferior a 25%. Entre os municípios, Dom Pedro, destaca-se com um percentual de 152,47%.

Para o baixo curso da bacia, os municípios de Alto Alegre do Maranhão, Bacabal, Coroatá, Miranda do Norte, Pirapemas, Santa Rita, São Mateus do Maranhão e Timbiras estão numa condição de baixa salubridade ambiental, com valores do ISA entre 25,51% e 50,50%. Entre os municípios, Capinzal do Norte, destaca-se com um percentual de 6,80% classificando-se como insalubre.

O mapa da **Figura 54** apresenta de forma espacializada o ISA para a bacia.

**Figura 158:** Índice de Saneamento Ambiental (ISA) da Bacia Hidrográfica do rio Itapecuru (Ano 2013).



## 6. CONCLUSÃO

O Governo do Estado promulgou a Lei Complementar nº. 239, em 30 de dezembro de 2021, que criou as microrregiões de saneamento básico em unidades territoriais do Estatuto da Metrópole, considerando a Lei.13.090/15, além da autarquia microrregional, intergovernamental de regime especial, com caráter deliberativo e normativo, e personalidade jurídica de direito público, na qual os entes compartilham responsabilidades e ações em termos de organização, planejamento e execução das funções públicas de interesse comum por meio de um sistema integrado e articulado de planejamento, projetos, estruturação financeira, implementação, operação e coordenação. A referida lei complementar instituiu no Estado as Microrregiões de Saneamento Básico do Norte Maranhense, do Sul Maranhense, do Centro-Leste Maranhense e do Noroeste Maranhense, bem como sobre suas respectivas estruturas de governança.

Segundo a FUNASA (2007) o saneamento ambiental caracteriza-se pela união de todas as medidas socioeconômicas tomadas na intenção de atingir a salubridade ambiental, que consistem no abastecimento de água potável, coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, promoção da disciplina sanitária de uso do solo, drenagem urbana, controle das doenças transmissíveis e demais serviços e obras especializadas, que possuem a finalidade de proteger e melhorar a vida urbana e rural.

Diante, disso, e através do presente estudo, de caracterização do saneamento ambiental da bacia do rio Itapecuru, entende-se que grandes são os desafios, considerando que:

- Poucos foram os municípios com participação no SNIS nos anos do estudo, de 2016, 2017 e 2018, sendo estes, os mais completos com informações, utilizados na caracterização do saneamento básico dos municípios da bacia.
- Dados mais recentes do SNIS (2020), registram que dos 183 municípios maranhenses, 142 participaram com informações sobre esgoto, 143 com informações sobre resíduos, e 87 com informações sobre as águas pluviais.
- A falta de comprometimento persiste, por parte de alguns gestores, no fornecimento de informações a compor a plataforma do SNIS, que se configura como uma ferramenta importante, para retratar o panorama de saneamento básico dos

municípios brasileiros, oportunizando ações por parte dos governantes na melhoria do saneamento municipal.

- O saneamento ambiental dos municípios presentes na bacia necessita de ações imediatas e mais efetivas. O Índice de Desempenho do Serviço de Esgotamento Sanitário – IDESES e o Índice de Salubridade Ambiental – ISA, demonstram o baixo desempenho do saneamento ambiental na bacia.

Neste contexto, conclui-se, que os municípios presentes na bacia do Itapecuru, além de se adequarem à legislação vigente, necessitam através de seus governantes internalizar e compartilhar responsabilidades e ações, compreendendo que o saneamento ambiental redundará em qualidade de vida para a população.

## 7. REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas (Brasil). **Atlas Brasil**: abastecimento urbano de água: panorama nacional. Brasília: ANA: Engecorps/Cobrape, 2010. 2 v. il.

Agência Nacional de Águas (ANA) - INDICADORES DE QUALIDADE - ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (**IQA**). Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-idade-aguas.aspx>>. Acesso em 3 de julho de 2018.

Agência Nacional de Águas (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: regiões hidrográficas brasileiras – Edição Especial. -- Brasília: ANA, 2015.

BARROS, Rodrigo. **História do Saneamento Básico e Tratamento de Água e Esgoto**. 09/01/2020 as 07horas, Em - <https://www.eosconsultores.com.br/historia-saneamento-basico-e-tratamento-de-agua-e-esgoto/#:~:text=No%20Brasil%2C%20o%20saneamento%20b%C3%A1sico,s%C3%B3lidos%20e%20de%20%C3%A1guas%20pluviais>

BRASIL. Lei nº. 14.020/2020. Institui o Programa Emergencial de Manutenção do Emprego e da Renda; dispõe sobre medidas complementares para enfrentamento do estado de calamidade pública reconhecido pelo Decreto Legislativo nº 6, de 20 de março de 2020, e da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do Coronavírus, de que trata a Lei nº 13.979, de 6 de fevereiro de 2020; altera as Leis nºs 8.213, de 24 de julho de 1991, 10.101, de 19 de dezembro de 2000, 12.546, de 14 de dezembro de 2011, 10.865, de 30 de abril de 2004, e 8.177, de 1º de março de 1991; e dá outras providências. **Lex**: Diário Oficial da União Publicado em: 07/07/2020, Seção: 1, Página: 1.

BRASIL. **Lei nº. 13.529/2017**. Dispõe sobre a participação da União em fundo de apoio à estruturação e ao desenvolvimento de projetos de concessões e parcerias público-privadas; altera a Lei nº 11.079, de 30 de dezembro de 2004, que institui normas gerais para licitação e contratação de parceria público-privada na administração pública, a Lei nº 11.578, de 26 de novembro de 2007, que dispõe sobre a transferência obrigatória de recursos financeiros para a execução pelos Estados, Distrito Federal e Municípios de ações do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), e a Lei nº 12.712, de 30 de agosto de 2012, que autoriza o Poder Executivo a criar a Agência Brasileira Gestora de Fundos Garantidores e Garantias S.A. (ABGF). **Lex**: Diário Oficial da União Publicado em: 05/12/2017, Seção: 1, Página: 1.

BRASIL. **Lei nº. 12.305/2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Lex**: Diário Oficial da União Publicado em: 03/08/2010, Seção: 1, Página: 3.

BRASIL. **Lei nº. 11.445/2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978;

e dá outras providências. **Lex:** Diário Oficial da União Publicado em: 08/01/2007, Seção: 1, Página: 3.

BRASIL. **Lei nº. 11.107/2005.** Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências. **Lex:** Diário Oficial da União Publicado em: 07/04/2005, Seção: 1, Página: 1.

BRASIL. Lei nº. 10.768/2003. Dispõe sobre o Quadro de Pessoal da Agência Nacional de Águas - ANA, e dá outras providências. **Lex:** Diário Oficial da União Publicado em: 20/11/2003, Seção: 1, Página: 1.

BRASIL. Lei nº. 9.984/2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Água - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. **Lex:** Diário Oficial da União Publicado em: 18/07/2007, Seção: 1, Página: 1.

BRASIL. **Lei nº 9.433/1997.** Instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 09 jan. 1997.

BRASIL. **Decreto nº 9335**, de 05 de Abril de 2018. Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba, com área de atuação localizada nos Estados do Piauí, Maranhão e Ceará. Diário Oficial, Brasília, DF.

BRASIL. **Lei nº. 6938/81.** Institui as diretrizes da Política Nacional do Meio Ambiente serão formulados em normas e planos, destinados a orientar a ação dos Governo da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios. Diário Oficial do Governo do Federal, Poder Executivo, Brasília - DF.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (**SNIS**): Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2014. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2016. 212 p. : il.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria no 2.914**, de 12 de dezembro de 2011. Disponível em: <<http://bvsmis.saude.gov.br>>. Acesso em: 28 out. 2013.

**COMPANHIA DE TECNOLOGIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO.**1997.  
Indicadores de Qualidade das Águas.

Diagnóstico Temático Serviço de Água e Esgoto. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – **SNIS**. Brasília, dezembro de 2016.

Diagnóstico Temático Serviço de Água e Esgoto. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – **SNIS**. Brasília, dezembro de 2017.

Diagnóstico Temático Serviço de Água e Esgoto. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – **SNIS**. Brasília, dezembro de 2018.

Diagnóstico Temático Serviço de Água e Esgoto. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – **SNIS**. Brasília, dezembro de 2020.

Diagnóstico Temático Gestão de Resíduos Sólidos. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – **SNIS**. Brasília, dezembro de 2016.

Diagnóstico Temático Gestão de Resíduos Sólidos. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – **SNIS**. Brasília, dezembro de 2017.

Diagnóstico Temático Gestão de Resíduos Sólidos. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – **SNIS**. Brasília, dezembro de 2018.

**Determinação do índice de salubridade ambiental no município de guaira-PR, Brasil.** VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Campo Grande-MS, 2017

FERREIRA, A.; CUNHA, C. **Sustentabilidade ambiental da água consumida no Município do Rio de Janeiro**, Brasil. *Revista Panamericana Salud Pública*, v. 18, n. 2, p. 93-99, 2005.

**IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo 2010*. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 30 maio 2018.

**IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico*. Rio de Janeiro, 2010.

JUWANA, I.; MUTTIL, N.; PERERA, B. J. C. Indicator-based water sustainability: a review. *Sci. Total Environ.*, v. 438, p. 357-371, Nov. 2012.

LINS, A; MORAES, A. **Determinação do índice de salubridade ambiental no município de Guaira-PR, Brasil.** In: VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Campo Grande -MS, 2017.

LOPES, W; RODRIGUES, A; FEITOSA, P; COURA, M; OLIVEIRA, R; BARBOSA, D.  
**Determinação de um índice de desempenho do serviço de esgotamento sanitário. Estudo de caso: cidade de Campina Grande, Paraíba.** RBRH vol. 21 n°.1 Porto Alegre jan./mar. 2016 p. 01 – 10.

MARANHÃO. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos**. São Luís, 2007

MARANHÃO. **Decreto nº 27845, de 26 de junho de 2011**. Estabeleceu a política de recursos hídricos dividindo seu território em doze regiões hidrográficas Diário Oficial, Brasília, DF, 21 Nov. 2013.

MARANHÃO. **Lei n.º 9.956/13**. Criação do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Munim. Diário Oficial do Governo do Estado do Maranhão, Poder Executivo, São Luís.

MARANHÃO. **Lei n.º 9.957/13**. Criação do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Mearim. Diário Oficial do Governo do Estado do Maranhão, Poder Executivo, São Luís.

MARANHÃO – **Ações do Projeto Mais IDH** – Agência de Notícias. Disponível em: < <http://www.ma.gov.br/agenciadenoticias> >. Acesso em 3 de julho de 2018.

MENDONÇA, M. J. C.; SACHSIDA, A.; LOUREIRO, P. R. A. **Demanda por saneamento no Brasil**: uma aplicação do modelo logit multinomial. *Economia Aplicada*, v. 8, n. 1, p. 143-163, 2004.

Ministério da Saúde (BR). **Portaria nº 518, de 15 de Março de 2004**. Estabelece as responsabilidades por parte de quem produz a água, a quem cabe o exercício do controle de qualidade da água e das autoridades sanitárias, a quem cabe a missão de “vigilância da qualidade da água” para consumo humano.. Diário Oficial União. 26 Mar 2004;Seção 59.

MOLINARI, A. Panorama mundial. In: GALVÃO JUNIOR, A. C.; SILVA, A. C. **Regulação: indicadores para prestação de serviços de água e esgoto** (Eds.). 2. ed. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006. p. 54-74.

MORGANA, Levati Valvassori. NADJA, Zim Alexandre. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais** – Número 25 – Setembro de 2012.

OGATA, I. S. **Desenvolvimento do índice de pobreza hídrica para a bacia hidrográfica do Rio Paraíba**. 2014. 104 f. Dissertação (Mestrado Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2014.

PANORAMA da Participação Privada no Saneamento do Brasil 2018 é uma publicação da **ABCON** (Associação Brasileira das Concessionárias Privadas de Serviços Públicos de Água e Esgoto) e do **SINDCON** (Sindicato Nacional das Concessionárias Privadas de Serviços Públicos de Água e Esgoto), 2018.

PEREIRA, M.T.; GIMENES, M. L. **Desenvolvimento de indicador de qualidade de saneamento ambiental urbano e aplicação nas maiores cidades paranaenses**. Seminário Internacional “Experiências de Agendas 21: os desafios do nosso tempo”. Paraná, 2009.



SEROA DA MOTTA, R.; AVERBURG, A. **Evaluation of the World Bank assistance to the W&S sector in Brazil.** Washington: World Bank, 2002. Mimeo.

SNIS - Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. **Dados gerais do saneamento básico no Brasil.** [S. l.], 2010. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil-bakup>>. Acesso em: 21 maio 2018.

SNIS - Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. **Dados gerais do saneamento básico no Brasil.** [S. l.], 2020. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil-bakup>>. Acesso em: 21 maio 2020.

VALVASSORI, M; ALEXANDRE, N. **Aplicação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) para áreas urbanas.** Revista Brasileira de Ciências Ambientais – N° 25, 2012.

VON SPERLING, T. L. **Estudo da utilização de indicadores de desempenho para avaliação da qualidade dos serviços de esgotamento sanitário.** 2010. 140 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.