

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

EVERTON JUAN CARDOSO CORREIA

ESTUDO E ADAPTAÇÃO DE INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DA
SALUBRIDADE AMBIENTAL EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE NA UGRHI 13
– TIETÊ JACARÉ (SP)

SÃO CARLOS (SP)

2020

EVERTON JUAN CARDOSO CORREIA

ESTUDO E ADAPTAÇÃO DE INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DA
SALUBRIDADE AMBIENTAL EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE NA UGRHI 13
– TIETÊ JACARÉ (SP)

Trabalho de Graduação Integrado apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Profa. Dra. Katia Sakihama Ventura

São Carlos (SP)

2020

RESUMO

As condições sanitárias e ambientais são fundamentais para garantir desenvolvimento local e promover saúde à população. Assim, aspectos como fornecimento de água tratada, coleta e tratamento de esgoto sanitário, coleta e destino final de resíduos sólidos, controle de vetores, redução de mortalidade infantil e condições de aspectos socioeconômicos. Esse trabalho teve como objetivo adaptar o método do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) de 1999 publicada pelo Conselho Estadual de Saneamento de São Paulo (CONESAN) e aplicar em municípios Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 13 (Tietê Jacaré). A metodologia incluiu: a) coleta de dados estatísticos por plataforma digital; b) raspagem (*data scrapping*) dos dados estatísticos e criação de um banco de dados (*database*) com as informações coletadas, c) elaboração para adaptações de indicadores por equação de 1º e 2º grau, c) cálculo da salubridade ambiental pelo método adaptado através de uma bifurcação (*fork*) da ferramenta Calculadora ISA, elaborada em Python. Os municípios selecionados para ISA adaptado foram aqueles com menos de 50 mil habitantes contidos na UGRHI 13, a qual contempla 34 municípios. Desta forma, 28 municípios atendiam este critério. Destes, 21 deles não apresentaram informações no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Para os 7 municípios restantes, o cálculo do ISA adaptado indicou que todos atingiram situação salubre ($76 < ISA < 100$), sendo esses os municípios de Agudos (ISA = 82), Arealva (ISA = 84), Areiópolis (ISA = 86), Bocaina (ISA = 95), Boracéia (ISA = 92), São Manuel (ISA = 94) e Torrinha (ISA = 82).

Palavras-chave: Indicadores. Salubridade. Bacia Hidrográfica. Recursos Hídricos. Gestão Pública.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Faixas de resultados para o IDHM.....	17
Figura 2 - Faixas de resultados para o IVS	19
Figura 3 – Faixas de resultados do IAP	20
Figura 4 – Mapa da UGRHI 13.....	22
Figura 5 – Funil demonstrando a raspagem (<i>data scrapping</i>) dos arquivos para a base de dados	24
Figura 6 – Processo do cálculo do ISA automatizado pelo autor	25
Figura 7 - Compatibilização entre as faixas de pontuação do IDHM e ISA.....	27
Figura 8 – Plotagem da relação entre a pontuação do IDHM e do ISA.....	27
Figura 9 - Compatibilização entre as faixas de pontuação do IVS e do ISA.....	28
Figura 10 – Plotagem da relação entre a pontuação do IVS e do ISA.....	29
Figura 11 - Compatibilização entre as faixas de pontuação do IAP e do ISA.....	30
Figura 12 – Gráfico com os pontos e linha de tendência de IAP e ISA	30
Figura 13 – Quantidade de municípios por faixa de Iab	35
Figura 14 – Pontuação do Iab dos municípios	35
Figura 15 – Quantidade de municípios por faixa de Ies	36
Figura 16 – Pontuação do Ies dos municípios	37
Figura 17 – Quantidade de municípios por faixa de Irs.....	38
Figura 18 – Pontuação do Irs dos municípios.....	38
Figura 19 – Quantidade de municípios por faixa de Icv	39
Figura 20 – Pontuação do Icv dos municípios	40
Figura 21 – Quantidade de municípios por faixa de Irh	41
Figura 22 – Pontuação do Irh dos municípios	42
Figura 23 – Quantidade de municípios por faixa de Ise	43
Figura 24 – Pontuação do Ise dos municípios	43

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Situação de salubridade por faixas de pontuação do ISA/OE	11
Quadro 2 - Indicadores terciários e seus objetivos	12
Quadro 3 - Indicador e peso que compõem o IDHM Longevidade.....	15
Quadro 4 - Indicadores e pesos que compõem o IDHM Educação	16
Quadro 5 - Indicador e peso que compõem o IDHM Longevidade.....	16
Quadro 6 - Indicadores e pesos que compõem o índice IVS Infraestrutura Urbana.....	18
Quadro 7 - Indicadores e pesos que compõem o índice IVS Capital Humano.....	18
Quadro 8 - Indicadores e pesos que compõem o índice IVS Capital Humano.....	19
Quadro 9 – Municípios da UGRHI 13 a serem estudados.....	21
Quadro 10 – Indicadores do IVS Infraestrutura Urbana e motivo da exclusão	28
Quadro 11 – Novos indicadores de terceira ordem do Ise	31
Quadro 12 – Novas faixas de pontuação do Isr	32
Quadro 13 – Relação da classificação da salubridade ambiental e cores	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Métodos utilizados para a escolha de subindicadores e pesos.....	14
Tabela 2 – Pontuação do ISA e dos indicadores de segunda ordem dos municípios	44

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
1.1	OBJETIVOS	10
1.1.1	Objetivos Específicos.....	10
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1	ASPECTOS GERAIS DO INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL. 11	
2.2	PESQUISAS REALIZADAS COM O ISA NO BRASIL.....	14
2.3	CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DE INDICADORES MUNICIPAIS	14
2.4	INDICADORES E ÍNDICES APLICÁVEIS AO CONTEXTO SOCIAL	15
2.4.1	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	15
2.4.2	Índice de Vulnerabilidade Social	17
2.4.3	Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público.....	20
2.4.4	Mínimo Necessário de Água Necessário por Dia para Atender as Necessidades de Consumo e de Higiene do Ser Humano	20
3	MATERIAIS E MÉTODOS	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1	ESTUDO POPULACIONAL	26
4.2	ADAPTAÇÕES DAS FAIXAS DE PONTUAÇÃO DOS NOVOS ÍNDICES ...	26
4.2.1	Adaptação do IDHM.....	26
4.2.2	Adaptação do IVS	28
4.2.3	Adaptação do IAP	29
4.3	NOVOS INDICADORES.....	31
4.3.1	Indicador Socioeconômico (Ise)	31
4.3.2	Indicador de Resíduos Sólidos (Irs)	31
4.3.3	Indicador de Recursos Hídricos (Irh).....	32
4.3.4	Outros Indicadores Alterados e Fonte de Dados.....	34
4.4	RESULTADOS OBTIDOS NO INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL.....	34

4.4.1	Indicador de Abastecimento de Água (Iab)	34
4.4.2	Indicador de Esgoto Sanitário (Ies).....	36
4.4.3	Indicador de Resíduos Sólidos (Irs)	37
4.4.4	Indicador de Controle de Vetores (Icv).....	39
4.4.5	Indicador de Recursos Hídricos (Irh).....	40
4.4.6	Indicador Socioeconômico (Ise)	42
4.4.7	Indicador de Salubridade Ambiental (ISA)	44
5	CONCLUSÕES	46
	REFERÊNCIAS	47
	APÊNDICE A – ESTIMATIVAS DE POPULAÇÃO ENTRE OS ANOS DE 2000 E 2030.....	51
	APÊNDICE B – ALTERAÇÕES NO MÉTODO DO ISA E FONTES DE DADOS	55
	APÊNDICE C – PLANILHA DE CÁLCULOS DO IAB.....	61
	APÊNDICE D – PLANILHA DE CÁLCULOS DO IES.....	64
	APÊNDICE E – PLANILHA DE CÁLCULOS DO IRS.....	66
	APÊNDICE F – PLANILHA DE CÁLCULOS DO ICV	68
	APÊNDICE G – PLANILHA DE CÁLCULOS DO IRH	70
	APÊNDICE H – PLANILHA DE CÁLCULOS DO ISE	73
	APÊNDICE I – PLANILHA DE CÁLCULOS DO ISA.....	75
ISA	ANEXO A - QUADRO DE DETALHAMENTO DOS INDICADORES DO ISA	76

1 INTRODUÇÃO

É importante estudar as condições ideais para o ser humano habitar. Para isso, é necessário um espaço agradável, acessível, seguro e salubre, com uma boa integração ao ambiente que o cerca. Em áreas urbanas, tais condições, necessariamente, envolvem os serviços urbanos e de infraestrutura, como abastecimento de água, coleta, tratamento e disposição final de esgoto e resíduos sólidos, distribuição de energia elétrica, entre outras (ABIKO, 1995).

Por ser uma questão que evolva interesses de toda a sociedade: classe política, gestores e população em geral, além de estudar as condições de salubridade de um local, também é importante que os resultados desses estudos sejam precisos e de entendimento simples para todos os membros da sociedade interessados. Uma das maneiras de se abstrair dados complexos de forma objetiva é através de um sistema de indicadores, que não só simplifica o entendimento de diversos indicadores e índices, garantindo uma melhor interpretação para a população em geral, mas também podem ser usados para monitorar a qualidade de algum serviço em relação ao tempo, resultando em uma ferramenta poderosa também para gestores.

Dessa forma, o Indicador de Salubridade (ISA) surge como o único método de estudo identificado em literatura científica que está consolidado por um órgão público, que abrange boa parte dos itens comentados por Abiko (1995). Entretanto, o índice tem sido pouco utilizado e aplicado no Brasil. Na publicação de Teixeira, Prado Filho e Santiago (2018), por exemplo, foram constatados apenas cerca de 60 trabalhos entre os anos de 1999 e 2016. Além disso, em grande parte dos estudos o indicador é utilizado com pouca ou nenhuma alteração da metodologia original de 1999.

Ademais, de acordo com os mesmos autores, as diferenças entre as metodologias desenvolvidas pelos estudos, mesmo que pequenas, impede comparações de resultados.

Logo, foi selecionada a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 13 (Tietê Jacaré), mais especificamente os municípios com até 50 mil habitantes (pequeno porte), como local de aplicação da metodologia desenvolvida nesse trabalho, uma vez que nesta área não há análise de salubridade.

Devido à grande quantidade de municípios que foram selecionados (27 dos 34 municípios contidos na UGRHI) e a grande quantidade de dados e cálculos necessários para o cálculo do ISA, foram desenvolvidas algumas soluções em software para agilizar não só o processo de coleta de dados, mas também dos cálculos. As principais ferramentas utilizadas foram a linguagem de programação Python, o software de banco de dados MongoDB e a ferramenta Calculadora ISA.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é adaptar e aplicar o indicador de salubridade ambiental nos municípios com menos de 50.000 habitantes contidos na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 13 – Tietê Jacaré

1.1.1 Objetivos Específicos

- Identificar e selecionar novos indicadores para compor os indicadores do modelo de CONESAN (1999);
- Calcular o Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) para todos os municípios com até 50.000 habitantes contidos na UGRHI 13;
- Analisar a classificação de cada município por sua situação de salubridade.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ASPECTOS GERAIS DO INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL

Indicador representa uma informação quantitativa ou qualitativa acerca do desempenho de um processo, tendo como finalidade obter valores de eficiência e eficácia e sua variabilidade ao longo do tempo. Existe a diferença no conceito de indicador, dado e informação, pois indicador possibilita a comparação enquanto os demais são apontamentos da análise (MOTTA, 2018).

O sistema de indicadores é necessário quando se deseja abstrair, de forma simples, a complexidade do tema em estudo (processo ou fenômeno), como a salubridade do ambiente. Por resultar em dados de fácil interpretação, o sistema de indicadores é algo indispensável para auxiliar autoridades tomadoras de decisão, legisladores, órgãos de monitoramento e afins.

Com isso, a administração pública pode planejar suas ações de forma específica, estabelecendo métricas de desempenho e qualidade, o que subsidia a formulação de diretrizes para políticas públicas (NIRAZAWA; OLIVEIRA, 2018).

O Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) foi proposto, em 1999, pelo Conselho Estadual de Saneamento (CONESAN) do Estado de São Paulo. Os principais fornecedores de dados para o cálculo do ISA são as companhias de saneamento, secretarias municipais, planos municipais de saneamento básico, censos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) (PIZA, 2000).

O ISA foi aplicado em outras partes do Brasil, com base nas alterações do modelo original, seguindo necessidades locais como proposto por CONESAN (1999). O

Quadro 1 estabelece a faixa de pontuação do ISA.

Quadro 1 - Situação de salubridade por faixas de pontuação do ISA/OE

Situação de salubridade	Pontuação
Insalubre	0 - 25
Baixa Salubridade	26 - 50
Média Salubridade	51 - 75
Salubre	76 - 100

Fonte: Dias (2003)

O ISA, indicador de 1ª ordem, pode ser calculado pela Equação (1).

$$ISA = 0,25Iab + 0,25Ies + 0,25Irs + 0,10Icv + 0,10Irh + 0,05Ise \quad (1)$$

Os pesos de cada subindicador foram estipulados em consenso pelos 30 membros da Câmara Técnica do CONESAN. A partir dos pesos dos indicadores de 2ª ordem, pela Equação 1, seguem os pesos dos indicadores de 3ª ordem (Quadro 2).

Quadro 2 - Indicadores terciários e seus objetivos (continua)

Indicadores 3ª Ordem	Objetivos
Indicador de Abastecimento de Água $Iab = (Ica + Iqa + Isa)/3$	
Índice de cobertura de atendimento (Ica)	Quantificar os domicílios atendidos pelos sistemas
Índice de qualidade de água distribuída (Iqa)	Monitorar a qualidade da água oferecida
Saturação dos sistemas produtores (Isa)	Monitorar demanda e programar ampliação do sistema
Indicador de Esgotos Sanitários $Ies = (Ice + Ite + Ise)/3$	
Índice de cobertura em coleta e tanques sépticos (Ice)	Quantificar os domicílios atendidos pelo sistema e por tanques sépticos
Índice de esgoto tratado e tanque séptico (Ite)	Indicar a redução da carga poluidora
Saturação do sistema de tratamento (Ise)	Monitorar demanda e programar ampliação do sistema
Indicador de Resíduos Sólidos $Irs = (Icr + Itr + Isr)/3$	
Índice de coleta de lixo (Icr)	Quantificar os domicílios atendidos por coleta de lixo
Tratamento e disposição final dos resíduos (Itr)	Qualificar a situação da disposição final dos resíduos
Saturação (Isr)	Indicar a necessidade de novas instalações

Quadro 2 - Indicadores terciários e seus objetivos (conclusão)

Indicadores 3ª Ordem	Objetivos
Indicador de Controle de Vetores $Icv = [(Ivd + Ive)/2] + Ivl]/2$	
Índice de controle de dengue (Ivd)	Identificar a necessidade de controles corretivos e eliminação de vetores
Índice de controle de esquistossomose (Ive)	Identificar a necessidade de controles corretivos e eliminação de vetores
Índice de controle de leptospirose (Ivl)	Identificar a necessidade de controles corretivos e eliminação de vetores
Indicador de Recursos Hídricos $Irh = (Iqb + Idm + Ifi)/3$	
Índice de qualidade da água bruta (Iqb)	Qualificar a situação da água bruta ou risco geográfico
Índice de disponibilidade dos mananciais (Idm)	Quantificar a disponibilidade dos mananciais em relação à demanda
Índice de Fontes Isoladas (Ifi)	Abrange o controle de águas utilizadas não atendidas pelos serviços oficiais de fornecimento
Indicador Socioeconômico $Ise = (Isp + Irf + Ied)/3$	
Indicador de saúde pública (Isp)	Indica a adequação do saneamento com monitoramento de índices de mortalidade infantil
Indicador de renda familiar (Irf)	Indica a capacidade de pagamento pelos serviços de saneamento
Indicador de educação (Ied)	Indica a capacidade de aprendizado em educação ambiental

Fonte: Adaptado de Batista e Silva (2006)

A planilha com todos os indicadores, seus objetivos e forma de cálculo encontram-se disponível no **Anexo A**.

2.2 PESQUISAS REALIZADAS COM O ISA NO BRASIL

Pelos estudos identificados por Teixeira, Prado Filho e Santiago (2018), a metodologia mais utilizada para a escolha de subindicadores e pesos foi a revisão bibliográfica, seguida por escolhas arbitrárias, como está disposto na Tabela 1.

Tabela 1 - Métodos utilizados para a escolha de subindicadores e pesos

Método	Trabalhos analisados	
	Escolha dos Indicadores	Escolha dos Pesos
Revisão Bibliográfica	36	28
Arbitrário	21	26
Outros Métodos	2	5
TOTAL	59	59

Fonte: Adaptado de Teixeira, Prado Filho e Santiago (2018)

Exemplo de outros métodos empregados está na elaboração do ISA/BH para o município de Belo Horizonte, onde os subindicadores foram compostos de modo arbitrário, porém seus pesos determinados via Processo de Análise Hierárquica (BELO HORIZONTE, 2014).

Além disso, os trabalhos de Oliveira (2014) e Silva (2006) utilizaram o Método Delphi para definir o peso dos subindicadores, porém a escolha de tais subindicadores foi feita de modo aleatório. O trabalho de Costa (2010) que além de usar o Método de Delphi para os pesos, também utilizou o método para a seleção dos próprios subindicadores.

A flexibilidade do ISA e a consequente diferença entre os métodos (pesos e indicadores) adaptados dificultou o estudo comparativo em caráter nacional, pois cada pesquisador considerou as demandas e peculiaridades locais (TEIXEIRA; PRADO FILHO; SANTIAGO, 2018).

2.3 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DE INDICADORES MUNICIPAIS

A seleção de indicadores se baseia em certos requisitos, tanto coletiva quanto individualmente. Assim, recomenda-se que os indicadores tenham definição clara, significado conciso e fácil interpretação (ALEGRE; HIRNER; BAPTISTA, 2004).

Esses autores reforçam que os indicadores, isoladamente, devem, possivelmente, ser verificados/controlados por qualquer entidade, mantendo sua objetividade e imparcialidade no julgamento dos indicadores.

Também de acordo com Alegre, Hirner e Baptista (2004), quando analisados de forma integrada ou coletiva, os indicadores devem se adequar à representação dos principais aspectos do desempenho da entidade gestora, tendo uma representação global; ausência de sobreposição em significado ou correlação entre indicadores; referência ao mesmo período de tempo; referência à mesma zona geográfica, a qual deve ser bem delimitada no local de intervenção e referenciar um certo período de tempo (um ano é o período de avaliação recomendado).

Além disso, os indicadores devem ser relevantes e significativos na proteção do meio ambiente e saúde humana; fornecer informações à órgãos tomadores de decisão; apoiar o *benchmarking* e monitorizar a evolução; ser claramente definidos, mensuráveis, verificáveis e transparentes e considerar questão relevantes às atividades da empresa (VERFAILLIE; BIDWELL, 2000).

2.4 INDICADORES E ÍNDICES APLICÁVEIS AO CONTEXTO SOCIAL

2.4.1 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) pode ser mensurado a partir das seguintes dimensões: longevidade, educação e renda. Entretanto, ele adequa o modelo global aos padrões brasileiros tendo como base a disponibilidade dos indicadores nacionais (PNUD; IPEA; FJP, 2014). Como depende de dados do censo nacional do IBGE, o IDHM, em teoria, é publicado a cada 10 anos.

A) IDHM longevidade

A dimensão longevidade é composta por um único indicador, disposto no Quadro 3.

Quadro 3 - Indicador e peso que compõem o IDHM Longevidade

Indicador	Peso
Esperança de vida ao nascer, ou seja, o número médio de anos que as pessoas que residem em determinado lugar – município, Unidade Federativa (UF), Região Metropolitana (RM) ou Unidade de Desenvolvimento Humano (UDH) – viveriam a partir do nascimento, mantidos os mesmos padrões de mortalidade observados em cada período.	1,0

Fonte: Adaptado de PNUD, IPEA e FJP (2014)

B) IDHM educação

A dimensão educação é composta por indicadores de escolaridade da população adulta e de fluxo escolar da população jovem, conforme dispostos no Quadro 4.

Quadro 4 - Indicadores e pesos que compõem o IDHM Educação

Indicador	Peso
Escolaridade da população adulta: é medida pelo percentual da população de 18 anos ou mais de idade com o ensino fundamental completo.	1,0
Fluxo escolar da população jovem: média aritmética do percentual de crianças de 5 a 6 anos frequentando a escola; do percentual de jovens de 11 a 13 anos frequentando os anos finais do ensino fundamental regular; do percentual de jovens de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo; e do percentual de jovens de 18 a 20 anos com ensino médio completo.	2,0

Fonte: Adaptado de PNUD, IPEA e FJP (2014)

C) IDHM renda

A dimensão renda também é composta por um único indicador, o qual está disposto no Quadro 5.

Quadro 5 - Indicador e peso que compõem o IDHM Longevidade

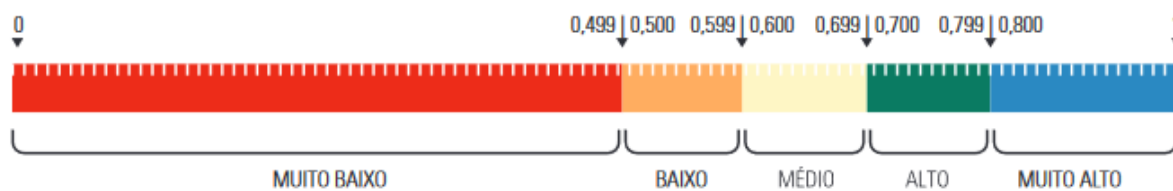
Indicador	Peso
Renda per capita da população, ou seja, a renda média mensal dos indivíduos residentes em determinado lugar (município, UF, região metropolitana ou UDH), expressa em reais.	1,0

Fonte: Adaptado de PNUD, IPEA e FJP (2014)

D) Análise geral do IDHM

De acordo com o Atlas de Desenvolvimento Humano nas Regiões Metropolitanas Brasileiras, de 2014, o IDMH varia entre 0 e 1, sendo valores mais próximos de 1 representam municípios que tenham melhor desenvolvimento nos quesitos anteriormente apresentados. Além disso, o trabalho disponibiliza faixas, ilustradas na Figura 1, que relacionam os resultados numéricos ao grau de desenvolvimento humano (PNUD; IPEA; FJP, 2014).

Figura 1 - Faixas de resultados para o IDHM



Fonte: PNUD, IPEA e FJP (2014)

2.4.2 Índice de Vulnerabilidade Social

O Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) foi proposto, inicialmente, pela Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE), reunindo diversas instituições sob a coordenação nacional do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). No Atlas da Vulnerabilidade Social nos Municípios Brasileiros de 2015, foi descrito como complemento ao IDHM.

O IVS é composto por 16 indicadores estruturados em três dimensões que visam localizar situações indicativas de exclusão e vulnerabilidade social no território aplicado. A definição de vulnerabilidade social diz respeito à ausência ou insuficiência de acesso aos ativos mensurados pelos indicadores (IPEA, 2015). Assim, como o IDHM, o IVS também depende de dados do censo nacional do IBGE, fazendo com que o índice seja atualizado a cada 10 anos.

O IVS possui três dimensões, sendo essas IVS Infraestrutura Urbana; IVS Capital Humano e IVS Renda e Trabalho. Cada dimensão possui seu grupo de indicadores onde a ausência ou baixo acesso indicam que o padrão de vida das famílias encontra-se baixo.

A) IVS infraestrutura urbana

Este índice contempla a vulnerabilidade de infraestrutura urbana, como saneamento básico e mobilidade urbana. Os indicadores e seus respectivos pesos estão dispostos no Quadro 6.

Quadro 6 - Indicadores e pesos que compõem o índice IVS Infraestrutura Urbana

Indicador	Peso
Percentual de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados	0,3
Percentual da população que vive em domicílios urbanos sem serviço de coleta de lixo	0,3
Percentual de pessoas que vivem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário mínimo e que gastam mais de uma hora até o trabalho no total de pessoas ocupadas, vulneráveis e que retornam diariamente do trabalho.	0,4

Fonte: IPEA (2015)

B) IVS capital humano

Esta dimensão envolve os aspectos saúde e educação, os quais são determinantes para as perspectivas atuais e futuras de inclusão social do indivíduo. Os indicadores e seus respectivos pesos estão dispostos no Quadro 7.

Quadro 7 - Indicadores e pesos que compõem o índice IVS Capital Humano

Indicador	Peso
Mortalidade até um ano de idade	0,125
Percentual de crianças de 0 a 5 anos que não frequentam a escola	0,125
Percentual de pessoas de 6 a 14 anos que não frequentam a escola	0,125
Percentual de mulheres de 10 a 17 anos de idade que tiveram filhos	0,125
Percentual de mães chefes de família, sem fundamental completo e com pelo menos um filho menor de 15 anos de idade, no total de mães chefes de família	0,125
Taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais de idade	0,125
Percentual de crianças que vivem em domicílios em que nenhum dos moradores tem o ensino fundamental completo	0,125
Percentual de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e possuem renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário mínimo, na população total dessa faixa etária	0,125

Fonte: IPEA (2015)

C) IVS renda e trabalho

Essa dimensão agrupa indicadores que dizem respeito à insuficiência de renda presente, além de outros fatores que dizem respeito ao fluxo de renda. Os indicadores estão dispostos no Quadro 8.

Quadro 8 - Indicadores e pesos que compõem o índice IVS Capital Humano

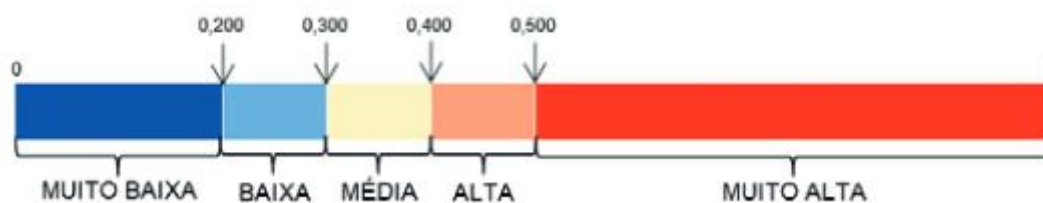
Indicador	Peso
Proporção de pessoas com renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário mínimo	0,2
Taxa de desocupação da população de 18 anos ou mais de idade	0,2
Percentual de pessoas de 18 anos ou mais sem fundamental completo e em ocupação informal	0,2
Percentual de pessoas em domicílios com renda per capita inferior a meio salário mínimo e dependentes de idosos	0,2
Taxa de atividade das pessoas de 10 a 14 anos de idade	0,2

Fonte: IPEA (2015)

D) Análise geral do IVS

De acordo com o Atlas da Vulnerabilidade Social nos Municípios Brasileiros, o índice varia entre 0 e 1, onde, quanto mais próximo de 1, mais vulnerável é o município. Além disso, o manual disponibiliza faixas para uma melhor interpretação dos resultados, como ilustra a Figura 2, os resultados classificam a vulnerabilidade entre muito alta (nota 1) a muita baixa (nota zero), segundo (IPEA, 2015).

Figura 2 - Faixas de resultados para o IVS



Fonte: IPEA (2015)

2.4.3 Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público

O Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público (IAP) é utilizado pela CETESB para medir a qualidade das águas para fins de abastecimento público e nada mais é que uma ponderação entre o Índice de Qualidade das Águas (IQA) e Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas (ISTO), segundo (CETESB, 2019b).

As variáveis que compõem o índice são: Temperatura, pH, Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, *Escherichia coli*, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Sólidos Totais, Turbidez, Ferro, Manganês, Alumínio, Cobre, Zinco, Potencial de Formação de Trihalometanos, Número de Células de Cianobactérias (Ambiente Lêntico), Cádmio, Chumbo, Cromo Total, Mercúrio e Níquel (CETESB, 2019b).

De acordo com a CETESB (2019b), o IAP varia de 0 a 100, indicando que quanto mais próximo de 100, melhor são as condições do ponto de medição. Além disso, é disponibilizado faixas de pontuação (Figura 3) que ajudam na interpretação dos resultados numéricos.

Figura 3 – Faixas de resultados do IAP



Fonte: CETESB (2019)

2.4.4 Mínimo Necessário de Água Necessário por Dia para Atender as Necessidades de Consumo e de Higiene do Ser Humano

Existe um grande interesse na determinação de uma cota mínima de água diária necessária para a satisfação das necessidades básicas e a manutenção de sua saúde.

Uma das formas de determinar a cota per capita de água é através da consulta com especialistas da área da saúde visando associar ao uso básico um volume mínimo suficiente para a manutenção da saúde. Nessa consulta pode-se recorrer a profissionais da área médica como endocrinologia e nutrição (MATOS, 2007).

De acordo com a SABESP o ser humano necessita de no mínimo 110 litros de água por dia para atender as necessidades de consumo e de higiene.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para atingir os objetivos propostos, o método foi dividido em quatro fases.

A primeira fase foi o levantamento bibliográfico, que visa fornecer fundamentação teórica para os indicadores e pesos, publicações elaboradas no tema e metodologias de adaptação ao modelo original do CONESAN (1999).

A segunda fase foi delimitação da área de estudo, cujos critérios de seleção foram os municípios com menos de 50 mil habitantes (pequeno porte) da UGRHI 13 (Quadro 9). O mapa da UGRHI 13 está na Figura 4.

Quadro 9 – Municípios da UGRHI 13 a serem estudados

Município	Habitantes*	Município	Habitantes*	Município	Habitantes*
Agudos	37214	Dois Córregos	27315	Mineiros do Tietê	12908
Arealva	8560	Dourado	8873	Nova Europa	11186
Areiópolis	11129	Gavião Peixoto	4789	Pederneiras	46687
Bariri	35264	Iacanga	11710	Ribeirão Bonito	13219
Barra Bonita	36126	Ibaté	35104	São Manuel	40954
Boa Esperança do Sul	14923	Igaraçu do Tietê	24674	Tabatinga	16496
Bocaina	12329	Itaju	3835	Torrinha	10010
Boracéia	4923	Itapuá	13992	Trabiju	1724
Borebi	2653	Itirapina	18157		
Brotas	24103	Macatuba	17163		

* População estimada para 2020 obtida de IBGE (2020). Fonte: Autor

Os municípios da UGHRI 13 que tem mais de 50 mil habitantes e, portanto, ficaram fora do escopo desse trabalho foram: Araraquara, Bauru, Ibatinga, Jaú, Lençóis Paulistas e São Carlos.

Para esta pesquisa, o indicador representa uma informação ou um valor de fácil obtenção e interpretação para cada localidade, sendo registrado continuamente para que se garanta sua atualização.

Alguns indicadores do modelo original do Conesan (1999) foram mantidos e outros alterados, cujas explicações encontram-se no item resultados, já que as adaptações do método fazem parte dos resultados. Não houve alteração dos pesos dos indicadores.

Os dados de cada indicador a ser inserido no modelo Conesan (1999) foram levantados no IBGE, SNIS, IPEA, SEADE e prefeituras municipais (endereço eletrônico).

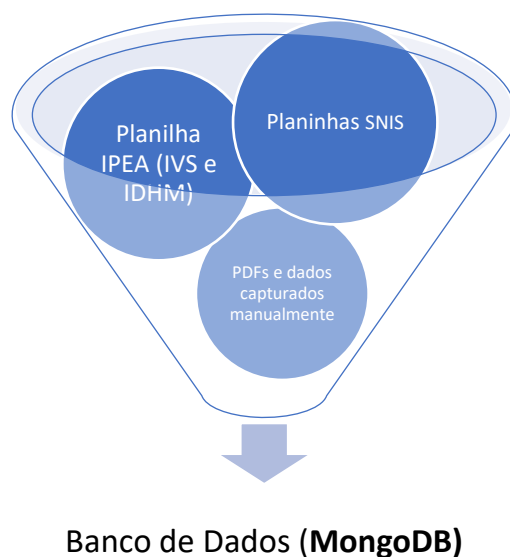
Visitas técnicas não foram realizadas às prefeituras municipais devido à pandemia de Covid-19. Por isto, priorizou-se neste trabalho a consulta a informações e dados em plataformas digitais.

Vale salientar que a busca em todas essas fontes resultou em uma grande quantidade de arquivos com os mais diversos dados e indicadores, sendo 66 tabelas do SNIS, 1 tabela do IPEA, 1 tabela do IBGE e outros 4 arquivos PDFs de diversos órgãos. Pela grande quantidade de municípios estudados, dessa forma, o autor resolveu por não buscar pelos dados necessários para o cálculo do ISA manualmente, uma vez que isso poderia levar dias de trabalho.

O autor optou então por criar um programa auxiliar na linguagem de programação Python para raspar (*data scrapping*)¹ todos os dados desses arquivos e uni-los em uma única base de dados (Figura 5). O software de banco de dados (*database*) escolhido foi o MongoDB, por sua simplicidade, por ser relativamente rápido, por ser compatível com a linguagem Python através da biblioteca PyMongo, por ser de código aberto e livre, com uma licença compatível com todas as outras utilizadas nesse trabalho. Após a raspagem, a base de dados final contou com informações de aproximadamente 270 indicadores (sendo em sua grande maioria indicadores provenientes do SNIS) para 4949 municípios e um tamanho de 207 megabytes.

¹ De acordo com Oberai (2019) a raspagem de dados, ou *data scrapping*, é o nome dado ao ato de coletar dados “presos” em outras plataformas, seja *websites*, arquivos de texto ou tabelas, e convertê-los para um formato que permita pesquisar, classificar e filtrar as informações.

Figura 5 – Funil demonstrando a raspagem (*data scrapping*) dos arquivos para a base de dados



Fonte: Autor

A quarta fase refere-se ao modelo adaptado à área de estudo. Para isto, todos os indicadores foram calculados automaticamente pela ferramenta “Calculadora ISA”, fruto do trabalho de iniciação científica, publicado por Correia, Alvares e Ventura (2020), no I Simpósio Brasileiros Cidades + Resilientes, disponibilizado em <https://www.eventoanap.org.br/eventos/paginas/evento/22/pagina/anais>.

Entretanto, como a interface gráfica original da calculadora não permite o cálculo de indicadores para vários municípios ao mesmo tempo, o código fonte da calculadora foi modificado para que a mesma trabalhasse por linha de comando e um programa auxiliar em Python foi criado para alimentar a Calculadora ISA modificada com dados de múltiplos municípios ao mesmo tempo extraídos direto do banco de dados criados na fase anterior. Outra modificação sofrida pela calculadora foi a alteração do código para que a mesma fosse capaz de calcular o ISA adaptado proposto neste trabalho.

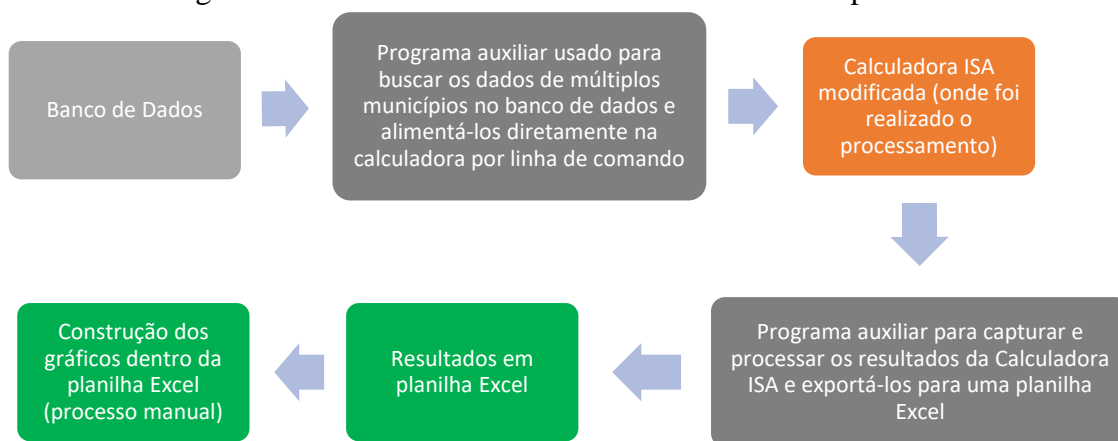
Um terceiro programa auxiliar, também em Python, foi criado para capturar os resultados da calculadora modificada e dispô-los automaticamente em planilha do formato Excel através da biblioteca OpenPyXL, onde os gráficos de análise foram criados manualmente pelo autor para análise comparativa. Todo esse processo está esquematizado na Figura 6.

Toda a programação desse trabalho foi feita no software de Ambiente de Desenvolvimento Integrado (*Integrated Development Environment* ou *IDE*) chamado Visual

Studio Code versão 1.51.1 dentro do sistema operacional (*operating system - OS*) GNU/Linux, mais especificamente a distribuição Arch Linux, com *kernel* Linux versão 5.9. O sistema operacional baseado em Linux foi escolhido por ter uma melhor compatibilidade e integração com a linguagem de programação Python que o Microsoft Windows 10.

A escala de classificação da salubridade ambiental foi baseada no estudo de Dias (2003).

Figura 6 – Processo do cálculo do ISA automatizado pelo autor



Fonte: Autor

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os principais resultados representam a adaptação dos próprios indicadores e escala.

4.1 ESTUDO POPULACIONAL

Para o cálculo do ISA foi necessário determinar a Taxa de Crescimento Média dos Próximos 5 anos (t) e a Taxa de Crescimento Populacional Anual Média nos Próximos 10 anos (t_{10}) para cada município estudado. Dessa forma, a partir dos dados populacionais do Censo do IBGE dos anos 2000 e 2010, a população e a taxa de crescimento anual foram estimadas pela progressão aritmética até o ano de 2030. O valor de t e t_{10} foram obtidos pela média dos anos de 2020 a 2025 e 2020 a 2030, respectivamente. Os resultados estão dispostos no **Apêndice A**.

4.2 ADAPTAÇÕES DAS FAIXAS DE PONTUAÇÃO DOS NOVOS ÍNDICES

As escalas de pontuação numérica e faixas de pontuação do IDHM, IVS e IAP são incompatíveis com o ISA. Dessa forma, foi proposta uma compatibilização entre os novos indicadores e o ISA. Além disso, o uso de uma das dimensões dos IVS (IVS Infraestrutura Urbana) torna-se redundante em relação a alguns indicadores já presentes no ISA e, por isto, não foi utilizada.

4.2.1 Adaptação do IDHM

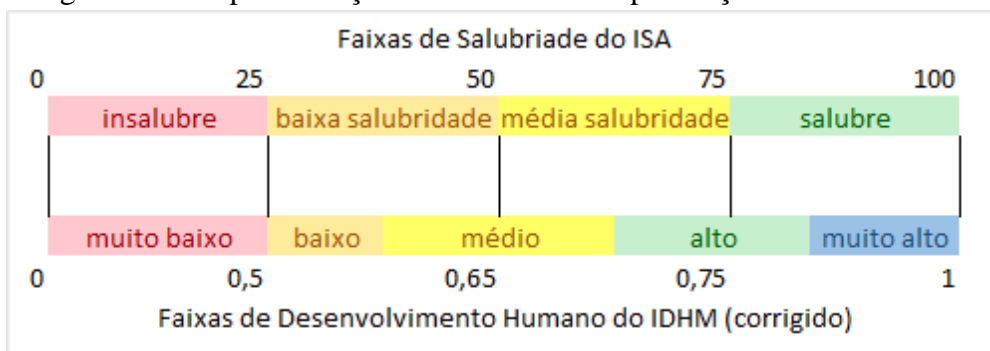
As três dimensões do IDHM foram utilizadas no novo Indicador Socioeconômico (Ise). As faixas do ISA e do IDHM são distintas e, assim, foi necessário compatibilizar esta pontuação entre o IDHM e o ISA.

O IDHM possui cinco faixas de pontuação, enquanto o ISA possui quatro. Desta forma, o resultado “muito alto” no IDHM foi considerado “salubre”. Já a faixa “alto” foi dividida em partes iguais, sendo a metade com maior valor considerada “salubre” e a metade com menor valor considerada “média salubridade”.

A faixa “média” também foi dividida em partes iguais, onde a metade de maior valor foi considerada “média salubridade” e a de menor valor foi considerada “baixa salubridade”. Por fim, “baixo” e “muito baixo” foram considerados, respectivamente, “baixa salubridade” e “insalubre”.

A Figura 7 ilustra a compatibilização da pontuação proposta para este estudo.

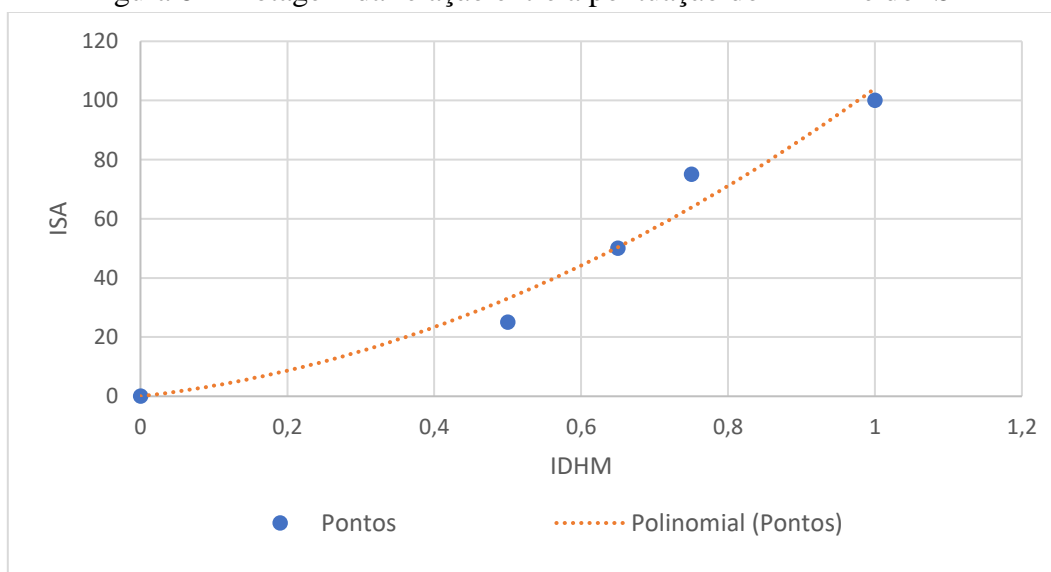
Figura 7 - Compatibilização entre as faixas de pontuação do IDHM e ISA



Fonte: Autor.

Os dados da Figura 7 foram plotados em um gráfico, onde ISA foi disposto no eixo y e IDHM foi disposto no eixo x. Uma linha de tendência foi plotada, sendo um polinômio do tipo reta que melhor se adaptou à distribuição dos dados, com um R^2 de 0,9669. O gráfico está disponível na Figura 8.

Figura 8 – Plotagem da relação entre a pontuação do IDHM e do ISA



Fonte: Autor

Vale salientar que existe a possibilidade de obter resultados numéricos maiores que 100 durante a conversão. Nesses casos, o valor deve ser arredondado para 100.

A correção da pontuação do IDHM para o ISA foi obtida pela Equação (2), uma representação numérica da Figura 8.

$$ISA = 76 * IDHM^2 + 28 * IDHM \quad (2)$$

4.2.2 Adaptação do IVS

O IVS teve apenas duas das dimensões utilizadas: IVS Renda e Trabalho e IVS Capital Humano, também no Indicador Socioeconômico (Ise).

A dimensão IVS Infraestrutura Urbana não foi utilizada pois é composta por indicadores contidos no ISA, como é detalhado no Quadro 10.

Quadro 10 – Indicadores do IVS Infraestrutura Urbana e motivo da exclusão

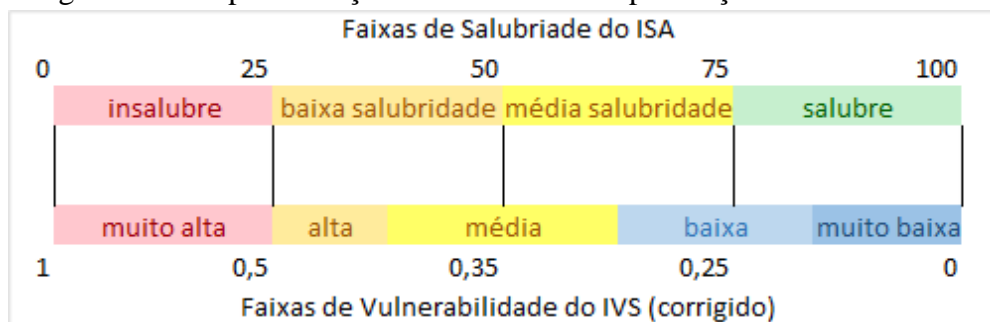
Indicador	Motivo da exclusão
Percentual de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados	Já consta no Indicador de Abastecimento de Água (Iab) do método original do ISA
Percentual da população que vive em domicílios urbanos sem serviço de coleta de lixo	Já consta no Indicador de Resíduos Sólidos (Irs) do método original do ISA
Percentual de pessoas que vivem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário mínimo e que gastam mais de uma hora até o trabalho no total de pessoas ocupadas, vulneráveis e que retornam diariamente do trabalho.	Indicador não é relevante para o método, uma vez que indicadores de renda já existem no IVS Renda e Trabalho e indicadores sobre transporte não fazem parte do cálculo de salubridade

Fonte: Autor

As faixas do IVS são exatamente como as faixas do IDHM. Entretanto, as pontuações do IVS são decrescentes. A distribuição das faixas do IVS para as faixas do ISA ocorreu da mesma forma que as do IDHM, diferenciando apenas os valores numéricos.

A compatibilização pode ser consultada na Figura 9.

Figura 9 - Compatibilização entre as faixas de pontuação do IVS e do ISA

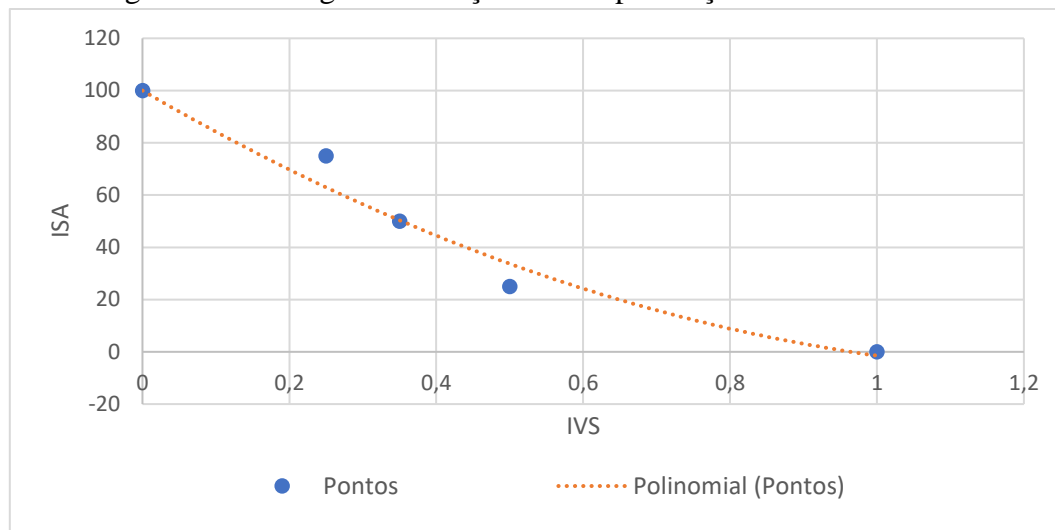


Fonte: Autor

Assim como foi feito no IDHM, a Figura 9 foi plotada em um gráfico, onde o ISA foi disposto no eixo y e o IVS no eixo x, apresentado na Figura 10.

Com base nisto, uma linha de tendência foi plotada, sendo um polinômio do tipo reta que melhor se adaptou à distribuição dos dados, com um R^2 de 0,9643.

Figura 10 – Plotagem da relação entre a pontuação do IVS e do ISA



Fonte: Autor

Vale salientar que existe a possibilidade de obter resultados numéricos menores que 0 durante a conversão. Nesses casos, o valor deve ser arredondado para 0.

A correção da pontuação do IVS para o ISA foi feita pela Equação (3), uma representação numérica da Figura 10.

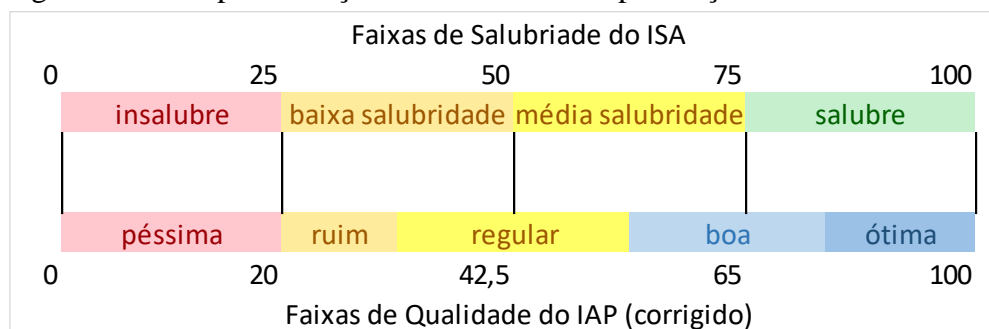
$$ISA = 62 * IVS^2 - 164 * IVS + 100 \quad (3)$$

4.2.3 Adaptação do IAP

O Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público (IAP), elaborado pela CETESB (2019b), também possui faixas de pontuação incompatíveis com o ISA. A proposta de compatibilização considerou a faixa “ótima” como “salubre”. Já a faixa “boa” foi dividida em partes iguais e metade com as maiores pontuações foram consideradas “salubre” e a metade restante foi considerada “média salubridade”.

A mesma divisão foi com a faixa “regular”, onde a metade maior pontuação foi considerada “média salubridade” a de menor pontuação, assim como a faixa “ruim”, foram consideradas “baixa salubridade”. Por fim, a faixa “péssima” foi considerada “insalubre”. A Figura 11 ilustra tal compatibilização.

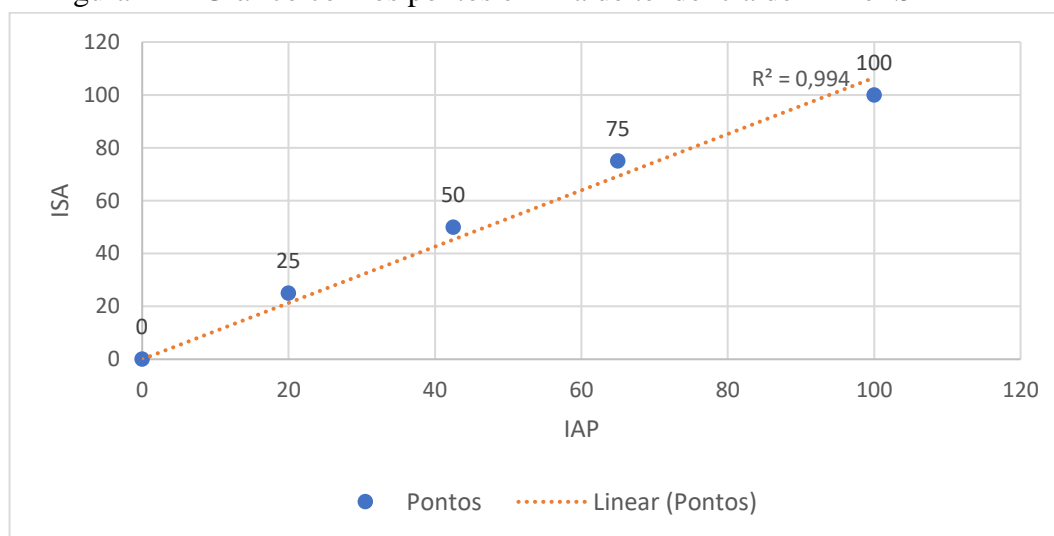
Figura 11 - Compatibilização entre as faixas de pontuação do IAP e do ISA



Fonte: Autor

Visando traduzir os resultados das faixas para um resultado numérico, as pontuações de IAP e ISA foram plotadas juntamente com uma linha de tendência, disponível na Figura 12, a qual foi usada para obter os resultados do IAP corrigido para os padrões do ISA. O R^2 para a reta utilizada foi de 0,994.

Figura 12 – Gráfico com os pontos e linha de tendência de IAP e ISA



Fonte: Autor

Vale salientar que existe a possibilidade de obter resultados numéricos maiores que 100 durante a conversão. Nesses casos, o valor deve ser arredondado para 100.

A correção da pontuação do IAP para o ISA foi obtida pela Equação (4), uma representação numérica da Figura 12.

$$ISA = 1,065 * IAP \quad (4)$$

4.3 NOVOS INDICADORES

O ISA depende de dados que são fornecidos pelo poder público, que na maioria das vezes não são disponibilizados publicamente em plataforma digital, o que acaba gerando a necessidade de adaptações aos cálculos de alguns indicadores (ALVARES, 2020).

4.3.1 Indicador Socioeconômico (Ise)

Originalmente, o Ise foi composto por três indicadores de terceira ordem: Indicador de Saúde Pública (Isp), Indicador de Renda (Irf) e Indicador de Educação (Ied). Pela dificuldade de se encontrar tais dados, esses indicadores foram descartados e novos indicadores de terceira ordem foram criados, tendo como base as dimensões do IVS e IDHM, dispostos no Quadro 11. Os pesos da metodologia original foram mantidos para a renda média do Irf.

Quadro 11 – Novos indicadores de terceira ordem do Ise

Indicador de 2ª ordem	Indicador de 3ª ordem	Finalidade
Indicador de Saúde Pública, Capital Humano e Educação (Isp) $Isp = (Vch + Idhe + Idhl)/3$	IVS Capital Humano (Vch) Corrigido pela Equação (3)	Envolve os aspectos saúde e educação, os quais são determinantes para as perspectivas atuais e futuras de inclusão social do indivíduo
	IDHM Educação (Idhe) Corrigido pela Equação (2)	Composta por indicadores de escolaridade da população adulta e de fluxo escolar da população jovem
	IDHM Longevidade (Idhl) Corrigido pela Equação (2)	Esperança de vida ao nascer
Indicador de Renda e Trabalho (Irf) $Irf = 0,7*Vrt + 0,3*Idhr$	IVS Renda e Trabalho (Vrt) Corrigido pela Equação (3)	Agrupa indicadores que dizem respeito à insuficiência de renda presente, além de outros fatores que dizem respeito ao fluxo de renda
	IDHM Renda (Idhr) Corrigido pela Equação (2)	Renda per capita da população

Fonte: Autor

4.3.2 Indicador de Resíduos Sólidos (Irs)

A) Indicador de saturação do tratamento e disposição final dos resíduos sólidos (Isr)

Devido à dificuldade de encontrar dados sobre a capacidade restante dos aterros, o que impossibilita o cálculo do “Número de anos em que o sistema ficará saturado (n)”, o Isr foi alterado para ser composto apenas pela Vida Útil Restante o Aterro (n).

Este indicador é composto pelo índice de mesmo nome publicado pela CETESB (2020) com as faixas de pontuação dispostas na primeira coluna do Quadro 12.

Além disso, devido as diferenças do “n” calculado pelo método original do ISA e o novo “n” publicado pela CETESB (2020), foi necessário propor uma nova faixa de pontuação para o Isr que foi disposta na segunda coluna do Quadro 12.

Quadro 12 – Novas faixas de pontuação do Isr

Faixa de n (CETESB, 2020)	Isr
$n \leq 2$ anos	0
$2 < n \leq 5$ anos	50
$n > 5$ anos	100

Fonte: Autor

4.3.3 Indicador de Recursos Hídricos (Irh)

A) Indicador de qualidade de água bruta (Iqb)

Como o Iqb nunca foi finalizado no Manual do ISA, sua definição original ficou muito vaga, logo nesse trabalho ele foi substituído pelo “Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público”, o IAP da CETESB (2019b), que é publicado nos Apêndices do Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo.

A CETESB apresenta os resultados do IAP para cada ponto de medição dentro de cada UGRHI. Para a composição do Iqb, é necessário calcular a média do IAP para cada ponto dentro da UGRHI, valor que deve ser corrido pela Equação (4).

B) Indicador de disponibilidade dos mananciais (Idm)

O Manual do ISA apresenta que para a obtenção do Idm deve-se fazer a razão entre volumes de água disponível para consumo humano e o volume da demanda nos próximos dez anos. Porém, não detalhando onde tais dados devem ser obtidos, o escopo de tais dados ou mesmo as unidades de medida. Dessa forma, o indicador não foi necessariamente alterado, mas simplesmente teve sua definição aprofundada.

Para o estimar a Disponibilidade (Disp), foi utilizada a média dos últimos 5 (cinco) resultados para a Disponibilidade *per capita* (também chamada de Vazão Média em Relação à População Total) que pode ser obtida nos relatórios de situação da bacia estudada. Esse indicador foi definido pelos pesquisadores como Disponibilidade *per capita* (DispCap).

A Taxa de Crescimento Populacional Anual Média nos Próximos 10 anos (t_{10}) e a população total atual do município também foram utilizadas. O somatório da Equação (5) foi proposto para a obtenção do Disp, em m^3 , onde x varia de 1 a 10 anos.

$$Disp = \sum_{i=0}^9 DispCap * Pop * (1 + t_{10})^i \quad (5)$$

Onde:

Disp: Disponibilidade (m³)

DispCap: Disponibilidade per capita (m³/hab.ano)

Pop: População total atual (hab)

t₁₀: Crescimento populacional anual média nos próximos 10 anos

i: índice do somatório (anos)

A disponibilidade per capita ao ser multiplicada pela população total resulta na disponibilidade total de água para o município para o ano $i = 0$, o termo $(1+t_{10})^i$ é usado para projetar o crescimento populacional para anos futuros, de forma linear. Dessa forma, o somatório engloba dados do ano $i = 0$ ao ano $i = 9$ e o resultado será a Disponibilidade do ano de cálculo e para os próximos 9 anos.

Para estimar a Demanda (Dem) nos próximos 10 anos, foi utilizado o “Volume de Água Consumido” (Vac) disponível no SNIS, além do t₁₀. O somatório da Equação (6) foi proposto para a obtenção do Dem.

$$Dem = \sum_{i=0}^9 Vac * (1 + t_{10})^i \quad (6)$$

Onde:

Dem: Demanda (m³)

Vac: Volume de Água Consumido (m³/ano)

t₁₀: Crescimento populacional anual média nos próximos 10 anos

i: índice do somatório (anos)

O volume de água consumido é o total de água consumido pelo município em um ano, o termo $(1+t_{10})^i$ é usado para projetar o aumento do consumo de água em função do crescimento populacional para anos futuros, de forma linear. O somatório também engloba dados do ano $i = 0$ ao ano $i = 9$ e o resultado será a Demanda do ano de cálculo e para os próximos 9 anos.

O cálculo do Idm foi mantido em sua forma original, ou seja, razão entre Disp e Dem. A faixa de pontuação também foi mantida.

4.3.4 Outros Indicadores Alterados e Fonte de Dados

Outros indicadores do ISA tiveram alterações menos complexas e novas formulações propostas. Tais alterações, juntamente com a fonte dos dados para cada indicador, estão apresentadas no **Apêndice B**.

4.4 RESULTADOS OBTIDOS NO INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL

Para testar o modelo desenvolvido neste trabalho e concluir a quarta e última fase do projeto, uma coleta de dados foi realizada e o ISA calculado para todos os municípios com menos de 50 mil habitantes que fazem parte da UGRHI 13.

Devido à grande quantidade de dados e de municípios preferiu-se integrar o novo ISA na ferramenta de código aberto “Calculadora ISA” de Correia, Ventura e Alvares (2020) para automatizar o cálculo para os 28 municípios.

Foi definida uma escala de cores para cada situação de salubridade possível, disponível no Quadro 13.

Quadro 13 – Relação da classificação da salubridade ambiental e cores

Situação de salubridade	Pontuação
Insalubre	0 - 25
Baixa Salubridade	26 - 50
Média Salubridade	51 - 75
Salubre	76 - 100

Fonte: Elaborado pelo Autor com base em Dias (2003)

4.4.1 Indicador de Abastecimento de Água (Iab)

O Iab é composto pela média do Ica, Iqa e Isa, ou seja: $Iab = (Ica + Iqa + Isa)/3$.

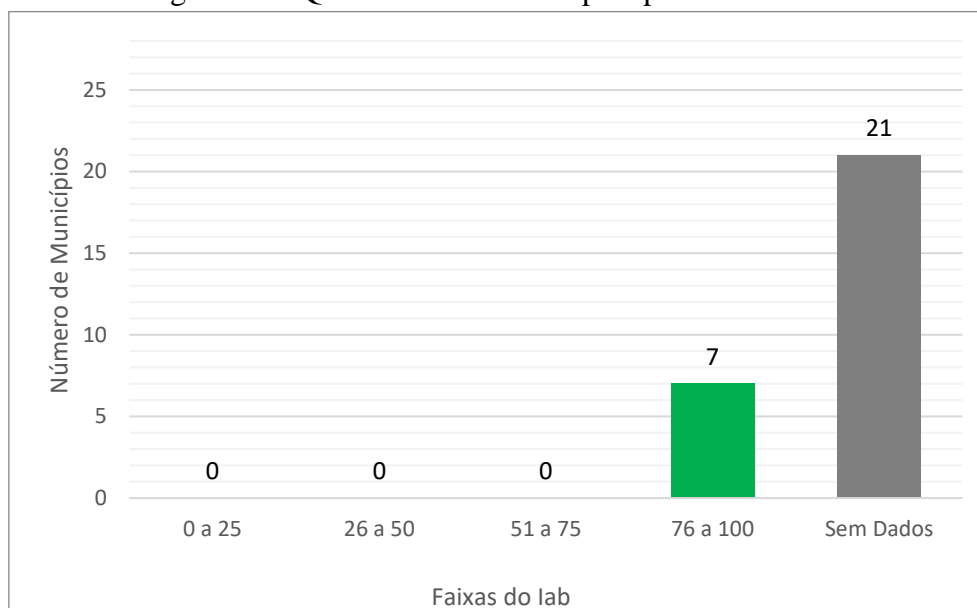
A fonte de dados online para os indicadores hídricos utilizada foi o SNIS (2019), que tem como base dados do ano de 2018 e que, por não ter adimplência obrigatória, contempla 92,3% dos municípios brasileiros.

Dessa forma, foi notado um grande vácuo de dados dos municípios da UGRHI 13 que foram estudados neste trabalho: dos 28, apenas 7, ou 25%, participaram da coleta sendo eles: Agudos, Arealva, Areiópolis, Bocaina, Boracéia, São Manuel e Torrinha.

Todos os municípios com dados disponíveis atingiram uma pontuação entre 76 e 100 para o Iab, como mostra a Figura 13. Além disso, a pontuação do Iab de cada município encontra-se na Figura 14.

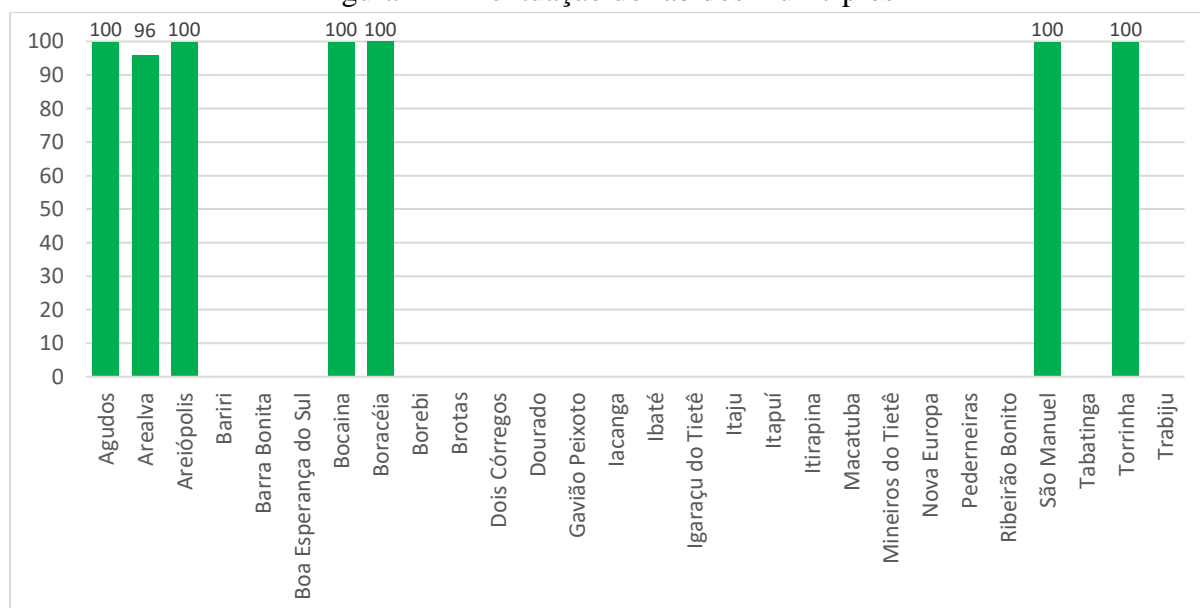
A Tabela com os resultados detalhados do Iab e seus subindicadores encontra-se no **Apêndice C**.

Figura 13 – Quantidade de municípios por faixa de Iab



Fonte: Autor

Figura 14 – Pontuação do Iab dos municípios



Fonte: Autor

Todos municípios atingiram Iab elevados, mesmo com 96 para o município de Arealva.

Isto pode ter ocorrido com 12% da população urbana ainda não é atendida pelo sistema de água da cidade, ao passo que todas as outras 6 cidades têm 100% de atendimento da população urbana.

4.4.2 Indicador de Esgoto Sanitário (Ies)

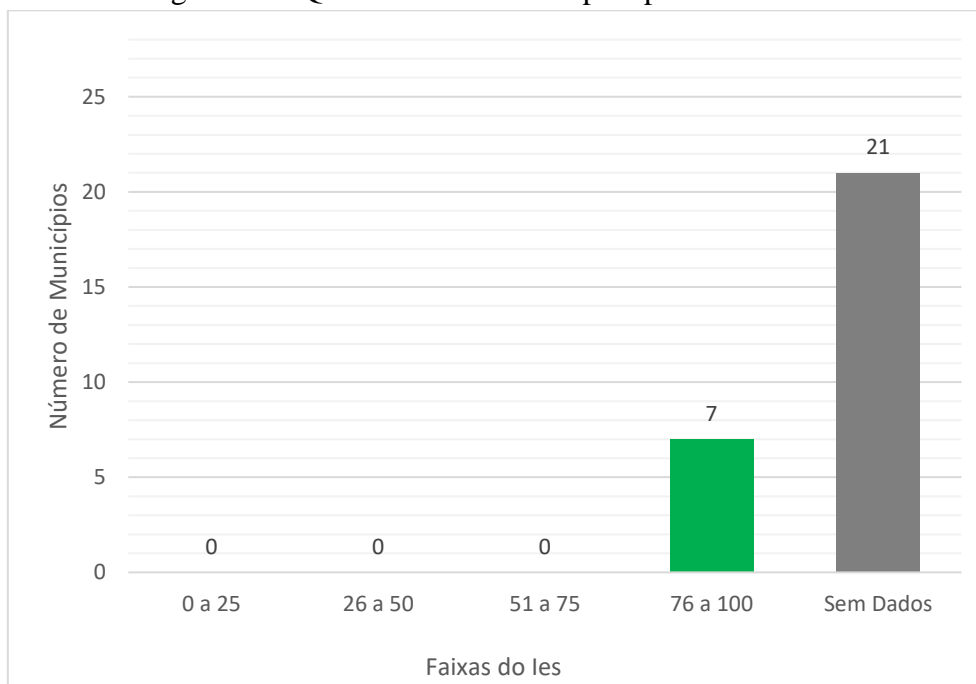
O Ies é composto pela média do Ice, Ite e Ise, ou seja: $Ies = (Ice + Ite + Ise)/3$.

A fonte de dados para esgoto sanitário também foi o SNIS (2019) que de acordo com o relatório contempla 72,7% dos municípios brasileiros. Assim como no Iab, apenas 7 municípios estudados participaram da coleta de dados, sendo eles: Agudos, Arealva, Areiópolis, Bocaina, Boracéia, São Manuel e Torrinha.

Todos os municípios com dados disponíveis ficaram com uma pontuação entre 76 e 100 para o Ies, como mostra a Figura 15 e a pontuação do Ies de cada município encontra-se na Figura 16.

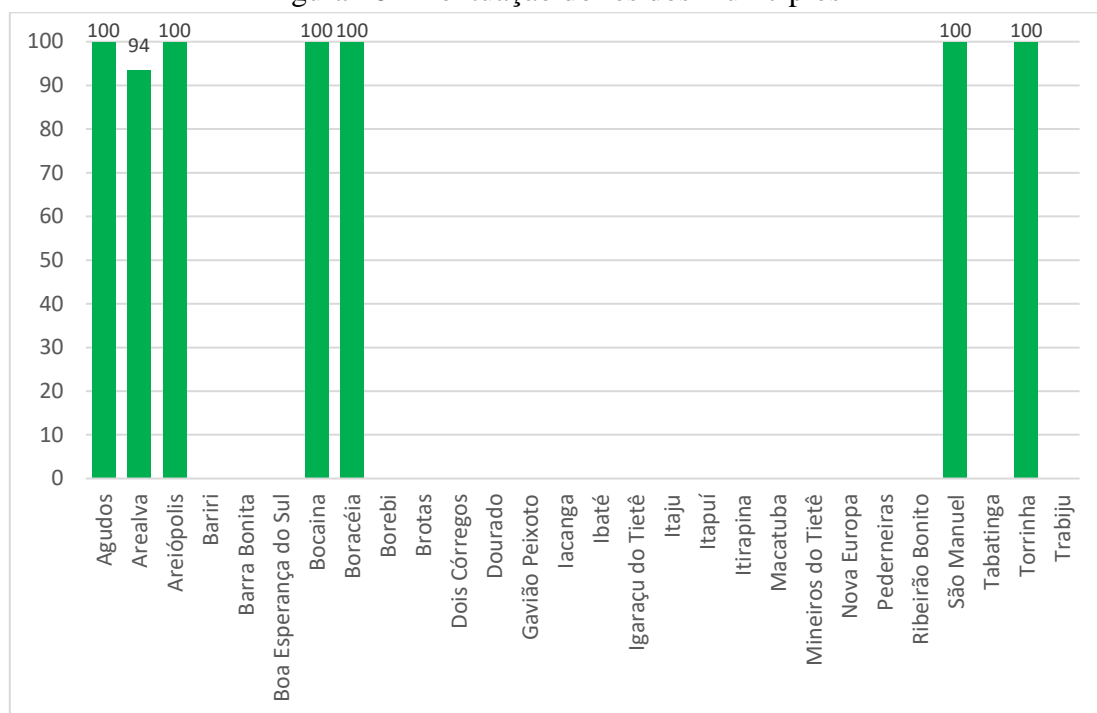
A tabela com os resultados detalhados do Ies e seus subindicadores encontra-se no **Apêndice D**.

Figura 15 – Quantidade de municípios por faixa de Ies



Fonte: Autor

Figura 16 – Pontuação do Ies dos municípios



Fonte: Autor

Todos municípios atingiram elevada pontuação, mesmo o município de Arealva com nota 94. Isto pode estar associado ao Índice de Atendimento Urbano de Esgoto (Ice) foi de apenas 79%, ou seja: 21% da população urbana ainda não possui atendimento de esgoto. Todas as outras 6 cidades pontuaram com 100% de pontuação nesse subindicador.

4.4.3 Indicador de Resíduos Sólidos (Irs)

O Irs é composto pela média do Icr, Iqr e Isr, ou seja: $Irs = (Icr + Iqr + Isr)/3$.

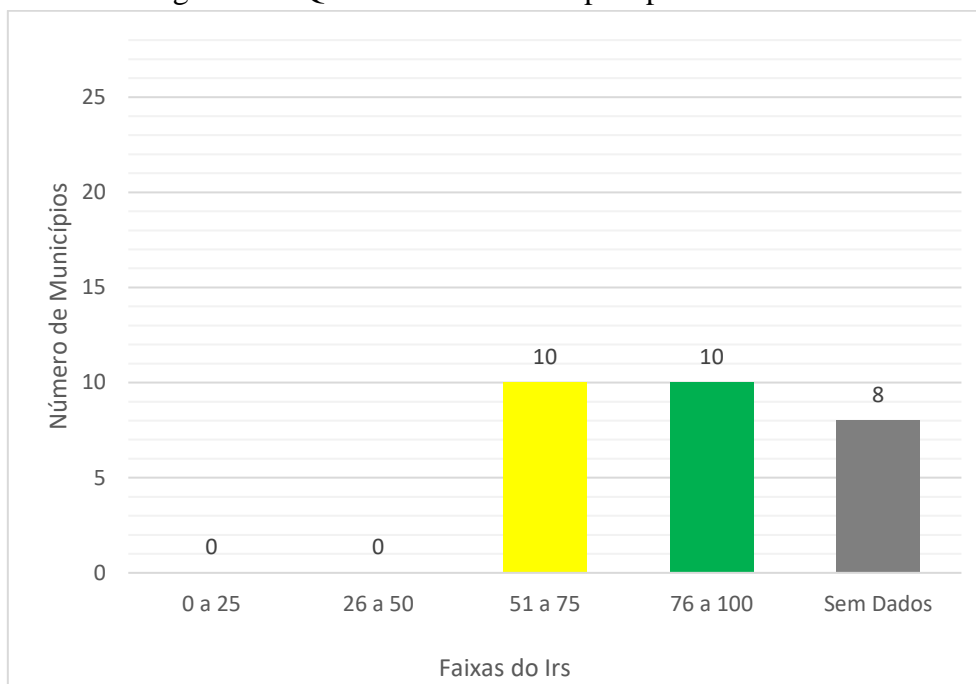
O Irs possui várias fontes de dados para os subindicadores: o Indicador de Coleta de Lixo (Icr) teve como fonte o SNIS (2019) e dos municípios estudados, 20 participaram da coleta de dados sobre RSU, sendo os que não participaram: Boa Esperança do Sul, Dourado, Ibaté, Igarapu do Tietê, Itaju, Mineiros do Tietê, Pederneiras e Trabiju.

Já o Indicador de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos (Iqr) e o Indicador de Saturação do Tratamento e Disposição Final dos Resíduos Sólidos (Isr) tiveram como fonte CETESB (2019a) e todos os municípios estudados possuíam dados.

Para os 20 municípios que foi possível calcular o Isr, 10 deles ficaram com pontuação entre 50 e 75 (média salubridade) e outros 10 ficaram com pontuação entre 76 e 100 (salubre), como mostra a Figura 17. A pontuação do Isr para cada um dos municípios encontra-se na Figura 18.

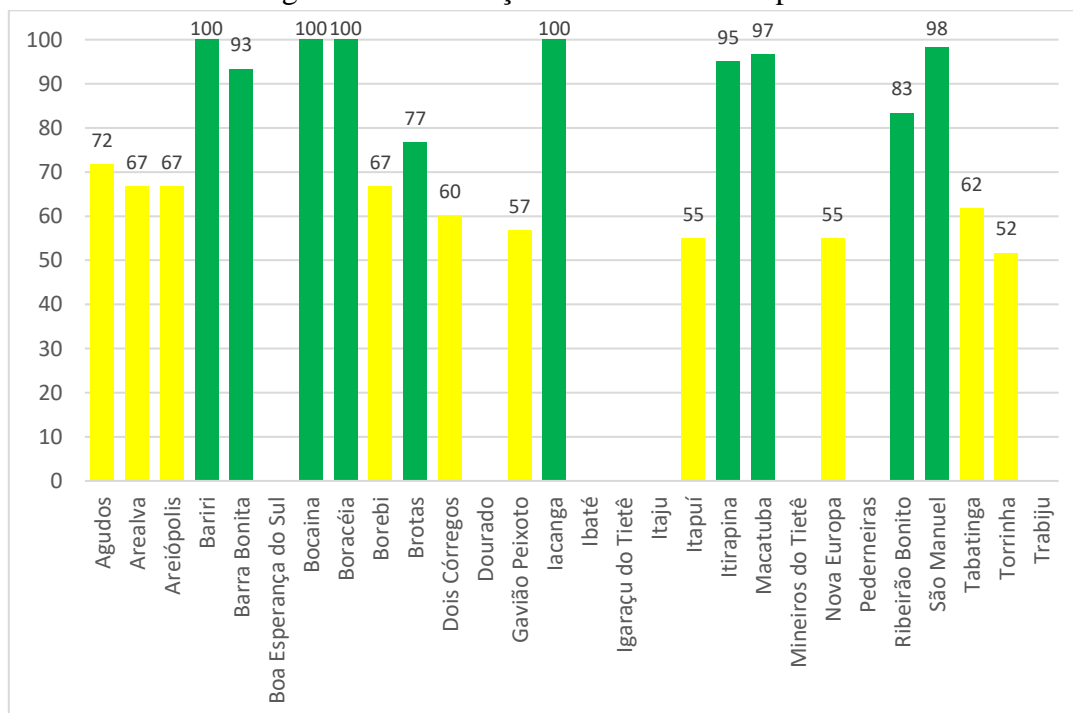
A Tabela com os resultados detalhados do Isr e seus subindicadores encontra-se no **Apêndice E**.

Figura 17 – Quantidade de municípios por faixa de Isr



Fonte: Autor

Figura 18 – Pontuação do Isr dos municípios



Fonte: Autor

A pontuação foi baixa no Irs, devido ao Indicador de Saturação do Tratamento e Disposição Final dos Resíduos Sólidos (Isr), uma vez que os municípios de Arealva, Areiópolis, Borebi, Dois Córregos, Gavião Peixoto, Itapuí, Nova Europa, Tabatinga e Torrinha possuem a vida útil dos aterros onde descartam os RSU menor que 2 anos.

Além disso, é notável que os municípios de Agudos, Gavião Peixoto, Itapuí, Nova Europa e Torrinha tiveram pontuações entre 50 e 75 no Indicador de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos (Iqr), o que também ajudou a diminuir suas pontuações do Irs.

4.4.4 Indicador de Controle de Vetores (Icv)

O Icv é composto pela seguinte formulação: $Icv = [(Ivd + Ive)/2 + Ivl]/3$.

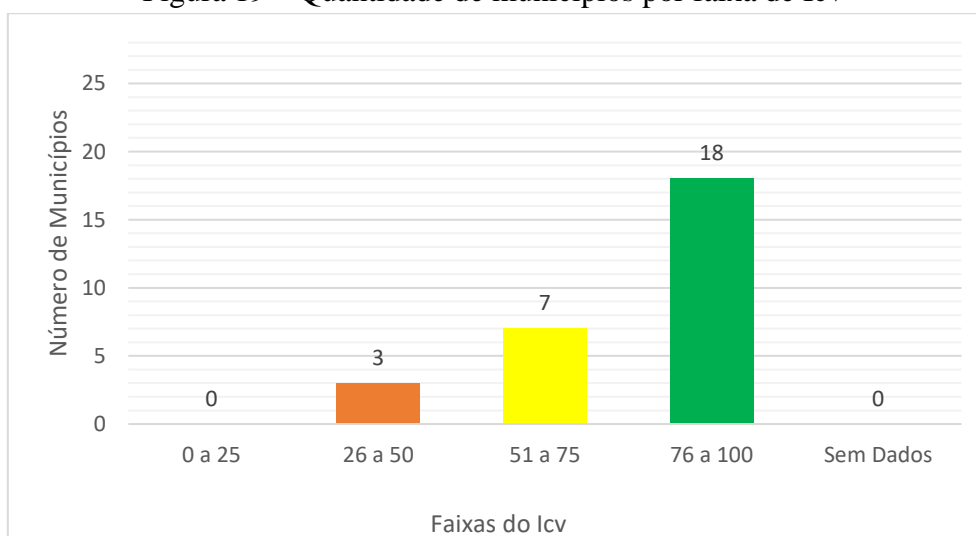
Para o Icv a coleta de dados se deu principalmente no DATASUS para os casos de leptospirose e esquistossomose e a partir de notícias da imprensa para casos de dengue e enchentes nos municípios. Foram localizados dados para todos os 28 municípios estudados.

Quatros dos municípios tiveram casos de esquistossomose, sendo eles: Bariri, Barra Bonita, Borebi e Igarçu do Tietê. Apenas dois tiveram casos de leptospirose, sendo: Agudos e Macatuba.

Além disso, 18 dos municípios estudados tiveram pontuação entre 76 e 100 (salubre) no Icv, 7 ficaram com pontuação entre 50 e 75 (média salubridade) e 3 com pontuação entre 26 e 50 (baixa salubridade), como mostra a Figura 19. A pontuação do Icv para cada um dos municípios encontra-se na Figura 20.

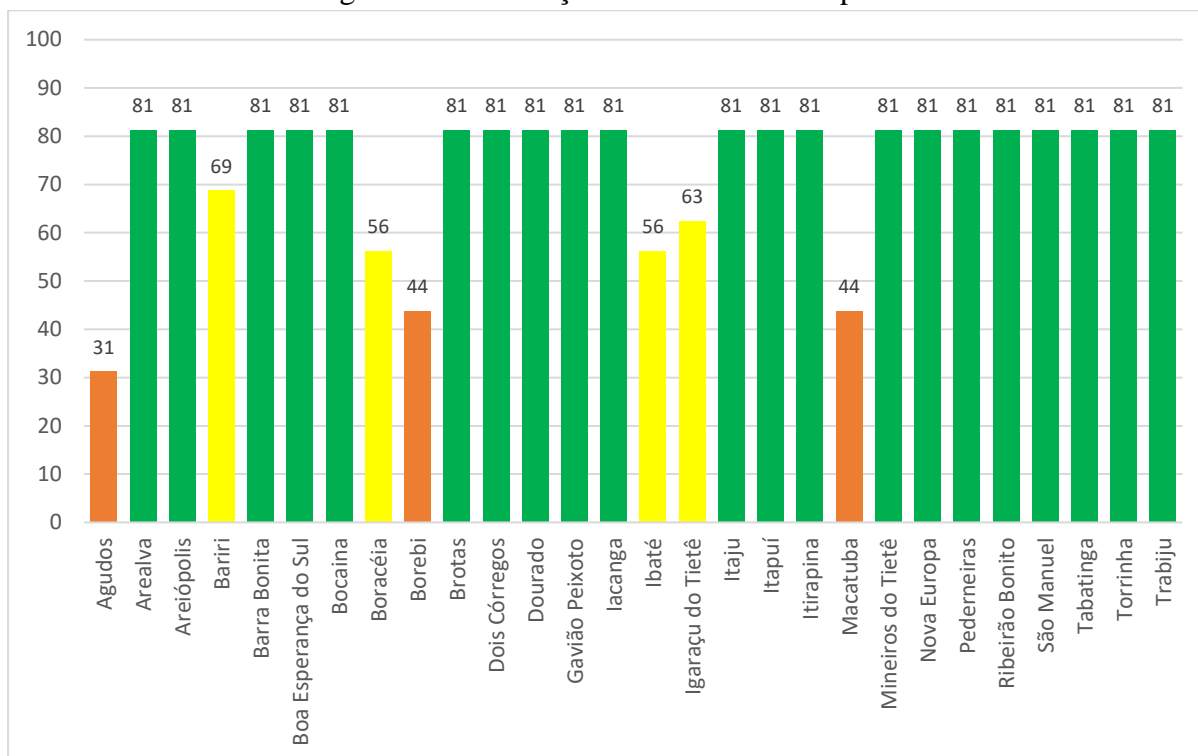
A tabela com os resultados detalhados do Icv e seus subindicadores encontra-se no **Apêndice F**.

Figura 19 – Quantidade de municípios por faixa de Icv



Fonte: Autor

Figura 20 – Pontuação do Icv dos municípios



Fonte: Autor

Além do fato de todos os municípios estudados terem registrado casos de dengue, o que acabou contribuindo para uma maior queda de pontuação foi que alguns municípios registraram casos de esquistossomose, leptospirose e enchentes.

Para esquistossomose, os municípios de Bariri, Barra Bonita, Borebi tiveram 1 caso da doença e pontuaram 50% no Indicador de Esquistossomose (Ive), já Igarapu do Tietê teve 2 casos e pontuou 25% no Ive.

Para leptospirose apenas Agudos e Macatuba tiveram apenas um caso, porém Agudos também registrou enchentes, o que acabou inferindo negativamente a pontuação nula no Indicador de Leptospirose (Ivl). Macatuba como não registrou enchentes, pontuou 25% no Ivl. Outras cidades que tiveram ocorrências de enchentes, porém sem casos de leptospirose, foram Boracéia, Borebi, Ibaté, Nova Europa e Pederneiras que acabaram pontuando 50% no Ivl.

4.4.5 Indicador de Recursos Hídricos (Irh)

O Irh é composto pela média do Iqb, Idm e Ifi, ou seja: $Irh = (Iqb + Idm + Ifi)/3$. Entretanto, caso o município não use fontes isoladas o Irh é composto pela média de Iqb e Idm, ou seja: $Irh = (Iqb + Idm)/2$.

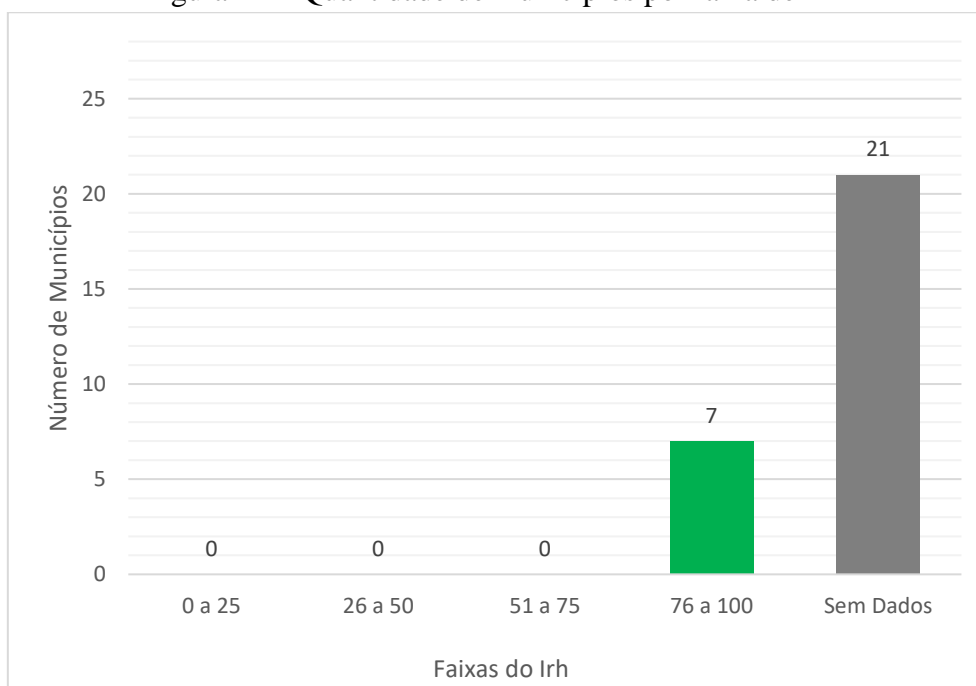
A coleta de dados para o Irh se deu em diversas fontes. Para o Indicador de qualidade da água bruta (Iqb) a fonte foi CETESB (2019b). Já para o Indicador de disponibilidade dos mananciais (Idm) as fontes foram SNIS (2019) e Comitê da Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré (2018).

O cálculo do Irh foi possível para apenas 7 dos 28 municípios, uma vez que nem todos municípios contribuíram com informações sobre recursos hídricos para o relatório do SNIS. Os municípios são: Agudos, Arealva, Areiópolis, Bocaina, Boracéia, São Manuel e Torrinha.

Todos os municípios que o cálculo foi possível tiveram pontuação entre 76 e 100 pontos, como pode ser visualizado na Figura 21. A pontuação de cada município pode ser visualizada na Figura 22.

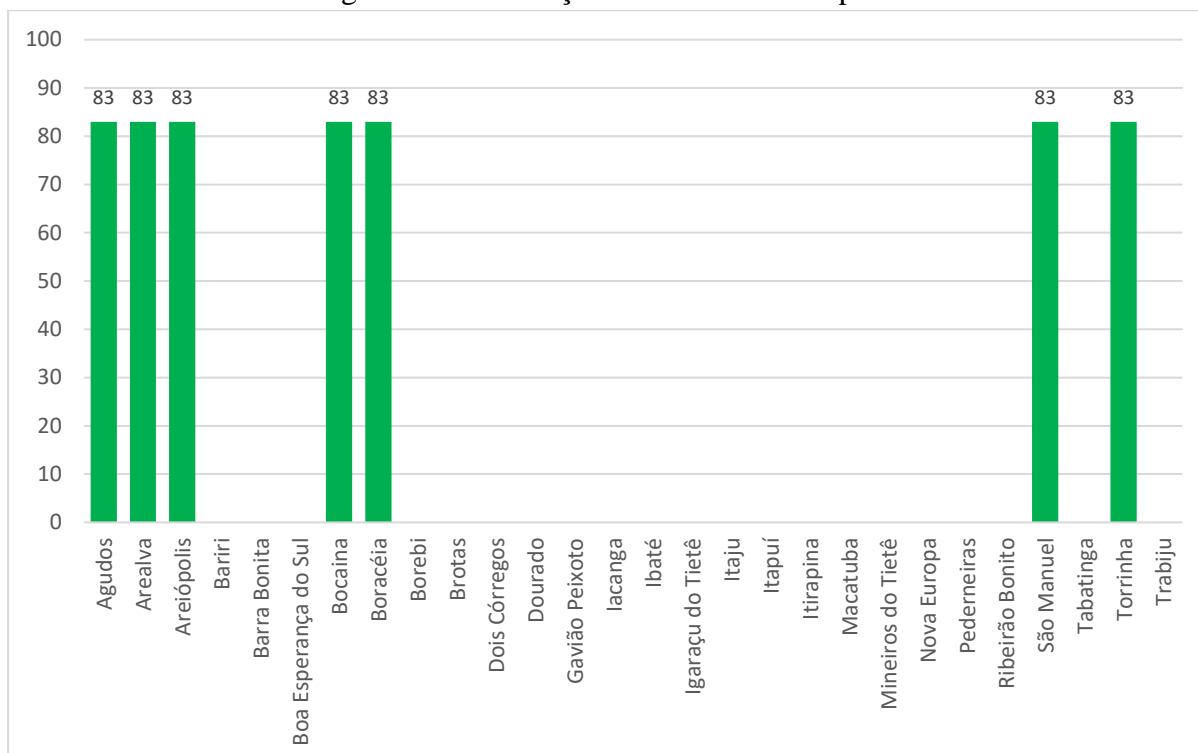
A tabela com os resultados detalhados do Irh e seus subindicadores encontra-se no **Apêndice G**.

Figura 21 – Quantidade de municípios por faixa de Irh



Fonte: Autor

Figura 22 – Pontuação do Irh dos municípios



Fonte: Autor

O principal indicador que contribuiu para diminuir os resultados do Irh foi o Indicador de qualidade da água bruta (Iqb) que acabou pontuando em 66% para todos os municípios, uma vez que todos se encontram na mesma bacia hidrográfica.

4.4.6 Indicador Socioeconômico (Ise)

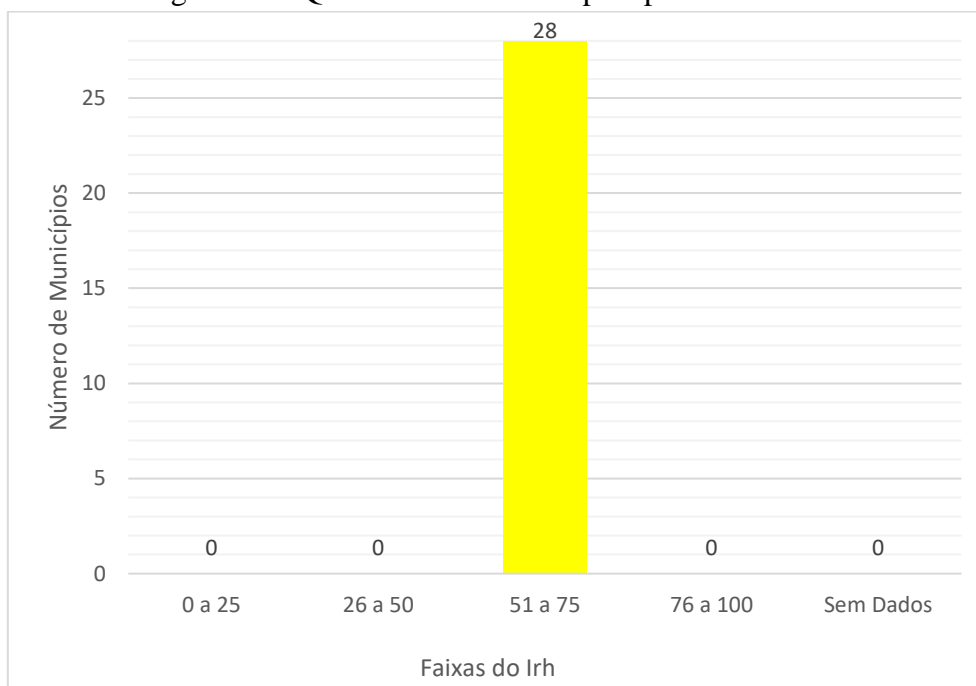
O Ise é composto pela média do Isp e Irf, ou seja: $Ise = (Isp + Irf)/2$.

A fonte de dados do IDHM e do IVS foi IPEA (2010), como a pesquisa do IPEA tem abrangência nacional, o cálculo foi possível para todos os municípios estudados.

Todos os municípios ficaram com pontuação entre 50 a 75 (média salubridade), como pode ser visualizado pela Figura 23. Os resultados para cada município foram dispostos na Figura 24.

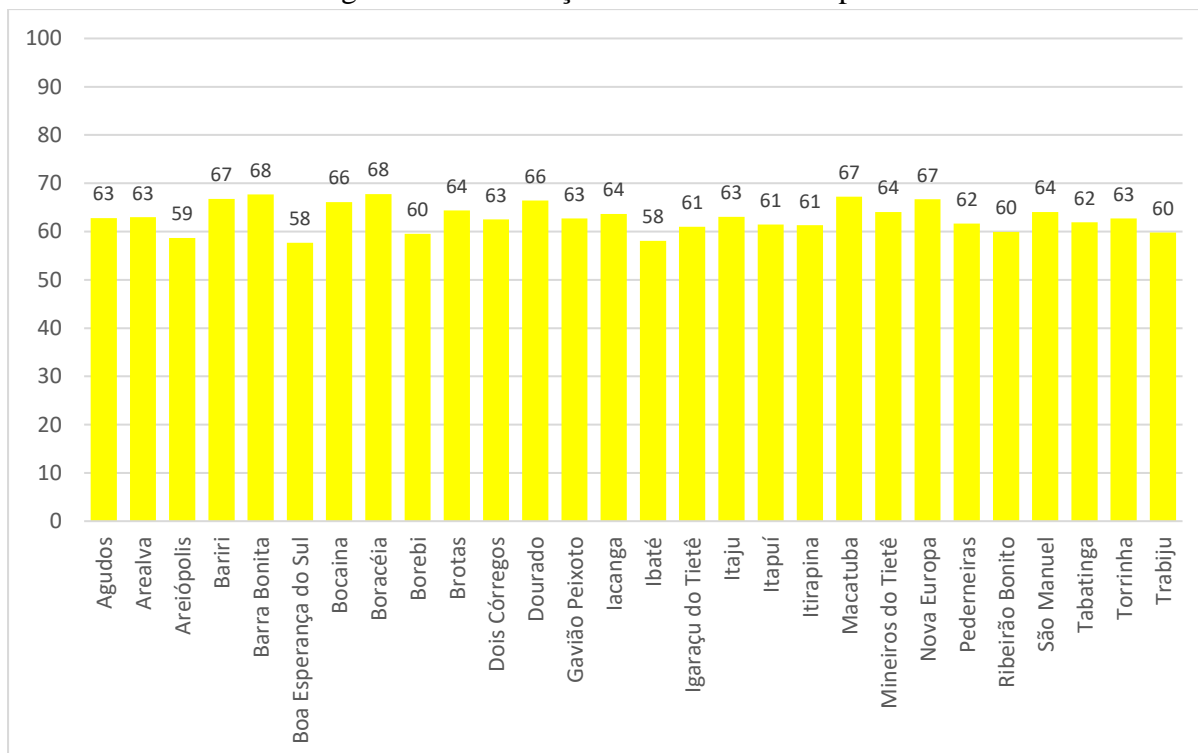
A Tabela com os resultados detalhados do Ise e seus subindicadores encontra-se no **Apêndice H**.

Figura 23 – Quantidade de municípios por faixa de Ise



Fonte: Auto

Figura 24 – Pontuação do Ise dos municípios



Fonte: Autor

Todos os 28 municípios tiveram uma pontuação relativamente parecidas, porém nota-se que o município de Boa Esperança do Sul obteve menor pontuação no Indicador de Saúde Pública, Capital Humano e Educação (Isp), com apenas 54%. É possível que esteja associado ao IDHM Educação (Idhe) do município, que foi baixo em relação aos outros municípios estudados, pontuando 40%. Areiópolis foi outro município que teve problemas com o Idhe baixo, com uma pontuação de 44%.

O indicador IVS Capital Humano (Vch) também acabou contribuindo para a pontuação relativamente baixa de alguns municípios estudados, sendo os que estão com menor pontuação Tabatinga, Itirapina, Dois Córregos, Boa Esperança do Sul, Borebi e Areiópolis, todos com pontuação entre 48% e 51%.

4.4.7 Indicador de Salubridade Ambiental (ISA)

Finalmente após a coleta dos dados e cálculo dos indicadores de segunda ordem foi possível calcular o ISA através da Equação (1).

Devida à falta de dados do SNIS para compor o Iab, Ies, Irs e Irh, o cálculo do ISA foi possível para apenas 7 dos 28 municípios, sendo eles: Agudos, Arealva, Areiópolis, Bocaina, Boracéia, São Manuel e Torrinha.

Os resultados do ISA encontram-se na Tabela 2, a tabela incluindo os 21 municípios que não foram possíveis obter o cálculo do ISA encontra-se no **Apêndice I**.

Tabela 2 – Pontuação do ISA e dos indicadores de segunda ordem dos municípios

Indicador	Agudos	Arealva	Areiópolis	Bocaina	Boracéia	São Manuel	Torrinha
Iab	100%	96%	100%	100%	100%	100%	100%
Ies	100%	94%	100%	100%	100%	100%	100%
Irs	72%	67%	67%	100%	100%	98%	52%
Icv	31%	81%	81%	81%	56%	81%	81%
Irh	83%	83%	83%	83%	83%	83%	83%
Ise	63%	63%	59%	66%	68%	64%	63%
ISA	82%	84%	86%	95%	92%	94%	82%
Situação	Salubre	Salubre	Salubre	Salubre	Salubre	Salubre	Salubre

Fonte: Autor

A partir dos resultados obtidos nota-se que as pontuações do Iab, Ies, Irs e Irh para todos os municípios são extremamente boas, se enquadrando na faixa “salubre”

Além disso, nota-se que Bocaina obteve o ISA mais alto, com uma pontuação de 95%, isso aconteceu principalmente pela nota do Irs, mas o fato do município apenas ter tido uma nota relativamente alta no Ise, algo que aconteceu com todos os outros municípios analisados, também ajudou na pontuação final.

Do lado oposto, os municípios que tiveram o menor ISA foram Agudos e Torrinha, ambos com 82%. No caso de Agudos, o que acabou contribuindo para esse resultado foi a baixa pontuação no Icv, que se deu pela cidade ter tido não só casos de leptospirose, mas também de enchentes. Já para Torrinha o que baixou a pontuação final do ISA foi o Irs, uma vez que o município teve o menor IQR de todos os 28 municípios estudados.

Para os 7 municípios que o ISA foi calculado, todos eles tiveram um resultado considerado salubre, com um ISA entre 76 e 100, sendo eles Agudos (ISA = 82), Arealva (ISA = 84), Areiópolis (ISA = 86), Bocaina (ISA = 95), Boracéia (ISA = 92), São Manuel (ISA = 94) e Torrinha (ISA = 82).

Esse trabalho também produziu uma bifurcação (*fork*)² da ferramenta de código aberto para “Calculadora ISA”. Tanto a ferramenta quanto os arquivos de código-fonte serão disponibilizados em repositório *on-line* sob a licença GNU/GPL3 e poderão ser usados ou alterados pela comunidade científica, empresas ou órgãos de gestão, desde que se respeite a licença GNU/GPL3 que foi vinculada ao software original por Correia, Alvares e Ventura (2020).

² De acordo com Neyman (2015) uma bifurcação (*fork*) de projeto acontece quando um desenvolvedor pega uma cópia do código-fonte de um determinado software e começa um desenvolvimento independente, distinto e separado do software original

5 CONCLUSÕES

A alteração do ISA ajustou, de certa forma, algumas lacunas do método CONESAN (1999), pois considerou outros indicadores existentes em base eletrônica.

Quanto à análise da salubridade ambiental pelo Isa adaptado em municípios com até 50.000 habitantes contidos na UGRHI 13, observou-se que não foi possível obter dados em 75% dos municípios estudados (21 dos 28), pois estas informações não constavam na base SNIS e em outras fontes de dados para saneamento em plataforma *on-line*.

A Calculadora ISA não possibilita cálculos para mais de um município, o que exigiu o uso de planilha eletrônica Excel. Para estudos futuros, este ajuste pode ser realizado para melhor aplicação do programa em *Python*.

O estudo em saneamento e saúde ambiental com o ISA torna-se fundamental e necessário para gerar resultados e estes serem utilizados em Comitê de Bacia Hidrográfica.

REFERÊNCIAS

- ABIKO, A. K. **Introdução à Gestão Internacional**. São Paulo: EPUSP, 1995. 31 p.
Disponível em: http://www.pcc.poli.usp.br/files/text/publications/TT_00012.pdf. Acesso em: 6 jun. 2020.
- ALEGRE, H.; HIRNER, W.; BAPTISTA, J. **Indicadores de Desempenho Para Abastecimento de Água**. Tradução de Patricia Duarte; Helena Alegre; Jaime Melo Baptista. 1ª. ed. Londres: Instituto Regulador de Águas e Resíduos; Laboratório Nacional de Engenharia Civil, v. 1, 2004. Disponível em:
https://www.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/proeesa/pdf/indicadores_desempenho.pdf. Acesso em: 18 maio 2020.
- ALVARES, E. G. M. **Avaliação da Salubridade Ambiental como Fator de Contribuição à Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos. Estudo de Caso: Bacia Hidrográfica Baixo Pardo/Grane (SP)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 2020.
- BATISTA, M. E. M.; SILVA, T. C. da. O modelo ISA/JP – indicador de performance para diagnóstico do saneamento ambiental urbano. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1, p. 55-64, mar. 2006. ISSN 1809-4457. Disponível em:
<https://www.scielo.br/pdf/esa/v11n1/29138.pdf>. Acesso em: 17 maio 2020.
- BELO HORIZONTE. **Plano Municipal de Saneamento de Belo Horizonte - 2012/2015 - Atualização 2014**. Prefeitura Municipal. Belo Horizonte. 2014.
- CETESB. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos**. São Paulo. 2019a.
- CETESB. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo**. São Paulo. 2019b. (978-65-5577-011-7).
- CETESB. Mapa de Vida Útil dos Aterros de Resíduos Urbanos Ano Base 2019, 2020. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/residuossolidos/wp-content/uploads/sites/26/2020/08/Mapa-%E2%80%93-Vida-Util-dos-Aterros-de-Residuos-Urbanos-%E2%80%93-IQR-2019.pdf>. Acesso em: 5 out. 2020.
- COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO TIETÊ-JACARÉ. **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos 2018 - UGRHI 13 - Bacia Hidrográfica Tietê-Jacaré**. [S.l.]. 2018.

CONESAN. **Indicador de Salubridade Ambiental: Manual Básico**. São Paulo. 1999.

CORREIA, E. J. C.; ALVARES, M. E. G.; VENTURA, K. S. **Desenvolvimento de calculadora em Python para análise das condições sanitárias e ambientais no município de São Carlos (SP)**. Simpósio Brasileiro Cidades + Resilientes. São Carlos: [s.n.]. 2020. p. 319-330.

COSTA, R. de V. F. da. **Desenvolvimento do índice de salubridade ambiental (ISA) para comunidades rurais e sua aplicação e análise nas comunidades de Ouro Branco – MG**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto. 2010.

DIAS, M. C. **Índice de salubridade ambiental em áreas de ocupação espontânea: estudo em Salvador, Bahia**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Universidade Federal da Bahia. Salvador. 2003.

IBGE. Censo Demográfico, 2010. Disponível em: www.ibge.gov.br.

IPEA. IVS - Planilha. **Atras da Vulnerabilidade Social**, 2010. Disponível em: <http://ivs.ipea.gov.br/index.php/pt/planilha>. Acesso em: 02 nov. 2020.

IPEA. **Atlas da Vulnerabilidade Social nos Municípios Brasileiros**. Brasília. 2015. (978-85-7811-255-4).

MATOS, J. C. C. T. de. **Proposição de método para definição de cotas per capita mínimas de água para consumo humano**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia ambiental e recursos hídricos) - Universidade de Brasília. Brasília, p. 122. 2007.

MOTTA, P. O que são sistemas de indicadores?. **Fundação Nacional da Qualidade e Modelo de Excelência da Gestão**, 2018. Disponível em: <https://fnq.org.br/comunidade/o-que-sao-sistemas-de-indicadores/>. Acesso em: 17 maio 2020.

NIRAZAWA, A. N.; OLIVEIRA, S. V. W. B. de. Indicadores de saneamento: uma análise de variáveis para elaboração de indicadores municipais. **Revista de Administração Pública**, Ribeirão Preto, v. 52, n. 4, p. 753-763, ago. 2018. ISSN 1982-3134. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-76122018000400753&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 17 maio 2020.

NYMAN, L. **Understanding Code Forking in Open Source Software**: An examination of code forking, its effect on open source software, and how it is viewed and practiced by developers. Tese (Doutorado em Economics and Society) – Hanken School of Economics. Helsinki, p. 168. 2015. (978-952-232-275-3).

OBERAI, S. Duas Ferramentas Gratuitas e Fáceis de Usar para Raspagem de Dados. **Rede de Jornalistas Internacionais**, 2019. Disponível em: <https://ijnet.org/pt-br/story/2-ferramentas-gratuitas-e-f%C3%A1ceis-de-usar-para-raspagem-de-dados>. Acesso em: 2020 nov. 28.

OLIVEIRA, G. S. **O modelo ISA utilizado no Diagnóstico da Salubridade Ambiental nos Bairros do Município de Juiz de Fora**. Monografia (Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora. 2014.

PIZA, F. J. de T. **Indicador de Salubridade Ambiental - ISA**. Trabalho apresentado no Seminário sobre Indicadores de Sustentabilidade. São Paulo. 2000.

PNUD; IPEA; FJP. **Atlas de Desenvolvimento Humano nas Regiões Metropolitanas Brasileiras**. Brasília. 2014. (978-85-88201-21-7).

SABESP. Meio Ambiente. **SABESP**. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=140>. Acesso em: 2020 nov. 20.

SIGRH. Documentos da CBH-TJ. **Portal SigRH**, 2017. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/cbhtj/documentos>. Acesso em: 2020 nov. 20.

SILVA, N. V. S. **As condições de salubridade ambiental das comunidades periurbanas da Bacia do Baixo Gramame**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa. 2006.

SNIS. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2019, 2018. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos/diagnostico-dos-servicos-de-agua-e-esgotos-2018>. Acesso em: 2020 nov. 20.

TEIXEIRA, D. A.; PRADO FILHO, J. F. do; SANTIAGO, A. da F. Indicador de salubridade ambiental: variações da formulação e usos do indicador no Brasil. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 3, p. 543-556, jun. 2018. ISSN 1809-4457. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/esa/v23n3/1809-4457-esa-23-03-543.pdf>. Acesso em: 18 maio 2020.

VALVASSORI, M. L.; ALEXANDRE, N. Z. Aplicação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) para áreas urbanas. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, p. 1-19, 2012. ISSN 2176-9478. Disponível em: http://rbciamb.com.br/index.php/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/311/262. Acesso em: 01 jun. 2020.

VERFAILLIE, H. A.; BIDWELL, R. **Medir a eco-eficiência**: um guia para comunicar o desempenho da empresa. Conselho Empresarial de Desenvolvimento Sustentável BCSD Portugal. [S.l.]. 2000. (2-940240-14-0).

APÊNDICE A – ESTIMATIVAS DE POPULAÇÃO ENTRE OS ANOS DE 2000 E 2030

Município	Agudos		Arealva		Areiópolis		Bariri		Barra Bonita		Boa Esperança do Sul		Bocaina		Boracéia	
	População	% a.a	População	% a.a	População	% a.a	População	% a.a	População	% a.a	População	% a.a	População	% a.a	População	% a.a
2000	32484	--	7244	--	10296	--	28224	--	35487	--	12573	--	9442	--	3739	--
2001	32688	0,628%	7304	0,824%	10324	0,275%	28561	1,194%	35463	-0,068%	12680	0,853%	9584	1,501%	3792	1,415%
2002	32892	0,624%	7363	0,817%	10353	0,274%	28898	1,180%	35439	-0,068%	12787	0,845%	9725	1,479%	3845	1,395%
2003	33096	0,620%	7423	0,811%	10381	0,273%	29235	1,166%	35415	-0,068%	12895	0,838%	9867	1,457%	3898	1,376%
2004	33300	0,616%	7483	0,804%	10409	0,273%	29572	1,152%	35391	-0,068%	13002	0,831%	10009	1,436%	3951	1,357%
2005	33504	0,613%	7543	0,798%	10438	0,272%	29909	1,139%	35367	-0,068%	13109	0,825%	10151	1,416%	4004	1,339%
2006	33708	0,609%	7602	0,792%	10466	0,271%	30245	1,126%	35342	-0,068%	13216	0,818%	10292	1,396%	4056	1,321%
2007	33912	0,605%	7662	0,785%	10494	0,270%	30582	1,114%	35318	-0,068%	13323	0,811%	10434	1,377%	4109	1,304%
2008	34116	0,602%	7722	0,779%	10522	0,270%	30919	1,102%	35294	-0,068%	13431	0,805%	10576	1,358%	4162	1,287%
2009	34320	0,598%	7781	0,773%	10551	0,269%	31256	1,090%	35270	-0,068%	13538	0,798%	10717	1,340%	4215	1,271%
2010	34524	0,594%	7841	0,767%	10579	0,268%	31593	1,078%	35246	-0,068%	13645	0,792%	10859	1,322%	4268	1,255%
2011	34728	0,591%	7901	0,761%	10607	0,268%	31930	1,066%	35222	-0,068%	13752	0,786%	11001	1,305%	4321	1,239%
2012	34932	0,587%	7960	0,756%	10636	0,267%	32267	1,055%	35198	-0,068%	13859	0,780%	11142	1,288%	4374	1,224%
2013	35136	0,584%	8020	0,750%	10664	0,266%	32604	1,044%	35174	-0,068%	13967	0,773%	11284	1,272%	4427	1,209%
2014	35340	0,581%	8080	0,744%	10692	0,265%	32941	1,033%	35150	-0,069%	14074	0,768%	11426	1,256%	4480	1,195%
2015	35544	0,577%	8140	0,739%	10721	0,265%	33278	1,023%	35126	-0,069%	14181	0,762%	11568	1,240%	4533	1,181%
2016	35748	0,574%	8199	0,733%	10749	0,264%	33614	1,012%	35101	-0,069%	14288	0,756%	11709	1,225%	4585	1,167%
2017	35952	0,571%	8259	0,728%	10777	0,263%	33951	1,002%	35077	-0,069%	14395	0,750%	11851	1,210%	4638	1,154%
2018	36156	0,567%	8319	0,723%	10805	0,263%	34288	0,992%	35053	-0,069%	14503	0,745%	11993	1,196%	4691	1,141%
2019	36360	0,564%	8378	0,718%	10834	0,262%	34625	0,983%	35029	-0,069%	14610	0,739%	12134	1,182%	4744	1,128%
2020	36564	0,561%	8438	0,713%	10862	0,261%	34962	0,973%	35005	-0,069%	14717	0,734%	12276	1,168%	4797	1,115%
2021	36768	0,558%	8498	0,708%	10890	0,261%	35299	0,964%	34981	-0,069%	14824	0,728%	12418	1,154%	4850	1,103%
2022	36972	0,555%	8557	0,703%	10919	0,260%	35636	0,954%	34957	-0,069%	14931	0,723%	12559	1,141%	4903	1,091%
2023	37176	0,552%	8617	0,698%	10947	0,259%	35973	0,945%	34933	-0,069%	15039	0,718%	12701	1,128%	4956	1,079%
2024	37380	0,549%	8677	0,693%	10975	0,259%	36310	0,937%	34909	-0,069%	15146	0,713%	12843	1,116%	5009	1,067%
2025	37584	0,546%	8737	0,688%	11004	0,258%	36647	0,928%	34885	-0,069%	15253	0,708%	12985	1,103%	5062	1,056%
2026	37788	0,543%	8796	0,683%	11032	0,257%	36983	0,919%	34860	-0,069%	15360	0,703%	13126	1,091%	5114	1,045%
2027	37992	0,540%	8856	0,679%	11060	0,257%	37320	0,911%	34836	-0,069%	15467	0,698%	13268	1,080%	5167	1,034%
2028	38196	0,537%	8916	0,674%	11088	0,256%	37657	0,903%	34812	-0,069%	15575	0,693%	13410	1,068%	5220	1,024%
2029	38400	0,534%	8975	0,670%	11117	0,255%	37994	0,895%	34788	-0,069%	15682	0,688%	13551	1,057%	5273	1,013%
2030	38604	0,531%	9035	0,665%	11145	0,255%	38331	0,887%	34764	-0,069%	15789	0,684%	13693	1,046%	5326	1,003%
t	0,5533%		0,7002%		0,2595%		0,9501%		-0,0689%		0,7206%		1,1351%		1,0852%	
t10	0,5459%		0,6884%		0,2579%		0,9287%		-0,0690%		0,7081%		1,1047%		1,0574%	

Município	Borebi		Brotas		Dois Córregos		Dourado		Gavião Peixoto		Iacanga		Ibaté		Igaraçu do Tietê	
Ano	População	% a.a	População	% a.a	População	% a.a	População	% a.a	População	% a.a	População	% a.a	População	% a.a	População	% a.a
2000	1933	--	18886	--	22522	--	8606	--	4126	--	8282	--	26462	--	22614	--
2001	1969	1,862%	19155	1,426%	22746	0,994%	8606	0,003%	4155	0,710%	8455	2,090%	26889	1,614%	22689	0,331%
2002	2005	1,828%	19425	1,406%	22970	0,984%	8607	0,003%	4185	0,705%	8628	2,047%	27316	1,589%	22764	0,330%
2003	2041	1,796%	19694	1,387%	23194	0,975%	8607	0,003%	4214	0,700%	8801	2,006%	27744	1,564%	22838	0,329%
2004	2077	1,764%	19964	1,368%	23418	0,965%	8607	0,003%	4243	0,695%	8974	1,967%	28171	1,540%	22913	0,328%
2005	2113	1,733%	20233	1,349%	23642	0,956%	8608	0,003%	4273	0,691%	9148	1,929%	28598	1,516%	22988	0,326%
2006	2149	1,704%	20502	1,331%	23865	0,947%	8608	0,003%	4302	0,686%	9321	1,892%	29025	1,494%	23063	0,325%
2007	2185	1,675%	20772	1,314%	24089	0,938%	8608	0,003%	4331	0,681%	9494	1,857%	29452	1,472%	23138	0,324%
2008	2221	1,648%	21041	1,297%	24313	0,929%	8608	0,003%	4360	0,677%	9667	1,823%	29880	1,450%	23212	0,323%
2009	2257	1,621%	21311	1,280%	24537	0,921%	8609	0,003%	4390	0,672%	9840	1,791%	30307	1,430%	23287	0,322%
2010	2293	1,595%	21580	1,264%	24761	0,912%	8609	0,003%	4419	0,667%	10013	1,759%	30734	1,410%	23362	0,321%
2011	2329	1,570%	21849	1,248%	24985	0,904%	8609	0,003%	4448	0,663%	10186	1,729%	31161	1,390%	23437	0,320%
2012	2365	1,546%	22119	1,233%	25209	0,896%	8610	0,003%	4478	0,659%	10359	1,699%	31588	1,371%	23512	0,319%
2013	2401	1,522%	22388	1,218%	25433	0,888%	8610	0,003%	4507	0,654%	10532	1,671%	32016	1,352%	23586	0,318%
2014	2437	1,499%	22658	1,203%	25657	0,880%	8610	0,003%	4536	0,650%	10705	1,644%	32443	1,334%	23661	0,317%
2015	2473	1,477%	22927	1,189%	25881	0,873%	8611	0,003%	4566	0,646%	10879	1,617%	32870	1,317%	23736	0,316%
2016	2509	1,456%	23196	1,175%	26104	0,865%	8611	0,003%	4595	0,642%	11052	1,591%	33297	1,300%	23811	0,315%
2017	2545	1,435%	23466	1,161%	26328	0,858%	8611	0,003%	4624	0,638%	11225	1,566%	33724	1,283%	23886	0,314%
2018	2581	1,415%	23735	1,148%	26552	0,850%	8611	0,003%	4653	0,634%	11398	1,542%	34152	1,267%	23960	0,313%
2019	2617	1,395%	24005	1,135%	26776	0,843%	8612	0,003%	4683	0,630%	11571	1,519%	34579	1,251%	24035	0,312%
2020	2653	1,376%	24274	1,122%	27000	0,836%	8612	0,003%	4712	0,626%	11744	1,496%	35006	1,235%	24110	0,311%
2021	2689	1,357%	24543	1,110%	27224	0,829%	8612	0,003%	4741	0,622%	11917	1,474%	35433	1,220%	24185	0,310%
2022	2725	1,339%	24813	1,098%	27448	0,822%	8613	0,003%	4771	0,618%	12090	1,453%	35860	1,206%	24260	0,309%
2023	2761	1,321%	25082	1,086%	27672	0,816%	8613	0,003%	4800	0,614%	12263	1,432%	36288	1,191%	24334	0,308%
2024	2797	1,304%	25352	1,074%	27896	0,809%	8613	0,003%	4829	0,610%	12436	1,412%	36715	1,177%	24409	0,307%
2025	2833	1,287%	25621	1,063%	28120	0,803%	8614	0,003%	4859	0,607%	12610	1,392%	37142	1,164%	24484	0,306%
2026	2869	1,271%	25890	1,051%	28343	0,796%	8614	0,003%	4888	0,603%	12783	1,373%	37569	1,150%	24559	0,306%
2027	2905	1,255%	26160	1,041%	28567	0,790%	8614	0,003%	4917	0,599%	12956	1,354%	37996	1,137%	24634	0,305%
2028	2941	1,239%	26429	1,030%	28791	0,784%	8614	0,003%	4946	0,596%	13129	1,336%	38424	1,124%	24708	0,304%
2029	2977	1,224%	26699	1,019%	29015	0,778%	8615	0,003%	4976	0,592%	13302	1,318%	38851	1,112%	24783	0,303%
2030	3013	1,209%	26968	1,009%	29239	0,772%	8615	0,003%	5005	0,589%	13475	1,301%	39278	1,100%	24858	0,302%
t	1,3306%		1,0920%		0,8192%		0,0035%		0,6161%		1,4429%		1,1989%		0,3088%	
t10	1,2892%		1,0639%		0,8032%		0,0035%		0,6069%		1,3946%		1,1651%		0,3065%	

Município	Itaju		Itapuí		Itirapina		Macatuba		Mineiros do Tietê		Nova Europa		Pederneiras		Ribeirão Bonito	
Ano	População	% a.a	População	% a.a	População	% a.a	População	% a.a	População	% a.a	População	% a.a	População	% a.a	População	% a.a
2000	2638	--	10371	--	12836	--	15752	--	11410	--	7307	--	36614	--	11246	--
2001	2699	2,305%	10551	1,738%	13105	2,094%	15803	0,322%	11473	0,550%	7506	2,728%	37102	1,334%	11335	0,791%
2002	2760	2,253%	10731	1,708%	13374	2,051%	15853	0,321%	11536	0,547%	7706	2,655%	37591	1,316%	11424	0,784%
2003	2820	2,203%	10912	1,679%	13642	2,010%	15904	0,320%	11598	0,544%	7905	2,586%	38079	1,299%	11513	0,778%
2004	2881	2,156%	11092	1,651%	13911	1,970%	15955	0,319%	11661	0,541%	8104	2,521%	38567	1,282%	11602	0,772%
2005	2942	2,110%	11272	1,625%	14180	1,932%	16006	0,318%	11724	0,539%	8304	2,459%	39056	1,266%	11691	0,766%
2006	3003	2,067%	11452	1,599%	14449	1,896%	16056	0,317%	11787	0,536%	8503	2,400%	39544	1,250%	11779	0,760%
2007	3064	2,025%	11632	1,573%	14718	1,860%	16107	0,316%	11850	0,533%	8702	2,344%	40032	1,235%	11868	0,755%
2008	3124	1,985%	11813	1,549%	14986	1,826%	16158	0,315%	11912	0,530%	8901	2,290%	40520	1,220%	11957	0,749%
2009	3185	1,946%	11993	1,525%	15255	1,794%	16208	0,314%	11975	0,527%	9101	2,239%	41009	1,205%	12046	0,743%
2010	3246	1,909%	12173	1,503%	15524	1,762%	16259	0,313%	12038	0,524%	9300	2,190%	41497	1,191%	12135	0,738%
2011	3307	1,873%	12353	1,480%	15793	1,732%	16310	0,312%	12101	0,522%	9499	2,143%	41985	1,177%	12224	0,733%
2012	3368	1,839%	12533	1,459%	16062	1,702%	16360	0,311%	12164	0,519%	9699	2,098%	42474	1,163%	12313	0,727%
2013	3428	1,805%	12714	1,438%	16330	1,674%	16411	0,310%	12226	0,516%	9898	2,055%	42962	1,150%	12402	0,722%
2014	3489	1,773%	12894	1,417%	16599	1,646%	16462	0,309%	12289	0,514%	10097	2,014%	43450	1,137%	12491	0,717%
2015	3550	1,743%	13074	1,398%	16868	1,619%	16513	0,308%	12352	0,511%	10297	1,974%	43939	1,124%	12580	0,712%
2016	3611	1,713%	13254	1,378%	17137	1,594%	16563	0,307%	12415	0,508%	10496	1,936%	44427	1,111%	12668	0,707%
2017	3672	1,684%	13434	1,360%	17406	1,569%	16614	0,306%	12478	0,506%	10695	1,899%	44915	1,099%	12757	0,702%
2018	3732	1,656%	13615	1,341%	17674	1,544%	16665	0,305%	12540	0,503%	10894	1,863%	45403	1,087%	12846	0,697%
2019	3793	1,629%	13795	1,324%	17943	1,521%	16715	0,304%	12603	0,501%	11094	1,829%	45892	1,075%	12935	0,692%
2020	3854	1,603%	13975	1,306%	18212	1,498%	16766	0,303%	12666	0,498%	11293	1,797%	46380	1,064%	13024	0,687%
2021	3915	1,578%	14155	1,289%	18481	1,476%	16817	0,302%	12729	0,496%	11492	1,765%	46868	1,053%	13113	0,683%
2022	3976	1,553%	14335	1,273%	18750	1,454%	16867	0,301%	12792	0,493%	11692	1,734%	47357	1,042%	13202	0,678%
2023	4036	1,529%	14516	1,257%	19018	1,434%	16918	0,301%	12854	0,491%	11891	1,705%	47845	1,031%	13291	0,673%
2024	4097	1,506%	14696	1,241%	19287	1,413%	16969	0,300%	12917	0,489%	12090	1,676%	48333	1,021%	13380	0,669%
2025	4158	1,484%	14876	1,226%	19556	1,394%	17020	0,299%	12980	0,486%	12290	1,648%	48822	1,010%	13469	0,664%
2026	4219	1,462%	15056	1,211%	19825	1,375%	17070	0,298%	13043	0,484%	12489	1,622%	49310	1,000%	13557	0,660%
2027	4280	1,441%	15236	1,197%	20094	1,356%	17121	0,297%	13106	0,481%	12688	1,596%	49798	0,990%	13646	0,656%
2028	4340	1,421%	15417	1,183%	20362	1,338%	17172	0,296%	13168	0,479%	12887	1,571%	50286	0,981%	13735	0,651%
2029	4401	1,401%	15597	1,169%	20631	1,320%	17222	0,295%	13231	0,477%	13087	1,546%	50775	0,971%	13824	0,647%
2030	4462	1,381%	15777	1,155%	20900	1,303%	17273	0,294%	13294	0,475%	13286	1,523%	51263	0,962%	13913	0,643%
t	1,5422%		1,2656%		1,4449%		0,3010%		0,4922%		1,7208%		1,0368%		0,6758%	
t10	1,4872%		1,2280%		1,3964%		0,2988%		0,4863%		1,6529%		1,0113%		0,6647%	

Município	São Manuel		Tabatinga		Torrinha		Trabiju	
Ano	População	% a.a	População	% a.a	População	% a.a	População	% a.a
2000	36545	--	12990	--	8837	--	1380	--
2001	36725	0,492%	13160	1,306%	8886	0,558%	1396	1,188%
2002	36904	0,489%	13329	1,289%	8936	0,555%	1413	1,174%
2003	37084	0,487%	13499	1,272%	8985	0,552%	1429	1,161%
2004	37264	0,485%	13668	1,256%	9034	0,549%	1446	1,147%
2005	37444	0,482%	13838	1,241%	9084	0,546%	1462	1,134%
2006	37623	0,480%	14008	1,226%	9133	0,543%	1478	1,122%
2007	37803	0,478%	14177	1,211%	9182	0,540%	1495	1,109%
2008	37983	0,475%	14347	1,196%	9231	0,537%	1511	1,097%
2009	38162	0,473%	14516	1,182%	9281	0,534%	1528	1,085%
2010	38342	0,471%	14686	1,168%	9330	0,531%	1544	1,074%
2011	38522	0,469%	14856	1,155%	9379	0,528%	1560	1,062%
2012	38701	0,466%	15025	1,142%	9429	0,526%	1577	1,051%
2013	38881	0,464%	15195	1,129%	9478	0,523%	1593	1,040%
2014	39061	0,462%	15364	1,116%	9527	0,520%	1610	1,029%
2015	39241	0,460%	15534	1,104%	9577	0,517%	1626	1,019%
2016	39420	0,458%	15704	1,092%	9626	0,515%	1642	1,009%
2017	39600	0,456%	15873	1,080%	9675	0,512%	1659	0,999%
2018	39780	0,454%	16043	1,068%	9724	0,510%	1675	0,989%
2019	39959	0,452%	16212	1,057%	9774	0,507%	1692	0,979%
2020	40139	0,450%	16382	1,046%	9823	0,504%	1708	0,969%
2021	40319	0,448%	16552	1,035%	9872	0,502%	1724	0,960%
2022	40498	0,446%	16721	1,025%	9922	0,499%	1741	0,951%
2023	40678	0,444%	16891	1,014%	9971	0,497%	1757	0,942%
2024	40858	0,442%	17060	1,004%	10020	0,494%	1774	0,933%
2025	41038	0,440%	17230	0,994%	10070	0,492%	1790	0,925%
2026	41217	0,438%	17400	0,984%	10119	0,490%	1806	0,916%
2027	41397	0,436%	17569	0,975%	10168	0,487%	1823	0,908%
2028	41577	0,434%	17739	0,965%	10217	0,485%	1839	0,900%
2029	41756	0,432%	17908	0,956%	10267	0,483%	1856	0,892%
2030	41936	0,430%	18078	0,947%	10316	0,480%	1872	0,884%
t	0,4447%		1,0198%		0,4982%		0,9468%	
t10	0,4399%		0,9951%		0,4921%		0,9255%	

Fonte: Autor

APÊNDICE B – ALTERAÇÕES NO MÉTODO DO ISA E FONTES DE DADOS

Indicador de Segunda Ordem	Indicador de 3ª Ordem	Subindicadores Originais	Subindicadores propostos pelo Autor	Adaptação do Autor
Indicador de Abastecimento de Água (lab)	Indicador da qualidade da água distribuída (Iqa)	Fator (nº de amostras Realizadas/nº mínimo de amostras a serem efetuadas pelo SAA)	<i>Nome não foi alterado</i>	<p>O novo indicador também é equivalente ao antigo e é dado pelos seguintes dados do SNIS: Amostra de Cloro Residual Analisadas [QD006], Amostra de Turbidez Analisadas [QD008], Amostras de Coliformes Totais Analisadas [QD026], Amostra de Cloro Residual Obrigatórias [QD020], Amostra de Turbidez Obrigatórias [QD019], Amostras de Coliformes Totais Obrigatórias [QD028]. A equação para a obtenção do Fator k é dada por:</p> $k = \frac{QD006 + QD008 + QD026}{QD020 + QD019 + QD028}$
		Quantidade de amostras consideradas como sendo de água potável relativa à colimetria, cloro e turbidez (NAA)		<p>O novo indicador também é equivalente ao antigo e é dado pelos seguintes dados do SNIS: Amostra de Cloro Residual Analisadas [QD006], Amostra de Turbidez Analisadas [QD008], Amostras de Coliformes Totais Analisadas [QD026], Amostra de Cloro Residual Fora do Padrão [QD007], Amostra de Turbidez Fora do Padrão [QD009], Amostras de Coliformes Totais Fora do Padrão [QD027]. NAA é obtido através da seguinte equação:</p> $NAA = (QD006 - QD007) + (QD008 - QD009) + (QD026 - QD027)$
		Quantidade de amostras realizadas (NAR)		<p>O novo indicador também é equivalente ao antigo e é dado pelos seguintes dados do SNIS: Amostra de Cloro Residual Analisadas [QD006], Amostra de Turbidez Analisadas [QD008], Amostras de Coliformes Totais Analisadas [QD026]. NAR é obtido através da seguinte equação:</p> $NAR = QD006 + QD008 + QD026$

Indicador de Segunda Ordem	Indicador de 3ª Ordem	Subindicadores Originais	Subindicadores propostos pelo Autor	Adaptação do Autor
Indicador de Abastecimento de Água (Iab)	Indicador de Cobertura de Abastecimento de Água (Ica)		Índice de atendimento urbano de água (Ica)	O novo e o antigo índice são equivalentes, entretanto para o índice antigo era necessário uma operação matemática entre dados populacionais para chegar ao resultado do indicador. Como o SNIS já oferece esse valor pré-calculado, a substituição foi proposta para remover cálculos desnecessários do indicador. O índice está disponível no SNIS como Índice de atendimento urbano de água [IN023]
	Saturação dos Sistemas Produtores (I _{sa})	Volume de produção para atender (VP)	<i>Nome não foi alterado</i>	Necessário para atender 100% da população atual. De acordo com SABESP (20--) uma pessoa necessita de, no mínimo, 110 litros de água por dia para atender as necessidades físicas e de higiene. VP é obtido através da cota diária per capita mínima em m ³ multiplicada por 365 dias e pela população total atual. $VP = POP_{TOT} * 0,11 * 365$
		Capacidade de produção (CP)		Trocado pelo Volume de Água Produzida [AG006] disponível no SNIS
		Perda atual (K1)		Trocado pelo Índice de perdas na distribuição [IN049] disponível no SNIS
		Perda estimada em 5 anos (K2)		Foi considerada redução de perdas de $tp = -0,02$ (ou -2%) ao ano nos próximos 5 anos. K2 é obtido através da seguinte equação: $K2 = K1 * (1 + tp)^5$

Indicador de Segunda Ordem	Indicador de 3ª Ordem	Subindicadores Originais	Subindicadores propostos pelo Autor	Adaptação do Autor
Indicador de Esgotos Sanitário (Ies)	Indicador de Cobertura em Coleta de Esgotos e Tanques Sépticos (Ice)		Índice de atendimento urbano de esgoto (Ice)	O novo e o antigo índice são equivalentes, entretanto para o índice antigo era necessário uma operação matemática entre dados populacionais para chegar ao resultado do indicador. Como o SNIS já oferece esse valor pré-calculado, a substituição foi proposta para remover cálculos desnecessários do indicador. O índice está disponível no SNIS como Índice de atendimento urbano de esgoto [IN047]
	Indicador de Esgotos Tratados (Ite)	Índice de cobertura de esgotos (Ice)	Índice de atendimento urbano de esgoto (Ice)	O novo índice também é equivalente ao antigo e está disponível no SNIS como Índice de atendimento urbano de esgoto [IN047]
		Volume tratado de esgotos medido ou estimado nas estações em áreas servidas por rede de esgoto (VT)	Índice de tratamento de esgoto (Inte)	O novo e o antigo índice são equivalentes, entretanto para o índice antigo era necessário uma operação matemática entre dados populacionais para chegar ao resultado do indicador. Como o SNIS já oferece esse valor pré-calculado, a substituição foi proposta para remover cálculos desnecessários do indicador. O novo indicador está disponível no SNIS como Índice de Tratamento de Esgoto [IN016]
	Volume coletado de esgotos (VC)			
	Indicador de Saturação do Tratamento de Esgotos (Ise)	Volume coletado de esgotos (VC)	Índice de tratamento de esgoto (Inte)	A Capacidade de tratamento (CT) foi considerada como sendo o Volume de Esgoto Tratado pelo município, dessa forma Volume coletado de esgoto (VC) e (CP) foram substituídos pelo Índice de tratamento de esgoto (inte)
		Capacidade de tratamento (CT)		
		Número de anos em que o sistema ficará saturado (n)	<i>Nome não foi alterado</i>	Não houve alteração no Indicador, porém uma alteração na equação do n foi necessária para incluir o novo índice Inte: $n = \frac{\log(Inte)}{\log(1 + t)}$

Indicador de Segunda Ordem	Indicador de 3ª Ordem	Subindicadores Originais	Subindicadores propostos pelo Autor	Adaptação do Autor
Indicador de Resíduos Sólidos (Irs)	Indicador de Coleta de Lixo (Icr)		Taxa cobertura da coleta RDO em relação à pop. Urbana (Rdo)	O novo e o antigo índice são equivalentes, entretanto para o índice antigo era necessário uma operação matemática entre dados populacionais para chegar ao resultado do indicador. Como o SNIS já oferece esse valor pré-calculado, a substituição foi proposta para remover cálculos desnecessários do indicador. O índice está disponível no SNIS como Taxa cobertura da coleta RDO em relação à pop. Urbana [IN016]
	Indicador de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos (Iqr)	Índice de qualidade de Aterros de Resíduos sólidos domiciliares – Cetesb (IQR)	<i>Nome não foi alterado</i>	Não houve alterações. Fonte de dados: CETESB
	Indicador de Saturação do Tratamento e Disposição Final dos Resíduos Sólidos (Isr)	Volume coletado de lixo no ano (VL)	Capacidade restante do aterro (CA)	<i>Vida Útil Restante o Aterro (n)</i>

Indicador de Segunda Ordem	Indicador de 3ª Ordem	Subindicadores Originais	Subindicadores propostos pelo Autor	Adaptação do Autor
Indicador de Controle de Vetores (Icv)	Indicador de Dengue (Ivd)		<i>Nome não foi alterado</i>	Não houve alterações. Informações buscadas na imprensa
	Indicador de Esquistossomose (Ive)			Não houve alterações. Fonte de dados: DATASUS
	Indicador de Leptospirose (Ivl)			Não houve alterações. Fonte de dados: DATASUS e informações sobre enchentes foram buscadas na imprensa
Indicador de Recursos Hídricos (Irh)	Qualidade da Água Bruta (Iqb)		Nome não foi alterado	Substituído pelo Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público (IAP) da CETESB, disponível no relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo. O IQA deve ser corrigido pela equação: $Iqb = 1,065 * IAP$
	Disponibilidade dos mananciais (Idm)	Disponibilidade, água em condições de tratabilidade para abastecimento (Disp)	<i>Nome não foi alterado</i>	A Disponibilidade (Disp) de água foi estimada através da média dos últimos 5 relatórios da UGHRI para o indicador Disponibilidade per capita - Vazão média em relação à população total (DispCap) [m3/hab.ano] e extrapolado para os próximos 10 anos através da t10 e da população total atual,. O Disp é dado pelo somatório: $Disp = \sum_{i=0}^9 DispCap * Pop * (1 + t_{10})^i$
		Demanda (considerar a demanda futura de 10 anos)		A Demanda (Dem) foi estimada através do Volume de Água Consumido (Vac) disponível no SNIS e do t10. O Dem é dado pelo somatório: $Dem = \sum_{i=0}^9 Vac * (1 + t_{10})^i$
	Fontes Isoladas (Ifi)	Quantidade de amostras consideradas como sendo de água potável relativa à colimetria, cloro e turbidez (NAA)	<i>Nome não foi alterado</i>	Não houve alterações
		Quantidade de amostras realizadas (NAR)		

Indicador de Segunda Ordem	Indicador de 3ª Ordem Original	Ind. de 3ª Ordem propostos pelo Autor	Subindicadores Originais	Subindicadores propostos pelo Autor	Adaptação do Autor
Indicador Sócioeconômico (Ise)	Indicador de Saúde Pública Vinculada ao Saneamento (Isp)	Indicador de Saúde Pública, Capital Humano e Educação (Isp)	Indicador relativo a mortalidade infantil (0 a 4 anos) ligada a doença de veiculação hídrica (Imh), Indicador relativo a média de mortalidade infantil (0 a 4 anos) e de idosos (acima de 65 anos) ligados a doenças respiratórias (Imr)	IVS Capital Humano (Vch), IDHM Educação (Idhe), IDHM Longevidade (Idhl)	Vch, Idhe e Idhl devem ser corrigidos pelas seguintes equações: $Vch = 62 * IVS_{Capital\ H.}^2 - 164 * IVS_{Capital\ H.} + 100$ $Idhe = 76 * IDHM_{Educ.}^2 + 28 * IDHM_{Educ.}$ $Idhl = 76 * IDHM_{Long.}^2 + 28 * IDHM_{Long.}$
	Indicador de Educação (Ied)		Indicador de nenhuma escolaridade (Ine), Indicador de escolaridade até o 1o grau (Ie1)		
	Indicador de Renda (Irf)	Indicador de Renda e Trabalho (Irf)	Indicador de distribuição de renda menor que 3 salários mínimos (I2s), Indicador de renda média (Irm)	IVS Renda e Trabalho (Vrt), IDHM Renda (Idhr)	Vrt e Idhr devem ser corrigidos pelas seguintes equações: $Vrt = 62 * IVS_{Renda\ e\ T.}^2 - 164 * IVS_{Renda\ e\ T.} + 100$ $Idhr = 76 * IDHM_{Renda}^2 + 28 * IDHM_{Renda}$

Fonte: Autor

APÊNDICE C – PLANILHA DE CÁLCULOS DO IAB

Indicador	Sub-Indicador	Agudos	Arealva	Areiópolis	Bariri	Barra Bonita	Boa Esperança do Sul	Bocaina	Boracéia	Borebi	
Indicador de Abastecimento de Água (Iab)	Índice de atendimento urbano de água (Ica)	[%]	100,00	87,82	100,00	x	x	x	100,00	100,00	x
	Ica		100,00%	87,82%	100,00%	x	x	x	100,00%	100,00%	x
	Indicador da qualidade da água distribuída (Iqa)	Fator (nº de amostras Realizadas/nº mínimo de amostras a serem efetuadas pelo SAA)(k <= 1)	1,00	1,00	1,00	x	x	x	1,00	1,00	x
		Quantidade de amostras consideradas como sendo de água potável relativa à colimetria, cloro e turbidez (NAA)	1693	360	694	x	x	x	759	361	x
		Quantidade de amostras realizadas (NAR)	1697	360	696	x	x	x	762	361	x
	Iqa		99,76%	100,00%	99,71%	x	x	x	99,61%	100,00%	x
	Saturação dos Sistemas Produtores (Isa)	Volume de produção para atender (VP) (m3/ano)	1386139	314816	424747	1268459	1415127	547847	435989	171360	92064
		Capacidade de produção (CP)(m3/ano)	3288230	548780	703550	x	x	x	984280	384190	x
		Taxa de crescimento média para os próximos 5 anos (t) [%]	0,55%	0,70%	0,26%	x	x	x	1,14%	1,09%	x
		Perda atual (K1)	28,7	17,9	24,6	x	x	x	29,0	29,7	x
		Perda estimada em 5 anos (K2)	26,0	16,2	22,2	x	x	x	26,2	26,8	x
		Número de anos em que o sistema ficará saturado (n)	174,85	94,12	233,67	x	x	x	81,10	84,16	x
	Isa		100,00%	100,00%	100,00%	x	x	x	100,00%	100,00%	x
	Iab		100%	96%	100%	x	x	x	100%	100%	x

Indicador	Sub-Indicador	Itirapina	Macatuba	Mineiros do Tietê	Nova Europa	Pederneiras	Ribeirão Bonito	São Manuel	Tabatinga	Torrinha	Trabiju	
Indicador de Abastecimento de Água (Iab)	Índice de atendimento urbano de água (Ica)	[%]	x	x	x	x	x	100,00	x	100,00	x	
	Ica		x	x	x	x	x	100,00%	x	100,00%	x	
	Indicador da qualidade da água distribuída (Iqa)	Fator (nº de amostras Realizadas/nº mínimo de amostras a serem efetuadas pelo SAA)(k <= 1)	x	x	x	x	x	x	1,00	x	1,00	x
		Quantidade de amostras consideradas como sendo de água potável relativa à colimetria, cloro e turbidez (NAA)	x	x	x	x	x	x	361	x	613	x
		Quantidade de amostras realizadas (NAR)	x	x	x	x	x	x	363	x	619	x
	Iqa		x	x	x	x	x	x	99,45%	x	99,03%	x
	Saturação dos Sistemas Produtores (Isa)	Volume de produção para atender (VP) (m3/ano)	623289	652799	483326	373395	1666105	487220	1539431	589643	374600	61992
		Capacidade de produção (CP)(m3/ano)	x	x	x	x	x	x	3456590	x	800300	x
		Taxa de crescimento média para os próximos 5 anos (t) [%]	x	x	x	x	x	x	0,44%	x	0,50%	x
		Perda atual (K1)	x	x	x	x	x	x	34,1	x	34,8	x
		Perda estimada em 5 anos (K2)	x	x	x	x	x	x	30,8	x	31,4	x
		Número de anos em que o sistema ficará saturado (n)	x	x	x	x	x	x	205,05	x	173,09	x
	Isa		x	x	x	x	x	x	100,00%	x	100,00%	x
	Iab		x	x	x	x	x	x	100%	x	100%	x

Fonte: Autor

x – dados indisponíveis na fonte de dados

Indicador	Sub-Indicador	Itirapina	Macatuba	Mineiros do Tietê	Nova Europa	Pederneiras	Ribeirão Bonito	São Manuel	Tabatinga	Torrinha	Trabiju	
Indicador de Esgotos Sanitário (Ies)	Índice de Atendimento Urbano de Esgoto (Ice)	[%]	x	x	x	x	x	99,69	x	100,00	x	
	Ice		x	x	x	x	x	100,00%	x	100,00%	x	
	Indicador de Esgotos Tratados (Ite)	Índice de atendimento urbano de esgoto (Ice) [%]	x	x	x	x	x	x	99,69	x	100,00	x
		Índice de tratamento de esgoto (Inte) [%]	x	x	x	x	x	x	100	x	100	x
	Ite		x	x	x	x	x	x	100,00%	x	100,00%	x
	Indicador de Saturação do Tratamento de Esgotos (Ise)	Índice de tratamento de esgoto (Inte) [%]	x	x	x	x	x	x	100	x	100	x
		Taxa de crescimento média para os próximos 5 anos (t) [%]	x	x	x	x	x	x	0,44%	x	0,50%	x
		número de anos em que o sistema ficará saturado (n)	x	x	x	x	x	x	1037,79	x	926,72	x
	Ise		x	x	x	x	x	x	100,00%	x	100,00%	x
	Ies		x	x	x	x	x	x	100%	x	100%	x

Fonte: Autor

x – dados indisponíveis na fonte de dados

APÊNDICE E – PLANILHA DE CÁLCULOS DO IRS

Indicador	Sub-Indicador	Agudos	Arealva	Areiópolis	Bariri	Barra Bonita	Boa Esperança do Sul	Bocaina	Boracéia	Borebi	
Indicador de Resíduos Sólidos (Irs)	Indicador de Coleta de Lixo (Icr)	Taxa cobertura da coleta RDO em relação à pop. Urbana (Rdo) [%]	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	x	100,00	100,00	100,00
	Icr		100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	x	100,00%	100,00%	100,00%
	Indicador de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos (Iqr)	Índice de qualidade de Aterros de Resíduos sólidos domiciliares – Cetesb (IQR)	7,30	9,00	9,00	9,00	7,60	7,70	9,00	9,00	9,00
	Iqr		65,00%	100,00%	100,00%	100,00%	80,00%	80,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	Indicador de Saturação do Tratamento e Disposição Final dos Resíduos Sólidos (Isr)	Vida Útil Restante o Aterro (n)	2 < n ≤ 5anos	n ≤ 2 anos	n ≤ 2 anos	n > 5 anos	n > 5 anos	n ≤ 2 anos	n > 5 anos	n > 5 anos	n ≤ 2 anos
	Isr		50,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	0,00%	100,00%	100,00%	0,00%
Irs		72%	67%	67%	100%	93%	x	100%	100%	67%	

Indicador	Sub-Indicador	Brotas	Dois Córregos	Dourado	Gavião Peixoto	Iacanga	Ibaté	Igaraçu do Tietê	Itaju	Itapuí	
Indicador de Resíduos Sólidos (Irs)	Indicador de Coleta de Lixo (Icr)	Taxa cobertura da coleta RDO em relação à pop. Urbana (Rdo) [%]	100,00	100,00	x	100,00	100,00	x	x	100,00	
	Icr		100,00%	100,00%	x	100,00%	100,00%	x	x	100,00%	
	Indicador de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos (Iqr)	Índice de qualidade de Aterros de Resíduos sólidos domiciliares – Cetesb (IQR)	7,60	7,60	8,70	7,40	8,10	8,20	7,60	9,50	7,30
	Iqr		80,00%	80,00%	100,00%	70,00%	100,00%	100,00%	80,00%	100,00%	65,00%
	Indicador de Saturação do Tratamento e Disposição Final dos Resíduos Sólidos (Isr)	Vida Útil Restante o Aterro (n)	2 < n ≤ 5anos	n ≤ 2 anos	n ≤ 2 anos	n ≤ 2 anos	n > 5 anos	n > 5 anos	n ≤ 2 anos	n > 5 anos	n ≤ 2 anos
	Isr		50,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%
Irs		77%	60%	x	57%	100%	x	x	x	55%	

Indicador	Sub-Indicador	Itirapina	Macatuba	Mineiros do Tietê	Nova Europa	Pederneiras	Ribeirão Bonito	São Manuel	Tabatinga	Torrinha	Trabiju	
Indicador de Resíduos Sólidos (Irs)	Indicador de Coleta de Lixo (Icr)	Taxa cobertura da coleta RDO em relação à pop. Urbana (Rdo) [%]	100,00	100,00	x	100,00	x	98,63	100,00	98,58	100,00	x
		Icr	100,00%	100,00%	x	100,00%	x	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	x
	Indicador de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos (Iqr)	Índice de qualidade de Aterros de Resíduos sólidos domiciliares – Cetesb (IQR)	7,70	7,80	9,00	7,30	9,60	8,40	7,90	7,70	7,10	9,00
		Iqr	85,00%	90,00%	100,00%	65,00%	100,00%	100,00%	95,00%	85,00%	55,00%	100,00%
	Indicador de Saturação do Tratamento e Disposição Final dos Resíduos Sólidos (Isr)	Vida Útil Restante o Aterro (n)	n > 5 anos	n > 5 anos	n > 5 anos	n ≤ 2 anos	n > 5 anos	2 < n ≤ 5anos	n > 5 anos	n ≤ 2 anos	n ≤ 2 anos	n ≤ 2 anos
		Isr	100,00%	100,00%	100,00%	0,00%	100,00%	50,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
		Irs	95%	97%	x	55%	x	83%	98%	62%	52%	x

Fonte: Autor

x – dados indisponíveis na fonte de dados

APÊNDICE F – PLANILHA DE CÁLCULOS DO ICV

Indicador	Sub-Indicador	Agudos	Arealva	Areiópolis	Bariri	Barra Bonita	Boa Esperança do Sul	Bocaina	Boracéia	Borebi	
Indicador de Controle de Vetores (Icv)	Indicador de Dengue (Ivd)	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	
	Indicador de Esquistossomose (Ive)	0	0	0	1	1	0	0	0	1	
	Ive	100,00%	100,00%	100,00%	50,00%	50,00%	100,00%	100,00%	100,00%	50,00%	
	Indicador de Leptospiriose (Ivl)	Casos de Leptospiriose	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		Enchentes	sim	não	não	não	não	não	não	sim	sim
	Ivl	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	50,00%	50,00%
Icv	31%	81%	81%	69%	69%	81%	81%	56%	44%		

Indicador	Sub-Indicador	Brotas	Dois Córregos	Dourado	Gavião Peixoto	Iacanga	Ibaté	Igaraçu do Tietê	Itaju	Itapuí	
Indicador de Controle de Vetores (Icv)	Indicador de Dengue (Ivd)	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	
	Indicador de Esquistossomose (Ive)	0	0	0	0	0	0	2	0	0	
	Ive	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	25,00%	100,00%	100,00%	
	Indicador de Leptospiriose (Ivl)	Casos de Leptospiriose	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Enchentes	não	não	não	não	não	sim	não	não	não
	Ivl	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	50,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
Icv	81%	81%	81%	81%	81%	56%	63%	81%	81%		

Indicador	Sub-Indicador	Itirapina	Macatuba	Mineiros do Tietê	Nova Europa	Pederneiras	Ribeirão Bonito	São Manuel	Tabatinga	Torrinha	Trabiju	
Indicador de Controle de Vetores (Icv)	Indicador de Dengue (Ivd)	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	
	Indicador de Esquistossomose (Ive)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Ive	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
	Indicador de Leptospirose (Ivl)	Casos de Leptospirose	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		Enchentes	não	não	não	sim	sim	não	não	não	não	não
	Ivl	100,00%	25,00%	100,00%	50,00%	50,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
	Icv	81%	44%	81%	56%	56%	81%	81%	81%	81%	81%	

Fonte: Autor

APÊNDICE G – PLANILHA DE CÁLCULOS DO IRH

Indicador	Sub-Indicador	Agudos	Arealva	Areiópolis	Bariri	Barra Bonita	Boa Esperança do Sul	Bocaina	Boracéia	Borebi	
Indicador de Recursos Hídricos (Irh)	Indicador de qualidade da água bruta (Iqb)	65,90	65,90	65,90	65,90	65,90	65,90	65,90	65,90	65,90	
	Iqb	65,90%	65,90%	65,90%	65,90%	65,90%	65,90%	65,90%	65,90%	65,90%	
	Indicador de disponibilidade dos mananciais (Idm)	Disponibilidade per capita - Vazão média em relação à população total (Dispc) [m ³ /hab.ano]	1982,5	1982,5	1982,5	1982,5	1982,5	1982,5	1982,5	1982,5	1982,5
		Taxa de Crescimento Populacional Anual Média nos Próximos 10 anos (t10)	0,55%	0,69%	0,26%	0,93%	-0,07%	0,71%	1,10%	1,06%	1,29%
		Disponibilidade, água em condições de tratabilidade para abastecimento - para os próximos 10 anos (Disp) [m ³]	7,01E+08	1,60E+08	2,12E+08	6,53E+08	6,97E+08	2,79E+08	2,26E+08	8,88E+07	4,82E+07
		Volume de Água Consumido (Vac) [m ³ /ano]	2,34E+06	4,51E+05	5,30E+05	x	x	x	6,98E+05	2,70E+05	x
		Demanda (considerar a demanda futura de 10 anos) (Dem) [m ³]	2,40E+07	4,65E+06	5,37E+06	x	x	x	7,34E+06	2,83E+06	x
		Idm (Dis/Dem)	29,259	34,501	39,542	x	x	x	30,821	31,316	x
	Idm	100,00%	100,00%	100,00%	x	x	x	100,00%	100,00%	x	
	Fontes Isoladas (Ifi) <i>(Ignorar indicador caso município não use fontes isoladas)</i>	Quantidade de amostras consideradas como sendo de água potável relativa à colimetria, cloro e turbidez (NAA)	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
		Quantidade de amostras realizadas (NAR)	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
	Ifi	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
	Irh	83%	83%	83%	x	x	x	83%	83%	x	

Indicador	Sub-Indicador	Itirapina	Macatuba	Mineiros do Tietê	Nova Europa	Pederneiras	Ribeirão Bonito	São Manuel	Tabatinga	Torrinha	Trabiju	
Indicador de Recursos Hídricos (Irh)	Indicador de qualidade da água bruta (Iqb)	65,90	65,90	65,90	65,90	65,90	65,90	65,90	65,90	65,90	65,90	
	Iqb	65,90%	65,90%	65,90%	65,90%	65,90%	65,90%	65,90%	65,90%	65,90%	65,90%	
	Indicador de disponibilidade dos mananciais (Idm)	Disponibilidade per capita - Vazão média em relação à população total (Dispc) [m ³ /hab.ano]	1982,5	1982,5	1982,5	1982,5	1982,5	1982,5	1982,5	1982,5	1982,5	1982,5
		Taxa de Crescimento Populacional Anual Média nos Próximos 10 anos (t10)	1,40%	0,30%	0,49%	1,65%	1,01%	0,66%	0,44%	1,00%	0,49%	0,93%
		Disponibilidade, água em condições de tratabilidade para abastecimento - para os próximos 10 anos (Disp) [m ³]	3,28E+08	3,27E+08	2,44E+08	1,99E+08	8,61E+08	2,48E+08	7,75E+08	3,05E+08	1,89E+08	3,19E+07
		Volume de Água Consumido (Vac) [m ³ /ano]	x	x	x	x	x	x	2,28E+06	x	5,22E+05	x
		Demanda (considerar a demanda futura de 10 anos) (Dem) [m ³]	x	x	x	x	x	x	2,32E+07	x	5,34E+06	x
		Idm (Dis/Dem)	x	x	x	x	x	x	33,378	x	35,435	x
	Idm	x	x	x	x	x	x	100,00%	x	100,00%	x	
	Fontes Isoladas (Ifi) <i>(Ignorar indicador caso município não use fontes isoladas)</i>	Quantidade de amostras consideradas como sendo de água potável relativa à colimetria, cloro e turbidez (NAA)	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
		Quantidade de amostras realizadas (NAR)	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
	Ifi	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
	Irh	x	x	x	x	x	x	83%	x	83%	x	

Fonte: Autor

x – dados indisponíveis na fonte de dados

APÊNDICE H – PLANILHA DE CÁLCULOS DO ISE

Indicador	Sub-Indicador		Agudos	Arealva	Areiópolis	Bariri	Barra Bonita	Boa Esperança do Sul	Bocaina	Boracéia	Borebi
Indicador Sócioeconômico (Ise)	Indicador de Saúde Pública, Capital Humano e Educação (Isp)	IVS Capital Humano (Vch)	61,16	60,11	50,68	60,37	60,37	48,40	62,34	59,07	51,53
		IDHM Educação (Idhe)	56,04	54,58	43,45	51,84	51,84	39,74	51,07	54,84	45,97
		IDHM Longevidade (Idhl)	77,93	77,15	74,52	81,40	81,40	72,69	77,15	81,24	78,08
	Isp		65,04%	63,94%	56,22%	64,54%	64,54%	53,61%	63,52%	65,05%	58,53%
	Indicador de Renda e Trabalho (Irf)	IVS Renda e Trabalho (Vrt)	61,81	63,14	63,68	72,06	73,06	64,35	71,36	74,92	63,54
		IDHM Renda (Idhr)	57,5139	59,283824	54,973296	61,776896	65,464944	55,769664	62,478156	59,971404	53,396976
	Irf		60,52%	61,98%	61,06%	68,98%	70,78%	61,77%	68,69%	70,43%	60,50%
	Ise		63%	63%	59%	67%	68%	58%	66%	68%	60%

Indicador	Sub-Indicador		Brotas	Dois Córregos	Dourado	Gavião Peixoto	Iacanga	Ibaté	Igaraçu do Tietê	Itaju	Itapuí
Indicador Sócioeconômico (Ise)	Indicador de Saúde Pública, Capital Humano e Educação (Isp)	IVS Capital Humano (Vch)	63,54	49,00	62,34	58,68	55,87	52,63	54,62	59,85	55,12
		IDHM Educação (Idhe)	55,24	46,09	55,37	53,66	53,53	47,43	52,10	45,72	48,18
		IDHM Longevidade (Idhl)	73,30	79,18	72,69	71,34	78,87	73,15	76,83	74,52	77,30
	Isp		64,03%	58,09%	63,47%	61,23%	62,76%	57,74%	61,18%	60,03%	60,20%
	Indicador de Renda e Trabalho (Irf)	IVS Renda e Trabalho (Vrt)	66,65	69,82	73,63	68,16	66,51	60,24	63,01	70,24	64,21
		IDHM Renda (Idhr)	60,109376	60,2475	59,283824	55,105644	59,695916	54,313836	55,636556	56,303616	59,009856
	Irf		64,69%	66,95%	69,32%	64,24%	64,47%	58,46%	60,80%	66,06%	62,65%
	Ise		64%	63%	66%	63%	64%	58%	61%	63%	61%

Indicador	Sub-Indicador	Itirapina	Macatuba	Mineiros do Tietê	Nova Europa	Pederneiras	Ribeirão Bonito	São Manuel	Tabatinga	Torrinha	Trabiju	
Indicador Sócioeconômico (Ise)	Indicador de Saúde Pública, Capital Humano e Educação (Isp)	IVS Capital Humano (Vch)	49,23	58,81	59,33	57,02	54,37	53,00	58,68	49,00	56,76	54,74
		IDHM Educação (Idhe)	48,55	56,44	51,33	59,28	53,27	47,19	56,17	45,24	51,33	56,44
		IDHM Longevidade (Idhl)	73,00	80,13	74,52	81,72	72,85	72,69	71,79	73,76	79,02	72,69
	Isp	56,93%	65,13%	61,73%	66,01%	60,16%	57,63%	62,21%	56,00%	62,37%	61,29%	
	Indicador de Renda e Trabalho (Irf)	IVS Renda e Trabalho (Vrt)	67,47	70,94	69,40	70,80	63,68	63,81	67,74	72,49	63,81	60,76
		IDHM Renda (Idhr)	61,497456	65,608844	59,421036	59,283824	62,056944	58,463744	61,6371	56,84	61,497456	52,358256
	Irf	65,68%	69,34%	66,41%	67,34%	63,19%	62,21%	65,91%	67,79%	63,12%	58,24%	
	Ise	61%	67%	64%	67%	62%	60%	64%	62%	63%	60%	

Fonte: Autor

APÊNDICE I – PLANILHA DE CÁLCULOS DO ISA

Indicador	Agudos	Arealva	Areiópolis	Bariri	Barra Bonita	Boa Esperança do Sul	Bocaina	Boracéia	Borebi
Indicador de Abastecimento de Água (Iab)	100%	96%	100%	x	x	x	100%	100%	x
Indicador de Esgotos Sanitário (Ies)	100%	94%	100%	x	x	x	100%	100%	x
Indicador de Resíduos Sólidos (Irs)	72%	67%	67%	100%	93%	x	100%	100%	67%
Indicador de Controle de Vetores (Icv)	31%	81%	81%	69%	69%	81%	81%	56%	44%
Indicador de Recursos Hídricos (Irh)	83%	83%	83%	x	x	x	83%	83%	x
Indicador Sócioeconômico (Ise)	63%	63%	59%	67%	68%	58%	66%	68%	60%
Indicador de Salubridade Ambiental (ISA)	82%	84%	86%	x	x	x	95%	92%	x

Indicador	Brotas	Dois Córregos	Dourado	Gavião Peixoto	Iacanga	Ibaté	Igaraçu do Tietê	Itaju	Itapuí
Indicador de Abastecimento de Água (Iab)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Indicador de Esgotos Sanitário (Ies)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Indicador de Resíduos Sólidos (Irs)	77%	60%	x	57%	100%	x	x	x	55%
Indicador de Controle de Vetores (Icv)	81%	81%	81%	81%	81%	56%	63%	81%	81%
Indicador de Recursos Hídricos (Irh)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Indicador Sócioeconômico (Ise)	64%	63%	66%	63%	64%	58%	61%	63%	61%
Indicador de Salubridade Ambiental (ISA)	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Indicador	Itirapina	Macatuba	Mineiros do Tietê	Nova Europa	Pederneiras	Ribeirão Bonito	São Manuel	Tabatinga	Torrinha	Trabiju
Indicador de Abastecimento de Água (Iab)	x	x	x	x	x	x	100%	x	100%	x
Indicador de Esgotos Sanitário (Ies)	x	x	x	x	x	x	100%	x	100%	x
Indicador de Resíduos Sólidos (Irs)	95%	97%	x	55%	x	83%	98%	62%	52%	x
Indicador de Controle de Vetores (Icv)	81%	44%	81%	56%	56%	81%	81%	81%	81%	81%
Indicador de Recursos Hídricos (Irh)	x	x	x	x	x	x	83%	x	83%	x
Indicador Sócioeconômico (Ise)	61%	67%	64%	67%	62%	60%	64%	62%	63%	60%
Indicador de Salubridade Ambiental (ISA)	x	x	x	x	x	x	94%	x	82%	x

Fonte: Autor

x – dados indisponíveis na fonte de dados

ANEXO A - QUADRO DE DETALHAMENTO DOS INDICADORES DO ISA

Indicador de 2ª ordem e Formula	Indicador de 3ª ordem e Formula	Composição da formula	Pontuação	Objetivos e Finalidades
<p>Iab – Indicador de Abastecimento de Água</p> $Iab = \frac{Ica + Iqa + Isa}{3}$	<p>Ica – Indicador de cobertura de abastecimento</p> $Ica = DUA/DUT \times 100$	<p>DUA = domicílios atendidos DUT = domicílios urbanos totais</p>	<p>Pontuação obtida diretamente pela fórmula (%)</p>	<p>Visa quantificar os domicílios atendidos por sistemas de abastecimento de água com controle sanitário</p>
	<p>Iqa – Indicador de Qualidade da água distribuída</p> $Iqa = k \times \frac{NAA}{NAR} \times 10$	<p>K = nº amostras realizadas/nº mínimo de amostras; NAA = quant. de amostras consideradas como sendo de água potável relativa a colimetria, cloro e turbidez (mensais); NAR = quant. de amostras realizadas (mensais)</p>	<p>Iqa = 100% → 100 Pontos 95 < Iqa < 99% → 80 Pontos 85 < Iqa < 94% → 60 Pontos 70 < Iqa < 84% → 40 Pontos 50 < Iqa < 69% → 20 Pontos Iqa < 49% → 0 Pontos</p>	<p>Visa monitorar a qualidade da água fornecida</p>
	<p>Isa – Indicador de Saturação do Sistema Produtor</p> $Isa = \frac{\log\left(\frac{CP}{VP * (K1/K2)}\right)}{\log(1 + t)}$	<p>n = nº de anos para saturação sistema; VP = volume de produção para atender 100% da pop. (L/s); CP = capacidade de produção (L/s); t = taxa anual média de crescimento (próximos 5 anos); k1/k2 = coeficientes de perdas (%)</p>	<p>Pontuação de 0 a 100ⁱ</p>	<p>Compara a oferta e a demanda para programar novos sistemas ou ações que minimizem as perdas</p>

Indicador de 2ª ordem e Formula	Indicador de 3ª ordem e Formula	Composição da formula	Pontuação	Objetivos e Finalidades
Ies – Indicador de Esgoto Sanitário $Ies = \frac{Ice + Ite + Ise}{3}$	Ice – Indicador de Cobertura em coleta em esgoto $Ice = DUE/DUT \times 100$	DUE = domicílios urbanos atendidos por coleta; DUT = domicílios urbanos totais	Pontuação de 0 a 100 ⁱ	Visa quantificar os domicílios atendidos por redes de esgotos.
	Ite – Indicador de Esgotos Tratados $Ite = Ice \times \frac{VT}{VC} \times 100$	VC = volume coletado de esgoto (m³/hab); VT = volume tratado de esgoto.	Pontuação de 0 a 100 ⁱ	Quantificar e qualificar os domicílios atendidos por redes de esgotos
	Ise – Indicador de Saturação de Tratamento de esgoto $n = \frac{\log\left(\frac{CT}{CV}\right)}{\log(1+t)}$	CT = capacidade de tratamento; VC = volume coletado de esgoto; t = taxa de crescimento anual médio da população urbana para os 5 anos.	Pontuação de 0 a 100 ⁱ	Compara a oferta e a demanda para programar novos sistemas ou ações que minimizem as perdas
Irs – Indicador de Resíduos Sólidos $Irs = \frac{Icr + Igr + Isr}{3}$	Icr – Indicador de Coleta de Resíduos $Icr = DUC/DUT \times 100$	DUC = domicílios urbanos com coleta de resíduos; DUT = domicílios totais urbanos.	Pontuação de 0 a 100 ⁱ	Quantificar os domicílios atendidos por coleta de resíduos
	Iqr - Tratamento e Disposição Final	Iqr = Índice de qualidade de aterros de resíduos sólidos domiciliares; DUT = Domicílios urbanos totais.	$0 \leq Iqr \leq 6 \rightarrow 0$ Pontos $6 \leq Iqr \leq 8 \rightarrow$ Interpolar Pontos $8 \leq Iqr \leq 10 \rightarrow 100$ Pontos	Quantificar a situação da disposição final dos resíduos sólidos
	Isr – Indicador de Saturação do tratamento e disposição final dos resíduos sólidos $n = \frac{\log\left(\frac{CA \times t}{VL} + 1\right)}{\log(1+t)}$	CA = capacidade restante do aterro (toneladas); VL = Volume coletado de resíduos (média anual tonelada); t= taxa de crescimento médio anual.	Pontuação de 0 a 100 ⁱ	Indicar a necessidade de novas instalações

Indicador de 2ª ordem e Formula	Indicador de 3ª ordem e Formula	Composição da formula	Pontuação	Objetivos e Finalidades
Icv – Indicador de Controle de Vetores $Icv = \frac{Ivd + Ive}{2} + Ivl$	Ivd – Indicador de dengue Identificado pelo nº de casos	Setor sem infestação nos últimos anos; Setor com casos de dengue nos últimos 5 anos	Pontuação de 0 a 100 ⁱ	Identificar a necessidade de programas preventivos
	Ive – Indicador de Esquistossomos. Identificado pelo nº de casos	Setor s/ caso nos últimos 5 anos; Setor com incidência anual ≥ 1 ; Setor com incidência ≥ 5	Pontuação de 0 a 100 ⁱ	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	Pontuação de 0 a 100 ⁱ	Identificar a necessidade de programas preventivos de redução e eliminação de resíduos e ratos
Irh – Indicador de recursos hídricos $Irh = \frac{Igb + Idm + Ifi}{3}$	Iqb – Indicador de Água Bruta	Critério de cálculo em desenvolvimento	Pontuação de 0 a 100 ⁱ	Incorporar o Índice de Água para abastecimento Público (IAP) e/ou o Índice de Preservação da Vida Aquática (IVA)
	Idm – Disponibilidade dos mananciais $Idm = \frac{Disp}{Dem}$	Disp = Disponibilidade, água em condições de tratabilidade para abastecimento; Dem = Demanda.	Idm > 2,0 → 100 Pontos 1,5 < Idm ≤ 2,0 → 50 Pontos Idm < 1,5 → 0 Pontos	Incorporar o Índice de Água para abastecimento Público (IAP) e/ou o Índice de Preservação da Vida Aquática (IVA)

Indicador de 2ª ordem e Formula	Indicador de 3ª ordem e Formula	Composição da formula	Pontuação	Objetivos e Finalidades
Irh – Indicador de recursos hídricos $Irh = \frac{Igb + Idm + Ifi}{3}$	Ifi – Indicador fontes isoladas $Ifi = \frac{NAA}{NAR}$	NAA = Quantidade de amostras consideradas como sendo de água potável relativa à colimetria, cloro e turbidez; NAR = Quantidade de amostras realizadas.	Pontuação de 0 a 100 ⁱ	Desenvolver informações do centro de vigilância sanitária nas áreas com abastecimento de água de fontes alternativas.
Ise – Indicador socioeconômico $Ise = \frac{Isp + Irf + Ied}{3}$	Isp – Indicador de Saúde Pública $Isp = 0,7 \times Imh + 0,3 \times Imr$	Imh = Indicador relativo à mortalidade; Imr = Indicador relativo à média de mortalidade.	Pontuação de 0 a 100 ⁱ	Indicar a possibilidade da existência de serviços de saneamento inadequados.
	Irf – Indicador de Renda $Irf = 0,7 \times I3s + 0,3 \times Irm$	I3s = Indicador de distribuição de renda menor que 3 salários mínimos; Irm = Indicador de renda média.	Pontuação de 0 a 100 ⁱ	Indicar a capacidade de pagamento da população pelos serviços e a capacidade de investimento do município.
	Ied - Indicador de Educação $Ied = 0,6 \times Ine + 0,4 \times Ie1$	Ine = Índice de nenhuma escolaridade Ie1 = Índice de escolaridade até 1º grau	Pontuação de 0 a 100 ⁱ	Indicar a linguagem de comunicação nas campanhas de educação sanitária e ambiental

Fonte: Adaptado de Conesan (1999) e de Valvassori e Alexandre (2012)

ⁱ Detalhamento da pontuação disponível em Conesan (1999)