

# APLICAÇÃO DO INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL (ISA) NO MUNICÍPIO DE MACAPARANA - PE

**Andressa Alves de Moura**

andressamouraandressa@gmail.com

**Dra. Juliana Cardoso de Morais**

morais.juliana14@gmail.com

---

## RESUMO

O saneamento urbano tem a finalidade de garantir medidas de preservação do meio ambiente bem como, fornecer qualidade de vida e saúde à população. O saneamento básico é direito de todo cidadão, determinado através da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. É possível analisar a competência quanto às políticas públicas aplicadas aos municípios para as condições de salubridade através do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA), que visa analisar as distribuições quanto ao abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto sanitário, coleta de resíduos sólidos, disposição de dados referentes a vetores transmissores de doenças e disposição de drenagem urbana. Essa pesquisa está direcionada a aplicação do ISA no município de Macaparana localizado na Zona da Mata Norte de Pernambuco e tem como um dos objetivos verificar as condições de distribuição de saneamento para auxiliar os órgãos públicos competentes na melhoria da moradia e meio ambiente em que vivem hoje os macaparanenses. A coleta de dados para o cálculo do ISA foi realizada a partir de informações fornecidas pelas Secretarias de Meio Ambiente e Saúde do Município, bem como a Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE. A pontuação final do Indicador de Salubridade Ambiental foi encontrada a partir dos cálculos dos indicadores de segunda e terceira ordem, onde foi possível identificar a situação quanto a salubridade do município. Sendo assim, é possível identificar que áreas sem serviços adequados de saneamento básico apresentam resultados insalubres. Dessa forma Macaparana apresentou pontuação final para o ISA de 0,34, classificada como situação de baixa salubridade, mostrando através dos indicadores encontrados a necessidade de investimentos no saneamento ambiental da região.

Palavras-chave: Indicadores. Políticas Públicas. Saneamento Ambiental. Salubridade Ambiental.

## ABSTRACT

Urban sanitation has the goal of preserving the quality of the environment, such as the quality of life and health of the population. The basic sanitation is a right of every citizen, ensured by Law No. 11,445, of January 5, 2007. It is possible to analyze the competence regarding the public policies applied to the municipalities for health conditions through the Environmental Salubrity Indicator (ISA), which aims to analyze

the distributions regarding water supply, collection and treatment of sanitary sewage, solid waste collection, provision of data on diseases transmitted by vectors and urban drainage arrangement. This research is directed to the application of the ISA in Macaparana city located in the northern forest area of Pernambuco and has as one of the objectives to verify the conditions of sanitation distribution to assist the competent public agencies in the improvement of housing and environment where Macaparana's citizens live today. The data collection to calculate ISA was made with the information provided by the Secretary of Environment and Health of the municipality, by the Pernambuco Sanitation Company (COMPESA) and the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). The final score of the Environmental Health Indicator was calculated from the indicators of second and third order, then was possible to identify the salubrity condition of the city. Therefore, it's possible to identify that the places without the right services of basic sanitation have unhealthy results. In that way, Macaparana presented a final score to ISA of 0,34 being classified as a situation of low salubrity, showing throw the found indicators the necessity of investments in the region's environmental sanitation

Keywords: Indicators. Public Policies. Environmental Sanitation. Environmental Health.

---

## 1 INTRODUÇÃO

O saneamento está diretamente ligado a qualidade de vida dos moradores de uma região, bem como as condições de saúde e higiene. Todo brasileiro tem direito a saneamento básico conforme determinação da Lei Federal Nº 11.445 sancionada em 2007, que atribui a cada município a elaboração de Planos de Saneamento Básico.

Porém, o direito ao saneamento não se resume apenas a elaboração do Plano de Saneamento Básico, é necessário conhecer a realidade de cada município e a partir daí elaborar programas que viabilizem as condições de moradia mediante necessidade de cada setor censitário, conforme previsto em Lei Federal Nº 11.445, onde o município deve adotar sistema de indicador sanitário e ambiental.

O Indicador de Salubrity Ambiental – ISA foi desenvolvido pela CONESAN (Câmara Técnica de Planejamento do Conselho Estadual

de Saneamento do Estado de São Paulo) e teve a finalidade de avaliar a salubrity ambiental de uma região. O ISA é composto de indicadores e subindicadores onde seus cálculos aferem as condições de vida quanto ao saneamento de uma região.

Os subindicadores também chamados de indicadores de segunda ordem, fundamentais para o cálculo do Indicador de Salubrity Ambiental, são: lab – Indicador de abastecimento de água, les – Indicador de esgoto sanitário, lrs – Indicador de resíduos sólidos, ldu – Indicador de drenagem urbana e lcv – Indicador de controle de vetores.

Vários autores utilizaram a metodologia proposta pelo ISA/CONESAN e aplicaram em seus municípios com adaptações conforme necessidade local, como o caso de Levatti (2009) que aplicou o ISA em áreas urbanas no município de Criciúma-SC, Cunha (2012) aplicação do ISA no município de Itaguaçu-BA, Santos (2016) que adaptou o ISA para

análise do saneamento básico na cidade de Brejo Grande-SE, Viana (2013) analisou a relação dos indicadores de salubridade ambiental com a saúde e sustentabilidade pública no município de Itapemirim-ES, entre outros.

Sendo assim, além de mensurar e analisar a salubridade de uma região, o ISA apresenta subsídios para elaboração de planos que viabilizem a adequação do saneamento básico em que vivem os moradores.

Devido às condições de alguns setores apresentados na aplicação do ISA em Criciúma-SC, serem semelhantes às condições do município de Macaparana-PE, a linha de pesquisa para esta análise adotou a mesma metodologia aplicada no ISA/SC proposta por Levatti (2009) com o objetivo de verificar o estado de salubridade ambiental do município em estudo.

## 2 METODOLOGIA

Este trabalho trata-se de um estudo de caso aplicado no município de Macaparana localizado na Mesorregião Mata Pernambucana e na Microrregião Mata Setentrional Pernambucana, fazendo divisa ao Norte com o estado da Paraíba, ao Sul com São Vicente Férrer e Vicência (ambas em Pernambuco), ao leste com Timbaúba-PE e ao Oeste novamente com a Paraíba.

O município de Macaparana possui segundo dados do IBGE (2017), área de unidade territorial de 108.049 km<sup>2</sup> e população estimada em 25.214 habitantes, com latitude de 07° 33' 17" S e longitude 35° 27' 11" W, distando 137,20 km da capital Recife.

Figura 1 – Localização geográfica do município de Macaparana



Fonte: Google Earth, 2018.

Macaparana está localizada no Planalto da Borborema, é cercada por maciços e elevações de terrenos, chamados de outeiros ou lombas. Apresenta vegetação típica da Região Agreste como Florestas Subcaducifólica e Caducifólica, por isso o clima tropical chuvoso com verão seco. Está inserida na bacia hidrográfica do Rio Goiana, sendo também banhada pelo Rio Capibaribe Mirim.

Com a economia voltada para cana de açúcar, o município conta com alguns engenhos, fazendas, usinas, sítios e povoados. Entre esses povoados estão: Poço Comprido, Pirauá e Lagoa Grande, conta também com grande influência para pequenos comércios no centro urbano.

Quanto à saúde, Macaparana divide-se em atendimento público através do Sistema Único de Saúde – SUS e pequenas clínicas particulares para atendimentos populares. A cidade oferece um hospital público (Unidade Mista de Saúde Joaquim Francisco) e diversos postos de saúde, criados desde 1994 pelo Ministério da Saúde, mediante o Programa de Saúde da Família (PSF), distribuídos com a finalidade de descentralizar atendimentos não emergenciais do hospital.

O Índice de Desenvolvimento de Educação Básica do município registrado em 2013 pelo Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais - INEP apresenta a ordem de 3,2. Já o Índice de Desenvolvimento Humano é de 0,609 (IBGE, 2009).

## 2.1 Caracterização do município em relação aos aspectos físicos, sociais e econômicos

A prefeitura junto às secretarias municipais de Macaparana são os principais órgãos responsáveis pela garantia do saneamento básico da população. Juntas com a Companhia Pernambucana de Saneamento oferecem aos moradores acesso a água potável e coleta de esgoto e resíduos.

Para dados referentes à caracterização do município quanto aos aspectos físicos foram extraídas informações a partir da prefeitura do município, já os dados sociais e econômicos foram obtidos através do IBGE 2017.

Com base na realidade em que se encontra o município foi analisado o Indicador de Salubridade Ambiental de Macaparana-PE.

## 2.2 Metodologia de cálculo para os Indicadores de Salubridade Ambiental (ISA)

O Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) foi calculado a partir de subindicadores, também chamado de indicadores de segunda e terceira ordem. Para Macaparana foi adotado a mesma metodologia proposta por Levatti (2009) aplicada ao município de Criciúma/SC, onde foi calculado o ISA através da equação (1):

$$ISA = 0,25 \text{ lab} + 0,25 \text{ les} + 0,20 \text{ lrs} + 0,20 \text{ ldu} + 0,10 \text{ lcv} \quad (1)$$

Foram considerados pesos de 25% para o Indicador de abastecimento de água (lab), 25% para Indicador de esgotos sanitários (les), 20% para o Indicador de resíduos sólidos(lrs), 20% para o Indicador de drenagem urbana (ldu) e 10% para o Indicador de controle de vetores (lcv), conforme Levatti (2009).

## 2.3 Cálculo do Indicador de abastecimento de água (lab)

O Indicador de abastecimento de água (lab)avaliou a qualidade da água fornecida para a população, a partir de mais três subindicadores, conhecidos como de 3ª ordem que foram: Ica – Indicador de cobertura de abastecimento, Iqa – Indicador de qualidade de água distribuída e Isa – Indicador de saturação do sistema produtor. O Indicador de abastecimento de água foi obtido através da equação (2).

$$lab = \frac{Ica + Iqa + Isa}{3} \quad (2)$$

O primeiro subindicador calculado foi o Indicador de cobertura de abastecimento (Ica) encontrado a partir da divisão entre os domicílios atendidos pela água da COMPESA e os domicílios totais registrados no município, conforme equação(3)abaixo:

$$Ica = \left( \frac{Dua}{Dut} \right) \times 100 \quad (3)$$

Onde:

- Dua = número de domicílios atendidos pelo abastecimento de água da concessionária;
- Dut = número de domicílios totais, registrados no município.

O Ica quantificou os domicílios atendidos pelo sistema de abastecimento de uma região. No

município de Macaparana, o sistema de abastecimento de água tem como mananciais o Rio Seridó e o Rio Siriji. A água bruta é captada e tratada sob a responsabilidade da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA). O número de casas atendidas para efeitos de cálculos foi extraído do Censo do IBGE de 2010.

O segundo subindicador calculado foi o Indicador de qualidade de água distribuída (Iqa), que monitora a qualidade da água a ser distribuída para população e foi obtido a partir da equação (4):

$$Iqa = \left( (k) \times \left( \frac{NAA}{NAR} \right) \right) \times 100 \quad (4)$$

Onde:

- k = n° de amostras realizadas pela concessionária dividido pelo n° mínimo de amostras exigidas pela Portaria de Consolidação nº05/2017 do Ministério da Saúde;
- NAA = quantidade de amostras consideradas como sendo de água potável relativa à colimetria, cloro e turbidez, valor atribuído mensalmente conforme realização de amostras.
- NAR = quantidade total de amostras realizadas mensalmente.

O terceiro subindicador foi o Indicador de saturação do sistema produtor (Isa), que foi calculado a partir de informações fornecidas pela concessionária do município e informações extraídas do Censo do IBGE dos anos de 2010a 2017. A pontuação do Isa foi obtida a partir da Tabela 1:

Tabela 1 – Pontuação para o Indicador de saturação do sistema produtor

| <b>Indicador de saturação do sistema produtor (Isa)</b> |                                |
|---|--------------------------------|
| <b>Valor de n</b>                                       | <b>Pontuação a ser adotada</b> |
| Para $n \geq 3$   | 100                            |
| Para $3 > n > 0$  | Necessidade de interpolação    |
| Para $n \leq 0$   | 0                              |

Fonte: Adaptado pela autora, 2018.

Onde n é o número em anos para a saturação do sistema produtor de água e foi calculado pela equação (5).

$$n = \frac{\log \frac{CP}{VP (K2/K1)}}{\log (1+t)} \quad (5)$$

Onde:

- CP = capacidade de produção (m³/ano); calculado a partir da equação (6):

$$CP = Q \times 3,6 \times 12 \times 365 \quad (6)$$

Q = vazão de entrada no sistema produtor, fornecida pela concessionária em (l/s).

3,6 = constante para transformar a vazão de (l/s) em (m³/h).

12 = produção de 12 horas por dia.

365 = quantidade de dias por ano.

- VP = volume de produção para atender 100% da população (m³/ano) calculado a partir da equação (7):

$$VP = \left( n^{\circ} \text{ habitantes} \times \frac{150}{1000} \right) \times 365 \quad (7)$$

O n° de habitantes foi extraído do IBGE 2017 e o valor 150 representa o per capita diário, ou seja, a quantidade diária em litros usada para cálculo de projeto de saneamento.

1000 é para transformação de litros em metros cúbicos e 365

representa a quantidade de dias por ano.

- $k_1$  e  $k_2$  =representam os coeficientes de perda do sistema de abastecimento de água. Os dados foram fornecidos pela concessionária do município.
- $t$  = taxa anual média de crescimento (próximos cinco anos), obtida pela equação (8).

$$t = \frac{\left(\frac{P_f}{P_i}\right)^{\frac{1}{5}} - 1}{5} \quad (8)$$

$P_f$  = população final, nesse caso foi adotado os dados fornecidos pelo IBGE 2017;

$P_i$  = população inicial, nesse caso o registro anterior do número de habitantes no município de Macaparana, extraído do último Censo do IBGE de 2010;

## 2.4 Indicador de Esgotamento Sanitário (Ies)

No município de Macaparana os serviços referentes à coleta de esgoto são de responsabilidade da prefeitura, diferente das capitais e regiões metropolitanas que são operados e monitorados pela concessionária do estado. Sendo assim, os dados informados para construção do indicador Ies foi obtido pela Secretaria de Meio Ambiente do município e Censo de 2010 do IBGE.

O Indicador de esgoto sanitário também foi obtido a partir de subindicadores de 3ª ordem. Os indicadores de terceira ordem aplicados foram: Indicador de cobertura em coleta de esgoto (Ice), responsável por quantificar os domicílios atendidos por redes de esgoto e o Indicador de esgoto tratado (Ite), responsável por quantificar e qualificar os domicílios atendidos por uma estação de tratamento de esgotos.

O Indicador de Esgoto Sanitário foi calculado através da média aritmética do Ice e Ite, conforme equação (9):

$$Ies = \frac{Ice + Ite}{2} \quad (9)$$

O primeiro subindicador do Ies, o indicador de cobertura em coleta de esgoto (Ice), foi calculado através da divisão entre os domicílios urbanos atendidos por coleta de esgoto sanitário (Due) e a quantidade de domicílios urbanos totais do município (Dut), conforme a equação (10). Os dados fornecidos para o cálculo desse indicador foram retirados do Censo do IBGE de 2010.

$$Ice = \left(\frac{Due}{Dut}\right) \times 100 \quad (10)$$

Onde:

- Due = domicílios urbanos atendidos por rede de coleta de esgoto
- Dut = domicílios urbanos totais

A pontuação final para o Ice foi expressa através Tabela 2:

Tabela 2 – Pontuação para o Indicador cobertura em coleta de esgoto

| <b>Indicador de cobertura em coleta de esgoto (Ice)</b> |                                |
|---|--------------------------------|
| <b>Valor do Ice</b>                                     | <b>Pontuação a ser adotada</b> |
| Para Ice > 90%  | 100                            |
| Para 75% < Ice < 89%                                    | Necessidade de interpolação    |
| Para Ice < 75%  | 0                              |

Fonte: Adaptado pela autora, 2018.

O segundo subindicador do Ies é o Indicador de esgotos tratados (Ite) obtido pela equação (11).

$$Ite = Ice \times \left(\frac{VC}{VT}\right) \times 100 \quad (11)$$

Onde:

- Ice = Indicador de cobertura em coleta de esgoto
- VC = Volume de esgoto tratado no município
- VT = Volume de esgoto coletado no município

O volume de esgoto coletado (VC) no município foi obtido a partir da equação (12):

$$VC = D_{ue} \times 4 \times 150 \quad (12)$$

Onde:

- A constante 150 representa o valor da vazão diária do esgoto doméstico, é constante para o cálculo do VC, e está em L/habxdia;
- A constante 4 representa a quantidade de habitante por domicílios.

O percentual do Volume de esgoto Tratado (VT) foi informado pela Secretaria de Meio Ambiente do município.

Após o cálculo do Ite, a pontuação final foi obtida mediante Tabela 3:

Tabela 3 – Pontuação para o Indicador de esgotos tratados

| <b>Indicador de esgotos tratados (Ite)</b> |                                |
|--|--------------------------------|
| <b>Valor do Ite</b>                        | <b>Pontuação a ser adotada</b> |
| Para Ite > 81%                             | 100                            |
| Para 45% ≤ Ite ≤ 80%                       | Necessidade de interpolação    |
| Para Ite < 45%                             | 0                              |

Fonte: Adaptado pela autora, 2018.

## 2.5 Indicador de Resíduos Sólidos (Irs)

O Indicador de Resíduos Sólidos (Irs) foi obtido através da média aritmética de subindicadores de 3ª ordem, sendo esses indicadores: Icr – Indicador de coleta de resíduos sólidos

e o Isr – Indicador de saturação do tratamento e disposição final dos resíduos sólidos, dado pela equação (13).

$$Irs = \left( \frac{Icr + Isr}{2} \right) \quad (13)$$

Onde:

- Icr = Indicador de coleta de resíduos
- Isr = Indicador de saturação do tratamento e disposição final dos resíduos

O primeiro subindicador de resíduos sólidos calculado foi o Icr, obtido pela equação (14):

$$Icr = \left( \frac{D_{uc}}{D_{ut}} \right) \times 100 \quad (14)$$

Onde:

- Duc = quantidade de domicílios com coleta de resíduos sólidos no município
- Dut = quantidade de domicílios totais do município

Os dados de Duc e Dut foram obtidos através do Censo de 2010 do IBGE.

O segundo subindicador de resíduos sólidos (Isr) foi obtido a partir de uma pontuação que varia de 0 a 100, conforme a Tabela 4.

Tabela 4 – Pontuação para o Indicador de saturação do tratamento e disposição final dos resíduos sólidos

| <b>Indicador de saturação do tratamento e disposição final dos resíduos sólidos (Isr)</b> |                                |
|---|--------------------------------|
| <b>Valor do Isr</b>   | <b>Pontuação a ser adotada</b> |
| Para $n \geq 5$   | 100                            |
| Para $5 > n > 0$  | Necessidade de interpolação    |
| Para $n < 0$  | 0                              |

Fonte: Adaptado pela autora, 2018.

Onde  $n$  é o número em anos para a saturação do sistema e dado pela equação (15):

$$n = \frac{\log\left(\frac{CA * t}{VL} + 1\right)}{\log(1+t)} \quad (15)$$

Onde:

- $n = n^0$  em anos para saturação do sistema
- CA = capacidade do restante do aterro
- VL = volume coletado de resíduos sólidos, média anual em toneladas
- t = taxa de crescimento anual

Os dados da capacidade restante do aterro foram fornecidos pela Secretaria de Meio Ambiente do município e o cálculo do volume coletado de resíduos sólidos (VL) foi estimado considerando que cada ser humano gera 1,00kg de resíduos por dia, conforme Brasil (2013). A taxa de crescimento anual do município usada foi a mesma calculada para a obtenção do indicador do Índice de Abastecimento de Água (Iab).

## 2.6 Indicador de Drenagem Urbana (Idu)

Para o cálculo do Indicador de Drenagem Urbana (Idu), foram

considerados subindicadores de 3ª ordem, como: Iai – Indicador de alagamento ou inundação; Irp – Indicador de rua pavimentada e lav – Indicador de área verde, e foi calculado segundo a equação (16).

$$Idu = P1 \times Iai + P2 \times Irp + P3 \times Iav \quad (16)$$

No Indicador de alagamento e inundação (Iai) foram considerados critérios com ou sem alagamento e inundação. Já para o Indicador de rua pavimentada foi considerado os critérios de ruas pavimentadas, pavimentada parcialmente ou sem pavimentação.

Para cálculo do Iai foi necessário considerar uma constante chamada de P1, que equivaleu a 0,60 e representa 60% da fórmula do Idu. Logo a pontuação obtida dependeu do critério adotado, com ou sem alagamento multiplicado por P1, conforme equação(17):

$$Iai = P1 \times \text{Critério adotado} \quad (17)$$

O critério adotado para o cálculo do Iai foi obtido conforme Tabela 5:

Tabela 5 – Valores para o critério do Indicador de alagamento ou inundação

| <b>Indicador de alagamento ou inundação (Iai)</b> |                      |
|---|----------------------|
| <b>Critérios</b>                                  | <b>Valor adotado</b> |
| Critério com alagamento/inundação                 | 0                    |
| Critério sem alagamento/inundação                 | 1                    |

Fonte: Adaptado pela autora, 2018.

A mesma metodologia se aplicou para o cálculo do Irp, sendo que a constante nesse caso foi P2, que equivaleu a 0,20, ou seja, 20% do Idu.



O cálculo do I<sub>rp</sub> foi calculado pela multiplicação da pontuação P2 e o critério de pavimentação do município, que seria se o município possuía rua pavimentada, parcialmente pavimentada ou sem pavimentação. Conforme equação(18).

$$I_{rp} = P2 \times \text{Critério de pavimentacao} \quad (18)$$

O critério adotado para o cálculo do I<sub>rp</sub> foi obtido conforme Tabela 6:

Tabela 6 – Valores para o critério do Indicador de rua pavimentada

| <b>Indicador de rua pavimentada (I<sub>rp</sub>)</b> |                      |
|--|----------------------|
| <b>Critérios</b>                                     | <b>Valor adotado</b> |
| Critério com rua pavimentada                         | 1                    |
| Critério com rua parcialmente pavimentada            | 0,5                  |
| Critério com rua sem pavimentação                    | 0                    |

Fonte: Adaptado pela autora, 2018.

Por fim, para cálculo do Indicador de área verde foram analisadas as áreas cobertas ou não por áreas verdes. Nesse indicador a constante P3 também equivaleu a 0,20 (20% do I<sub>du</sub>), e calculado da mesma forma do I<sub>ai</sub> e I<sub>rp</sub>, conforme equação(19):

$$I_{av} = P3 \times \text{Critério de area verde} \quad (19)$$

O critério adotado para o cálculo do I<sub>av</sub> foi obtido conforme Tabela 7:

Tabela 7 – Valores para o critério do Indicador de área verde

| <b>Indicador de área verde (I<sub>av</sub>)</b> |                      |
|---|----------------------|
| <b>Critérios</b>                                | <b>Valor adotado</b> |
| Critério com área verde                         | 1                    |
| Critério sem área verde                         | 0                    |

Fonte: Adaptado pela autora, 2018.

## 2.7 Indicador de Controle de Vetores (I<sub>cv</sub>)

O controle de vetores está diretamente ligado com a qualidade de vida e saneamento de uma população, a proliferação de insetos pode surgir devido ao depósito de resíduos próximo às casas, devido a enchentes, ruas não pavimentadas, e etc. são inúmeros motivos que levam à infestação de vetores.

O cálculo do I<sub>cv</sub>, Indicador de 2ª ordem, foi realizado através dos subindicadores: I<sub>vd</sub> – Indicador de dengue, I<sub>ve</sub> – Indicador de esquistossomose e I<sub>vl</sub> – Indicador de leptospirose, considerados como indicadores de 3ª ordem, e foi calculado através da equação (20):

$$I_{cv} = \frac{\left(\frac{I_{vd} + I_{ve}}{2}\right) + I_{vl}}{2} \quad (20)$$

Os dados para elaboração da pontuação dos indicadores de 3ª ordem foram obtidos através da Secretaria de Saúde do município, onde foram informadas as áreas com infestações de doenças como dengue, causada pelo mosquito *Aedes aegypti*, doenças como esquistomossose e leptospirose, ambas transmitidas pela água contaminada.

Para os cálculos do I<sub>vd</sub>, I<sub>ve</sub> e I<sub>vl</sub> são considerados pontuações que variam de 0 a 100, em que por exemplo, zero é atribuído a uma área sem infestação e cem a uma área toda infestada.

O Indicador de dengue foi identificado pelo número de casos conforme Tabela 8:

Tabela 8 – Pontuação dos casos com infestação de dengue para o cálculo do Ivd

| <b>Indicador de dengue (Ivd)</b>          |                                |
|---|--------------------------------|
| <b>Casos</b>                              | <b>Pontuação a ser adotada</b> |
| sem infestação de dengue nos últimos anos | 100                            |
| com casos de dengue nos últimos 5 anos    | 0                              |

Fonte: Adaptado pela autora, 2018.

O Indicador de Esquistossomose foi identificado pelo número de casos conforme Tabela 9:

Tabela 9 – Pontuação dos casos com incidência de esquistossomose para o cálculo do Ive

| <b>Indicador de esquistossomose (Ive)</b> |                                |
|---|--------------------------------|
| <b>Casos</b>                              | <b>Pontuação a ser adotada</b> |
| s/ caso nos últimos 5 anos                | 100                            |
| com incidência anual <1                   | 50                             |
| com incidência 5 >inc.≥1                  | 25                             |
| com incidência ≥5                         | 0                              |

Fonte: Adaptado pela autora, 2018.

O Indicador de leptospirose foi identificado pelo número de casos conforme Tabela 10:

Tabela 10 - Pontuação dos casos com incidência de leptospirose para o cálculo do Ivl

| <b>Indicador de Leptospirose (Ivl)</b>       |                                |
|--|--------------------------------|
| <b>Casos</b>                                 | <b>Pontuação a ser adotada</b> |
| sem enchentes e sem casos nos últimos 5 anos | 100                            |
| com enchentes e sem casos nos últimos 5 anos | 50                             |
| sem enchentes e com casos nos últimos 5 anos | 25                             |
| com enchentes e com casos nos últimos 5 anos | 0                              |

Fonte: Adaptado pela autora, 2018.

Diante do exposto a Tabela 11, expressa a composição das formas para obtenção dos indicadores.

Tabela 11 - Indicadores de 2ª e 3ª ordem, formulação e objetivos que compõem o lab, les, lrs, ldu e lcv

|  | Indicador de 3ª ordem e Fórmula  | Composição da Fórmula   | Pontuação   | Objetivos/Finalidade   |
|--|--|---|---|--|
| <b>Iab – Indicador de Abastecimento de Água</b><br>Fórmula:<br><b>Iab= (Ica+Iqa+Isa)/3</b>     | Ica – Indicador de cobertura de abastecimento<br>$Ica= (Dua/Dut) \times 100$   | Dua= domicílios atendidos<br>Dut= domicílios urbanos totais   | Pontuação obtida diretamente pela fórmula (%)   | Visa quantificar os domicílios atendidos por sistemas de abastecimento de água com controle sanitário                          |
|  | Iqa – Indicador de Qualidade da água distribuída<br>$Iqa= k \times (NAA/NAR) \times 100$   | K= nº amostras realizadas/nº mínimo de amostras exigidas pela Portaria nº518/04 GM – MS.<br>NAA= quant. de amostras consideradas como sendo de água potável relativa a colimetria, cloro e turbidez (mensais)<br>NAR= quant. de amostras realizadas (mensais) | Iqa = 100% Pont. 100<br>95 < Iqa < 99% Pont. 80<br>85 < Iqa < 94% Pont. 60<br>70 < Iqa < 84% Pont. 40<br>50 < Iqa < 69% Pont. 20<br>Iqa < 49% Pont. 0 | Visa monitorar a qualidade da água fornecida   |
|  | Isa – Indicador de Saturação do Sistema Produtor<br>Isa: n=<br>$\log \{CP/[VP.(K2/K1)]\}$<br>$\log (1 + t)$                                  | n= nº de anos para saturação sistema<br>VP= volume de produção para atender 100% da pop. (L.s-1); CP= capacidade de produção(L.s-1); t= taxa anual média de crescimento (próximos 5 anos); k1/k2= coeficientes de perdas (%)                                  | Sistema Integrado<br>n >= 5 anos Pont. 100<br>0 < n < 5 Pont. Interpolar<br>n <= 0 Pont. 0  | Compara a oferta e a demanda para programar novos sistemas ou ações que minimizem as perdas                                    |
| <b>Ies – Indicador de Esgoto Sanitário</b><br>Fórmula:<br><b>Ies= (Ice+Ite)/2</b>              | Ice – Indicador de Cobertura em coleta em esgoto<br>$Ice= (Duc/Dut) \times 100$  | Duc= domicílios urbanos atendidos por coleta; Dut= domicílios urbanos totais  | Ice > 90% Pont. 100<br>75 < Ice < 89% Interpolar<br>Ice < 75% Pont. 0   | Visa quantificar os domicílios atendidos por redes de esgotos.   |
|  | Ite – Indicador de Esgotos Tratados<br>$Ite= ice \times (VT/VC) \times 100$  | Ice= índice de esgotos coletados (%); VC= volume coletado (nº domicílios atendidos *4hab/dom.*vazão diária 160 L/hab); VT= volume tratado de esgoto (=VC)   | Ite > 81% Pont. 100<br>45 = <Ite < 80% Interpolar<br>Ite < 45% Pont. 0  | Quantificar e qualificar os domicílios atendidos por redes de esgotos.   |
| <b>Irs – Indicador de Resíduos Sólidos</b><br>Fórmula:<br><b>Irs= (Icr+Isr)/2</b>              | Icr – Indicador de Coleta de Resíduos<br>$Icr= (Duc/Dut) \times 100$   | Duc= domicílios com coleta de resíduos;<br>Dut= domicílios totais urbanos   | Icr >= 99% Pont. 100<br>95 < Icr < 99% Interpolar<br>Icr < 95% Pont. 0  | Quantificar os domicílios atendidos por coleta de resíduos   |
|  | Isr – Indicador de Saturação do tratamento e disposição final dos resíduos sólidos<br>Isr: n= $\log\{[CA \times t/VL]+1\}$<br>$\log (1 + t)$ | CA= capacidade restante do aterro (toneladas); VL= Volume coletado de resíduos (média anual tonelada); t= taxa de crescimento médio anual (%)   | n >= 5 Pont. 100<br>5 > n > 0 Interpolar<br>n < 0   | Indicar a necessidade de novas instalações   |
| <b>Idu – Indicador de Drenagem Urbana</b><br>Fórmula:<br><b>Idu= p1*Iai + p2*Irp+ p3*Iav</b>   | Iai= Indicador de alagamento ou inundação<br>Iai= p1 * critério  | P1 = 0,60<br>Critério:<br>Com alagamento/inundação=0<br>Sem alagamento/inundação=1  | Iai= 0,00<br>Iai= 0,60  | Identificar as vias com ou sem ocorrência de inundação ou alagamento.  |
|  | Irp= Indicador de rua pavimentada<br>Irp= p2 * critério  | P2 = 0,20<br>Critério:<br>Com pavimentação=1<br>Parcialmente pavimentação=0,5<br>Sem pavimentação=0   | Irp= 0,00<br>Irp= 0,10<br>Irp= 0,20   | Indicar vias com, parcialmente ou sem pavimentação.  |
|  | Iav= Indicador de área verde<br>Iav= p3 * critério   | P3 = 0,20<br>Critério:<br>Com área verde= 1<br>Sem área verde= 0  | Iav= 0,00<br>Iav= 0,20  | Indicar os locais com ou sem área verde.   |
| <b>Icv – Indicador de Controle de Vetores</b><br>Fórmula:<br><b>Icv= [(Ivd+Ive)/2 + Ivl]/2</b> | Ivd – Indicador de dengue Identificado pelo nº de casos  | Setor sem infestação nos últimos anos;<br>Setor com casos de dengue nos últimos 5 anos  | Pont. 100<br>Pont. 0  | Identificar a necessidade de programas preventivos   |
|  | Ive – Indicador de Esquistossomose Identificado pelo nº de casos   | Setor s/ caso nos últimos 5 anos;<br>Setor com incidência anual <1;<br>Setor com incidência 5 > inc >=1;<br>Setor com incidência >=5  | Pont. 100<br>Pont. 50<br>Pont. 25<br>Pont. 0  | Identificar a necessidade de programas preventivos de redução e eliminação de vetores transmissores e/ou hospedeiros da doença |
|  | Ivl – Indicador de Leptospirose Identificado pelo nº de casos  | Setor sem enchentes e sem casos nos últimos 5 anos;<br>Setor com enchentes e sem casos nos últimos 5 anos;<br>Setor sem enchentes e com casos nos últimos 5 anos;<br>Setor com enchentes e com casos nos últimos 5 anos                                       | Pont. 100<br>Pont. 50<br>Pont. 25<br>Pont. 0  | Identificar a necessidade de programas preventivos de redução e eliminação de resíduos e ratos                                 |

Fonte: São Paulo, 1999 (Adaptado pelo autor)

### 3 RESULTADOS E ANÁLISE

O Indicador de Salubridade Ambiental, aplicado no município de Macaparana-PE foi calculado a partir dos indicadores de segunda e terceira ordem, apresentando médias de pontuações para classificação do nível de salubridade do município.

### 3.1 Resultados para o Indicador do Abastecimento de Água – lab

Os dados utilizados para o cálculo dos indicadores de 3ª ordem (Ica, Iqa, Isa) estão apresentados na Tabela 12:

Tabela 12 - Dados para o cálculo dos Indicadores de 3ª Ordem do lab

| DADOS:  |          |     |   |
|---|----------|-----|---|
|   | QUANT.   | UN. | FONTE   |
| Dua = Domicílios atendidos:   | 5.587,00 | un  | Dados fornecidos pelo IBGE Censo de 2010                                    |
| Dut = Domicílios urbanos totais:  | 6.665,00 | un  | Dados fornecidos pelo IBGE Censo de 2010 sendo 6.658 de casas e 7 aptos     |
| k = (Nº de amostras realizadas)/(Nº mínimo de amostras exigidas pela Portaria nº518/04 <b>GM – MS</b> ):                  | 1,00     | un  | Calculado por fórmula   |
| Nº de amostras realizadas:  | 12,00    | un  | Dados fornecidos pela Compesa   |
| Nº mínimo de amostras exigidas pela PORTARIA DE <b>CONSOLIDAÇÃO Nº 5, DE 28 DE SETEMBRO DE 2017</b>                       | 12,00    | un  | Dados fornecidos pela Portaria Vigente. A cada 2 horas realizar uma amostra |
| NAA = quant. de amostras consideradas como <b>sendo de água potável relativa à colimetria, cloro e turbidez (mensais)</b> | 300,00   | un  | Dados fornecidos pela Compesa   |
| NAR = quant. de amostras realizadas (mensais)   | 360,00   | un  | Dados fornecidos pela Compesa   |
| n= Nº em anos para <b>saturação sistema:</b>  | 1,94     | -   | Calculado por fórmula   |

Fonte: A autora, 2018.

A partir da utilização desses dados (Tabela 12) e aplicação dos mesmos nas equações apresentadas na Tabela

11, obtiveram-se os resultados apresentados na Tabela 13:

Tabela 13 - Resultados dos indicadores de 2ª e 3ª ordem do lab

| INDICADOR  | PERCENTUAL CALCULADO | PONTUAÇÃO FINAL |
|--|----------------------|-----------------|
| <b>3ª ORDEM</b>                                  |                      |                 |
| Indicador de cobertura de abastecimento (Ica)    | 83,83                | <b>84,00</b>    |
| Indicador de qualidade de água distribuída (Iqa) | 83,33                | <b>40,00</b>    |
| Indicador de saturação do sistema produtor (Isa) | 31,59                | <b>32,00</b>    |
| <b>2ª ORDEM</b>                                  |                      |                 |
| Indicador de Abastecimento de Água (Iab)         | 51,80                | <b>52,00</b>    |

Fonte: A autora, 2018.

A pontuação para o **Indicador de cobertura (Ica)** foi calculada com base nas informações do último Censo do IBGE 2010, onde apresentou 5587 domicílios atendidos e 6.665 domicílios urbanos totais registrando uma pontuação na ordem de 84 para o Ica. Ou seja, 84% dos domicílios possuem rede ligada diretamente a COMPESA, sendo 16% abastecidos por outras fontes não citadas.

Apesar da condição de cobertura de abastecimento não ter apresentado 100% dos domicílios com distribuição de rede de abastecimento de água, ela é considerada como satisfatória para o município, conforme BATISTA (2005).

Já o valor médio calculado para o **Indicador da qualidade de água distribuída (Iqa)**, foi obtido conforme dados da COMPESA e da PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5, DE 28 DE SETEMBRO DE 2017 e apresentou indicador 40 (Tabela 14). Tendo em vista os valores fornecidos pela COMPESA para número de 12 amostras realizadas; o número mínimo de amostras exigidas pela PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5, DE 28 DE SETEMBRO DE 2017 NAA foi de 12, a

quantidade de amostras mensais consideradas como sendo de água potável analisada pela COMPESA relativa à colimetria, cloro e turbidez foi de 300 amostras e a quantidade mensal de amostras realizadas foi de 360 amostras.

Como o valor encontrado para esta análise representou 40%, esse indicador é classificado como aceitável mediante as análises de demanda calculadas nesse estudo, conforme Tabela 14.

Tabela 14 - Pontuação do Indicador da qualidade de água distribuída (Iqa)

| FAIXAS              | Iqa | SITUAÇÃO       |
|---------------------|-----|----------------|
| Iqa = 100%          | 100 | Excelente      |
| Iqa entre 95% e 99% | 80  | Ótima          |
| Iqa entre 85% e 94% | 60  | Boa            |
| Iqa entre 70% e 84% | 40  | Aceitável      |
| Iqa entre 50% e 69% | 20  | Insatisfatória |
| Iqa < 49%           | 0   | Imprópria      |

Fonte: São Paulo, 1999.

A pontuação média para o **Indicador de Saturação do Sistema (Isa)** foi de 32%, sendo o cálculo apresentado para a saturação do sistema de aproximadamente dois anos e considerando os coeficientes

de perda k1 e k2 iguais a 0,43 conforme informação da COMPESA. Diante do exposto é possível verificar que o sistema produtor de água potável está saturado, pois leva apenas dois anos para isto, por esta razão o lsa apresentou um valor abaixo do esperado.

Com os resultados apresentados através dos lca, lqa e lsa o **Indicador de Abastecimento de Água (lab)** apresentou valor médio para o município de Macaparana-PE de 52%. Sendo essa pontuação considerada baixa quando comparada por exemplo com a Microbacia do Rio Criciúma (LEVATI, 2009). Que apresentou porte semelhante à Macaparana, mas que teve pontuação de 99%.

Porém, essa baixa pontuação se justifica por conta da porcentagem apresentada pelos Indicadores de saturação do sistema, tendo em vista que a saturação se dá em apenas 2 anos. Sendo assim, a pontuação global

do **lab** é insatisfatória para a quantidade de habitantes do município. Além disso, a COMPESA não tem previsão de expansão da rede de distribuição de água para atendimento de toda a população.

### 3.2 Resultados para o Indicador do Esgoto Sanitário – les

O esgoto coletado no município de Macaparana-PE passa por processo de tratamento antes de ser despejado no rio, mas apenas 50% do mesmo recebe esse tratamento antes do despejo, conforme informações da Secretaria de Meio Ambiente do município.

Os dados utilizados para o cálculo dos indicadores de 3ª ordem (Ice e lte) estão apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 - Dados para o cálculo dos Indicadores de 3ª Ordem do les

| DADOS:   |              |       |   |
|--|--------------|-------|---|
|  | QUANT.       | UN.   | FONTE   |
| Due = Domicílios urbanos atendidos por coleta:                                   | 5.692,00     | un    | Dados fornecidos pelo IBGE Censo de 2010                                |
| Dut = Domicílios urbanos totais:   | 6.665,00     | un    | Dados fornecidos pelo IBGE Censo de 2010 sendo 6.658 de casas e 7 aptos |
| VC = Volume Coletado (nº domicílios atendidos *4Hab/dom. *Vazão diária 160L/hab) | 3.642.880,00 | L/hab | Calculado através da Equação 12   |
| VT = Volume Tratado de Esgoto  | 1.821.440,00 | L     | Dados fornecidos pela Secretaria de Meio Ambiente do município          |

Fonte: A autora, 2018.

A partir da utilização desses dados (Tabela 15) e da aplicação deles nas equações apresentadas na

Tabela 11, obtiveram-se os resultados apresentados na Tabela 16.

Tabela 16 - Resultados dos indicadores de 2ª e 3ª ordem do les

| INDICADOR  | PERCENTUAL CALCULADO | PONTUAÇÃO FINAL |
|--|----------------------|-----------------|
| <b>3ª ORDEM</b>                                  |                      |                 |
| Indicador de cobertura em coleta de esgoto (Ice) | 85,40                | <b>74,00</b>    |
| Indicador de esgotos tratados (Ite)              | 36,90                | <b>0,00</b>     |
| <b>2ª ORDEM</b>                                  |                      |                 |
| Indicador de Esgoto Sanitário (les)              | 36,90                | <b>37,00</b>    |

Fonte: A autora, 2018.

O valor médio do **Indicador de cobertura em coleta de esgoto (Ice)** foi obtido conforme informações do último Censo IBGE de 2010, onde apresentou 5.692 domicílios atendidos por coleta e 6.665 domicílios totais urbanos resultando em 74% dos domicílios com coleta de esgoto e aproximadamente 26,19% de domicílios com outros meios de coleta.

Para o cálculo do Ite é necessário que se tenha primeiro o cálculo do Ice e o volume de esgoto tratado, que foi apresentado pelo município o volume de 1.821.440,00 litros. Como apenas 50% do esgoto coletado recebem tratamento o **Indicador de esgoto tratado (Ite)** apresentou pontuação de 36,90. Esse resultado representa porcentagem menor que 45%, portanto foi atribuída para esse indicador pontuação final 0% conforme Tabela 03. Valor considerado como insatisfatório de acordo com SÃO PAULO (1999).

Por fim, o **Indicador de esgoto sanitário (les)** calculado a partir das informações cedidas pela Secretaria de Meio Ambiente de Macaparana-PE apresentou média de pontuação de 37%, classificada como insatisfatória, assim como os municípios de Criciúma-SC e Itapemirim-ES, nos estudos realizados por Levatti (2009) e Viana (2013), respectivamente.

Sendo assim o resultado do les foi obtido devido ao esgoto coletado não ser tratado em sua totalidade.

### 3.3 Resultados para o Indicador de Resíduos Sólidos – Irs

Como o município não dispõe de aterro sanitário, sendo os resíduos coletados e armazenados em terreno baldio. O **Indicador de Resíduos Sólidos (Irs)** foi calculado mediante os resultados do Icr e Isr. Que foram obtidos conforme os dados apresentados na Tabela 17.

Tabela 17 - Dados para o cálculo dos Indicadores de 3ª Ordem do Irs

| DADOS:  |          |     |  |
|---|----------|-----|--|
|   | QUANT.   | UN. | FONTE  |
| Duc = Domicílios com coleta de resíduos:                | 4.668,00 | un  | Dados fornecidos pelo IBGE Censo de 2010   |
| Dut = Domicílios urbanos totais:                        | 6.665,00 | un  | Dados fornecidos pelo IBGE Censo de 2010 sendo 6.658 de casas e 7 aptos                                |
| n= Nº em anos para saturação sistema:                   | 0,00     | -   | Considerando que não existe aterro sanitário não se pode prever em quantos anos um lixão está saturado |
| CA = capacidade restante do aterro (toneladas)          | 0,00     | T   | Considerando que não existe aterro sanitário não se pode prever a capacidade de um lixão               |
| VL = Volume coletado de resíduos (média anual tonelada) | 0,00     | T   | A Secretaria de Meio Ambiente não tem controle do volume de aterro coletado.                           |
| t = Taxa de crescimento anual                           | 1,08     | %   | Calculado através da Equação 08  |

Fonte: A autora, 2018.

A partir da utilização desses dados (Tabela 17) e das equações apresentadas na Tabela 11,

obtiveram-se os resultados apresentados na Tabela 18.

Tabela 18 - Resultados dos indicadores de 2ª e 3ª ordem do Irs

| INDICADOR  | PERCENTUAL CALCULADO | PONTUAÇÃO FINAL |
|--|----------------------|-----------------|
| <b>3ª ORDEM</b>  |                      |                 |
| Indicador de coleta de resíduos (lcr)  | 70,04                | 0,00            |
| Indicador de saturação do tratamento e disposição final dos resíduos sólidos (Isr) | 0,00                 | 0,00            |
| <b>2ª ORDEM</b>  |                      |                 |
| Indicador de Resíduos Sólidos (Irs)  | 0,00                 | 0,00            |

Fonte: A autora, 2018.

Para o **Indicador de coleta de resíduos (lcr)** foi apresentado pontuação média zero, pois os domicílios com coleta de resíduos e os domicílios urbanos totais apresentados pelo Censo de 2010 do IBGE, foram respectivamente 4668 e 6.665, resultando em 70,04% de domicílios com coleta de resíduos. Como essa pontuação é menor que 95%, portanto foi atribuído ao lcr pontuação zero, conforme apresentado na Tabela 11.

Já para o valor médio do **Indicador de saturação do**

**tratamento e disposição final dos resíduos sólidos (Isr)** foi apresentado pontuação 0,00% tendo em vista que o município não prever armazenamento de resíduos coletados em aterro sanitário, sendo esses resíduos dispostos em "lixão".

Portanto, o **Indicador de resíduos sólidos** calculado foi de 0,00%, pontuação insatisfatória justificada pela má distribuição da coleta de resíduos, em que nem toda população dispõe desse serviço, além disso, o armazenamento desses resíduos é feito em terreno baldio (lixão).

Apesar da coleta de resíduo ser um direito da população, determinado



por lei, muitos municípios apresentaram valores para esse indicador inferior ao esperado, como é o caso da área rural de Itapemirim/ES (VIANA, 2013) que apresentou indicadores insatisfatórios na ordem de 66%. Isso implica que Macaparana está muito distante de uma condição satisfatória, tendo em vista que a mesma é classificada como área

urbana e não rural conforme comparação.

### 3.4 Resultados para o Indicador de Drenagem Urbana – Idu

Os dados utilizados para o cálculo dos indicadores de 3ª ordem (Iai, Irp, Iav) estão apresentados na Tabela 19:

Tabela 19 - Dados para o cálculo dos Indicadores de 3ª Ordem do Idu

| DADOS:                                  |        |     |   |
|---|--------|-----|---|
|   | QUANT. | UN. | FONTE   |
| P1:                                     | 0,60   | -   | -   |
| Critério sem alagamento/inundação = 1   | 0,00   | -   | Dados fornecidos pela Secretaria de Meio Ambiente |
| Critério com alagamento/inundação = 0   | 1,00   | -   | Dados fornecidos pela Secretaria de Meio Ambiente |
| P2:                                     | 0,20   | -   | -   |
| Critério com pavimentação = 1           | 1,00   | -   | Dados fornecidos pela Secretaria de Meio Ambiente |
| Critério parcialmente pavimentado = 0,5 | 0,50   | -   | Dados fornecidos pela Secretaria de Meio Ambiente |
| Critério sem pavimentação = 0           | 0,00   | -   | -   |
| P3:                                     | 0,20   | -   | -   |
| Critério com área verde = 1             | 1,00   | -   | Dados fornecidos pela Secretaria de Meio Ambiente |
| Critério sem área verde = 0             | 0,00   | -   | -   |

Fonte: A autora, 2018.

A partir da utilização desses dados (Tabela 19) e das equações apresentadas na Tabela 11,

obtiveram-se os resultados apresentados na Tabela 20:

Tabela 20 - Resultados dos indicadores de 2ª e 3ª ordem do Idu

| INDICADOR                                  | PERCENTUAL CALCULADO | PONTUAÇÃO FINAL |
|--|----------------------|-----------------|
| <b>3ª ORDEM</b>                            |                      |                 |
| Indicador de alagamento ou inundação (Iai) | 0,60                 | <b>0,60</b>     |
| Indicador de rua pavimentada (Irp)         | 0,10                 | <b>0,10</b>     |
| Indicador de área verde (Iav)              | 0,20                 | <b>0,20</b>     |
| <b>2ª ORDEM</b>                            |                      |                 |
| Indicador de Drenagem Urbana (Idu)         | 0,42                 | <b>0,42</b>     |

Fonte: A autora, 2018.

O município não apresentou rede de drenagem separada da rede coletora de esgoto comum, logo o destino das águas pluviais recebe o mesmo tratamento e despejo que o esgoto proveniente dos domicílios. Segundo a Secretaria de Meio Ambiente não houve registros de alagamento ou inundação nos últimos anos, apresentando um **Indicador de alagamento ou inundação (lai)** de 0,60, também foi informado que as ruas são parcialmente pavimentadas, apresentando um **Indicador de rua pavimentada (lrp)** de 0,10 e **Indicador de área verde (lav)** de 0,20, pois o município possui área de vegetação.

Por fim, o resultado apresentado do **Indicador de drenagem urbana (Idu)** foi de 0,42; considerado como regular conforme Tabela 21, apesar do município não dispor de rede de drenagem separada do esgoto sanitário.

Tabela 21 - Classificação de desempenho para o Indicador de drenagem urbana (Idu)

| Intervalo de Valores   | Classificação   |
|------------------------|-----------------|
| $Idu \geq 0,98$        | Excelente       |
| $0,98 > Idu \geq 0,85$ | Muito Boa       |
| $0,85 > Idu \geq 0,60$ | Boa             |
| $0,60 > Idu \geq 0,40$ | Regular         |
| $0,40 > Idu \geq 0,00$ | Ruim/Muito Ruim |

Fonte: Batista (2005 apud Silva, 2006).

Comparando com o resultado encontrado de SANTOS (2016), Macaparana apresentou situação de drenagem urbana em melhores condições que a de Brejo Grande-SE que apresentou condição ruim ou muito ruim, devido aos problemas com inundações, enchentes e alagamentos.

### 3.5 Resultados para o Indicador de Controle de Vetores – Icv

Os dados utilizados para o cálculo dos indicadores de 3ª ordem (Ivd, Ive, Ivl) estão apresentados na Tabela 22:

Tabela 22 - Dados para o cálculo dos Indicadores de 3ª Ordem do Icv

| DADOS:  |        |     |   |
|---|--------|-----|---|
|   | QUANT. | UN. | FONTE   |
| Setor sem infestação nos últimos anos:              | não    | -   | Dados fornecidos pela Secretaria de Saúde do município. |
| Setor com casos de dengue nos últimos 5 anos:       | sim    | -   | Dados fornecidos pela Secretaria de Saúde do município. |
| Setor s/ caso nos últimos 5 anos:                   | 1,00   | -   | Dados fornecidos pela Secretaria de Saúde do município. |
| Setor com incidência anual <1:                      | sim    | -   | Dados fornecidos pela Secretaria de Saúde do município. |
| Setor com incidência 5 > inc >=1:                   | 0,00   | -   | Dados fornecidos pela Secretaria de Saúde do município. |
| Setor com incidência 5 > inc >=1:                   | 0,00   | -   | Dados fornecidos pela Secretaria de Saúde do município. |
| Setor com incidência >=5:                           | 0,00   | -   | Dados fornecidos pela Secretaria de Saúde do município. |
| Setor sem enchentes e sem casos nos últimos 5 anos: | sim    | -   | Dados fornecidos pela Secretaria de Saúde do município. |
| Setor com enchentes e sem casos nos últimos 5 anos: | não    | -   | Dados fornecidos pela Secretaria de Saúde do município. |
| Setor sem enchentes e com casos nos últimos 5 anos: | não    | -   | Dados fornecidos pela Secretaria de Saúde do município. |
| Setor com enchentes e com casos nos últimos 5 anos: | não    | -   | Dados fornecidos pela Secretaria de Saúde do município. |

Fonte: A autora, 2018.

A partir da utilização desses dados (Tabela 22) e das equações apresentadas na Tabela 11,

obtiveram-se os resultados apresentados na Tabela 23:

Tabela 23 - Resultados dos indicadores de 2ª e 3ª ordem do Icv

| INDICADOR                              | PERCENTUAL CALCULADO | PONTUAÇÃO FINAL |
|--|----------------------|-----------------|
| <b>3ª ORDEM</b>                        |                      |                 |
| Indicador de dengue (Ivd)              | 0,00                 | <b>0,00</b>     |
| Indicador de Esquistossomose (Ive)     | 100,00               | <b>100,00</b>   |
| Indicador de Leptospirose (Ivl)        | 100,00               | <b>100,00</b>   |
| <b>2ª ORDEM</b>                        |                      |                 |
| Indicador de Controle de Vetores (Icv) | 75,00                | <b>75,00</b>    |

Fonte: A autora, 2018.

A Secretaria de Saúde do município informou que de 2013 a 2017 houve registros de 598 casos de dengue em Macaparana, isso quer dizer que nos últimos cinco anos, a contar com a data deste estudo houve casos de infestações de dengue. Sendo assim, foi atribuída pontuação zero para o cálculo do **Indicador de dengue (Ivd)**.

Não foram registrados casos de esquistossomose e leptospirose nesse mesmo intervalo de tempo, logo a pontuação para o **Indicador de esquistossomose (Ive)** e **Indicador de leptospirose (Ivl)** foi de 100% de casos sem infestação.

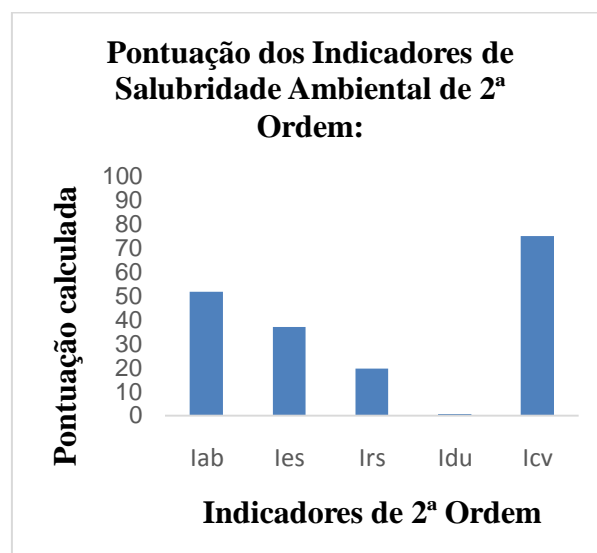
Diante dos resultados a pontuação encontrada para o **Indicador de controle de vetores (Icv)** foi de 75% considerada como satisfatória para o município, conforme BATISTA (2005). Porém, apesar do valor encontrado, o município necessita de programas que viabilizem o controle de roedores, devido à falta de aterro sanitário.

Macaparana apresentou uma condição quanto a doenças causadas por vetores que não se aplica a um quadro preocupante, semelhante a CUNHA (2012), que embora não tenha apresentado casos de doenças como a esquistossomose e leptospirose, mas que apresentou casos de dengue, não interferindo no resultado encontrado.

Dessa forma os indicadores de salubridade ambiental de 2ª ordem

podem ser expressos conforme a Figura 2.

Figura 2 - Gráfico da pontuação dos indicadores de 2ª ordem para o município de Macaparana-PE



Fonte: A autora, 2018.

### 3.6 Resultados para o Indicador de Salubridade Ambiental – ISA

A partir dos resultados dos Indicadores de Abastecimento de Água, Esgoto Sanitário, Resíduos Sólidos, Drenagem Urbana e Controle de Vetores, foi calculado o INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL mediante a Equação 1 apresentada na metodologia.

Diante do exposto, o ISA aplicado no município de Macaparana-PE apresentou média de 0,30 classificando-se como baixa salubridade, conforme Tabela 24:

Tabela 24 - Situação da salubridade por faixa de pontuação do ISA

| SITUAÇÃO DE SALUBRIDADE | PONTUAÇÃO      |
|-------------------------|----------------|
| INSALUBRE               | 0 - 0,255      |
| BAIXA SALUBRIDADE       | 0,2551 - 0,505 |
| MÉDIA SALUBRIDADE       | 0,5051 - 0,755 |
| SALUBRE                 | 0,7551 - 1     |

Fonte: Batista (2005).

A classificação de baixa salubridade se dá pela ausência de saneamento básico em alguns domicílios, o armazenamento de resíduos em lixões e o caso de doenças causadas por vetores ainda incidir no município. Embora o município encontre-se nessa faixa de classificação, a qualidade de água distribuída foi considerada como aceitável.

Portanto, a fim de sugerir melhorias para o município espera-se que os resultados encontrados possam servir como subsídios para contribuição de gerenciamento de políticas públicas ambientais, visando o mapeamento dos domicílios atendidos por saneamento básico, tendo em vista o conhecimento da situação de cada unidade domiciliar, contribuindo dessa forma, com a aquisição de recursos para melhoria e ampliação dos serviços de saneamento de Macaparana.

Assim, os recursos para melhoria e ampliação desses serviços de saneamento podem ser a implantação de sistema de captação de drenagem urbana, separando a coleta de águas pluviais do esgoto doméstico, tratamento uniforme de todo esgoto coletado e construção de aterro sanitário padronizado conforme legislação.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS/ CONCLUSÕES**

Os Indicadores apontados neste trabalho possibilitaram representar de forma numérica a realidade quanto à

salubridade do Município de Macaparana, servindo como instrumento para aplicação de políticas públicas que viabilizem o saneamento do município. Também foi possível informar as necessidades do saneamento básico auxiliando no investimento das áreas mais precárias.

Os resultados encontrados para indicadores de abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, controle de vetores e drenagem urbana refletem as condições do município na época da pesquisa, adotando dados apresentados no Censo do IBGE de 2010.

Por se tratar de uma região pequena, o estudo do ISA foi calculado como um todo, ou seja, um único setor, garantindo a confiabilidade dos resultados encontrados. Com a obtenção das pontuações dos Indicadores de Salubridade Ambiental é possível analisar a atual situação em relação ao saneamento ao qual está submetida a população do município.

Considerando o aspecto ambiental o município apresentou necessidade de melhorias no sistema de coleta e tratamento de esgoto, também carece de dispositivo de aterro sanitário, considerando que o mesmo adota práticas de armazenamento de resíduos em lixões. Ainda nesse aspecto, o sistema de drenagem deve ser separado da tubulação de esgoto, evitando assim futuros alagamentos ou obstruções de canalizações que podem surgir ao longo dos anos.

Sobre as condições de saúde da população o município vem controlando casos de doenças causadas por águas contaminadas, porém o número de casos de doenças transmitidos por vetores vem aumentando. Em 2016 o número de casos de dengue diminuiu, mas em contrapartida aumentou o número de

casos de *Chikungunya* chegando a 254 registros. Uma adequação no sistema de armazenamento de resíduos seria uma das soluções para a diminuição do número de casos da doença.

Diante do exposto a continuidade da proposta dessa pesquisa, deve-se levar em consideração a criação de

outros indicadores socioambientais e qualidade dos recursos hídricos, com análises laboratoriais onde resultará em informações mais precisas para auxiliar no investimento do poder público, alcançando assim níveis ideais de salubridade ambiental para o município estudado.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA) **Atlas Esgoto**. Disponível em: <<http://atlasesgotos.ana.gov.br>>. Acesso em: 27 jan. 2018.

BATISTA, M.E.M. **Desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão para gestão urbana baseado em indicadores ambientais**. 2005. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2005.

BRASIL. **Lei n. 11.445 de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 08 jan., 2007. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Ato2007-2010/2007Lei/L11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2007-2010/2007Lei/L11445.htm)>. Acesso em: 23 set. 2017.

CUNHA, T.B. **Análise integrada de Salubridade Ambiental e condições de moradia**: aplicação no município de Itaguaçu da Bahia. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS (IBGE). Macaparana. 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/macaparana/panorama>>. Acesso em: 23 set. 2017.

LEVATI, M. **Aplicação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) para áreas urbanas**. Estudo de Caso: município de Criciúma, SC. Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia Ambiental, Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC. Criciúma, 2009.

SÃO PAULO. **Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras: ISA – Indicador de Salubridade Ambiental**. Manual Básico. São Paulo, Brasil, 1999. 37 p.

**SANTOS, F.F.S. Adaptação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) para análise do saneamento básico na cidade de Brejo Grande/SE.** Dissertação (Mestrado)– Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2013.

**VIANA, A.P. Relação dos Indicadores de Salubridade Ambiental com a saúde e sustentabilidade pública no município de Itapemirim/ES.** Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Saúde Pública e Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal do Espírito. Vitória, 2013.