

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA**

**AVALIAÇÃO DA SALUBRIDADE AMBIENTAL COMO FATOR  
DE CONTRIBUIÇÃO À GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NA  
PORÇÃO NOROESTE DA BACIA DO RIO PARDO (SP)**

**DANILO REZENDE**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA**

**AVALIAÇÃO DA SALUBRIDADE AMBIENTAL COMO FATOR  
DE CONTRIBUIÇÃO À GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NA  
PORÇÃO NOROESTE DA BACIA DO RIO PARDO (SP)**

**DANILO REZENDE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientação: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Katia Sakihama Ventura



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana

---

**Folha de Aprovação**

---

Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Danilo Rezende, realizada em 04/12/2020.

**Comissão Julgadora:**

Profa. Dra. Katia Sakihama Ventura (UFSCar)

Prof. Dr. Davi Gasparini Fernandes Cunha (EESC/USP)

Profa. Dra. Liliane Lazzari Albertin (UNESP)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana.

## RESUMO

A prestação dos serviços de saneamento básico dos municípios brasileiros segue as recomendações da Lei Federal nº 11.445/2007, a qual aponta o uso de indicadores para análise dos quesitos sanitários, epidemiológicos, ambientais e socioeconômicos. O Indicador de Salubridade Ambiental (ISA), elaborado pelo Conselho Estadual de Saneamento do Estado de São Paulo (CONESAN) em 1999, permite avaliar o abastecimento de água (cobertura, qualidade da água e saturação do sistema produtor), esgotamento sanitário (cobertura, tratamento e saturação do tratamento), resíduos sólidos (cobertura, qualidade do local de disposição final e saturação da disposição final), controle de vetores (dengue, esquistossomose e leptospirose), recursos hídricos (quantidade e qualidade) e aspectos socioeconômicos (saúde, economia e educação). O objetivo principal da presente pesquisa foi avaliar a salubridade ambiental dos municípios localizados na porção noroeste da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 4 – Bacia do Pardo, estado de São Paulo, para o ano base 2018, considerando diretrizes do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Pardo (CBH-Pardo). A metodologia consistiu em buscas de dados disponibilizados em meio eletrônico, cálculo do ISA dos municípios pelo método CONESAN (1999) e adaptação do modelo com ênfase na melhoria dos recursos hídricos. Dos seis municípios analisados, os 18 indicadores do ISA apontaram condições salubres ( $75,51 \leq ISA \leq 100,00$ ) para dois deles e média salubridade ( $50,51 \leq ISA \leq 75,50$ ) para os demais. Após a adaptação do ISA, todos os municípios foram classificados em condições salubres ( $75,51 \leq ISA \leq 100,00$ ). Os resultados indicaram a drenagem (Altinópolis, Brodowski, Cravinhos, Jardinópolis e Serrana), controle de vetores (Cravinhos e Ribeirão Preto) e esgotamento sanitário (Jardinópolis e Serrana) como temas que necessitam de maior investimento nos municípios. O ISA pode ser utilizado pelo CBH-Pardo como instrumento de avaliação e monitoramento da evolução dos municípios ao longo dos anos, apontando, inclusive, diretrizes no Plano de Bacia Hidrográfica para a melhoria da quantidade e qualidade dos recursos hídricos.

**Palavras-chaves:** Indicadores. UGRHI. Recursos hídricos. Bacia hidrográfica. Saneamento Ambiental.

## ABSTRACT

Sanitation service provision in Brazilian municipalities follow the recommendations of Federal Law n° 11,445 / 2007, which points out the use of indicators for the analysis of sanitary, epidemiological, environmental and socioeconomic items. The Environmental Health Indicator (ISA), prepared by the State Sanitation Council of the State of São Paulo (CONESAN) in 1999, represents the proposed model to evaluate the water supply (cover, water quality and production system saturation), sewage (cover, treatment and treatment saturation), solid waste (cover, quality of the final disposal site and final disposition saturation), vector control (dengue, schistosmosis and leptospirosis), water resources (quantity and quality) and socioeconomic aspects (health, economy and education). The objective of the present research was to evaluate the environmental health of the municipalities located in the northwestern portion of the Water Resources Management Unit (UGHRI) 4 – Pardo River Basin, state of São Paulo, for the base year 2018, based on guidelines from the Rio Pardo River Basin Committee (CBH-Pardo). The methodology consisted of data searches made available electronically, calculating the ISA of the municipalities according to CONESAN (1999) method and adapting the model with an emphasis on improving water resources. By analysis of six municipalities, 18 indicators of ISA pointed out environmental health conditions ( $75,51 \leq ISA \leq 100,00$ ) for two of them and average ( $50,51 \leq ISA \leq 75,50$ ) for the others. After ISA adaptation all municipalities were classified into average health condition ( $50,51 \leq ISA \leq 75,50$ ). The results indicated drainage (Altinópolis, Brodowski, Cravinhos, Jardinópolis and Serrana), vector control (Cravinhos and Ribeirão Preto) and sewage (Jardinópolis and Serrana) as topics that require greater investment in the municipalities. ISA can be used by CBH-Pardo as an instrument for assessing and monitoring the evolution of municipalities over the years, even pointing out guidelines in the Hydrographic Basin Plan for improving the quantity and quality of water resources.

**Key words:** Indicators. UGHRI. Water resources. River basin. Environmental sanitation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Delimitação da UGRHI-4.....	52
Figura 2 – Resultados obtidos para o lab.....	63
Figura 3 – Resultados obtidos para o les.....	65
Figura 4 – Resultados obtidos para o lrs.....	67
Figura 5 – Resultados obtidos para o lcv.....	68
Figura 6 – Resultados obtidos para o lrh.....	70
Figura 7 – Resultados obtidos para o lse.....	71
Figura 8 – Resultados obtidos para o isa.....	72
Figura 9 – Resultados obtidos para o lab adaptado.....	82
Figura 10 – Variação dos resultados de lab e lab adaptado. ....	82
Figura 11 – Resultados obtidos para o lrs adaptado.....	84
Figura 12 – Variação dos resultados de lrs e lrs adaptado.....	84
Figura 13 – Resultados obtidos para o lcv adaptado.....	86
Figura 14 – Variação dos resultados de lcv e lcv adaptado.....	86
Figura 15 – Resultados obtidos para o lse adaptado.....	88
Figura 16 – Variação dos resultados de lse e lse adaptado.....	88
Figura 17 – Resultados obtidos para o ldu.....	90
Figura 18 – Resultados obtidos para o isa adaptado.....	91
Figura 19 – Variação dos resultados de isa e isa adaptado.....	92

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cálculo do Desvio Padrão para o lab.....	64
Tabela 2 – Cálculo do Desvio Padrão para o les.....	66
Tabela 3 – Cálculo do Desvio Padrão para o lcv.....	69
Tabela 4 – Cálculo do Desvio Padrão para o lrh.....	71
Tabela 5 – Cálculo do Desvio Padrão para o ISA.....	73
Tabela 6 – Cálculo do Desvio Padrão para o lab adaptado.....	83
Tabela 7 – Cálculo do Desvio Padrão para o lrs adaptado.....	85
Tabela 8 – Cálculo do Desvio Padrão para o lcv adaptado.....	87
Tabela 9 – Cálculo do Desvio Padrão para o lse.....	89
Tabela 10 – Cálculo do Desvio Padrão para o ISA.....	92
Tabela 11 – Parâmetros de entrada para o lab.....	103
Tabela 12 – Parâmetros de entrada para o lab adaptado.....	103
Tabela 13 – Parâmetros de entrada para o les.....	104
Tabela 14 – Parâmetros de entrada para o lrs.....	104
Tabela 15 – Parâmetros de entrada para o lrs adaptado.....	105
Tabela 16 – Parâmetros de entrada para o lrh.....	105
Tabela 17 – Parâmetros de entrada para o lse.....	106
Tabela 18 – Parâmetros de entrada para o lse adaptado.....	106
Tabela 19 – Parâmetros de entrada para o ldu.....	107

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Método de cálculo dos ISAs identificados nas pesquisas acadêmicas...	24
Quadro 2 – Método de cálculo dos ISAs identificados nos PMSBs.....	26
Quadro 3– Relação de indicadores de abastecimento de água e subindicadores....	28
Quadro 4 – Relação de indicadores de esgotamento sanitário e subindicadores....	32
Quadro 5 – Relação de indicadores de resíduos sólidos e subindicadores.....	36
Quadro 6 – Relação de indicadores de controle de vetores.....	41
Quadro 7 – Relação de indicadores de recursos hídricos e subindicadores.....	44
Quadro 8 – Relação de indicadores socioeconômicos.....	47
Quadro 9 – Relação do IQA com a qualidade das águas.....	52
Quadro 10 – Dados de população, território e economia dos municípios.....	53
Quadro 11 – Órgãos responsáveis pelo saneamento básico.....	53
Quadro 12 – Classificação da salubridade ambiental.....	55
Quadro 13 – Metodologia de cálculo do lab, dados de entrada e objetivos.....	56
Quadro 14 – Metodologia de cálculo do les, dados de entrada e objetivos.....	57
Quadro 15 – Metodologia de cálculo do lrs, dados de entrada e objetivos.....	58
Quadro 16 – Metodologia de cálculo do lcv, dados de entrada e objetivos.....	59
Quadro 17 – Metodologia de cálculo do lrh, dados de entrada e objetivos.....	60
Quadro 18 – Metodologia de cálculo do lse, dados de entrada e objetivos.....	61
Quadro 19 – Cálculo do lab e lab adaptado.....	75
Quadro 20 – Critério de pontuação do lpd e objetivo.....	75
Quadro 21 – Cálculo do lrs e lrs adaptado.....	76
Quadro 22 – Critério de pontuação do lcs e objetivo.....	76
Quadro 23 – Critério de pontuação do lcv e lcv adaptado.....	77
Quadro 24 – Cálculo do lse adaptado.....	79
Quadro 25 – Critério de pontuação do llong, lriq e lesc e objetivos.....	79
Quadro 26 – Cálculo do ldu, critério de pontuação e objetivo.....	80
Quadro 27 – Relação de pesquisas.....	81

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
1.1 OBJETIVOS.....	11
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>13</b>
2.1 SANEAMENTO BÁSICO E SALUBRIDADE AMBIENTAL .....	13
2.2 USO DE INDICADORES COMO FERRAMENTA DE PLANEJAMENTO.....	15
2.3 INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL (ISA) .....	17
2.4 UTILIZAÇÃO DO ISA NO BRASIL .....	19
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>51</b>
3.1 OBJETO DE ESTUDO.....	51
3.2 ETAPAS METODOLÓGICAS .....	54
3.3 CÁLCULO DO ISA (CONESAN, 1999).....	55
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>63</b>
4.1 RESULTADOS DO CÁLCULO DO ISA (CONESAN, 1999) .....	63
4.2 RESULTADOS DA ADAPTAÇÃO DO ISA .....	74
4.3 RESULTADOS DO CÁLCULO DO ISA ADAPTADO.....	81
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	<b>94</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>96</b>
<b>APÊNDICE</b> .....	<b>103</b>

# 1 INTRODUÇÃO

O Poder Público municipal é responsável pela promoção de sua política de desenvolvimento urbano, com objetivo de ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes, a partir de instrumentos legais que auxiliam a gestão do uso e ocupação do solo. O Plano Diretor, aprovado pela Câmara Municipal, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana (BRASIL, 1988).

A política urbana, tem por uma de suas diretrizes gerais, segundo a Lei Federal nº 10.257/2001 – Estatuto da Cidade, a garantia do direito a cidades sustentáveis, tais como o direito “à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer” (BRASIL, 2001).

Em meados de 1950, todavia, já havia se iniciado um processo de urbanização acelerado no país, carente de políticas de desenvolvimento urbano no que diz respeito à garantia de moradia a toda população (CEMADEN, 2020). Com isso, ao longo do tempo, foram estabelecidas ocupações desordenadas que dificultam a gestão municipal, dada a descontinuidade do sistema viário com respectivo déficit na infraestrutura urbana que elas proporcionam, pelo fato de não estarem compatibilizadas com o planejamento urbano (BATTIUS e OLIVEIRA, 2016).

A falta de infraestrutura urbana de sistemas de saneamento básico impacta negativamente o meio ambiente e a saúde pública. Nesse contexto, no ano de 2015, a Lei Federal nº 13.116/2015 destacou, pela inclusão do Art. 2º à Lei Federal nº 10.257/2001, a necessidade de se dar tratamento prioritário às obras e edificações de infraestrutura de abastecimento de água e saneamento no contexto municipal (BRASIL, 2015).

Para se promover a melhoria do setor de saneamento básico, é necessário que sejam estabelecidas formas de avaliação da eficiência dos serviços prestados. Nesse sentido, o uso de indicadores permite que os gestores públicos avaliem e determinem prioridades de investimentos, a partir de resultados quantitativos obtidos (SANTOS e GALLO, 2018).

Em adição, é previsto na Lei Federal nº 11.445/2007, denominada Política Nacional de Saneamento Básico, que os serviços de saneamento básico sejam prestados com base nos Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSBs), e que estes devem conter indicadores sanitários, epidemiológicos, ambientais e socioeconômicos que apontem as causas das deficiências detectadas (BRASIL, 2007).

Uma das alternativas para se realizar a mensuração e monitoramento das condições sanitárias, ambientais e sociais é a aplicação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA), elaborado pelo Conselho Estadual de Saneamento (CONESAN) em 1999, com o objetivo de medir, de forma uniforme, a salubridade de cada município.

O ISA é capaz de mensurar a salubridade de uma área, município ou região, possibilitando caracterizar o nível de salubridade encontrado no local e avaliar os serviços do saneamento mais deficientes (TEIXEIRA; PRADO FILHO; SANTIAGO, 2018).

A presente pesquisa aborda a aplicação do ISA para avaliação da salubridade ambiental dos municípios localizados na porção noroeste da Bacia do Rio Pardo, Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 4. O estudo contemplou a coleta de dados, cálculo do indicador e adaptação.

Este trabalho possibilita aos gestores públicos dos municípios estudados identificarem as lacunas de seus serviços de saneamento básico prestados. Os resultados obtidos apontam quais dos componentes do ISA (abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, controle de vetores, riscos de recursos hídricos, aspectos socioeconômicos ou drenagem urbana) apresentaram maior deficiência e necessitam de mais investimentos. Deste modo, é possível que o Poder Público distribua, com maior precisão, os recursos financeiros entre os temas relacionados à salubridade ambiental do município e preservação dos recursos hídricos.

## **1.1 OBJETIVOS**

O objetivo geral da pesquisa foi avaliar a salubridade ambiental dos municípios localizados na porção noroeste da Bacia do Rio Pardo, componentes da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 4, no interior paulista.

Os objetivos específicos foram:

- Caracterizar o saneamento básico dos municípios da porção noroeste da Bacia do Rio Pardo;
- Classificar a salubridade ambiental dos municípios a partir do ISA (CONESAN, 1999) e adaptar o modelo com base em revisão bibliográfica;
- Analisar os indicadores na UGRHI 4 com ISA adaptado, com ênfase aos recursos hídricos.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 SANEAMENTO BÁSICO E SALUBRIDADE AMBIENTAL

O saneamento básico é definido pela Lei Federal nº 11.445/2007 como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana, assim como, contempla o manejo e a drenagem de águas urbanas (BRASIL, 2007).

Um dos principais desafios do saneamento básico para os municípios, fundamental à melhoria da saúde pública, é a garantia da universalização do acesso aos serviços, definido pela Lei Federal nº 11.445/2007 como a ampliação progressiva dos serviços de saneamento básico a todos os domicílios (BRASIL, 2007).

Embora previsto em Lei, a realidade atual das condições de acesso aos serviços de saneamento básico reflete um grande déficit, principalmente às populações mais carentes, como aquelas concentradas em comunidades, periferias urbanas e áreas rurais (SANTOS *et al.*, 2018). Presume-se que houve casos de expansão urbana sem a devida implantação da infraestrutura básica, prejudicando assim o estado de saúde e higiene das populações, principalmente aquelas mais vulneráveis.

O Brasil possui cerca de 208,5 milhões de habitantes (total) e, desse total, 176,5 milhões residem em áreas urbanas. Da população urbana, 92,8% são atendidas por sistemas de abastecimento de água, 60,9% por sistemas de esgotamento sanitário e 98,8% por cobertura de coleta domiciliar de resíduos sólidos. Dos 5.570 municípios brasileiros, 79,4% possui algum tipo de sistema de drenagem (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 2020b).

No estado de São Paulo, são 45,5 milhões de habitantes totais e 43,7 milhões residem em áreas urbanas; destes, 98,6% são atendidos por sistemas de abastecimento de água, 92,7% por sistemas de esgotamento sanitário e 99,8% por cobertura de coleta domiciliar de resíduos sólidos. São 645 municípios totais no estado e 94,2% deles possuem algum tipo de sistema de drenagem (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 2020b).

A concepção sobre o termo Salubridade Ambiental, por outro lado, é ampla e relacionada às melhorias dos serviços de saneamento. Para Rocha, Rufino e Barros (2019) o termo representa um conjunto de fatores necessários à promoção da qualidade de vida e saúde.

Um ambiente salubre é um meio favorável à prevenção ou impedimento de ocorrência de doenças veiculadas pelo meio ambiente e à capacidade de promover melhorias nas condições relacionadas à saúde e bem estar de determinada população (FUNASA, 2015).

Lima, Arruda e Scalize (2019) relatam que deficiências na salubridade ambiental impactam negativamente a saúde pública, aspectos econômicos, sociais e demais fatores relacionados ao ambiente urbano. E, conforme destacado por Heller (1998), a falta de salubridade atinge principalmente as populações mais economicamente vulneráveis.

Uma sociedade estabelecida em um ambiente insalubre pode ser considerada uma sociedade doente, haja vista que, para a Organização Mundial da Saúde (OMS), a saúde não é caracterizada somente pela ausência de doença, mas sim pelo completo bem-estar físico, mental e social (SANTOS *et al.*, 2018).

Nesse sentido, a Lei Federal nº 8.080/1990, em seu Artigo 6º, atribui ao campo de atuação do Sistema Único de Saúde (SUS), a participação na formulação da política e na execução de ações de saneamento básico. O Artigo 7º desta mesma Lei define que as ações e serviços públicos de saúde e os serviços privados contratados ou conveniados que integram o SUS deve ter por princípio a integração, em nível executivo, das ações de saúde, meio ambiente e saneamento básico (BRASIL, 1990).

Considerando que a salubridade do meio e a saúde pública são inerentes aos serviços de saneamento básico, é de fundamental importância investimento contínuo no setor. Observando, no entanto, que, segundo Santos *et al.* (2018), esses investimentos não são necessariamente restritos a medidas estruturais; a melhoria da salubridade ambiental pode ser obtida por meio de campanhas socioeducativas que incentivem a população a adotar hábitos higiênicos de ordem pessoal, por exemplo. Além dos investimentos, devem-se realizar avaliações de desempenho para monitoramento das melhorias alcançadas no setor.

## **2.2 USO DE INDICADORES COMO FERRAMENTA DE PLANEJAMENTO**

Indicadores são elementos que permitem mensurar o aspecto ou atributo analisado, possibilitando considerar a eles critérios econômicos, sociais, políticos, culturais e de qualidade para melhor observação e associação de fatores (VENTURA, 2009).

Os indicadores subsidiam o monitoramento e planejamento das ações, especialmente quando se busca a melhoria de resultados. Segundo Maccarin e Henning (2018), seu uso possibilita que o poder público defina prioridades de ações, obras e serviços. A partir de seus resultados, o poder público pode planejar ações específicas, determinar métricas de desempenho e qualidade e orientar políticas públicas (NIRAZAWA e OLIVEIRA, 2018).

Nas últimas décadas, esforços têm sido implementados na elaboração de índices para mensuração da qualidade de vida urbana em municípios do Brasil. A experiência nacional indica avanços, mas também limitações. O aprimoramento do uso dos indicadores como ferramenta de planejamento pode ser obtido mediante discussões entre o poder público e os diferentes agentes sociais (SANTOS e GALLO, 2018).

É fundamental, todavia, que seja garantido um sistema de informações independente e contínuo para manutenção das avaliações (SANTOS e GALLO, 2018). Neste sentido, a Lei Federal nº 11.445/2007 determina que uma das políticas públicas de saneamento básico é a implementação de sistema de informações, articulado com o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA), o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR) e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) (BRASIL, 2007).

A metodologia e a periodicidade de atualização dos sistemas de informações são estabelecidas pelo Ministério do Desenvolvimento Regional (BRASIL, 2007). A regularidade da atualização das informações permite que sejam feitas relações entre resultados obtidos e ações tomadas ao longo do tempo, auxiliando os gestores públicos no planejamento urbano (NAHAS, 2002; VENTURA e ALBUQUERQUE, 2020).

O uso de indicadores tem sido difundido no meio científico para mensurar o desempenho das cidades, compará-las e embasar discussões de políticas nacionais e internacionais (NIRAZAWA e OLIVEIRA, 2018). Exemplos desse tipo de pesquisa são citados nos parágrafos seguintes.

Bonfim *et al.* (2015) aplicaram indicadores sociais (população, saúde, educação e habitação), econômicos (renda, produção agrícola e crédito), ambientais (produção e qualidade de água, chuvas, saneamento, defensivo agrícola e vegetação) e institucionais (participação institucional) para avaliar as condições hidrológicas e ambientais das nascentes Cacimba da Rosa, Fazendinha, Cabelão e Nova Aurora, na bacia hidrográfica do rio Gramame, estado da Paraíba.

Os indicadores utilizados por Bonfim *et al.* (2015) foram relacionados a 4 níveis de sustentabilidade (sustentável, quase sustentável, intermediário e insustentável) para identificar quais dentre os indicadores apresentavam maior deficiência, bem como quais das nascentes necessitavam de maior atenção por parte do poder público. Com a pesquisa foi possível concluir a ordem para priorizar as ações de melhoria da qualidade e sustentabilidade das nascentes, sendo: Cabelão (1º), Cacimba da Rosa (2º), Fazendinha (3º) e Nova Aurora (4º).

Pereira, Paredes e Okawa (2018) utilizaram indicadores para avaliar as condições ambientais de fundos de vale localizados em cidades de médio porte, com urbanização já consolidadas. No total foram analisados 20 indicadores: plano municipal de saneamento básico, plano diretor de drenagem urbana, manual de drenagem para projetistas, limpeza do sistema de drenagem urbana, incentivo ao uso de técnicas compensatórias que favoreçam a infiltração do escoamento pluvial, legislação para descarga de novos empreendimentos na rede de drenagem urbana, diversidade da vegetação ciliar, APP, erosão, assoreamento, resíduos sólidos, despejo de esgoto sanitário, dissipador de energia nos pontos de descarga da drenagem urbana, parque linear, mobiliário urbano, cercas/afastamento, população ribeirinha, lixeiras, placas educativas e palestras/concursos sobre educação ambiental.

O estudo de Pereira, Paredes e Okawa (2018) foi aplicado especificamente aos córregos Mandacaru e Betty do município de Maringá, estado do Paraná. A pesquisa teve por objetivo contribuir com os gestores da administração pública no processo de diagnóstico e tomada de decisões em casos de intervenções nessas

áreas. Com os resultados os autores apontaram que o Córrego Mandacuru necessita de maior atenção quando comparado ao Córrego Betty. Os resultados individuais de cada indicador possibilitaram a identificação de qual das áreas em cada Córrego necessitam de mais ações de melhoria.

Rezende, Ventura e Menezes (2020) avaliaram a qualidade física e as condições sanitárias do córrego do Tanquinho no município de Ribeirão Preto (SP) a partir do uso de indicadores. Na pesquisa os autores elaboraram 4 indicadores: solo (erosão e estabilidade do talude), vegetação (mata ciliar e vegetação no entorno), uso e ocupação do solo (moradia irregular e agricultura/pastagem) e resíduos sólidos (resíduos domiciliares/comerciais e resíduos de construção/demolição). O estudo permitiu a comparação de pontos distintos ao longo do traçado do curso d'água e os resultados apontaram que os trechos situados nas regiões industriais e de comércio apresentaram maior nível de poluição ambiental em relação aos demais, necessitando, portanto, de maiores investimentos e ações por parte do poder público.

Diante do exposto, indicador é, entre outras, uma ferramenta substancial no processo de monitoramento do desempenho das ações e investimentos aplicados na área do saneamento ambiental. Sua aplicação possibilita a mensuração e comparação dos resultados alcançados ao longo dos anos, bem como evidencia as ações necessárias para planejamento.

### **2.3 INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL (ISA)**

Avaliar a salubridade ambiental de um local específico possibilita apontar dentre os serviços do saneamento ambiental aqueles realizados de maneira satisfatória, bem como aqueles potencialmente aptos a gerar impactos à qualidade de vida da população e ao meio ambiente (TEIXEIRA; PRADO FILHO; SANTIAGO, 2018).

O Indicador de Salubridade Ambiental (ISA), elaborado em 1999 pelo Conselho Estadual de Saneamento (CONESAN), foi composto por 18 indicadores quantitativos, agrupados em seis eixos (abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta e disposição final de resíduos sólidos, controle de vetores, situação dos mananciais e condição socioeconômica). A metodologia do cálculo do ISA é

apresentada na Seção “3.3 Cálculo do ISA (CONESAN, 1999)” da presente pesquisa.

O ISA surgiu da ação pioneira de um grupo de voluntários que compõem a Câmara de Planejamento do CONESAN, sendo criado com objetivo de medir, de forma uniforme, as condições de saneamento de cada município e identificar suas causas, permitindo adaptações no modelo de cálculo original (CONESAN, 1999).

O ISA pode ser utilizado em complementação a outros estudos. Silva *et al.* (2017), por exemplo, desenvolveram uma pesquisa para relacionar o saneamento básico com saúde pública na bacia hidrográfica do riacho Reginaldo, no município de Maceió, em Alagoas. Para tanto, foi realizada a correlação entre a incidência de doenças ligadas ao saneamento básico e o ISA calculado por Gama (2013).

As doenças selecionadas por Silva *et al.* (2017) para serem relacionadas ao saneamento básico foram dengue, hepatites, leptospirose, cólera, esquistossomose e febre tifóide. Uma vez que os dados de doenças existentes fossem por bairros, foi necessário que os autores fizessem ajustes para equalizar com a área geográfica dos indicadores de Gama (2013), ou seja, por setor censitário.

Embora o método proposto por Silva *et al.* (2017) tenha sido adequado, os resultados dessa pesquisa foram prejudicados, segundo os autores, pela diferença na resolução espacial entre as informações de saúde (por bairro) e a prestação dos serviços de saneamento básico (por setor censitário), ainda que tivessem sido feitos ajustes. De acordo com os autores, a melhoria da resolução espacial das informações possibilitaria a geração de resultados satisfatórios, permitindo, inclusive, a associação com informações específicas (cada tipo de doença com o principal serviço de saneamento a que se vincula).

### **2.3.1 Dados de Entrada para Cálculo do ISA**

Frente às possibilidades de adaptações, a avaliação de um município, local ou região a partir de diferentes subindicadores e/ou modos de obtenção dos dados de entrada, pode resultar em diferentes valores do ISA.

Gama, Gomes e Souza (2016), para analisar possíveis divergências devido às diferentes fontes de obtenção de dados de entrada, estudaram a bacia do Riacho Reginaldo, no município de Maceió, em Alagoas. Os autores calcularam dois ISAs: o

primeiro foi composto por subindicadores possíveis de serem encontrados no IBGE e, o segundo, por dados fornecidos pelos prestadores de serviços de saneamento básico do local. Para o primeiro caso, obteve-se valor de 77 para o ISA e para o segundo, 71. Com esses valores, ambos resultaram em uma mesma faixa de salubridade (média salubridade). Os autores destacaram, entretanto, que é essencial que a fonte de dados seja confiável.

A coleta dos dados diretamente junto aos órgãos responsáveis facilita a disposição de informações para o cálculo dos indicadores, todavia a efetividade de estudos comparativos entre municípios pode ser prejudicada, visto que o método de cálculo do dado de entrada de determinado indicador de um município pode diferir de outros (PINTO *et al.*, 2016). Diante disso, a busca de informações em fontes como o SNIS propicia resultados mais satisfatórios em termos comparativos.

O SNIS gera índices e indicadores baseados nas informações fornecidas pelos próprios prestadores dos serviços de saneamento e possui metodologia padronizada para geração dos resultados. Assim, o cálculo do ISA a partir de coleta de dados em tal fonte proporciona maior transparência em estudos comparativos entre municípios.

De qualquer forma, os resultados e consequente melhoria no saneamento básico do município estudado somente alcançarão a efetividade se a origem dos dados para a composição dos indicadores e avaliação da salubridade tiver credibilidade (MACCARINI e HENNING, 2018).

Assim, para fins de comparação de indicadores ao longo dos anos, ou mesmo comparação entre municípios, sugere-se que se busque dados em fontes padronizadas, como é o caso do SNIS, por exemplo. A opção por elaboração de questionários aos gestores públicos pode gerar divergências nos resultados, uma vez que as empresas públicas estão sujeitas a constantes mudanças de gestão, e consequentemente, nos procedimentos de cálculo ou levantamento de informações.

## **2.4 UTILIZAÇÃO DO ISA NO BRASIL**

Diversas pesquisas com aplicação do ISA já foram realizadas no Brasil. Teixeira, Prado Filho e Santiago (2018) fizeram uma avaliação do Estado da Arte da utilização do ISA no país para identificar avanços, lacunas e desafios de seu uso,

desde sua criação (1999) até o ano de 2018. Os autores relacionaram ao todo 60 documentos nos quais houve aplicação do Indicador. Esses documentos abrangem artigos científicos, monografias, dissertações, teses e PMSBs.

Segundo Teixeira, Prado Filho e Santiago (2018), o principal problema da utilização do ISA identificado nas pesquisas é inerente a sua própria criação. A possibilidade de inclusão, remoção e substituição de indicadores, bem como a possibilidade de se realizar adaptações no peso de cada indicador do método de cálculo do CONESAN (1999) desconfiguram sua composição original. Com isso, resulta-se na falta de padronização do cálculo, inviabilizando a comparação do ISA entre diferentes municípios. Deste modo, o principal desafio para futuras pesquisas e estudos sobre o ISA, segundo Teixeira, Prado Filho e Santiago (2018), é a formulação de um ISA padrão e que ao mesmo tempo não prejudique a peculiaridade de cada local.

Com a flexibilidade de adaptações permitida pelo próprio CONESAN (1999), verificam-se diferentes formas de cálculo e modos de obtenção dos dados de entrada nas pesquisas existentes. Nesta seção, foram relacionados alguns estudos realizados no Brasil.

#### **2.4.1 Utilização do ISA em Pesquisas Acadêmicas**

Kobren *et al.* (2019) aplicaram o ISA para avaliação da salubridade ambiental do município de Porto Rico – PR. Os componentes da fórmula foram os mesmos estabelecidos pelo CONESAN (1999). Entretanto, foram realizadas adaptações nos pesos de cada indicador e no modo de entrada de dados dos subindicadores.

Os autores utilizaram peso 0,30 para o Indicador de Abastecimento de Água (Iab), 0,20 para o Indicador de Esgotamento Sanitário (Ies) e Indicador de Resíduos Sólidos (Irs), e 0,10 para o Indicador de Controle de Vetores (Icv), Indicador de Recursos Hídricos (Irh) e Indicador Socioeconômico (Ise). Os dados de entrada do Iab foram obtidos no Ministério do Desenvolvimento Regional (SNIS) e Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR); do Ies, no SNIS e Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES); e do Irh, no SNIS e SANEPAR.

Lima, Arruda e Scalize (2019) realizaram adaptações na fórmula original do ISA para calcular a salubridade ambiental de 21 municípios do estado de Goiás. As

alterações ocorreram em razão da indisponibilidade de dados para composição de alguns indicadores e subindicadores, evitando assim, sua retirada.

Estes autores excluíram o *Irh*, visto que não foram encontrados dados tanto em âmbito municipal quanto estadual. Assim, foram considerados para a fórmula: *lab*, *les*, *Irs*, *Icv* e Indicador Socioeconômico (*Isec*). O peso de *Irh* na fórmula (0,10) foi distribuído entre os demais indicadores; nesse caso, os autores distribuíram igualmente para o *lab* (0,275), *les* (0,275), *Irs* (0,275) e *Icv* (0,125), e ao *Isec* foi mantido peso 0,05. Os dados de entrada dos indicadores foram obtidos em pesquisas junto aos órgãos responsáveis e em bases de dados.

Mari *et al.* (2019) calcularam o ISA de 08 (oito) municípios da bacia hidrográfica do Paraná III, por meio da fórmula original. Nesse caso, a viabilidade da aplicação da fórmula estabelecida pelo CONESAN (1999) se deu pela forma de obtenção dos dados de entrada; os autores combinaram pesquisas em bases de dados com levantamento de campo. Diante das informações disponíveis, foi necessário calcular o ISA com dados correspondentes a um intervalo de 05 (cinco) anos.

Rocha, Rufino e Barros (2019) realizaram adaptações no ISA original para avaliar a salubridade ambiental do município de Campina Grande. O indicador adaptado foi denominado ISA/CG, no qual foram considerados os seguintes componentes: *lab*, *les*, *Irs*, Indicador de Drenagem Urbana (*Idu*) e *Ise*; os próprios indicadores também foram adaptados.

O estudo destes autores foi dividido em 02 (duas) etapas: na primeira, calculou-se o ISA/CG; na segunda, aplicou-se o Indicador de Conforto Ambiental (*Iconf*) e o Indicador de Capacidade de Armazenamento de Água (*Ica*). Esse último foi considerado devido aos problemas de escassez de água a que o município tem sofrido ao longo dos anos.

O cálculo de Rocha, Rufino e Barros (2019) foi realizado dividindo-se o município em setores censitários preestabelecidos pelo IBGE. Os dados de entrada dos indicadores foram obtidos junto aos órgãos responsáveis e bases de dados.

Lupepsa *et al.* (2018) adaptaram a fórmula original do ISA para avaliar a salubridade ambiental do município de Umuarama – PR. Utilizaram-se o Indicador de Abastecimento de Água (*Iaa*), *les*, *Irs*, *Idu*, Indicador de Qualidade Urbana (*Iqu*) e Indicador Socioeconômico (*Ise*). Os indicadores *Iaa*, *les* e *Irs* tiveram peso 0,20, o

Idu, 0,10, o Iqu e Ise, 0,15. Os dados para composição dos indicadores Iaa e Ies foram fornecidos pela SANEPAR.

Costa (2017) analisou o saneamento básico e salubridade ambiental de quatro municípios: Cabedelo, Conde, João Pessoa e Pitimbu – PB. Para tanto, foi realizada adaptação na fórmula original do ISA, para utilizar apenas o lab, Ies e Irs. O autor tentou incluir o Idu, visto que o objetivo seria calcular um Indicador de Saneamento Básico. Todavia, não foi possível pela dificuldade de obtenção de dados. Foi dado maior grau de importância ao lab, com peso 0,40; ao Ies e Irs foi atribuído peso 0,30. Utilizaram-se informações disponíveis no IBGE e SNIS para o cálculo alimentação dos dados.

Gama, Gomes e Souza (2016) estudaram a bacia do Riacho Reginaldo, no município de Maceió. Os autores formularam o ISA/Maceió tomando por base a metodologia aplicada em ISA/BH, ISA/SP, ISA/JP e ISA/OE. O cálculo considerou os indicadores lab, Ies, Indicador de Coleta de Resíduos (Icr) e Idu. Os pesos atribuídos foram, respectivamente, 30, 30, 20 e 20. Os dados de entrada foram obtidos junto ao IBGE, Companhia de Saneamento de Alagoas (CASAL) e Superintendência de Limpeza Urbana de Maceió para Resíduos Sólidos (SLUM).

Pinto *et al.* (2016) analisaram as condições ambientais do município de Diamante do Oeste mediante aplicação do ISA. Foram considerados todos os componentes da fórmula original, excetuando-se o Indicador Socio Econômico (Ise), ou seja: lab, Ies, Irs, Icv e Irh. Atribuíram-se pesos 0,26 para o lab, Ies e Irs, e 0,11 para o Icv e Irh. Com a supressão do Indicador Ise da fórmula original, seu peso foi igualmente foi distribuído nas demais parcelas da fórmula adaptada. Todos os dados de entrada dos indicadores foram coletados por meio de ofícios e questionários enviados aos órgãos responsáveis pelas áreas de saneamento ambiental do município.

Santos e Ferreira (2016) propuseram um ISA adaptado para avaliar a salubridade ambiental da região estuarina da comunidade de Gargaú, município de São Francisco do Itabapoana – RJ. Os autores selecionaram 05 (cinco) pesquisas em que houve adaptações no método de cálculo original do ISA. Dentre essas, identificaram a mais adequada para o local de estudo, considerando-se as características específicas do ecossistema estuarino, os problemas ambientais, a infraestrutura de saneamento ambiental, abastecimento de água, resíduos sólidos,

controle de vetores e recursos hídricos existentes na comunidade estudada. O ISA não foi calculado nesta pesquisa, os autores somente definiram o método de cálculo.

Santos *et al.* (2015) aplicaram fórmula modificada do ISA, excluindo-se o Ise, para caracterizar a eficácia de políticas públicas do município de Palotina – PR. Os autores distribuíram o peso do Ise entre os demais componentes da fórmula, resultando em: 0,26 para o lab, les e Irs, e 0,11 para o Icv e Irh. Os dados de entrada da fórmula foram fornecidos pelos órgãos públicos responsáveis, IBGE e pelo Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES).

Valvassori e Alexandre (2012) calcularam o ISA das áreas urbanas do município de Criciúma – SC. O ISA modificado foi denominado ISA/CR, no qual consideraram-se os indicadores lab, les, Irs, Idu e Icv. Os indicadores lab e les tiveram peso 0,25, Irs e Idu, 0,20, e Icv 0,10. Os autores utilizaram informações do Censo do IBGE e Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas da Universidade do Extremo Sul Catarinense (IPAT/UNESC), como dados de entrada dos indicadores.

Batista e Silva (2006) analisaram a salubridade ambiental dos bairros do município de João Pessoa – PB, a partir das divisões dos setores censitários determinados pelo IBGE. Os autores fizeram adaptação da fórmula original do com a inclusão do Idu, mantendo-se os demais. Portanto, foi necessária a redistribuição dos pesos de cada indicador para o cálculo do ISA, resultando: 0,25 para lab, 0,20 para les e Irs, 0,10 para Icv, Irh e Idu e 0,05 para Ise. Não foram citadas as fontes utilizadas para composição dos dados de entrada dos indicadores, ou seja, os autores não informaram se foi por meio de base de dados disponíveis em meio digital, entrevistas aos órgãos públicos, dentre outras.

Ribeiro, Batista e Ribeiro (2004) calcularam o ISA de diferentes bairros do município de João Pessoa – PB. As divisões dos bairros utilizadas foram as estabelecidas pela Prefeitura Municipal e IBGE. Os autores não fizeram adaptações na fórmula do CONESAN (1999), utilizando-se, deste modo, os indicadores lab, les, Irs, Icv, Irh e Ise e respectivos pesos determinados na fórmula original. Os dados de entrada foram obtidos em banco de dados, agentes operadores dos serviços de saneamento e saúde do município.

As adaptações permitidas na metodologia do ISA refletem diferentes formas de cálculo para cada local ou região de aplicação em função das particularidades

existentes, bem como pelo objetivo que se pretende alcançar com sua utilização. Nesse sentido, as pesquisas existentes evidenciam alterações na fórmula, pesos, indicadores e nos modos de obtenção dos dados de entrada.

O Quadro 1 apresenta de forma resumida o método de cálculo dos ISAs estabelecidos nas pesquisas acadêmicas.

Quadro 1 – Método de cálculo dos ISAs identificados nas pesquisas acadêmicas.

<b>Autor</b>	<b>Método de Cálculo</b>	<b>Aplicação</b>
Kobren <i>et al.</i> (2019)	$ISA = 0,30 \text{ lab} + 0,20 \text{ les} + 0,20 \text{ lrs} + 0,10 \text{ lcv} + 0,10 \text{ lrh} + 0,10 \text{ lse}$	Porto Rico – PR
Lima, Arruda e Scalize (2019)	$ISA = 0,275 \text{ lab} + 0,275 \text{ les} + 0,275 \text{ lrs} + 0,125 \text{ lcv} + 0,05 \text{ lsec}$	21 municípios do estado de Goiás - GO
Mari <i>et al.</i> (2019)	$ISA = 0,25 \text{ lab} + 0,25 \text{ les} + 0,25 \text{ lrs} + 0,10 \text{ lcv} + 0,10 \text{ lrh} + 0,05 \text{ lse}$	08 (oito) municípios da bacia hidrográfica do Paraná III
Rocha, Rufino e Barros (2019)	$ISA = 0,20 \text{ lab} + 0,20 \text{ les} + 0,20 \text{ lrs} + 0,20 \text{ ldu} + 0,20 \text{ lse}$ $ISA = 0,10 \text{ lab} + 0,25 \text{ les} + 0,20 \text{ lrs} + 0,25 \text{ ldu} + 0,20 \text{ lse}$ $ISA = 0,10 \text{ lab} + 0,20 \text{ les} + 0,20 \text{ lrs} + 0,20 \text{ ldu} + 0,30 \text{ lse}$	Município de Campina Grande – PB
Lupepsa <i>et al.</i> (2018)	$ISA = 0,20 \text{ laa} + 0,20 \text{ les} + 0,20 \text{ lrs} + 0,10 \text{ ldu} + 0,15 \text{ lqu} + 0,15 \text{ lse}$	Município de Umuarama – PR
Costa (2017)	$ISA = 0,40 \text{ lab} + 0,30 \text{ les} + 0,30 \text{ lrs}$	Municípios de Cabedelo, Conde, João Pessoa e Pitimbu – PB
Gama, Gomes e Souza (2016)	$ISA = 0,30 \text{ lab} + 0,30 \text{ les} + 0,20 \text{ lcr} + 0,20 \text{ ldu}$	Bacia do Riacho Reginaldo, no município de Maceió – AL
Pinto <i>et al.</i> (2016)	$ISA = 0,26 \text{ lab} + 0,26 \text{ les} + 0,26 \text{ lrs} + 0,11 \text{ lcv} + 0,11 \text{ lrh}$	Município de Diamante do Oeste – PR
Santos e Ferreira (2016)	$ISA = 0,25 \text{ lab} + 0,25 \text{ les} + 0,20 \text{ lrs} + 0,10 \text{ lcv} + 0,10 \text{ ldu}$	Região estuarina da comunidade de Gargaú, município de São Francisco do Itabapoana – RJ
Santos <i>et al.</i> (2015)	$ISA = 0,26 \text{ lab} + 0,26 \text{ les} + 0,26 \text{ lrs} + 0,11 \text{ lcv} + 0,11 \text{ lrh}$	município de Palotina – PR
Valvassori e Alexandre (2012)	$ISA = 0,25 \text{ lab} + 0,25 \text{ les} + 0,20 \text{ lrs} + 0,20 \text{ ldu} + 0,10 \text{ lcv}$	Município de Criciúma – SC
Batista e Silva (2006)	$ISA = 0,25 \text{ lab} + 0,20 \text{ les} + 0,20 \text{ lrs} + 0,10 \text{ lcv} + 0,10 \text{ lrh} + 0,05 \text{ ldu}$	Município de João Pessoa – PB
Ribeiro, Batista e Ribeiro (2004)	$ISA = 0,25 \text{ lab} + 0,25 \text{ les} + 0,25 \text{ lrs} + 0,10 \text{ lcv} + 0,10 \text{ lrh} + 0,05 \text{ lse}$	Município de João Pessoa – PB

Fonte: Organizado pelo autor, com base nas referências consultadas.

## 2.4.2 Utilização do ISA em Planos Municipais de Saneamento Básico

O ISA é um dos principais pilares do PMSB do município de Belo Horizonte. A ferramenta possibilita que o município faça avaliações dos níveis de cobertura dos serviços de saneamento básico do município e comparações entre setores definidos por suas bacias e sub-bacias hidrográficas. A concepção adotada para o ISA do município foi baseada em dados e informações existentes, que não dependesse de vistorias de campo ou da geração de dados primários para mesma base de análise. Os indicadores propostos e respectivos pesos foram lab (0,05), les (0,35), lrs (0,20) e ldr (0,40). Foram avaliadas 98 bacias e os resultados variaram de 0,64 a 1,00. Embora o indicador proposto não estabeleça faixas de salubridade para classificação qualitativa, foi possível identificar as prioridades de investimentos para as bacias (BELO HORIZONTE, 2016).

Em Barbacena – MG, foi determinado o ISA no PMSB para hierarquizar as áreas de intervenção prioritárias com relação ao saneamento básico. O município foi dividido em 6 Unidades Territoriais de Análise e Planejamento (UTPs) urbanas e 5 UTPs rurais para monitoramento, as quais receberam resultados individuais do ISA. O método de cálculo considerou os seguintes indicadores e pesos: lab (0,25), les (0,25), lrs (0,25) e ldr (0,25), segundo Barbacena (2014). Não foram encontrados, entretanto, documentos em meio eletrônico sobre o cálculo do ISA e seu resultado.

No PMSB de Campinas foi desenvolvido o Indicador de Salubridade Ambiental Modificado (ISAm) pelo grupo de trabalho responsável pela elaboração do PMSB, para avaliar a quantidade e qualidade dos serviços de saneamento prestados à população do município. Foram considerados os indicadores e pesos: Indicador de Abastecimento de Água (Iag) (0,15), les (0,30), lrs (0,25), ldr (0,20) e Indicador de Saúde Pública – Controle de Vetores (Isp) (0,10). No próprio PMSB foi calculado o ISAm por Bacia (ISAmb) e o ISAm para o município; os resultados foram apresentados em formas de tabela, gráfico e imagem do município com (CAMPINAS, 2013).

Para o município de Doutor Pedrinho – SC, foi estabelecido o Índice Municipal de Salubridade Ambiental e Sanitária (IMSAS), resultante da adaptação do ISA original, para verificar as condições de salubridade em âmbito municipal, identificando e avaliando uniformemente as condições de saneamento do município.

O processo de cálculo foi baseado na média aritmética dos indicadores lab, les, lrs e ldu. O resultado do IMSAS teve valor quantitativo de 46,98, o que classificou o município em “baixa salubridade” (DOUTOR PEDRINHO, 2011).

A aplicação do ISA no PMSB de Florianópolis – SC ocorreu pela necessidade de se adotar uma metodologia que permitisse hierarquizar as áreas de intervenção prioritárias, de modo a solucionar gradualmente a carência dos serviços. Florianópolis é dividido em 28 Unidades Territoriais de Análise e Planejamento (UTPs) e o ISA, conforme prevê o Plano, deve ser calculado para cada uma delas. O ISA foi composto por lab, les, ldr e lrs, com pesos 0,10, 0,50, 0,20 e 0,20, respectivamente. O cálculo das 28 UTPs apresentaram resultados que variaram de 0,15 a 0,61 e o mapa do município foi apresentado em forma de ilustração de ordem de prioridade para investimentos (FLORIANÓPOLIS, 2011).

Embora o ISA tenha sido concebido para aplicação no estado de São Paulo, sua utilização se deu inclusive em municípios de outros estados. Faz-se necessária, entretanto, maior divulgação do modelo para que outros municípios incluam este indicador em seus PMSBs, considerando que ele abrange todas as áreas previstas (indicadores sanitários, epidemiológicos, ambientais e socioeconômicos) na Lei Federal nº 11.445/2007.

O Quadro 2 apresenta de forma resumida o método de cálculo dos ISAs estabelecidos nos PMSBs.

Quadro 2 – Método de cálculo dos ISAs identificados nos PMSBs.

<b>Autor</b>	<b>Método de Cálculo</b>	<b>Aplicação</b>
Belo Horizonte (2016)	$ISA = 0,05 \text{ lab} + 0,35 \text{ les} + 0,20 \text{ lrs} + 0,40 \text{ ldr}$	Município de Belo Horizonte – MG
Barbacena (2014)	$ISA = 0,25 \text{ lab} + 0,25 \text{ les} + 0,25 \text{ lrs} + 0,25 \text{ ldr}$	Município de Barbacena – MG
Campinas (2013)	$ISA = 0,15 \text{ lab} + 0,30 \text{ les} + 0,25 \text{ lrs} + 0,20 \text{ ldr} + 0,10 \text{ lsp}$	Município de Campinas – SP
Doutor Pedrinho (2011)	$ISA = (\text{lab} + \text{les} + \text{lrs} + \text{ldu}) / 4$	Município de Doutor Pedrinho – SC
Florianópolis (2011)	$ISA = 0,10 \text{ lab} + 0,50 \text{ les} + 0,20 \text{ ldr} + 0,20 \text{ lrs}$	Município de Florianópolis – SC

Fonte: organizado pelo autor, com base nas referências consultadas.

### 2.4.3 Cálculo dos Indicadores Secundários e Terciários

Com as adaptações realizadas em Pesquisas Acadêmicas (Quadros 3 a 8), observam-se diferentes métodos de cálculo dos indicadores secundários e terciários

da fórmula do ISA, variações no peso de cada indicador secundário e/ou terciário para o cálculo e distintas bases de consulta utilizadas para os dados de entrada. As siglas não identificadas nos respectivos Quadros se encontram em legenda abaixo dos mesmos.

Quadro 3 – Relação de indicadores de abastecimento de água e subindicadores.

Autor	Fórmula do Indicador Secundário (Iab)	Indicador Terciário	Fórmula do Indicador Terciário	Fonte de Dados para Cálculo do Indicador Terciário
Kobren <i>et al.</i> (2019)	$Iab = (Ica + Iqa + Isa) / 3$	Ica = indicador de cobertura e abastecimento	$Ica = (Dua / Dut) \times 100$	SNIS
		Iqa = indicador de qualidade da água distribuída	$Iqa = K \times (Naa / Nar) \times 100$	SANEPAR
		Isa = indicador de saturação do sistema produtor	$Isa = \text{função de "n"}; n = \{\log [CP / (VP \times (K_2 / K_1))] / [\log (1 + t)]\}$	SNIS
Lima, Arruda e Scalize (2019)	$Iab = (Ica + Iqa + Issp) / 3$	Ica = indicador de cobertura e abastecimento	$Ica = (Dua / Dut) \times 100$	Órgãos responsáveis e bases de dados *
		Iqa = indicador de qualidade da água distribuída	$Iqa = K \times (Naa / Nar) \times 100$	Órgãos responsáveis e bases de dados *
		Issp = indicador de saturação do sistema produtor	Não apresentada	Órgãos responsáveis e bases de dados *
Mari <i>et al.</i> (2019)	$Iab = (Ica + Iqa + Isa) / 3$	Ica = indicador de cobertura e abastecimento	Não apresentada	Levantamento em campo e bases de dados*
		Iqa = indicador de qualidade da água distribuída	Não apresentada	Levantamento em campo e bases de dados*
		Isa = indicador de saturação do sistema produtor	Não apresentada	Levantamento em campo e bases de dados*
Rocha, Rufino e Barros (2019)	$Iab = 70 \times Irg + 20 \times Iapn + 10 \times Ioa$	Irg = indicador de abastecimento de água via rede geral	$Irg = n^\circ \text{ de domicílios abastecidos por rede geral de distribuição} / n^\circ \text{ total de domicílios}$	Órgãos responsáveis e bases de dados *
		Iapn = indicador de abastecimento de água via água de poço ou nascente	$Iapn = n^\circ \text{ de domicílios abastecidos de água de poço ou nascente} / n^\circ \text{ total de domicílios}$	Órgãos responsáveis e bases de dados *
		Ioa = indicador de abastecimento via outra forma de abastecimento	$Ioa = n^\circ \text{ e domicílios com outra forma de abastecimento} / n^\circ \text{ total de domicílios}$	Órgãos responsáveis e bases de dados *
Lupepsa <i>et al.</i> (2018)	$Iaa = (Ica \times 0,07) + (Ifa \times 0,07) + (Iqd \times 0,06)$	Ica = cobertura de abastecimento de água	Não apresentada	SANEPAR
		Ifa = frequência de abastecimento	Não apresentada	SANEPAR
		Iqd = qualidade da água distribuída	Não apresentada	SANEPAR

Quadro 3 – Relação de indicadores de abastecimento de água e subindicadores (Continuação).

Autor	Fórmula do Indicador Secundário (Iab)	Indicador Terciário	Fórmula do Indicador Terciário	Fonte de Dados para Cálculo do Indicador Terciário
Costa (2017)	$Iab = (Ica + Iqa + Isp) / 3$	Ica = cobertura de abastecimento de água	$Ica = (Pua / Put) \times 100(\%)$	IBGE / SNIS *
		Iqa = qualidade da água distribuída	$Iqa = K \times (Naa / Nar) \times 100(\%)$	IBGE / SNIS *
		Isp = saturação do sistema produtor	Isp = volume de água tratada / estimativa de demanda populacional urbana	IBGE / SNIS *
Gama, Gomes e Souza (2016)	$Iab = Irg(100) + Ipo(50) + Iof(20)$	Irg = indicador de abastecimento de água por rede geral	Não apresentada	IBGE
		Ipo = indicador de abastecimento de água por poços	Não apresentada	IBGE
		Iof = indicador de abastecimento de água por outras fontes	Não apresentada	IBGE
Gama, Gomes e Souza (2016)	$Iab = (Ica + Iqa) / 2$	Ica = indicador de cobertura de água	Não apresentada	CASAL
		Iqa = indicador de qualidade da água	Não apresentada	CASAL
Pinto <i>et al.</i> (2016)	$Iab = (Ica + Iqa + Isa) / 3$	Ica = indicador de cobertura de abastecimento de água	$Ica = (Dua / Dut) \times 100(\%)$	Órgãos responsáveis
		Iqa = indicador da qualidade da água distribuída	$Iqa = K \times (Naa / Nar) \times 100(\%)$	Órgãos responsáveis
		Isa = indicador de saturação do sistema produtor	$Isa = \text{função de "n"; } n = \{\log [CP / (VP \times (K_2 / K_1))]\} / [\log (1 + t)]$	Órgãos responsáveis
Santos e Ferreira (2016)	**	**	**	**
Santos <i>et al.</i> (2015)	$Iab = (Ica + Iqa + Isa) / 3$	Ica = indicador de cobertura de abastecimento de água	$Ica = (Dua / Dut) \times 100(\%)$	Órgãos responsáveis, IBGE / IPDES *
		Iqa = indicador da qualidade da água distribuída	$Iqa = K \times (Naa / Nar) \times 100(\%)$	Órgãos responsáveis, IBGE / IPDES *
		Isa = indicador de saturação do sistema produtor	$Isa = \text{função de "n"; } n = \{\log [CP / (VP \times (K_2 / K_1))]\} / [\log (1 + t)]$	Órgãos responsáveis, IBGE / IPDES *

Quadro 3 – Relação de indicadores de abastecimento de água e subindicadores (Continuação).

Autor	Fórmula do Indicador Secundário (Iab)	Indicador Terciário	Fórmula do Indicador Terciário	Fonte de Dados para Cálculo do Indicador Terciário
Valvassori e Alexandre (2012)	$Iab = (Ica + Iqa + Isa) / 3$	Ica = indicador de cobertura de abastecimento de água	$Ica = (Dua / Dut) \times 100(\%)$	IBGE
		Iqa = indicador da qualidade da água distribuída	$Iqa = K \times (Naa / Nar) \times 100(\%)$	IPAT/UNESC
		Isa = indicador de saturação do sistema produtor	$Isa = \text{função de "n"}; n = \{\log [CP / (VP \times (K_2 / K_1))]\} / [\log (1 + t)]$	IPAT/UNESC
Batista e Silva (2006)	$Iab = (Ica + Iqa + Isa) / 3$	Ica = índice de cobertura de atendimento	Não apresentada	Não informado
		Iqa = índice de qualidade da água distribuída	Não apresentada	Não informado
		Isa = saturação dos sistemas produtores	Não apresentada	Não informado
Ribeiro, Batista e Ribeiro (2004)	$Iab = (Ica + Iqa + Isa) / 3$	Ica = índice de cobertura de atendimento	$Ica = (Dua / Dut) \times 100$	CAGEPA / IBGE
		Iqa = índice de qualidade da água distribuída	$Iqa = K \times (Naa / Nar) \times 100$	CAGEPA
		Isa = saturação dos sistemas produtores	$Isa = \text{função de "n"}; n = \{\log [CP / (VP \times (K_2 / K_1))]\} / [\log (1 + t)]$	CAGEPA / Secretaria de Recursos Hídricos

(\*) Foram informadas as fontes de dados em contexto geral, ou seja, não foi especificada a fonte exata para cada Indicador Terciário.

(\*\*) Autor estudou apenas as fórmulas, ou seja, não estudou os componentes.

Legenda:

Dua: domicílios atendidos; Dut: domicílios urbanos totais; K: nº amostras realizadas/nº mínimo de amostras; Naa: quantidade de amostras consideradas como sendo de água potável relativa a colimetria, cloro e turbidez (mensais); Nar: quantidade de amostras realizadas (mensais); n = nº de anos em que o sistema ficará saturado; CP: capacidade de produção; VP: volume de produção para atender 100% da população; K<sub>2</sub>; K<sub>1</sub>; t: taxa de crescimento anual média de crescimento; Pua: população urbana atendida; Put: população urbana total.

Fonte: organizado pelo autor, com base nas referências consultadas.

Como observado no Quadro 3, Kobren *et al.* (2019), Lima, Arruda e Scalize (2019), Mari *et al.* (2019), Costa (2017), Pinto *et al.* (2016), Santos *et al.* (2015), Valvassori e Alexandre (2012), Batista e Silva (2006) e Ribeiro, Batista e Ribeiro (2004) não fizeram adaptações no indicador secundário, sendo, portanto, mantido o cálculo de lab pela média aritmética dos indicadores terciários Ica, Iqa e Isa, conforme CONESAN (1999). Rocha, Rufino e Barros (2019), Lupepsa *et al.* (2018) e Gama, Gomes e Souza (2016) fizeram adaptações no indicador secundário.

Rocha, Rufino e Barros (2019) substituíram o Indicador de Qualidade da Água Distribuída (Iqa) e Indicador de Saturação do Sistema Produtor (Isa) pelos Indicadores de Abastecimento de Água via Água de Poço ou Nascente (Iapn) e Indicador de Abastecimento via outra Forma de Abastecimento (Ioa). Esta adaptação foi feita para possibilitar a avaliação do município por setor censitário. Os autores também fizeram alterações no peso de cada indicador terciário de lab a fim de se diferenciar o grau de importância de cada um para o abastecimento de água.

Lupepsa *et al.* (2018) substituíram o Indicador de Saturação do Sistema Produtor (Isa) pelo Indicador de Frequência de Abastecimento (Ifa). O critério utilizado na adaptação foi a existência de dados de série histórica na SANEPAR. Também foram feitas alterações no peso de cada indicador terciário de lab, mas não foi explicitada na pesquisa sua razão. Os pesos 0,07 (Ica), 0,07 (Ifa) e 0,06 (qd), somados, correspondem ao peso 0,20 que tem o lab no cálculo do ISA.

Gama, Gomes e Souza (2016) calcularam o lab de 2 formas distintas: na primeira, os autores alteraram completamente os indicadores terciários de lab, com objetivo de se utilizar o lab para quantificar os domicílios com abastecimento de água por rede geral, por poços e por outras fontes; na segunda, os autores apenas excluíram o Indicador de Saturação do Sistema Produtor (Isa). As adaptações foram realizadas considerando informações locais disponíveis.

Com relação aos indicadores terciários, Kobren *et al.* (2019), Costa (2017), Pinto *et al.* (2016), Santos *et al.* (2015), Valvassori e Alexandre (2012) e Ribeiro, Batista e Ribeiro (2004) calcularam estes indicadores segundo o modelo do CONESAN (1999). Mari *et al.* (2019) e Batista e Silva (2006) não apresentaram o método de cálculo para os indicadores terciários e Lima, Arruda e Scalize (2019) não detalharam o cálculo apenas do Indicador de Saturação do Sistema Produtor (Isa).

Quadro 4 – Relação de indicadores de esgotamento sanitário e subindicadores.

<b>Autor</b>	<b>Fórmula do Indicador Secundário (Ies)</b>	<b>Indicador Terciário</b>	<b>Fórmula do Indicador Terciário</b>	<b>Fonte de Dados para Cálculo do Indicador Terciário</b>
Kobren <i>et al.</i> (2019)	Ies = (Ice + Ite + Ise) / 3	Ice = indicador de cobertura em coleta de esgotos e tanques sépticos	Ice = (Due / Dut) x 100(%)	SNIS e IPARDES
		Ite = indicador de esgotos tratados e tanques sépticos	Ite = Ice x (VT / VC) x 100(%)	SNIS
		Ise = saturação do tratamento de esgotos	Ise = (VT / VC) x 100%	Órgãos responsáveis e bases de dados *
Lima, Arruda e Scalize (2019)	Ies = (Ice + Ite + Ise) / 3	Ice = indicador de cobertura em coleta de esgotos e tanques sépticos	Ice = (Due / Dut) x 100	Órgãos responsáveis e bases de dados *
		Ite = indicador de esgotos tratados e tanques sépticos	Ite = Ice x (Vm / Vce) x 100	Órgãos responsáveis e bases de dados *
		Ise = indicador de saturação do tratamento	Ise = (VT / VC) x 100	Levantamento em campo e bases de dados*
Mari <i>et al.</i> (2019)	Ies = (Ice + Ite + Ise) / 3	Ice = indicador de cobertura em coleta de esgotos e tanques sépticos	Não apresentada	Levantamento em campo e bases de dados*
		Ite = indicador de esgotos tratados e tanques sépticos	Não apresentada	Levantamento em campo e bases de dados*
		Ise = indicador de saturação do tratamento	Não apresentada	Órgãos responsáveis e bases de dados *
Rocha, Rufino e Barros (2019)	Ies = 60 x Idcr + 30 x Idsi + 10 x Idpn	Idcr = indicador de domicílios conectados à rede coletora	Idcr = n° de domicílios com banheiro e esgotamento via rede geral de esgoto ou pluvial / n° total de domicílios	Órgãos responsáveis e bases de dados *
		Idsi = indicador de domicílios servidos por sistema individual	Idsi = (n° de domicílios com banheiro e esgoto via fossa séptica + n° domicílios com banheiro e esgoto via fossa rudimentar) / n° total domicílios	Órgãos responsáveis e bases de dados *
		Idpn = indicador de domicílios não atendidos	Idpn = (n° de domicílios com banheiro e esgoto via vala + n° domicílios com banheiro e esgoto via rio, lago ou mar + n° domicílios com banheiro e esgoto via outro escavadoiro) / n° total domicílios	Órgãos responsáveis e bases de dados *

Quadro 4 – Relação de indicadores de esgotamento sanitário e subindicadores (Continuação).

Autor	Fórmula do Indicador Secundário (Ies)	Indicador Terciário	Fórmula do Indicador Terciário	Fonte de Dados para Cálculo do Indicador Terciário
Lupepsa <i>et al.</i> (2018)	$Ies = (Ice \times 0,10) + (Itec \times 0,10)$	Ice = cobertura em coleta de esgoto	Não apresentada	SANEPAR
		Itec = tratamento do esgoto coletado	Não apresentada	SANEPAR
Costa (2017)	$Ies = (Ice + Ite + Ise) / 3$	Ice = cobertura em coleta de esgoto	$Ice = (Pua / Put) \times 100(\%)$	IBGE / SNIS *
		Ite = esgotos tratados e tanque sépticos	$Ite = Ice \times (VT / VC) (\%)$	IBGE / SNIS *
		Ise = saturação do tratamento de esgotos	$Ise = (VT / VC) \times 100\%$	IBGE / SNIS *
Gama, Gomes e Souza (2016)	$Ies = Irc(100) + Ifs(80) + Ifr(20)$	Irc = indicador de destinação dos esgotos sanitários em rede coletora	Não apresentada	IBGE
		Ifs = indicador de destinação dos esgotos sanitários em fossa séptica	Não apresentada	IBGE
		Ifr = indicador de destinação dos esgotos sanitários em fossa rudimentar	Não apresentada	IBGE
Gama, Gomes e Souza (2016)	$Ies = Irc(100) + Isc(0)$	Irc = indicador para áreas com cobertura de rede coletora	Não apresentada	CASAL
		Isc = indicador para áreas sem cobertura de rede coletora	Não apresentada	CASAL
Pinto <i>et al.</i> (2016)	$Ies = (Ice + Ite + Ise) / 3$	Ice = indicador de cobertura em coleta de esgoto e tanques sépticos	$Ice = (Due / Dut) \times 100(\%)$	Órgãos responsáveis
		Ite = indicador de esgoto tratado e tanques sépticos	$Ite = Ice \times (VT / VC) \times 100(\%)$	Órgãos responsáveis
		Ise = indicador de saturação do tratamento de esgoto	$Ise = \text{função de "n"; } n = [\log (CT / VC)] / [\log (1 + t)]$	Órgãos responsáveis
Santos e Ferreira (2016)	**	**	**	**
Santos <i>et al.</i> (2015)	$Ies = (Ice + Ite + Ise) / 3$	Ice = indicador de cobertura em coleta de esgoto e tanques sépticos	$Ice = (Due / Dut) \times 100(\%)$	Órgãos responsáveis, IBGE / IPDES *
		Ite = indicador de esgoto tratado e tanques sépticos	$Ite = Ice \times (VT / VC) \times 100(\%)$	Órgãos responsáveis, IBGE / IPDES *
		Ise = indicador de saturação do tratamento de esgoto	$Ise = \text{função de "n"; } n = [\log (CT / VC)] / [\log (1 + t)]$	Órgãos responsáveis, IBGE / IPDES *

Quadro 4 – Relação de indicadores de esgotamento sanitário e subindicadores (Continuação).

Autor	Fórmula do Indicador Secundário (Ies)	Indicador Terciário	Fórmula do Indicador Terciário	Fonte de Dados para Cálculo do Indicador Terciário
Valvassori e Alexandre (2012)	$Ies = (Ice + Ite) / 2$	Ice = indicador de cobertura em coleta em esgoto	$Ice = (Due / Dut) \times 100$	IBGE / IPAT/UNESC
		Ite = indicador de esgotos tratados	$Ite = Ice \times (VT / VC) \times 100$	IBGE, IPAT/UNESC e NBR 7229/2003
Batista e Silva (2006)	$Ies = (Ice + Ite + Ise) / 3$	Ice = índice de cobertura em coleta e tanques sépticos	Não apresentada	Não informado
		Ite = índice de esgoto tratado e tanque séptico	Não apresentada	Não informado
		Ise = saturação do sistema de tratamento	Não apresentada	Não informado
Ribeiro, Batista e Ribeiro (2004)	$Ies = (Ice + Ite + Ise) / 3$	Ice = índice de cobertura em coleta e tanques sépticos	$Ice = (Due / Dut) \times 100$	CAGEPA / IBGE
		Ite = índice de esgoto tratado e tanque séptico	$Ite = Ice \times (VT / VC) \times 100$	CAGEPA
		Ise = saturação do sistema de tratamento	$Ise = \text{função de "n"}; n = [\log (CT / VC)] / [\log (1 + t)]$	CAGEPA

(\*) Foram informadas as fontes de dados em contexto geral, ou seja, não foi especificada a fonte exata para cada Indicador Terciário.

(\*\*) Autor estudou apenas as fórmulas, ou seja, não estudou os componentes.

Legenda:

Due: domicílios urbanos atendidos por coleta; Dut: domicílios urbanos totais; Ice = índice de esgotos coletados; VC: volume coletado; VT= volume tratado; n: nº de anos em que o sistema ficará saturado; CT = capacidade de tratamento; t = taxa de crescimento anual média de crescimento

Fonte: organizado pelo autor, com base nas referências consultadas.

Conforme verificado no Quadro 4, Kobren *et al.* (2019), Lima, Arruda e Scalize (2019), Mari *et al.* (2019), Costa (2017), Pinto *et al.* (2016), Santos *et al.* (2015), Batista e Silva (2006) e Ribeiro, Batista e Ribeiro (2004) não fizeram adaptações no indicador secundário, sendo, portanto, mantido o cálculo de les pela média aritmética dos indicadores terciários Ice, Ite e Ise, segundo o modelo do CONESAN (1999). Rocha, Rufino e Barros (2019) e Gama, Gomes e Souza (2016) fizeram adaptações significativas no indicador secundário.

Rocha, Rufino e Barros (2019) avaliaram o Indicador de Esgotamento Sanitário (les) apenas pelo modo de destinação/disposição final dos efluentes dos imóveis, a partir do indicador de domicílios conectados à rede coletora, indicador de domicílios servidos por sistema individual e indicador de domicílios não atendidos. Sendo assim, os autores não analisaram as questões de tratamento e saturação dos sistemas públicos de esgotamento sanitário. Presume-se que os autores optaram por estes indicadores devido ao objetivo do estudo, que consistiu no cálculo do ISA por setor censitário.

Lupepsa *et al.* (2018) analisaram os indicadores de cobertura em coleta de esgotos e tratamento de esgotos, excluindo, portanto, o indicador de saturação do sistema produtor. Uma vez que o critério de seleção dos indicadores da pesquisa foi a partir de dados de série histórica na SANEPAR, considera-se que este órgão não dispunha de tal dado. A somatória dos pesos 0,10 (Ice) e 0,10 (Ite) resulta o peso de 0,20 para o les no cálculo do ISA.

Gama, Gomes e Souza (2016) realizaram as adaptações com base nas informações disponíveis. O objetivo do estudo consistindo na análise por setor censitário, como Rocha, Rufino e Barros (2019), dificulta a obtenção de dados; sendo assim, os autores avaliaram apenas indicadores de cobertura por rede coletora e destinação/disposição final dos efluentes dos imóveis.

Valvassori e Alexandre (2012) excluíram o Indicador de Saturação do Tratamento de Esgotos (Ise), mas não fizeram menção sobre o motivo da exclusão do mesmo. É importante destacar que o cálculo do ISA foi baseado em dados obtidos diretamente junto à Concessionária de Água e Esgotos do município, e deste modo, subentende-se que a razão da não utilização não foi a indisponibilidade dos dados.

Quadro 5 – Relação de indicadores de resíduos sólidos e subindicadores.

Autor	Fórmula do Indicador Secundário (Irs)	Indicador Terciário	Fórmula do Indicador Terciário	Fonte de Dados para Cálculo do Indicador Terciário
Kobren <i>et al.</i> (2019)	$Irs = (Icr + Iqr + Isr) / 3$	Icr = indicador de coleta de lixo	$Icr = (Duc / Dut) \times 100(\%)$	SNIS
		Iqr = indicador de tratamento e disposição final dos resíduos sólidos	Iqr = em função do tipo de disposição final dos resíduos	SUDERHSA
		Isr = indicador de saturação o tratamento e disposição final de resíduos sólidos	Isr = função de “n”; $n = \{[\log (CA \times t / VL)] + 1\} / [\log (1 + t)]$	SNIS
Lima, Arruda e Scalize (2019)	$Irs = (Icr + Iqr + Isr) / 3$	Icr = indicador de coleta de lixo	$Icr = (Duc / Dut) \times 100$	Órgãos responsáveis e bases de dados *
		Iqr = indicador de tratamento e disposição final	Iqr = em função do tipo de disposição final dos resíduos	Órgãos responsáveis e bases de dados *
		Isr = indicador de saturação da disposição final	Isr = função de “n”; $n = \{[\log (CA \times t / VL)] + 1\} / [\log (1 + t)]$	Levantamento em campo e bases de dados*
Mari <i>et al.</i> (2019)	$Irs = (Icr + Iqr + Isr) / 3$	Icr = indicador de coleta de lixo	Não apresentada	Levantamento em campo e bases de dados*
		Iqr = indicador de tratamento e disposição final	Não apresentada	Levantamento em campo e bases de dados*
		Isr = indicador de saturação o tratamento e disposição final de resíduos sólidos	Não apresentada	Órgãos responsáveis e bases de dados *
Rocha, Rufino e Barros (2019)	$Irs = 75 \times Isl + 3 \times Iqp + 2 \times lep + 10 \times Ijt + 10 \times Ijr$	Isl = indicador de serviço de limpeza	$Isl = n^{\circ} \text{ de domicílios com lixo coletado} / n^{\circ} \text{ total de domicílios}$	Órgãos responsáveis e bases de dados *
		Iqp = indicador de lixo queimado na propriedade	$Iqp = n^{\circ} \text{ de domicílios com lixo queimado na propriedade} / n^{\circ} \text{ total de domicílios}$	Órgãos responsáveis e bases de dados *
		lep = indicador de lixo enterrado na propriedade	$lep = n^{\circ} \text{ de domicílios com lixo enterrado na propriedade} / n^{\circ} \text{ total de domicílios}$	Órgãos responsáveis e bases de dados *
		Ijt = indicador de lixo jogado em terreno baldio	$Ijt = n^{\circ} \text{ de domicílios com lixo jogado em terreno baldio ou logradouro} / n^{\circ} \text{ total de domicílios}$	Órgãos responsáveis e bases de dados *
		Ijr = indicador de lixo jogado em rio, lago ou mar	$Ijr = n^{\circ} \text{ de domicílios com lixo jogado em rio, lago ou mar} / n^{\circ} \text{ total de domicílios}$	Órgãos responsáveis e bases de dados *

Quadro 5 – Relação de indicadores de resíduos sólidos e subindicadores (Continuação).

Autor	Fórmula do Indicador Secundário (Irs)	Indicador Terciário	Fórmula do Indicador Terciário	Fonte de Dados para Cálculo do Indicador Terciário
Lupepsa <i>et al.</i> (2018)	$Irs = (Icr \times 0,05) + (Irc \times 0,05) + (Ics \times 0,05) + (Idr \times 0,05)$	Icr = indicador de coleta de resíduos sólidos	Não apresentada	SANEPAR
		Irc = indicador de regularidade de coleta dos resíduos sólidos	Não apresentada	SANEPAR
		Ics = indicador de coleta seletiva	Não apresentada	Secretaria da Agricultura e Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Umuarama
		Idr = indicador de destinação dos resíduos sólidos	Não apresentada	Secretaria da Agricultura e Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Umuarama
Costa (2017)	$Irs = (Icr + Iqr + Isr) / 3$	Icr = indicador de coleta de resíduos sólidos	$Icr = (Pu / Put) \times 100(\%)$	IBGE / SNIS *
		Iqr = indicador de tratamento e disposição final de resíduos sólidos	Iqr = em função do tipo de disposição final dos resíduos	IBGE / SNIS *
		Isr = indicador de saturação do tratamento e disposição final de resíduos sólidos	Não apresentada	IBGE / SNIS *
Gama, Gomes e Souza (2016)	$Icr = Icc(100) + Ice(50)$	Icc = indicador de coleta de resíduos sólidos por caminhão coletor	Não apresentada	IBGE
		Ice = indicador de coleta de resíduos sólidos por caçamba estacionária	Não apresentada	IBGE
Gama, Gomes e Souza (2016)	$Icr = Icc(100) + Ice(50)$	Icc = indicador de coleta de resíduos sólidos por caminhão coletor	Não apresentada	SLUM
		Ice = indicador de coleta de resíduos sólidos por caçamba estacionária	Não apresentada	SLUM
Pinto <i>et al.</i> (2016)	$Irs = (Icr + Iqr + Isr) / 3$	Icr = indicador de coleta de lixo	$Icr = (Duc / Dut) \times 100(\%)$	Órgãos responsáveis
		Iqr = indicador de tratamento e disposição final dos resíduos sólidos	Não apresentada	Órgãos responsáveis
		Isr = indicador de saturação o tratamento e disposição final de resíduos sólidos	$Isr = \text{função de "n"; } n = \{[\log (CA \times t / VL)] + 1\} / [\log (1 + t)]$	Órgãos responsáveis

Quadro 5 – Relação de indicadores de resíduos sólidos e subindicadores (Continuação).

Autor	Fórmula do Indicador Secundário (Irs)	Indicador Terciário	Fórmula do Indicador Terciário	Fonte de Dados para Cálculo do Indicador Terciário
Santos e Ferreira (2016)	**	**	**	**
Santos <i>et al.</i> (2015)	Irs = (lcr + lqr + lsr) / 3	lcr = indicador de coleta de lixo	$lcr = (Duc / Dut) \times 100(\%)$	Órgãos responsáveis, IBGE / IPDES *
		lqr = indicador de tratamento e disposição final dos resíduos sólidos	Não apresentada	Órgãos responsáveis, IBGE / IPDES *
		lsr = indicador de saturação o tratamento e disposição final de resíduos sólidos	lcr = função de “n”; $n = \{[\log (CA \times t / VL)] + 1\} / [\log (1 + t)]$	Órgãos responsáveis, IBGE / IPDES *
Valvassori e Alexandre (2012)	Irs = (lcr + lsr) / 2	lcr = indicador de coleta de resíduos	$lcr = (Duc / Dut) \times 100$	IBGE / IPAT/UNESC
		lsr = indicador de saturação do tratamento e disposição final dos resíduos sólidos	lcr = função de “n”; $n = \{[\log (CA \times t / VL)] + 1\} / [\log (1 + t)]$	IBGE, IPAT/UNESC
Batista e Silva (2006)	Irs = (lcr + lqr + lsr) / 3	lcr = índice de coleta de lixo	Não apresentada	Não informado
		lqr = tratamento e disposição final dos resíduos	Não apresentada	Não informado
		lsr = saturação	Não apresentada	Não informado
Ribeiro, Batista e Ribeiro (2004)	Irs = (lcr + lqr + lsr) / 3	lcr = índice de coleta de lixo	$lcr = (Duc / Dut) \times 100$	EMLUR - PMJP
		lqr = tratamento e disposição final dos resíduos	lqr = critério enquadramento segundo legislação específica	EMLUR - PMJP
		lsr = saturação	lcr = função de “n”; $n = [\log (CT / VC)] / [\log (1 + t)]$	EMLUR - PMJP

(\*) Foram informadas as fontes de dados em contexto geral, ou seja, não foi especificada a fonte exata para cada Indicador Terciário.

(\*\*) Autor estudou apenas as fórmulas, ou seja, não estudou os componentes.

Legenda:

Duc: domicílios urbanos atendidos por coleta de lixo; Dut: domicílios urbanos totais; lqr: índice de qualidade de aterros de resíduos sólidos domiciliares – CETESB; n: n<sup>o</sup> de anos para saturação do sistema; VL: volume coletado de lixo; CA: capacidade restante do aterro; t: taxa de crescimento anual média de crescimento; Pu: população urbana atendida por coleta de resíduos; Put: população urbana total.

Fonte: organizado pelo autor, com base nas referências consultadas.

Como observado no Quadro 5, Kobren et al. (2019), Lima, Arruda e Scalize (2019), Mari et al. (2019), Costa (2017), Pinto et al. (2016), Santos et al. (2015), Batista e Silva (2006) e Ribeiro, Batista e Ribeiro (2004) calcularam o indicador secundário de resíduos sólidos conforme método do CONESAN (1999). Rocha, Rufino e Barros (2019), Lupepsa *et al.* (2018) e Gama, Gomes e Souza (2016) adaptaram este indicador para o cálculo do ISA.

As alterações de Rocha, Rufino e Barros (2019) foram expressivas e substituíram os Indicadores de Coleta de Lixo (Icr), de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos (Iqr) e de Saturação do Tratamento e Disposição Final dos Resíduos Sólidos (Isr) pelos Indicadores de Serviço de Limpeza (Isl), de Lixo Queimado na Propriedade (Iqp), de Lixo Enterrado na Propriedade (Iqp), de Lixo Jogado em Terreno Baldio (Iit) e de Lixo Jogado em Rio, Lago ou Mar (Ijr). Observe-se que os autores avaliaram basicamente 2 fatores: a cobertura do atendimento dos serviços de limpeza, por meio do Isl e a disposição final irregular, pelos demais indicadores. Os autores não mencionaram, entretanto, a razão das adaptações realizadas.

Lupepsa *et al.* (2018) substituiu o Indicador de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos (Iqr) pelos Indicadores de Regularidade de Coleta dos Resíduos Sólidos (Irc) de Coleta Seletiva (Ics) e de Destinação dos Resíduos Sólidos (Idr). O Irc e Ics substituíram o Iqr e possibilitaram a avaliação de temas atuais sobre os resíduos sólidos. O Idr, por sua vez, avalia apenas o local de destinação dos resíduos. Deste modo, o Indicador de Resíduos Sólidos (Irs) da pesquisa não avaliou questões de qualidade e saturação do local de destinação e disposição final dos resíduos. Lupepsa *et al.* (2018) não informaram o motivo das alterações dos indicadores.

Gama, Gomes e Souza (2016) sintetizaram o método de avaliação dos resíduos sólidos do município estudado, calculando apenas Indicadores de Coleta de Resíduos Sólidos por Caminhão Coletor (Icc) e por Caçamba Estacionária (Ice). Os autores não explicitaram o critério utilizado para a adaptação, no entanto, estes indicadores possibilitaram o cálculo do ISA por setor censitário na pesquisa.

Valvassori e Alexandre (2012), por sua vez, apenas excluíram o Indicador de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos (Iqr). O Iqr é um indicador específico para o estado de São Paulo, haja vista que é um dado calculado e

disponibilizado pela CETESB. A pesquisa de Valvassori e Alexandre (2012) foi realizada no município de Criciúma, estado de Santa Catarina e, portanto, presume-se que a indisponibilidade do dado motivou sua exclusão.

Quadro 6 – Relação de indicadores de controle de vetores.

Autor	Fórmula do Indicador Secundário (Icv)	Indicador Terciário	Fórmula do Indicador Terciário	Fonte de Dados para Cálculo do Indicador Terciário
Kobren <i>et al.</i> (2019)	$Icv = \{[(Ivd + Ive) / 2] + Ivl\} / 2$	Ivd = indicador de dengue	Não apresentada	14ª Regional de Saúde de Paranavaí
		Ive = indicador de esquistossomose	Não apresentada	DATASUS
		Ivl = indicador de leptospirose	Não apresentada	14ª Regional de Saúde de Paranavaí e Prefeitura Municipal de Porto Rico
Lima, Arruda e Scalize (2019)	Não informado	Ivd = indicador do vetor dengue	Não apresentada	Órgãos responsáveis e bases de dados *
		Ive = indicador do vetor esquistossomose	Não apresentada	Órgãos responsáveis e bases de dados *
		Ivl = indicador do vetor leptospirose	Não apresentada	Órgãos responsáveis e bases de dados *
Mari <i>et al.</i> (2019)	Média ponderada entre Ivd, Ive e Ivl	Ivd = indicador de dengue	Não apresentada	Levantamento em campo e bases de dados*
		Ive = indicador de esquistossomose	Não apresentada	Levantamento em campo e bases de dados*
		Ivl = indicador de leptospirose	Não apresentada	Levantamento em campo e bases de dados*
Rocha, Rufino e Barros (2019)	***	***	***	***
Lupepsa <i>et al.</i> (2018)	**	***	***	***
Costa (2017)	**	***	***	***
Gama, Gomes e Souza (2016)	**	***	***	***
Pinto <i>et al.</i> (2016)	$Icv = \{[(Ivd + Ive) / 2] + Ivl\} / 2$	Ivd = indicador de dengue	Não apresentada	Órgãos responsáveis
		Ive = indicador de esquistossomose	Não apresentada	Órgãos responsáveis
		Ivl = indicador de leptospirose	Não apresentada	Órgãos responsáveis
Santos e Ferreira (2016)	**	**	**	**

Quadro 6 – Relação de indicadores de controle de vetores (Continuação).

Autor	Fórmula do Indicador Secundário (Icv)	Indicador Terciário	Fórmula do Indicador Terciário	Fonte de Dados para Cálculo do Indicador Terciário
Santos <i>et al.</i> (2015)	$Icv = \{[(Ivd + Ive) / 2] + Ivl\} / 2$	Ivd = índice de controle de dengue	Não apresentada	Órgãos responsáveis, IBGE / IPDES *
		Ive = índice de controle de esquistossomose	Não apresentada	Órgãos responsáveis, IBGE / IPDES *
		Ivl = índice de controle de leptospirose	Não apresentada	Órgãos responsáveis, IBGE / IPDES *
Valvassori e Alexandre (2012)	$Icv = \{[(Ivd + Ive) / 2] + Ivl\} / 2$	Ivd = indicador de dengue	Não apresentada	Vigilância Epidemiológica – Secretaria Municipal de Saúde
		Ive = indicador de esquistossomose	Não apresentada	Vigilância Epidemiológica – Secretaria Municipal de Saúde
		Ivl = indicador de leptospirose	Não apresentada	Vigilância Epidemiológica – Secretaria Municipal de Saúde
Batista e Silva (2006)	$Icv = \{[(Ivd + Ive) / 2] + Ivl\} / 2$	Ivd = índice de controle de dengue	Não apresentada	Não informado
		Ive = índice de controle de esquistossomose	Não apresentada	Não informado
		Ivl = índice de controle de leptospirose	Não apresentada	Não informado
Ribeiro, Batista e Ribeiro (2004)	$Icv = \{[(Ivd + Ive) / 2] + Ivl\} / 2$	Ivd = índice de controle de dengue	Não apresentada	Secretaria Municipal de Saúde / Fundação Nacional de Saúde
		Ive = índice de controle de esquistossomose	Não apresentada	Secretaria Municipal de Saúde / Fundação Nacional de Saúde
		Ivl = índice de controle de leptospirose	Não apresentada	Secretaria Municipal de Saúde / Fundação Nacional de Saúde

(\*) Foram informadas as fontes de dados em contexto geral, ou seja, não foi especificada a fonte exata para cada Indicador Terciário.

(\*\*) Autor estudou apenas as fórmulas, ou seja, não estudou os componentes.

(\*\*\*) O indicador não foi aplicado no estudo.

Fonte: organizado pelo autor, com base nas referências consultadas.

Verifica-se no Quadro 6 que Kobren *et al.* (2019), Lima, Arruda e Scalize (2019), Mari *et al.* (2019), Pinto *et al.* (2016), Santos *et al.* (2015), Valvassori e Alexandre (2012), Batista e Silva (2006) e Ribeiro, Batista e Ribeiro (2004) calcularam o Indicador de Controle de Vetores (Icv) segundo o modelo do CONESAN (1999), com a ressalva de que Lima, Arruda e Scalize (2019) não informaram o método de cálculo do indicador secundário. Rocha, Rufino e Barros (2019), Lupepsa *et al.* (2018), Costa (2017), Gama, Gomes e Souza (2016), Santos e Ferreira (2016) excluíram o Icv do cálculo do ISA.

Das 14 variações do ISA apresentadas no Quadro 6, 8 utilizaram o Icv e 6 o desconsideraram. É importante ressaltar que os dados para composição dos Indicadores de Dengue (Ivd), de Esquistossomose (Ive) e de Leptospirose (Ivl) são de difícil obtenção. Eles podem ser buscados em bases de dados em canais eletrônicos e/ou diretamente junto aos prestadores dos serviços de saúde; mas o grande desafio é obter tais dados para os períodos estabelecidos pelo CONESAN (1999), que em sua grande maioria, avaliam faixas de 5 anos de ocorrência destes vetores.

Quadro 7 – Relação de indicadores de recursos hídricos e subindicadores.

Autor	Fórmula do Indicador Secundário (Irh)	Indicador Terciário	Fórmula do Indicador Terciário	Fonte de Dados para Cálculo do Indicador Terciário
Kobren <i>et al.</i> (2019)	Irh = (Iqb + Idm + Ifi) / 3	Iqb = indicador de qualidade de água bruta	Não apresentada	SNIS
		Idm = índice de disponibilidade dos mananciais	Idm = Disp / Dem	SNIS
		Ifi = indicador de fontes isoladas	Ifi = (Naa / Nar) x 100(%)	SANEPAR
Limpa <i>et al.</i> (2019)	***	***	***	***
Mari <i>et al.</i> (2019)	Irh = (Iqb + Idm + Ifi) / 3	Iqb = indicador de qualidade de água bruta	Não apresentada	Levantamento em campo e bases de dados*
		Idm = índice de disponibilidade dos mananciais	Não apresentada	Levantamento em campo e bases de dados*
		Ifi = indicador de fontes isoladas	Não apresentada	Levantamento em campo e bases de dados*
Rocha, Rufino e Barros (2019)	***	***	***	***
Lupepsa <i>et al.</i> (2018)	***	***	***	***
Costa (2017)	***	***	***	***
Gama, Gomes e Souza (2016)	***	***	***	***
Pinto <i>et al.</i> (2016)	Irh = (Iqb + Idm + Ifi) / 3	Iqb = indicador de qualidade de água bruta	Não apresentada	Órgãos responsáveis
		Idm = índice de disponibilidade dos mananciais	Idm = Disp / Dem	Órgãos responsáveis
		Ifi = indicador de fontes isoladas	Ifi = (Naa / Nar) x 100(%)	Órgãos responsáveis
Santos e Ferreira (2016)	**	**	**	**

Quadro 7 – Relação de indicadores de recursos hídricos e subindicadores (Continuação).

Autor	Fórmula do Indicador Secundário (Irh)	Indicador Terciário	Fórmula do Indicador Terciário	Fonte de Dados para Cálculo do Indicador Terciário
Santos <i>et al.</i> (2015)	$Irh = (Iqb + Idm + Ifi) / 3$	Iqb = indicador de qualidade de água bruta	Não apresentada	Órgãos responsáveis, IBGE / IPDES *
		Idm = índice de disponibilidade dos mananciais	$Idm = Disp / Dem$	Órgãos responsáveis, IBGE / IPDES *
		Ifi = indicador de fontes isoladas	$Ifi = (Naa / Nar) \times 100(\%)$	Órgãos responsáveis, IBGE / IPDES *
Valvassori e Alexandre (2012)	***	***	***	***
Batista e Silva (2006)	$Irh = (Iqb + Idm + Ifi) / 3$	Iqb = indicador de qualidade de água bruta	Não apresentada	Não informado
		Idm = índice de disponibilidade dos mananciais	Não apresentada	Não informado
		Ifi = indicador de fontes isoladas	Não apresentada	Não informado
Ribeiro, Batista e Ribeiro (2004)	$Irh = (Iqb + Idm + Ifi) / 3$	Iqb = índice de qualidade da água bruta	Não apresentada	SEMARH
		Idm = índice de disponibilidade dos mananciais	$Idm = Disp / Dem$	SEMARH
		Ifi = índice de fontes isoladas	$Ifi = (Naa / Nar) \times 100$	SEMARH

(\*) Foram informadas as fontes de dados em contexto geral, ou seja, não foi especificada a fonte exata para cada Indicador Terciário.

(\*\*) Autor estudou apenas as fórmulas, ou seja, não estudou os componentes.

(\*\*\*) O indicador não foi aplicado no estudo.

Legenda:

Disp: disponibilidade, água em condições de tratabilidade para abastecimento; Dem = demanda; Naa: quantidade de amostras consideradas potáveis relativamente à colimetria e turbidez; Nar = quantidade de amostras realizadas.

Fonte: organizado pelo autor, com base nas referências consultadas.

Conforme observado no Quadro 7, Kobren *et al.* (2019), Mari *et al.* (2019), Pinto *et al.* (2016), Santos *et al.* (2015), Batista e Silva (2006) e Ribeiro, Batista e Ribeiro (2004) consideraram o Indicador de Riscos de Recursos Hídricos (Irh) no cálculo do ISA e os demais o excluíram. Deste modo, do total de 14 variações do cálculo de Irh apresentados no Quadro 7, apenas 6 utilizaram o indicador.

Costa (2017) não utilizou o Irh porque sua pesquisa foi específica para avaliação do saneamento básico (abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana) dos municípios estudados.

Os demais autores não informaram a razão da desconsideração do Irh. Destaca-se que os dados para composição do cálculo deste indicador são de difícil obtenção. Deve-se realizar pesquisas em Planos de Bacia Hidrográfica, Planos Municipais de Saneamento Básico, dentre outras fontes específicas para sua identificação. Considera-se, portanto, que a sua exclusão, com exceção de Costa (2017), se deveu à dificuldade de obtenção de dados.

Quadro 8 – Relação de indicadores socioeconômicos.

Autor	Fórmula do Indicador Secundário (Iab)	Indicador Terciário	Fórmula do Indicador Terciário	Fonte de Dados para Cálculo do Indicador Terciário
Kobren <i>et al.</i> (2019)	$Ise = (Isp + Irf + led) / 3$	Isp = indicador de saúde pública	$Isp = (0,7 \times Imh) + (0,3 \times Imr)$	IPARDES
		Irf = indicador de renda	$Irf = (0,7 \times I2s) + (0,3 \times Irm)$	IPARDES
		led = indicador de educação	$led = (0,6 \times Ine) + (0,4 \times Iel)$	IPARDES
Lima, Arruda e Scalize (2019)	$Isec = [(IDHed + IDHlong + IDHrenda) / 3] \times 100$	IDHed = índice de desenvolvimento humano educacional	Não apresentada	Órgãos responsáveis e bases de dados *
		IDHlong = índice de desenvolvimento humano longevidade	Não apresentada	Órgãos responsáveis e bases de dados *
		IDHrenda = índice de desenvolvimento humano de renda	Não apresentada	Órgãos responsáveis e bases de dados *
Mari <i>et al.</i> (2019)	$Ise = (Isp + Irf + led) / 3$	Isp = indicador de saúde pública	Não apresentada	Levantamento em campo e bases de dados*
		Irf = indicador de renda	Não apresentada	Levantamento em campo e bases de dados*
		led = indicador de educação	Não apresentada	Levantamento em campo e bases de dados*
Rocha, Rufino e Barros (2019)	$Ise = 30 \times Ir + 40 \times lec + 30 \times Ipi$	Ir = indicador de renda	Ir = nº de pessoas com renda acima de 3 salários mínimos / nº de pessoas residentes em domicílios particulares permanentes	Órgãos responsáveis e bases de dados *
		lec = indicador de escolaridade	lec = nº de pessoas responsáveis pelo domicílio alfabetizadas / nº de pessoas responsáveis pelo domicílio	Órgãos responsáveis e bases de dados *
		Ipi = indicador de pessoa idosa	Ipi = nº de pessoas acima de 60 anos / nº de pessoas residentes em domicílios particulares permanentes	Órgãos responsáveis e bases de dados *
Lupepsa <i>et al.</i> (2018)	$Ise = (Irpc \times 0,03) + (Ite \times 0,03) + (Isp \times 0,03) + (Idh \times 0,03) + (Iidh \times 0,03)$	Irpc = indicador de renda per capita	Não apresentada	IBGE / IPARDES
		Ite = indicador de taxa de escolarização de 6 à 14 anos	Não apresentada	IBGE / IPARDES
		Isp = indicador de saúde pública	Não apresentada	IBGE / IPARDES
		Idh = indicador do déficit habitacional	Não apresentada	IBGE / IPARDES
		Iidh = indicador do índice de desenvolvimento humano	Não apresentada	IBGE / IPARDES

Quadro 8 – Relação de indicadores socioeconômicos (Continuação).

Autor	Fórmula do Indicador Secundário (Iab)	Indicador Terciário	Fórmula do Indicador Terciário	Fonte de Dados para Cálculo do Indicador Terciário
Costa (2017)	***	***	***	***
Gama, Gomes e Souza (2016)	***	***	***	***
Pinto <i>et al.</i> (2016)	***	***	***	***
Santos e Ferreira (2016)	**	**	*	**
Santos <i>et al.</i> (2015)	***	***	***	***
Valvassori e Alexandre (2012)	***	***	***	***
Batista e Silva (2006)	$Ise = (Isp + Irf + led) / 3$	Isp = indicador de saúde pública	Não informado	Não informado
		Irf = indicador de renda familiar	Não informado	Não informado
		led = indicador de educação	Não informado	Não informado

Quadro 8 – Relação de indicadores socioeconômicos (Continuação).

Autor	Fórmula do Indicador Secundário (Iab)	Indicador Terciário	Fórmula do Indicador Terciário	Fonte de Dados para Cálculo do Indicador Terciário
Ribeiro, Batista e Ribeiro (2004)	$Ise = (Isp + Irf + led) / 3$	Isp = indicador de saúde pública	$Isp = (0,7 \times Imh) + (0,3 \times Imr)$	Secretaria Municipal de Saúde / Fundação Nacional de Saúde
		Irf = indicador de renda familiar	$Irf = (0,7 \times I2s) + (0,3 \times Irm)$	IBGE / IPEA
		led = indicador de educação	$led = (0,6 \times Ine) + (0,4 \times lel)$	IBGE / Secretaria Municipal de Educação / Secretaria Estadual de Educação

(\*) Foram informadas as fontes de dados em contexto geral, ou seja, não foi especificada a fonte exata para cada Indicador Terciário.

(\*\*) Autor estudou apenas as fórmulas, ou seja, não estudou os componentes.

(\*\*\*) O indicador não foi aplicado no estudo.

Legenda:

Imh = indicador relativo à mortalidade infantil (0 a 4 anos) ligada a doença de veiculação hídrica; Imr: indicador relativo à média de mortalidade infantil (0 a 4 anos) e de idosos (acima de 65 anos) ligados a doenças respiratórias; I2s: indicador de distribuição de renda menor que 3 salários mínimos; Irm: indicador de renda média; Ine: indicador de nenhuma escolaridade; lel: indicador de escolaridade até o 1º grau.

Fonte: organizado pelo autor, com base nas referências consultadas.

No Quadro 8 é possível observar que 8 das 14 variações utilizaram o Indicador Socioeconômico (Ise).

Kobren *et al.* (2019), Mari *et al.* (2019), Batista e Silva (2006) e Ribeiro, Batista e Ribeiro (2004) calcularam o Ise conforme previsto no CONESAN (1999). Lima, Arruda e Scalize (2019), Rocha, Rufino e Barros (2019) e Lupepsa *et al.* (2018) fizeram adaptações no indicador.

O Ise, segundo o modelo do CONESAN (1999), considera 3 fatores distintos para avaliação dos aspectos socioeconômicos dos municípios: saúde pública, renda e educação.

Lima, Arruda e Scalize (2019) substituíram o Indicador de Saúde Pública (Isp) pelo Índice de Desenvolvimento Humano de Longevidade (IDHlong); o Indicador de Renda (Irf) pelo Índice de Desenvolvimento Humano de Renda (IDHrenda); e o Indicador de Educação (Ied) pelo Índice de Desenvolvimento Humano Educacional (IDHed). Segundo os autores, a utilização destes Índices na adaptação indica de forma geral e sintética o desenvolvimento humano, justificando, portanto, sua aplicação no Ise.

Rocha, Rufino e Barros (2019) consideraram os 3 fatores dos aspectos socioeconômicos (saúde pública, renda e educação), entretanto, substituíram os dados de composição do Ise. Os autores não informaram o motivo da adaptação realizada, contudo, observou-se que o estudo foi aplicado por setor censitário do município, o que dificulta a obtenção de dados específicos para calcular o Ise pelo método do CONESAN (1999).

Lupepsa *et al.* (2018) utilizaram 5 indicadores para avaliar os aspectos socioeconômicos do município estudado: Indicadores de Renda per Capta (Irpc), de Taxa de Escolarização de 6 à 14 Anos (Ite), de Saúde Pública (Isp), de Déficit Habitacional (Idh) e de Desenvolvimento Humano (Iidh). Embora os indicadores Irpc e Ite tenham relação, respectivamente, com os indicadores Irf e Ied do CONESAN (1999), eles não avaliam os temas de renda e educação conforme estabelecido pelo modelo original. O Idh e Iidh foram acréscimos feitos ao Ise e possibilitam a abordagem de outras áreas socioeconômicas. Os autores não mencionaram a razão das adaptações realizadas.

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 OBJETO DE ESTUDO

A UGRHI 4 é monitorada pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Pardo (CBH-Pardo), desde 12 de junho de 1996 (Portal SIGRH, 2020). A Bacia possui área de drenagem da ordem de 8.993 km<sup>2</sup> e população de 1.092.477 habitantes (CBH-PARDO, 2017). A agricultura ((agroindústria sucroalcooleira, citricultura e pastagens), indústria, comércio e serviços consolidados na região de Ribeirão Preto), basicamente compõem o setor econômico da Bacia.

A Bacia está localizada no nordeste do Estado de São Paulo, abrange a sede de 23 municípios e agrega os tributários das margens direita e esquerda do rio Pardo (cabeceiras) (CBH-PARDO, 2017).

Os 23 municípios com sede estabelecida na UGRHI-4 são Altinópolis, Brodowski, Caconde, Cajuru, Casa Branca, Cássia dos Coqueiros, Cravinhos, Divinolândia, Itobi, Jardinópolis, Mococa, Ribeirão Preto, Sales Oliveira, Santa Cruz da Esperança, Santa Rosa de Viterbo, São José do Rio Pardo, São Sebastião da Gramma, São Simão, Serra Azul, Serrana, Tambaú, Tapiratiba e Vargem Grande do Sul, além dos distritos de São Roque da Fartura (Águas da Prata), Barrânia (Caconde), Lagoa Branca (Casa Branca), Campestrinho (Divinolândia), Jurucê (Jardinópolis), Igarai (Mococa), Areias (Mococa), Cândia (Pontal), Bonfim Paulista (Ribeirão Preto) e Cruz das Posses (Sertãozinho), segundo CBH-Pardo (2017).

Os principais rios da Bacia do Pardo são: rio Pardo, rio Canoas, rio Fartura, rio Verde e rio Tambaú (CBH-PARDO, 2017). Por sua posição privilegiada, 50% dos municípios da bacia são abastecidos pelo manancial subterrâneo Aquífero Guarani (SIGRH, 2020).

A disponibilidade hídrica da UGRHI 4 é considerada boa, ou seja, acima de 2.500 m<sup>3</sup>/hab.ano (CBH-PARDO, 2017).

Com relação à qualidade, no ano de 2017 foram feitas 11 amostragens em cursos d'água da bacia. Duas amostras no Ribeirão Preto (à jusante do município de Ribeirão Preto) apresentaram qualidade ruim; a amostra do Ribeirão Preto (Bonfim Paulista) e do Córrego do Tanquinho qualidade regular; três amostras do Rio Pardo, duas do Rio Canoas e a amostra do Ribeirão Tamanduá apresentaram qualidade

boa; e uma amostra do Rio Pardo apresentou qualidade ótima (CBH-PARDO, 2017). A qualidade da água é obtida pela relação direta com o Índice de Qualidade das Águas (IQA), segundo o Quadro 9.

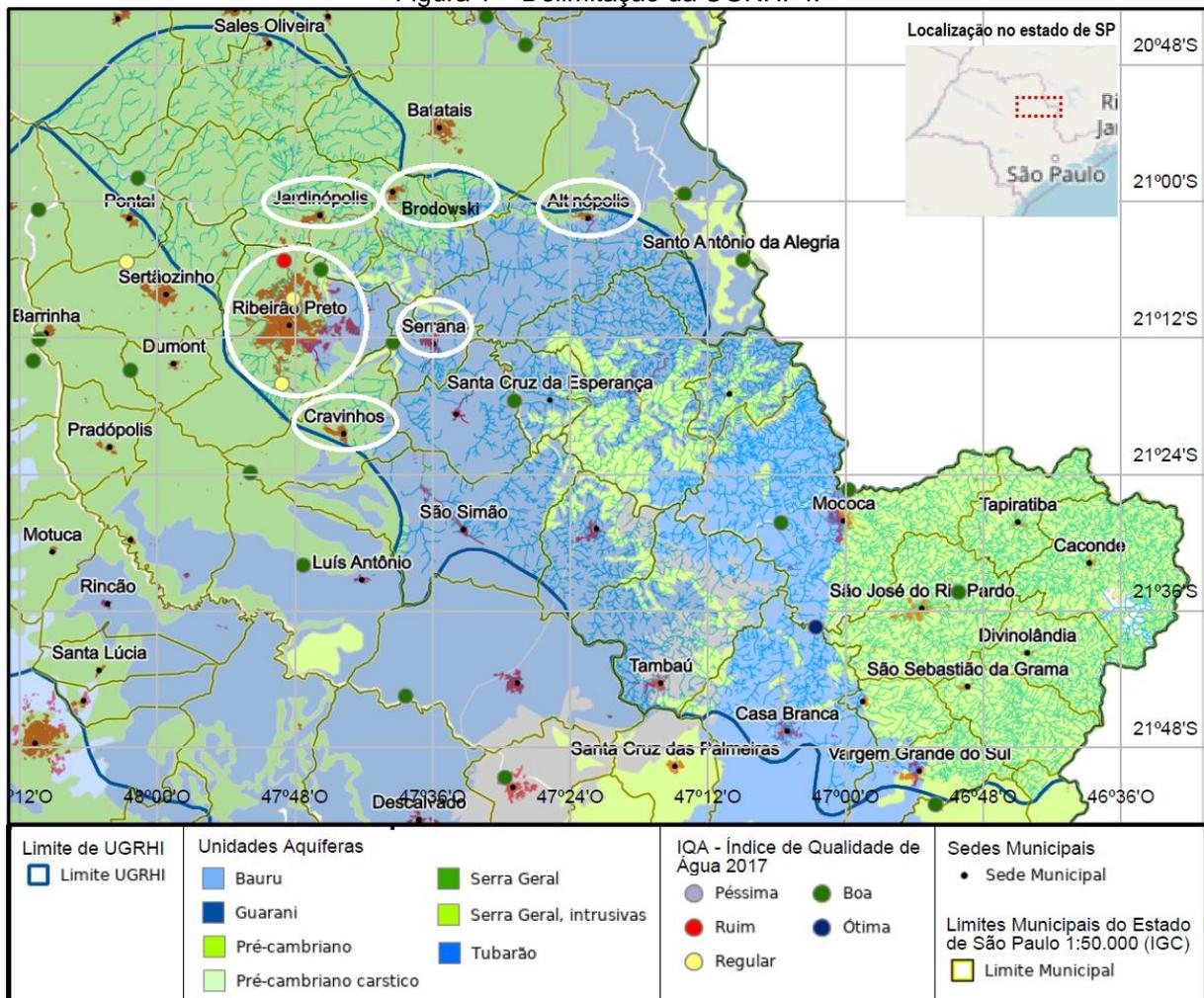
Quadro 9 – Relação do IQA com a qualidade das águas.

Condição	Qualidade da Água
79 < IQA ≤ 100	Ótima
51 < IQA ≤ 79	Boa
36 < IQA ≤ 51	Regular
19 < IQA ≤ 36	Ruim
IQA ≤ 19	Péssima

Fonte: CETESB, 2018.

A Figura 1 apresenta a UGRHI 4 e os municípios selecionados para a pesquisa (Altinópolis, Brodowski, Cravinhos, Jardinópolis, Ribeirão Preto e Serrana), localizados na porção noroeste da Bacia.

Figura 1 – Delimitação da UGRHI-4.



Fonte: elaborado pelo autor, a partir do DATAGEO (2021).

O critério adotado para seleção dos municípios foi o maior tamanho populacional na UGRHI 4 e, em análise preliminar, a existência da totalidade ou da maior parte dos dados para aplicação do ISA. No caso de Sales Oliveira, os dados não foram encontrados, o que desclassificou este município do estudo.

Os dados gerais dos municípios selecionados estão apresentados no Quadro 10.

Quadro 10 – Dados de população, território e economia dos municípios.

Município	População Estimada [2019] (hab)	Área da Unidade Territorial [2018] (km²)	PIB Per Capita [2017] (R\$)	IDHM [2010]
Altinópolis	16.184	928,956	32.489,01	0,730
Brodowski	24.939	278,458	26.538,75	0,755
Cravinhos	35.292	311,423	29.876,08	0,756
Jardinópolis	44.380	501,870	24.993,12	0,735
Ribeirão Preto	703.293	650,916	51.759,84	0,800
Serrana	45.107	126,046	21.491,54	0,729

Fonte: Organizado pelo autor com base em IBGE (2020).

Os órgãos responsáveis pelos serviços de saneamento básico foram organizados no Quadro 11. Com exceção de Cravinhos, todos os municípios possuem PMSB.

Quadro 11 – Órgãos responsáveis pelo saneamento básico nos municípios selecionados.

Município	Abastecimento de Água	Esgotamento Sanitário	Manejo e Drenagem de Águas Pluviais	Resíduos Sólidos
Altinópolis	Prefeitura Municipal de Altinópolis	Prefeitura Municipal de Altinópolis	Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento de Obras, Habitação, Infraestrutura e Serviços	Prefeitura Municipal de Altinópolis
Brodowski	Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Brodowski	Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Brodowski	Prefeitura Municipal de Brodowski	Prefeitura Municipal de Brodowski
Cravinhos	Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Cravinhos	Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Cravinhos	Secretaria de Obras	Prefeitura Municipal de Cravinhos
Jardinópolis	Prefeitura Municipal de Jardinópolis	Prefeitura Municipal de Jardinópolis	Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos	Prefeitura Municipal de Jardinópolis
Ribeirão Preto	Departamento de Água e Esgotos de Ribeirão Preto	Departamento de Água e Esgotos de Ribeirão Preto	Prefeitura Municipal	Coordenadoria de Limpeza Urbana
Serrana	Prefeitura Municipal de Serrana	Prefeitura Municipal de Serrana	Infraestrutura	Prefeitura Municipal de Serrana

Fonte: MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (2020c).

### 3.2 ETAPAS METODOLÓGICAS

A pesquisa foi dividida em 4 Etapas: levantamento bibliográfico, cálculo do ISA segundo o método do CONESAN (1999), adaptação do ISA e cálculo do ISA adaptado.

O levantamento bibliográfico (1ª Etapa) permitiu a busca de dados disponibilizados em meio eletrônico pelas seguintes Instituições: IBGE, Fundação SEADE, SNIS, Prefeituras Municipais e Autarquias, CETESB, Secretaria de Saúde do Estado de São Paulo (SES-SP) e Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH). A pesquisa se limitou à busca de informações disponíveis em meio digital, não sendo consultados os órgãos públicos. O ano base adotado como referência para os dados foi de 2018, considerando que a maior parte deles foi obtido no SNIS e esta foi sua última atualização.

Foram consultados artigos científicos que abrangem experiências nacionais com o ISA, métodos de avaliação das condições ambientais, métodos de adaptação do ISA, nas bases de dados *Scopus*, *Web of Science*, Portal de Periódico da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), dentre outras.

Após o levantamento, os dados quantitativos foram organizados em planilha eletrônica por grupo de indicador. Assim, foram organizadas 39 variáveis para 18 indicadores.

A 2ª Etapa compreendeu aplicação do ISA segundo o modelo originalmente proposto pelo CONESAN (1999). Para atribuição dos dados de entrada, foram consideradas apenas as informações obtidas em meio eletrônico. Diante disso, face à indisponibilidade de alguns dados, foi necessário fazer substituições de alguns parâmetros de entrada considerando suas similaridades com os propostos pelo modelo original. Em adição, foi calculado o Desvio Padrão dos indicadores, conforme seção “3.3.1 Cálculo do Desvio Padrão”.

Na 3ª Etapa foi feita a adaptação do ISA com base em revisão bibliográfica. A busca por indicadores a serem incluídos no ISA foi feita em pesquisas científicas, base de dados oficiais e legislação, tendo como objeto norteador o Plano de Bacia Hidrográfica do Pardo. As adaptações realizadas fazem parte dos resultados da

presente pesquisa e, portanto, os critérios adotados e os respectivos procedimentos estão detalhados na seção “4.2 Resultados da Adaptação do ISA”.

A 4ª Etapa consistiu no cálculo do ISA adaptado. Para tanto, foram buscados dados de entrada disponibilizados em meio eletrônico, nas mesmas fontes e critérios utilizados na 1ª Etapa. Os resultados do ISA adaptado foram comparados com os resultados do ISA cálculo pelo método do CONESAN (1999). Também foi calculado o Desvio Padrão segundo a seção “3.3.1 Cálculo do Desvio Padrão”.

### 3.3 CÁLCULO DO ISA (CONESAN, 1999)

O cálculo do ISA, segundo CONESAN (1999), é realizado de acordo com a Equação 1.

$$\text{ISA} = 0,25 \text{ lab} + 0,25 \text{ les} + 0,25 \text{ Irs} + 0,10 \text{ lcv} + 0,10 \text{ lrh} + 0,05 \text{ lse} \quad [\text{Eq. 1}]$$

Sendo que,

lab: indicador de abastecimento de água

les: indicador de esgotos sanitários

Irs: indicador de resíduos sólidos

lcv: indicador de controle de vetores

lrh: indicador de riscos de recursos hídricos

lse: indicador socioeconômico

O ISA é o indicador primário e os demais (lab, les, Irs, lcv, lrh e lse) são indicadores secundários, os quais são compostos por indicadores terciários (Quadros 13 a 18).

O Quadro 12 define a classificação da salubridade ambiental, segundo a pontuação obtida pela Equação 1

Quadro 12 – Classificação da salubridade ambiental.

<b>Nível</b>	<b>Faixa do ISA</b>
Salubre	75,51 – 100,00
Média Salubridade	50,51 – 75,50
Baixa Salubridade	25,51 – 50,50
Insalubre	0,00 – 25,50

Fonte: BATISTA e SILVA, 2006.

Quadro 13 – Metodologia de cálculo do lab, dados de entrada e objetivos.

Indicador Secundário/Fórmula	Indicador Terciário/Fórmula	Composição da Fórmula	Pontuação	Objetivos
<b>lab = Indicador de Abastecimento de Água</b>  <b>lab = (Ica+Iqa+Isa) / 3</b>	Ica = Indicador de cobertura de abastecimento  $Ica = (Dua/Dut) \times 100(\%)$	Dua = domicílios atendidos  Dut = domicílios urbanos totais	Pontuação obtida diretamente pela fórmula (%)	Quantificar os domicílios atendidos por sistemas de abastecimento de água com controle sanitário
	Iqa = Indicador de qualidade da água distribuída  $Iqa = K \times (Naa/Nar) \times 100(\%)$	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).	Iqa = 100%; 100 95 < Iqa < 99%; 8 85 < Iqa < 94%; 60 70 < Iqa < 84%; 40 50 < Iqa < 69%; 20 Iqa < 49%; 0	Monitorar a qualidade da água fornecida
	Isa = Indicador de saturação do sistema produtor  $Isa: \quad n = \frac{\log \{CP/[VP.(K2/K1)]\}}{\log (1 + t)}$	n = nº de anos para saturação sistema  VP = volume de produção para atender 100% da pop. (L.s-1)  CP = capacidade de produção (L.s-1)  t = taxa anual média de crescimento (próximos 5 anos)  K1/K2 = coeficientes de perdas (%).	Sistema Integrado n ≥ 5 anos; 100  0 < n < 5; Interpolar;  n ≤ 0; 0	Compara a oferta e a demanda para programar novos sistemas ou ações que minimizem as perdas

Fonte: CONESAN, 1999.

Quadro 14 – Metodologia de cálculo do Ies, dados de entrada e objetivos.

Indicador Secundário/Fórmula	Indicador Terciário/Fórmula	Composição da Fórmula	Pontuação	Objetivos
<b>Ies = Indicador de Esgoto Sanitário</b>  <b>Ies = (Ice+Ite+Ise) / 3</b>	Ice = Indicador de cobertura em coleta em esgoto  Ice= (Due/Dut) x 100(%)	Due = domicílios urbanos atendidos por coleta  Dut = domicílios urbanos totais	até 5.000 hab – Ice < 50%, 0; Ice > 85%, 100 5.000 a 20.000 hab – Ice < 55%, 0; Ice > 85%, 100 20.000 a 50.000 hab – Ice < 60%, 0; Ice > 85%, 100 50.000 a 100.000 hab – Ice < 65%, 0; Ice > 85%, 100 100.000 a 500.000 hab – Ice < 70%, 0; Ice > 90%, 100 > 500.000 hab – Ice < 75%, 0; Ice > 90%, 100	Quantificar os domicílios atendidos por redes de esgotos.
	Ite = Indicador de esgotos tratados  Ite = Ice x (VT/VC) x 100(%)	Ice = índice de esgotos coletados (%)  VC = volume coletado VT= volume tratado	até 5.000 hab – Ice < 15,00%, 0; Ice > 56,00%, 100 5.000 a 20.000 hab – Ice < 16,50%, 0; Ice > 63,75%, 100 20.000 a 50.000 hab – Ice < 18,00%, 0; Ice > 68,00%, 100 50.000 a 100.000 hab – Ice < 26,00%, 0; Ice > 72,25%, 100 100.000 a 500.000 hab – Ice < 35,00%, 0; Ice > 81,00%, 100 > 500.000 hab – Ice < 45,00%, 0; Ice > 81,00%, 100	Quantificar e qualificar os domicílios atendidos por redes de esgotos
	Ise = Indicador de saturação do tratamento  Ise: $n = \frac{[\log (CT/VC)]}{[\log (1 + t)]}$	n = nº de anos em que o sistema ficará saturado  VC = volume coletado de esgotos CT = capacidade de tratamento  t = taxa de crescimento anual média de crescimento (próximos 5 anos)	até 20.000 hab – Ice < 80%, 0; Ice > 90%, 100 20.000 a 100.000 hab – Ice < 90%, 0; Ice > 95%, 100 > 100.000 hab – Ice < 95%, 0; Ice > 99%, 100	Compara a oferta e a demanda para programar novos sistemas

Fonte: CONESAN, 1999.

Quadro 15 – Metodologia de cálculo do Irs, dados de entrada e objetivos.

Indicador Secundário/Fórmula	Indicador Terciário/Fórmula	Composição da Fórmula	Pontuação	Objetivos	
<b>Irs = Indicador de Resíduos Sólidos</b>  <b>Irs = (Icr+Iqr+Isr) / 3</b>	Icr = Indicador de coleta de resíduos  $Icr = (Duc/Dut) \times 100$	Duc = domicílios urbanos atendidos por coleta de lixo  Dut = domicílios urbanos totais	até 20.000 hab Icr < 80%, 0; Icr > 90%, 100  20.000 a 100.000 hab Icr < 90%, 0; Icr > 95%, 100  > 100.000 hab Icr < 95%, 0; Icr > 95%, 100	Quantificar os domicílios atendidos por coleta de lixo	
	Iqr = indicador de tratamento e disposição final de resíduos sólidos  Iqr = em função da pontuação dada pela CETESB	Iqr = índice de qualidade de aterros de resíduos sólidos domiciliares – CETESB		Iqr ≥ 0 e ≤ 6, 0  Iqr > 6 e ≤ 8, interpolar  Iqr > 8 e ≤ 10, 100	Quantificar a situação da disposição final dos resíduos
	Isr = Indicador de saturação do tratamento e disposição final dos resíduos sólidos  $Isr: n = \log \left\{ \frac{CA \times t}{VL} \right\} + 1 \log (1 + t)$	n = nº de anos para saturação do sistema  VL = volume coletado de lixo  CA = capacidade restante do aterro  t = taxa de crescimento anual média de crescimento (próximos 5 anos)		até 50.000 hab n ≥ 2, 100; 2 > n > 0, interpolar; n ≤ 0, 0  50.000 a 200.000 hab n ≥ 3, 100; 3 > n > 0, interpolar; n ≤ 0, 0  > 200.000 hab n ≥ 5, 100; 5 > n > 0, interpolar; n ≤ 0, 0	Indicar a necessidade de novas instalações

Fonte: CONESAN, 1999.

Quadro 16 – Metodologia de cálculo do Icv, dados de entrada e objetivos.

Indicador Secundário/Fórmula	Indicador Terciário/Fórmula	Composição da Fórmula	Pontuação	Objetivos
<b>Icv = Indicador de Controle de Vetores</b>  $Icv = \{[(Ivd + Ive) / 2] + Ivl\} / 2$	Ivd = indicador de dengue  Ivd = em função dos dados de ocorrência da doença	Obtido diretamente pelos dados de dengue do município	- Municípios sem infestação por Aedes Aegypti nos últimos 12 meses; 100 - Municípios infestados por Aedes Aegypti e sem transmis. de dengue nos últimos 5 anos; 50 - Municípios com transmissão de dengue nos últimos 5 anos; 25 - Municípios com ocorrência de dengue hemorrágico; 0	Identificar a necessidade de programas preventivos
	Ive = indicador de esquistossomose  Ive = em função dos dados de ocorrência da doença	Obtido diretamente pelos dados de esquistossomose do município	- Municípios sem casos de esquistossomose nos últimos 5 anos; 100 - Municípios com incidência anual < que 1; 50 - Municípios com incidência anual ≥ 1 e < que 5; 25 - Municípios com incidência anual ≥ 5 (média dos últimos 5 anos); 0	Identificar a necessidade de programas preventivos de redução e eliminação de vetores transmissores e/ou hospedeiros da doença
	Ivl = indicador de leptospirose  Ivl = em função dos dados de ocorrência da doença e enchente	Obtido diretamente pelos dados de leptospirose e enchentes do município	- Municípios sem enchentes e sem casos de leptospirose nos últimos 5 anos; 100 - Municípios com enchentes e sem nenhum caso de leptospirose nos últimos 5 anos; 50 - Municípios sem enchentes e com casos de leptospirose nos últimos 5 anos; 25 - Municípios com enchentes e com casos de leptospirose nos últimos 5 anos; 0	Identificar a necessidade de programas preventivos de redução e eliminação de ratos

Fonte: CONESAN, 1999.

Quadro 17 – Metodologia de cálculo do Irh, dados de entrada e objetivos.

Indicador Secundário/Fórmula	Indicador Terciário/Fórmula	Composição da Fórmula	Pontuação	Objetivos
<b>Irh = Indicador de Riscos de Recursos Hídricos</b>  <b>Irh = (Iqb+Idm+Ifi) / 3</b>	Iqb = Indicador de qualidade da água bruta	-	(*) Pontuação em desenvolvimento para captação superficial; No caso de poço artesiano: - Poços sem contaminação e sem necessidade de tratamento (exclusive desinfecção); 100 - Poços sem contaminação e com necessidade de tratamento (exclusive desinfecção); 50 - Poços com riscos de contaminação; 0	Incorporar o Índice de Água para abastecimento Público (IAP) e/ou o Índice de Preservação da Vida Aquática (IVA)
	Idm = indicador de disponibilidade dos mananciais  Idm = Disp / Dem	Disp = disponibilidade, água em condições de tratabilidade para abastecimento  Dem = demanda (considerar a dem. futura 10 anos)	Idm > 2,0; 100  1,5 < Idm ≤ 2,0; 50  Idm ≤ 1,5; 0	Mensurar a disponibilidade dos mananciais
	Ifi = indicador de fontes isoladas  Ifi = (Naa / Nar) x 100	Naa = quantidade de amostras consideradas potáveis relativamente à colimetria e turbidez  Nar = quantidade de amostras realizadas	Ifi = 100%; 100 Ifi entre 95 e 99%; 80 Ifi entre 85 e 94%; 60 Ifi entre 70 e 84%; 40 Ifi entre 50 e 69%; 20 Ifi < 49%; 0	Desenvolver informações do centro de vigilância sanitária nas áreas com abastecimento de água de fontes alternativas

Fonte: CONESAN, 1999.

Quadro 18 – Metodologia de cálculo do Ise, dados de entrada e objetivos.

Indicador Secundário/Fórmula	Indicador Terciário/Fórmula	Composição da Fórmula	Pontuação	Objetivos
<b>Ise = Indicador Socioeconômico</b>  <b>Ise = (Isp+Irf+led) / 3</b>	Isp = indicador de saúde pública vinculada ao saneamento  Isp = 0,7 x Imh + 0,3 x Imr	Imh = indicador relativo à mortalidade infantil (0 a 4 anos) ligada a doença de veiculação hídrica  Imr = indicador relativo à média de mortalidade infantil (0 a 4 anos) e de idosos (acima de 65 anos) ligados a doenças respiratórias	1º Quartil; 100  2º e 3º Quartil; interpolar  4º Quartil; 0	Indicar a possibilidade da existência de serviços de saneamento inadequados
	Irf = indicador de renda  Irf = 0,7 I2s + 0,3 Irm	I2s = indicador de distribuição de renda menor que 3 salários mínimos  Irm = indicador de renda média	1º Quartil; 100  2º e 3º Quartil; interpolar  4º Quartil; 0	Indicar a capacidade de pagamento da população pelos serviços e a capacidade de investimento do município
	led = indicador de educação  led = 0,6 Ine + 0,4 Iel	Ine = indicador de nenhuma escolaridade  Iel = indicador de escolaridade até o 1º grau	1º Quartil; 100  2º e 3º Quartil; interpolar  4º Quartil; 0	Indicar a linguagem de comunicação a ser utilizada nas campanhas de educação sanitária e ambiental

Fonte: CONESAN, 1999.

### 3.3.1 Cálculo do Desvio Padrão

Segundo Falco e Medeiros Jr. (2012), o Desvio Padrão é uma ferramenta que permite medir, com alto grau de confiabilidade, a variação de um dado. O cálculo é feito pela soma dos quadrados dos desvios dividida pelo tamanho da população ou da amostra analisada, obtendo assim a Variância. A raiz quadrada da Variância é denominada Desvio Padrão. A Eq. 2 apresenta a fórmula para o cálculo do Desvio Padrão.

$$S^2 = \frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n} \quad [\text{Eq. 2}]$$

Onde:  $S^2$  = Desvio Padrão;  $xi$  = dado analisado;  $\bar{x}$  = média dos dados analisados;  $n$  = quantidade de dados analisados

Conforme já relatado, o ISA é o indicador primário, composto por um conjunto de indicadores secundários e estes, por sua vez, compostos por indicadores terciários. Sendo assim, a pontuação do indicador primário (ISA) é feita a partir do resultado dos indicadores secundários, e estes, dos resultados dos indicadores terciários.

A análise sintética do ISA ou de um de seus indicadores secundários (Iab, Ies, Irs, Icv, Irlh e Ise) apenas pelos seus resultados finais pode mascarar pontuações muito boas ou muito ruins. Tomando como exemplo hipotético um indicador secundário de pontuação 70, calculado pela média aritmética de três indicadores terciários. Neste caso, poderiam os 3 indicadores terciários ter pontuação 70, ou então, 2 deles pontuação 100 e o último 10, ou ainda, qualquer outra distribuição de pontuação para se obter pontuação 70.

O cálculo do Desvio Padrão auxilia na verificação dos quão discrepantes são os resultados de seus componentes. Em razão disso, como complemento ao cálculo dos indicadores, foi incluído o Desvio Padrão na presente pesquisa para melhor elucidar as variações das pontuações individuais dos indicadores.

Quanto menor o Desvio Padrão, mais homogêneas são as pontuações dos indicadores analisados e, quanto maior o Desvio Padrão, mais heterogênea são as pontuações dos indicadores analisados.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados foram organizados em 3 Seções: “4.1 Resultados do Cálculo do ISA (CONESAN, 1999)”, “4.2 Resultados da Adaptação do ISA” e “4.3 Resultados do Cálculo do ISA Adaptado”. Os parâmetros de entrada para o cálculo dos indicadores foram organizados nas Tabelas 11 a 19 do Apêndice.

### 4.1 RESULTADOS DO CÁLCULO DO ISA (CONESAN, 1999)

#### 4.1.1 Indicador de Abastecimento de Água (Iab)

Na Figura 2 são apresentados os resultados obtidos pela aplicação dos dados de entrada Tabela 11 (no apêndice).

Figura 2 – Resultados obtidos para o Iab.



Ica: Indicador de cobertura de abastecimento de água; Iqa: Indicador da qualidade da água distribuída; Isa: Indicador de saturação do sistema produtor; e Iab: Indicador de abastecimento de água.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

A partir dos resultados do Ica na Figura 3, observou-se que, com exceção de Ribeirão Preto (99,47%), todos os municípios fornecem água pelo sistema público de abastecimento a 100% da população urbana.

Para o Iqa, Altinópolis, Brodowski, Ribeirão Preto e Serrana apresentaram as pontuações reduzidas em razão de a quantidade de amostras realizadas não se enquadrar nos padrões mínimos previstos no CONESAN (1999). Brodowski e Cravinhos apresentaram pontuação máxima para este indicador.

Os resultados do Isa indicam que existe comprometimento na saturação do sistema produtor para todos os municípios, com exceção de Brodowski (86,46%), o que alerta a necessidade de investimentos por parte do Poder Público na implantação de novos poços de captação de água ou busca de outras fontes alternativas.

Diante do exposto, para os sistemas de abastecimento de água, Altinópolis, Brodowski, Ribeirão Preto e Serrana devem melhorar suas estruturas para aumentar a quantidade de ensaios em amostras de água, haja vista que não cumprem com o mínimo de amostras preconizados, segundo critérios do CONESAN (1999). Em adição, todos os municípios precisam investir na implantação ou ampliação de seus sistemas produtores de água.

A Tabela 1 apresenta a variação dos indicadores terciários (Ica, Iqa e Isa) em relação ao indicador secundário (Iab) e o Desvio Padrão.

Tabela 1 – Cálculo do Desvio Padrão para o Iab.

Município	Média dos Indicadores (Iab = $\bar{x}$ )	Variação dos Indicadores em Relação à Média dos Valores ( $x_i - \bar{x}$ )			Desvio Padrão $S^2 = [ \sum (x_i - \bar{x})^2 ] / n$
	Iab	Ica ( $x_i - \bar{x}$ )	Iqa ( $x_i - \bar{x}$ )	Isa ( $x_i - \bar{x}$ )	
Altinópolis	60,41	38,59	- 0,41	- 39,19	<b>31,76</b>
Brodowski	88,82	11,18	- 8,82	-2,36	<b>8,33</b>
Cravinhos	66,67	33,33	33,33	- 66,67	<b>47,14</b>
Jardinópolis	79,44	20,56	20,56	- 41,12	<b>29,08</b>
Ribeirão Preto	69,24	30,23	- 9,24	- 20,99	<b>21,91</b>
Serrana	46,76	53,24	- 26,76	- 26,49	<b>37,65</b>

Ica: Indicador de cobertura de abastecimento de água; Iqa: Indicador da qualidade da água distribuída; Isa: Indicador de saturação do sistema produtor; e Iab: Indicador de abastecimento de água.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

Conforme observado na Tabela 1, Altinópolis apresentou Desvio Padrão de 31,76, o que indica a grande divergência entre as pontuações dos indicadores. O Iqa apresentou pequena variação em relação ao Iab, ou seja, valor próximo de “0”, entretanto, o Ica e Isa apresentaram, respectivamente, variações pouco menos de 40 pontos, acima e abaixo do Iab. O mesmo ocorreu com Ribeirão Preto, porém, com menor discrepância entre as pontuações.

O Desvio Padrão de 8,33 obtido para Brodowski indica que o Ica, Iqa e Isa apresentaram pontuações próximas entre si, ratificando os resultados da Figura 2 (Ica: 100,00; Iqa: 80,00; e Isa: 86,46).

Cravinhos foi o município que apresentou maior Desvio Padrão quando comparado aos demais. O Ica e Iqa, com pontuações iguais (100,00), variaram 33,33 pontos em relação ao lab; o Isa, com pontuação zerada, resultou em 66,67 pontos abaixo do lab. O mesmo ocorreu com Jardinópolis, todavia, com valores menos discrepantes, uma vez que o município não zerou na pontuação do Isa.

Serrana apresentou um Desvio Padrão de 37,65. O Ica ficou 53,24 pontos acima do lab e o Iqa e Isa, 26,76 e 26,46 abaixo, respectivamente.

#### 4.1.2 Indicador de Esgotamento Sanitário (Ies)

Na Figura 3 são apresentados os resultados obtidos pela aplicação dos dados de entrada da Tabela 12 (no apêndice).

Figura 3 – Resultados obtidos para o Ies.



Ica: Indicador de cobertura em coleta de esgotos e tanques sépticos; Ite: Indicador de esgotos tratados; Ise: Indicador de saturação do tratamento de esgotos; e Ies: Indicador de esgotamento sanitário.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

Como verificado na Figura 4, todos os municípios apresentaram pontuação máxima para o indicador de coleta de esgotos. Vale ressaltar que os resultados não apontam que 100% da população urbana é atendida por sistemas de coleta e afastamento de esgotos, mas sim que o percentual da população atendida em função do número de habitantes do município se enquadra nos critérios de pontuação máxima do CONESAN (1999).

Para o Ite, Altinópolis, Brodowski, Cravinhos e Ribeirão Preto apresentaram pontuação máxima para o indicador. Jardinópolis e Serrana apresentaram pontuação zerada por não possuírem Estação de Tratamento de Esgotos (ETE).

O Ise impactou negativamente o valor de les para todos os municípios. A situação mais crítica se encontra em Altinópolis, o município coleta mais esgoto do que consegue tratar; esse fato foi constatado, inclusive, em seu PMSB. Brodowski possui capacidade de tratamento bem próxima ao volume coletado. Cravinhos opera em sua capacidade máxima. Jardinópolis e Serrana não possuem ETE. Ribeirão Preto, por outro lado, embora possua uma capacidade de tratamento sensivelmente maior que o volume de esgotos coletados, recebeu pontuação baixa devido ao critério de pontuação estabelecido pelo CONESAN (1999).

Diante dos resultados, é fundamental que os municípios invistam em tratamento de esgotos, seja nas questões de ampliação da capacidade de tratamento, ou mesmo na implantação de ETE para aqueles que não a possuem, pois são os principais fatores que interferiram negativamente no valor de les.

A Tabela 2 apresenta a variação dos indicadores terciários (Ice, Ite e Ise) em relação ao indicador secundário (les) e o Desvio Padrão.

Tabela 2 – Cálculo do Desvio Padrão para o les.

Município	Média dos Indicadores (les = $\bar{x}$ )	Variação dos Indicadores em Relação à Média dos Valores ( $x_i - \bar{x}$ )			Desvio Padrão $S^2 = [ \sum (x_i - \bar{x})^2 ] / n$
	les	Ice ( $x_i - \bar{x}$ )	Ite ( $x_i - \bar{x}$ )	Ise ( $x_i - \bar{x}$ )	
Altinópolis	66,67	33,33	33,33	- 66,67	<b>47,14</b>
Brodowski	68,35	31,65	31,65	- 63,30	<b>44,76</b>
Cravinhos	66,67	33,33	33,33	- 66,67	<b>47,14</b>
Jardinópolis	33,33	66,67	- 33,33	- 33,33	<b>47,14</b>
Ribeirão Preto	68,81	31,19	31,19	- 62,38	<b>44,10</b>
Serrana	33,33	66,67	- 33,33	- 33,33	<b>47,14</b>

Ice: Indicador de cobertura em coleta de esgotos e tanques sépticos; Ite: Indicador de esgotos tratados; Ise: Indicador de saturação do tratamento de esgotos; e les: Indicador de esgotamento sanitário.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

Como verificado na Tabela 2, Altinópolis, Brodowski, Cravinhos e Ribeirão Preto apresentaram Desvio Padrão próximo de 50 pontos. Observou-se que o Ise foi o indicador que influenciou na variação dos resultados. O Ice e Ite apresentaram pontuações idênticas entre si e, portanto, com as mesmas variações em relação ao les.

Constatou-se na Tabela 2 que Jardinópolis e Serrana também apresentaram Desvio Padrão próximo de 50. Mas, ao contrário dos demais, a igualdade da variação das pontuações ocorreu para o Ite e Ise (-33,33) em razão de que ambos

os indicadores apresentaram pontuação zerada, conforme Figura 3. O Ice, por sua vez, com pontuação máxima, variou em 66,67 pontos acima do les.

#### 4.1.3 Indicador de Resíduos Sólidos (Irs)

Na Figura 4 são apresentados os resultados obtidos pela aplicação dos dados de entrada da Tabela 13 (no apêndice).

Figura 4 – Resultados obtidos para o Irs.



Icr: Indicador de coleta de lixo; Iqr: Indicador de tratamento e disposição final de resíduos sólidos; Isr: Indicador de saturação do tratamento e disposição final dos resíduos sólidos; e Irs: Indicador de resíduos sólidos.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

Todos os municípios apresentaram pontuações máximas para os componentes do Irs.

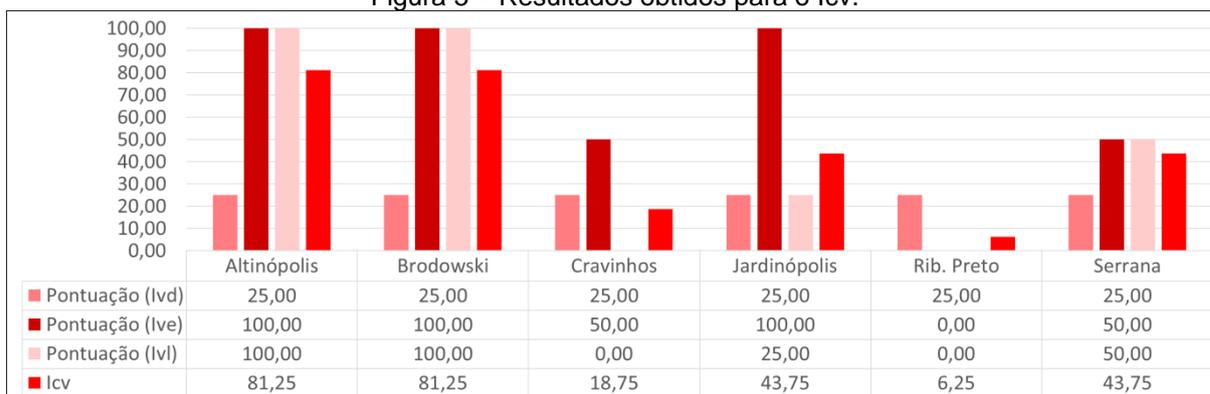
Este fato não indica, entretanto, que não são necessários investimentos na área de resíduos sólidos. Os municípios devem promover a continuidade dos investimentos a fim de se garantir a manutenção do Irs e, inclusive, aumenta-los ao longo dos anos para que as demandas oriundas do crescimento vegetativo da população sejam supridas.

Não foi calculado o Desvio Padrão para Irs, uma vez que todos os indicadores apresentaram uniformidade em seus resultados.

#### 4.1.4 Indicador de Controle de Vetores (Icv)

Na Figura 5 são apresentados os resultados obtidos para o Icv.

Figura 5 – Resultados obtidos para o Icv.



Ivd: Indicador de dengue; Ive: Indicador de esquistossomose; Ivl: Indicador de leptospirose; e Icv: Indicador de controle de vetores.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

Na Figura 5 foi observado que para o Ivd, todos os municípios apresentaram casos de dengue nos últimos 5 anos (2013 a 2017); dos casos de dengue registrados nos últimos 12 meses (2017), a não ocorrência de dengue hemorrágica garantiu que os mesmos não obtivessem a pontuação zerada.

Para o Ive, Altinópolis, Brodowski e Jardinópolis não registraram casos de esquistossomose nos últimos 5 anos (2013 a 2017), recebendo, portanto, pontuação máxima. Cravinhos e Serrana apresentaram média de casos registrados menor que 1 nos últimos 5 anos (2013 a 2017), obtendo pontuação 50. Ribeirão Preto foi o único município com média de incidência de casos maior que 5 neste mesmo período, zerando a pontuação.

Em análise ao Ivl, foi verificado que Altinópolis e Brodowski não registraram enchentes nem leptospirose nos últimos 5 anos (2013 a 2017), o que garantiu a pontuação máxima para o indicador. Cravinhos e Ribeirão Preto apresentaram casos tanto de enchente quanto de leptospirose nos últimos 5 anos (2013 a 2017), recebendo pontuação zero. Jardinópolis, embora tenha registrado casos de leptospirose nos últimos 5 anos (2013 a 2017), não constatou enchentes neste período, o que resultou na pontuação 25. Serrana, em oposto a Jardinópolis, não apresentou casos de leptospirose, mas houve ocorrência de enchentes para o mesmo período de análise, recebendo, portanto, pontuação 50.

Diante dos resultados, nota-se que os investimentos em ações de combate à dengue nos municípios não estão sendo suficientes e merecem atenção por parte do Poder Público. Cravinhos, Jardinópolis, Serrana e, principalmente, Ribeirão Preto,

precisam rever suas ações de controle de vetores, haja vista que todos apresentaram a pontuação de lcv abaixo de 50.

A Tabela 3 apresenta a variação dos indicadores terciários (lvd, lve e lvi) em relação à média de seus valores e o Desvio Padrão.

Tabela 3 – Cálculo do Desvio Padrão para o lcv.

Município	Média dos Indicadores ( $\bar{x}$ )	Variação dos Indicadores em Relação à Média dos Valores ( $x_i - \bar{x}$ )			Desvio Padrão $S^2 = [ \sum (x_i - \bar{x})^2 ] / n$
		lvd ( $x_i - \bar{x}$ )	lve ( $x_i - \bar{x}$ )	lvi ( $x_i - \bar{x}$ )	
Altinópolis	75,00	-50,00	25,00	25,00	<b>35,36</b>
Brodowski	75,00	-50,00	25,00	25,00	<b>35,36</b>
Cravinhos	25,00	0,00	25,00	- 25,00	<b>20,41</b>
Jardinópolis	50,00	- 25,00	50,00	- 25,00	<b>35,36</b>
Ribeirão Preto	8,33	16,67	- 8,33	- 8,33	<b>11,79</b>
Serrana	41,67	- 16,67	8,33	8,33	<b>11,79</b>

lvd: Indicador de dengue; lve: Indicador de esquistossomose; e lvi: Indicador de leptospirose.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

Faz-se uma ressalva para a Tabela 3 de que, ao contrário do lab e les, o lcv não corresponde ao  $\bar{x}$ , uma vez que o mesmo não é obtido pela média dos indicadores terciários. Deste modo, foi calculada a média dos valores individuais dos indicadores de controle de vetores para se obter posteriormente as variações e Desvio Padrão.

Altinópolis e Brodowski apresentaram um Desvio Padrão de 35,36. A variação de lve e lvi em 25 pontos como relação à média dos valores indica igualdade em seus resultados. O lvd de 50 abaixo da média dos valores aponta que este foi o indicador que impactou no Desvio Padrão.

O Desvio Padrão de 20,41 para Cravinhos adverte a divergência entre os indicadores. O lvd corresponde à média dos valores; o lve variou 25 pontos acima da média e o lvi, por sua vez, 25 abaixo.

Jardinópolis apresentou o mesmo Desvio Padrão de Altinópolis e Brodowski (35,36), porém, o indicador que mais impactou neste valor foi o lve, com 50 pontos acima da média dos valores.

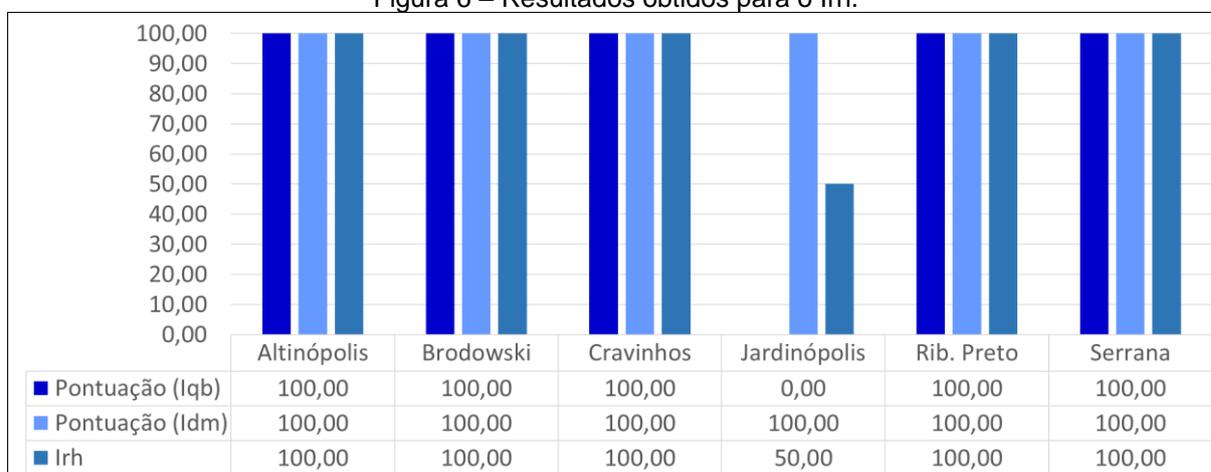
Ribeirão Preto e Serrana apresentaram Desvio Padrão de 11,79, sendo ambos impactados pelo valor de lvd, que se divergiu dos demais.

#### 4.1.4 Indicador de Riscos de Recursos Hídricos (Irh)

Na Figura 6 são apresentados os resultados obtidos pela aplicação dos dados de entrada da Tabela 14 (no apêndice).

Não foram atribuídos dados para o Iri devido à escassez de informações publicadas, sendo, portanto, o indicador desconsiderado no cálculo. Conforme estabelecido pelo CONESAN (1999), para casos em que o município não possua fonte isolada, o Irh é obtido pela média aritmética de Iqb e Idm. Deste modo, o Irh foi obtido pela mesma metodologia.

Figura 6 – Resultados obtidos para o Irh.



Iqb: Indicador de qualidade da água bruta; Idm: Indicador de disponibilidade dos mananciais; e Irh: Indicador de riscos de recursos hídricos.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

Os municípios, com exceção de Jardinópolis, apresentaram pontuações máximas para o Irh. A qualidade dos mananciais de abastecimento público utilizados pelos municípios (subterrâneos) e disponibilidade hídrica da UGRHI-4 otimizaram os resultados.

Jardinópolis teve a pontuação do Iqb zerada devido à existência de poços com riscos de contaminação, conforme apontado em seu PMSB. Isso prejudicou a pontuação final do Irh.

Para melhorar a salubridade ambiental no que diz respeito ao Irh, Jardinópolis precisa investir em adequações de suas estruturas de captação de águas subterrâneas a fim de proteger seus mananciais de abastecimento.

A Tabela 4 apresenta a variação dos indicadores terciários (Iqb e Idm) em relação ao indicador secundário (Irh) e o Desvio Padrão.

Tabela 4 – Cálculo do Desvio Padrão para o Irh.

Município	Média dos Indicadores (Irh = $\bar{x}$ )	Variação dos Indicadores em Relação à Média dos Valores ( $x_i - \bar{x}$ )		Desvio Padrão $S^2 = [ \sum (x_i - \bar{x})^2 ] / n$
	Irh	Iqb ( $x_i - \bar{x}$ )	Idm ( $x_i - \bar{x}$ )	
Altinópolis	100,00	0,00	0,00	0,00
Brodowski	100,00	0,00	0,00	0,00
Cravinhos	100,00	0,00	0,00	0,00
Jardinópolis	50,00	- 50,00	0,00	35,36
Ribeirão Preto	100,00	0,00	0,00	0,00
Serrana	100,00	0,00	0,00	0,00

Iqb: Indicador de qualidade da água bruta; Idm: Indicador de disponibilidade dos mananciais; e Irh: Indicador de riscos de recursos hídricos.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

Como observado na Tabela 4, a uniformidade das pontuações dos indicadores terciários resultou no valor de “0” para o Desvio Padrão, em se tratando de Altinópolis Brodowski, Cravinhos, Ribeirão Preto e Serrana. Jardinópolis, por sua vez, apresentou Desvio Padrão de 35,35 devido à diferença entre a variação do valor de Iqb em relação ao Irh, ou seja, 50 pontos abaixo da média.

#### 4.1.5 Indicador Socioeconômico (Ise)

Na Figura 7 são apresentados os resultados obtidos pela aplicação dos dados de entrada da Tabela 15 (no apêndice).

Os dados para composição dos indicadores de Ise foram os mais escassos e discrepantes com relação ao modelo do CONESAN (1999), ou seja, todos os parâmetros de entrada foram selecionados pela similaridade.

Figura 7 – Resultados obtidos para o Ise.



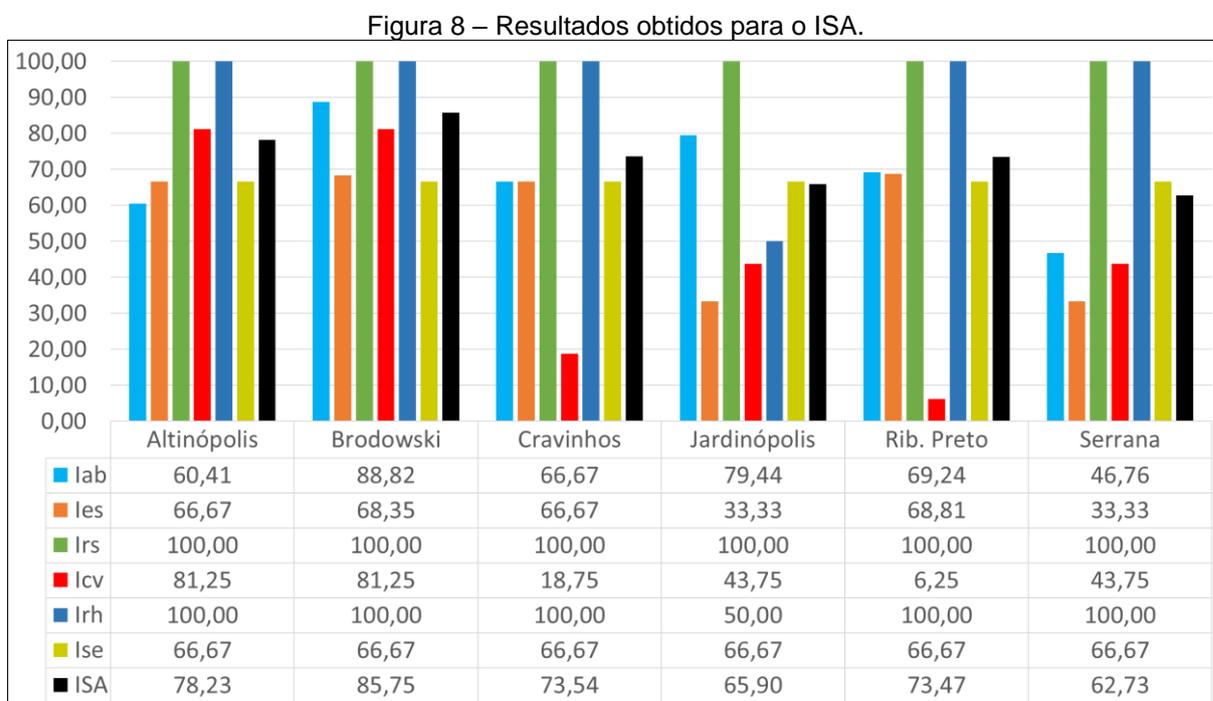
Isp: Indicador de saúde pública vinculada ao saneamento; Irf: Indicador de renda; Ied: Indicador de educação; e Ise: Indicador socioeconômico.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

A indisponibilidade de dados publicados para esse indicador gera incertezas na veracidade dos resultados. Os dados existentes não são suficientes para avaliar satisfatoriamente a situação econômica dos municípios, segundo o modelo do CONESAN (1999). E, por essa razão, também não foi calculado o Desvio Padrão do indicador.

#### 4.1.6 Indicador de Salubridade Ambiental (ISA)

A Figura 8 apresenta o resumo geral dos cálculos dos indicadores secundários (lab, les, lrs, lcv, lrh e lse) e o resultado do ISA de cada município.



lab: Indicador de abastecimento de água; les: Indicador de esgotamento sanitário; lrs: Indicador de resíduos sólidos; lcv: Indicador de controle de vetores; lrh: Indicador de riscos de recursos hídricos; lse: Indicador socioeconômico; e ISA: Indicador de salubridade ambiental.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

Como verificado na Figura 9, Altinópolis e Brodowski são salubres ( $75,51 \leq \text{ISA} \leq 100,00$ ) e os demais municípios apresentaram média salubridade ( $50,51 \leq \text{ISA} \leq 75,50$ ), segundo o modelo do CONESAN (1999).

Para Altinópolis, os investimentos devem ser direcionados principalmente ao abastecimento de água e esgotamento sanitário, pois, apresentaram pontuações,

respectivamente, de 60,41 e 66,67 e ambos os indicadores têm pesos significativos no cálculo do ISA (0,25).

Brodowski foi o município que mais se destacou dentre os demais, com o ISA avaliado em 85,75.

Cravinhos e Ribeirão Preto, assim como Altinópolis, também demandam investimentos em abastecimento de água e esgotamento sanitário. Em adição, esses municípios apresentaram baixas pontuações para o Icv, com destaque para Ribeirão Preto, que quase zerou em seu resultado; isso indica necessidade de investimentos em ações de combate e controle de vetores.

Para Jardinópolis, o indicador de maior impacto foi o de esgotamento sanitário, em decorrência da não existência de ETE no município. Os indicadores de controle de vetores e riscos de recursos hídricos também foram preponderantes no resultado do ISA.

Serrana apresentou baixa pontuação para o lab e les, que são indicadores de pesos consideráveis para o ISA (0,25). Assim como Jardinópolis, este município também não dispõe de ETE, o que impactou significativamente o valor do les. O controle de vetores também é tema para que o município direcione ações.

A Tabela 5 apresenta a variação dos indicadores secundários (lab, les, Irs, Icv, Irh e Ise) em relação à média de seus valores e o Desvio Padrão.

Tabela 5 – Cálculo do Desvio Padrão para o ISA.

Município	Média dos Indicadores ( $\bar{x}$ )	Variação dos Indicadores em Relação à Média dos Valores ( $x_i - \bar{x}$ )						Desvio Padrão $S^2 = [\sum (x_i - \bar{x})^2] / n$
		lab ( $x_i - \bar{x}$ )	les ( $x_i - \bar{x}$ )	Irs ( $x_i - \bar{x}$ )	Icv ( $x_i - \bar{x}$ )	Irh ( $x_i - \bar{x}$ )	Ise ( $x_i - \bar{x}$ )	
Altinópolis	79,16	- 18,75	- 12,49	20,84	2,09	20,84	- 12,49	<b>16,00</b>
Brodowski	84,18	4,64	- 15,83	15,82	- 2,93	15,82	- 17,51	<b>13,47</b>
Cravinhos	69,79	- 3,12	- 3,12	30,21	- 51,04	30,21	- 3,12	<b>27,26</b>
Jardinópolis	62,20	17,24	- 28,87	37,80	- 18,45	- 12,20	4,47	<b>22,62</b>
Rib. Preto	68,50	0,74	0,31	31,50	- 62,25	31,50	1,83	<b>31,26</b>
Serrana	65,09	- 18,33	- 31,76	34,91	21,34	34,91	1,58	<b>26,58</b>

lab: Indicador de abastecimento de água; les: Indicador de esgotamento sanitário; Irs: Indicador de resíduos sólidos; Icv: Indicador de controle de vetores; Irh: Indicador de riscos de recursos hídricos; Ise: Indicador socioeconômico; e ISA: Indicador de salubridade ambiental.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

Assim como o Icv, o ISA não é calculado pela média dos indicadores, e, portanto, foi necessário calculá-la

Altinópolis apresentou Desvio Padrão de 16,00. A variação da pontuação do les e Ise, bem como do Irs e Irh, denotam a igualdade em seus resultados.

Brodowski obteve Desvio Padrão de 13,47. Os indicadores que menos variaram em relação à média foram o lab (4,64) e lcv (- 2,93).

Cravinhos, embora tenha apresentado 3 indicadores próximos da média (lab: - 3,12; les: - 3,12; e lse: - 3,12), apresentou Desvio Padrão de 27,26 devido à variação dos demais (lrs: 30,21; lcv: - 51,04; e lrh: 30,21), com destaque ao lcv. O mesmo ocorreu com Ribeirão Preto, porém com variações diferentes e Desvio Padrão de 31,26.

Jardinópolis apresentou Desvio Padrão de 22,62 e as variações da pontuação dos indicadores, com exceção de lse (4,47), em relação à média, aponta a heterogeneidade nos resultados. Serrana, com Desvio Padrão de 26,58, também apresentou heterogeneidade nos resultados e o indicador que se situou próximo à média dos valores foi o lse (1,58).

## **4.2 RESULTADOS DA ADAPTAÇÃO DO ISA**

### **4.2.1 Indicador de Abastecimento de Água Adaptado (lab adaptado)**

Para o lab, foi incluído o Indicador de Perdas na Distribuição (lpd). Este indicador permite a identificação da situação das perdas de água dos municípios.

Perdas de água consistem em toda água disponibilizada para distribuição que não chega efetivamente até os consumidores (perdas físicas), ou toda água que de fato foi consumida pelo usuário, todavia não foi medida ou contabilizada, gerando perdas no faturamento do prestador dos serviços (perdas aparentes) (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 2020a).

No Brasil, o índice de perdas de água na distribuição no ano de 2018 foi de 38,45%; no estado de São Paulo, 34,13% (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 2020b).

As perdas de água oneram financeiramente os prestadores de serviços de abastecimento de água como um todo e geram impactos negativos ao meio ambiente e recursos hídricos; além de refletirem a eficiência das atividades operacionais dos responsáveis pelo abastecimento (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2020).

A Lei Federal nº 14.026/2020 enfatiza a necessidade de investimentos na redução progressiva de perda de água, estabelecendo esta condição como diretriz na prestação dos serviços públicos de saneamento básico:

*“Art. 2º Os serviços públicos de saneamento básico serão prestados com base nos seguintes princípios fundamentais:  
XIII - redução e controle das perdas de água, inclusive na distribuição de água tratada, estímulo à racionalização de seu consumo pelos usuários e fomento à eficiência energética, ao reúso de efluentes sanitários e ao aproveitamento de águas de chuva; (Redação pela Lei nº 14.026/2020) (BRASIL, 2007).”*

*“Art. 10-A. Os contratos relativos à prestação dos serviços públicos de saneamento básico deverão conter, expressamente, sob pena de nulidade, as cláusulas essenciais previstas no art. 23 da Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, além das seguintes disposições:  
I - metas de expansão dos serviços, de redução de perdas na distribuição de água tratada, de qualidade na prestação dos serviços, de eficiência e de uso racional da água, da energia e de outros recursos naturais, do reúso de efluentes sanitários e do aproveitamento de águas de chuva, em conformidade com os serviços a serem prestados (BRASIL, 2020).”*

O CBH-Pardo (2018) propõe metas de redução de perdas na rede de distribuição de água para 25% para os municípios da UGRHI-4 até o ano de 2027. Dentre os 15 temas para aplicação de investimentos nesta UGRHI, organizados em ordem de prioridade, os projetos, obras e serviços para o controle de perdas nos sistemas de abastecimento de água ocupam o 2º lugar. O Plano define o monitoramento das perdas por meio do Índice de Perdas do Sistemas de Distribuição de Água do SNIS.

Diante da importância do monitoramento e investimentos em ações de melhoria do controle de perdas de água, o lab sofreu alteração com a inclusão do Indicador de Perdas na Distribuição (Ipd), conforme Quadros 19 e 20.

Quadro 19 – Cálculo do lab e lab adaptado.

<b>Indicador de Abastecimento de Água (CONESAN, 1999)</b>	<b>Indicador de Abastecimento de Água Adaptado (lab adaptado)</b>
$lab = (Ica + Iqa + Isa) / 3$	$lab\ adaptado = (Ica + Iqa + Isa + Ipd) / 4$

Ica: Indicador de cobertura de abastecimento de água; Iqa: Indicador da qualidade da água distribuída; Isa: Indicador de saturação do sistema produtor; e Ipd: Indicador de perdas na distribuição.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

Quadro 20 – Critério de pontuação do Ipd e objetivo.

<b>Unidade do Ipdf</b>	<b>Pontuação</b>	<b>Objetivo</b>
%	A pontuação é obtida pela diferença entre 100 e o percentual de perdas físicas na distribuição	Indicar o percentual de água perdida na distribuição de água

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

#### 4.2.2 Indicador de Resíduos Sólidos Adaptado (Irs adaptado)

Para o Irs, foi incluído o Indicador de Coleta Seletiva (Ics). Este indicador permite a identificação da abrangência da coleta seletiva dos municípios.

A Lei Federal nº 12.305/2010 define a coleta seletiva como a coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição (BRASIL, 2010). Além de gerar renda, é uma atividade que proporciona ganhos ambientais no sentido da preservação e racionalização dos recursos naturais, promovendo a sustentabilidade ambiental (CONKE e NASCIMENTO, 2018).

A prestação dos serviços de coleta, destinação e disposição final de resíduos sólidos deve ser feita a partir do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos dos municípios, que deve ter por um de seus conteúdos:

*“Art. 19. O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos tem o seguinte conteúdo mínimo:  
...XIV - metas de redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).”*

Embora o CBH-Pardo (2018) não estabeleça indicadores de coleta seletiva, uma das metas previstas no Plano de Bacias é o aumento da cobertura da coleta seletiva de resíduos sólidos dos municípios. Para avaliar este aumento, entretanto, faz-se necessária a implantação do indicador.

Deste modo, houve a inclusão do Ics para compor o Irs adaptado, conforme Quadros 21 e 22.

Quadro 21 – Cálculo do Irs e Irs adaptado.

Indicador de Resíduos Sólidos (CONESAN, 1999)	Indicador de Resíduos Sólidos adaptado (Irs adaptado)
$Irs = (Icr + Iqr + Isr) / 3$	$Irs\ adaptado = (Icr + Iqr + Isr + Ics) / 4$

Icr: Indicador de coleta de lixo; Iqr: Indicador de tratamento e disposição final de resíduos sólidos; Isr: Indicador de do tratamento e disposição final dos resíduos sólidos; e Ics: Indicador de coleta seletiva.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

Quadro 22 – Critério de pontuação do Ics e objetivo.

Unidade do Ics	Pontuação	Objetivo
%	A pontuação é obtida diretamente pelo percentual da população atendida por coleta seletiva	Indicar o percentual da população atendida por coleta seletiva

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

#### 4.2.3 Indicador de Controle de Vetores Adaptado (Icv adaptado)

Para o Icv, foram mantidos os componentes da fórmula e alterados os critérios de pontuação dos indicadores terciários, conforme Quadro 23.

Uma das propriedades desejáveis dos indicadores é a periodicidade de atualização. Indicadores atualizados regularmente permitem melhor acompanhamento da avaliação dos programas implementados e correção de eventuais problemas (JANNUZZI, 2001).

As avaliações anuais evidenciam a correspondência entre ações dos governos e as expectativas da sociedade no decorrer do tempo (CASTRO ET AL., 2017). Para Lima, Arruda e Scalize (2019) com resultados anuais, os indicadores podem ser comparados ao longo dos anos, elucidando as melhorias obtidas no período considerado.

Quadro 23 – Critério de pontuação do Icv e Icv adaptado.

Indicador Terciário	Condição	Pontuação
Ivd (CONESAN, 1999)	- Municípios sem infestação por <i>Aedes Aegypti</i> nos últimos 12 meses	100
	- Municípios infestados por <i>Aedes Aegypti</i> e sem transmissão de dengue <b>nos últimos 5 anos</b>	50
	- Municípios com transmissão de dengue <b>nos últimos 5 anos</b>	25
	- Municípios com ocorrência de dengue hemorrágico	0
Ivd adaptado	- Municípios sem infestação por <i>Aedes Aegypti</i> nos últimos 12 meses	100
	- Municípios infestados por <i>Aedes Aegypti</i> e sem transmissão de dengue <b>no último ano</b>	50
	- Municípios com transmissão de dengue <b>no último ano</b>	25
	- Municípios com ocorrência de dengue hemorrágico <b>no último ano</b>	0
Ive (CONESAN, 1999)	- Municípios sem casos de esquistossomose <b>nos últimos 5 anos</b>	100
	- Municípios com incidência anual = a 1	50
	- Municípios com incidência anual > 1 e < que 5	25
	- Municípios com incidência anual ≥ 5 ( <b>média dos últimos 5 anos</b> )	0
Ive adaptado	- Municípios sem casos de esquistossomose <b>no último ano</b>	100
	- Municípios com incidência anual < que 1 <b>no último ano</b>	50
	- Municípios com incidência anual ≥ 1 e < que 5 <b>no último ano</b>	25
	- Municípios com incidência anual ≥ 5 <b>no último ano</b>	0
Ivl (CONESAN, 1999)	- Municípios sem enchentes e sem casos de leptospirose <b>nos últimos 5 anos</b>	100
	- Municípios com enchentes e sem nenhum caso de leptospirose <b>nos últimos 5 anos</b>	50
	- Municípios sem enchentes e com casos de leptospirose <b>nos últimos 5 anos</b>	25
	- Municípios com enchentes e com casos de leptospirose <b>nos últimos 5 anos</b>	0

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

Quadro 23 – Critério de pontuação do lcv e lcv adaptado (Continuação).

Indicador Terciário	Condição	Pontuação
lvi adaptado	- Municípios sem enchentes e sem casos de leptospirose <b>no último ano</b>	100
	- Municípios com enchentes e sem nenhum caso de leptospirose <b>no último ano</b>	50
	- Municípios sem enchentes e com casos de leptospirose <b>no último ano</b>	25
	- Municípios com enchentes e com casos de leptospirose <b>no último ano</b>	0

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

Diante do exposto, a atribuição de dados de entrada ao lcv referentes a períodos anuais retrata com maior precisão as melhorias obtidas ao longo dos anos. Deste modo, como observado no Quadro 18, os períodos onde eram considerados dados dos “últimos 5 anos (CONESAN, 1999)” foram alterados para “último ano”.

#### 4.2.4 Indicador Socioeconômico Adaptado (Ise adaptado)

O Ise foi o indicador que mais sofreu alteração. Isso se deve à dificuldade de obtenção dos dados de entrada para o cálculo do indicador conforme previsto pelo CONESAN (1999). O Ise adaptado consiste na substituição dos componentes do Ise pelos indicadores do Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS).

A Lei Estadual nº 10.765/2001 criou o IPRS com a função de avaliar os municípios nas questões de saúde, vigilância epidemiológica, educação, renda, finanças públicas, desenvolvimento urbano, combate à exploração sexual da criança e do adolescente, gravidez precoce das adolescentes e trabalho infantojuvenil. Os resultados são divulgados bienalmente, com base em informações prestadas pelos municípios (SÃO PAULO, 2001).

O IPRS foi elaborado com base no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), considerando as três dimensões examinadas pelo IDH: renda, escolaridade e longevidade. Estes indicadores (renda, escolaridade e longevidade) são subdivididos, totalizando 12 indicadores, conforme Quadro 21 (SEADE, 2019).

Considerando que o IDH (IBGE, 2020) e IPRS (SEADE, 2019) analisam os aspectos de saúde, economia e educação, ambos foram avaliados para a substituição dos componentes do Ise estabelecidos pelo CONESAN (1999). Optou-se, entretanto, pelo IPRS devido as suas constantes atualizações (bienais), somado ao fato de que este índice é também monitorado pelo CBH-Pardo (2018).

Deste modo, o cálculo do Ise foi alterado conforme Quadros 24 e 25.

Quadro 24 – Cálculo do Ise adaptado.

Aspecto	Indicador Socioeconômico (CONESAN, 1999)	Indicador Socioeconômico Adaptado (componentes do IPRS – SEADE, 2019)
Saúde	Isp = indicador relativo à mortalidade infantil (0 a 4 anos) ligada a doença de veiculação hídrica (peso 70%) + indicador relativo a média de mortalidade infantil (0 a 4 anos) e de idosos (acima de 65 anos) ligados a doenças respiratórias (peso 30%)	llong = mortalidade perinatal (peso 30%) + mortalidade infantil (peso 30%) + mortalidade de pessoas 15 a 39 anos (peso 20%) + mortalidade de pessoas 60 a 69 anos (peso 20%)
Renda	Irf = indicador de distribuição de renda menor que 3 salários mínimos (peso 70%) + indicador de renda média (peso 30%)	Iriq = PIB per capita (peso 25%) + remuneração dos empregados formais e benefícios previdenciários (peso 25%) + consumo residencial de energia elétrica (peso 25%) + consumo de energia elétrica na agricultura, no comércio e nos serviços (peso 25%)
Educação	led = indicador de nenhuma escolaridade (peso 60%) + indicador de escolaridade até o 1º grau (peso 40%)	lesc = proporção de alunos da rede pública com nível adequado nas provas de língua portuguesa e matemática no 5º ano do ensino fundamental (peso 31%) e no 9º ano do ensino fundamental (peso 31%) + taxa de atendimento escolar na faixa de 0 a 3 anos (peso 19%) + taxa de distorção idade-série no ensino médio (peso 19%)

Isp: Indicador de saúde pública vinculada ao saneamento; llong: Indicador de longevidade; Irf: Indicador de renda; Iriq: Indicador de riqueza; led: Indicador de educação; e lesc: Indicador de escolaridade.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

Quadro 25 – Critério de pontuação do llong, Iriq e lesc e objetivos.

Indicador	Pontuação	Objetivo
llong	A pontuação é obtida diretamente pela pontuação do indicador de longevidade publicada pelo SEADE, que varia de 0 a 100	Indicar a taxa de mortalidade nos municípios
Iriq	A pontuação é obtida diretamente pela pontuação do indicador de riqueza publicada pelo SEADE, que varia de 0 a 100	Indicar o poder econômico dos municípios
lesc	A pontuação é obtida diretamente pela pontuação do indicador de escolaridade publicada pelo SEADE, que varia de 0 a 100	Indicar o nível de escolaridade da população dos municípios

llong: Indicador de longevidade; Iriq: Indicador de riqueza; e lesc: Indicador de escolaridade.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

#### 4.2.5 Indicador de Drenagem Urbana (Idu)

O ISA (CONESAN, 1999) é composto por indicadores de abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, controle de vetores, riscos de recursos hídricos e socioeconômicos. Embora a drenagem e manejo das águas pluviais urbanas são considerados elementos do saneamento básico, não foram previstos indicadores de drenagem pelo CONESAN (1999).

Teixeira, Prado Filho e Santiago (2018) analisaram 60 estudos e aplicações do ISA no Brasil. Os autores constataram que em 51,67% dos casos foi incluído o Idu no cálculo. Não foi identificada, entretanto, uma padronização no cálculo do indicador.

Na presente pesquisa, o cálculo do Idu se deu conforme Quadro 26.

Quadro 26 – Cálculo do Idu, critério de pontuação e objetivo.

Indicador	Unidade do Idu	Pontuação	Objetivo
Idu	%	A pontuação é obtida diretamente pelo percentual de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana	Indicar a cobertura por infraestrutura de drenagem urbana

Idu: Indicador de drenagem urbana.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

A avaliação do Idu a partir do percentual de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana se deve à disponibilidade do referido dado no SNIS (código IN021 dos indicadores de águas pluviais) e pelas suas atualizações anuais, garantindo a continuidade das análises ao longo dos anos. Em adição, todos os componentes do saneamento básico previstos no CONESAN (1999) recebem indicador de cobertura da infraestrutura correspondente (cobertura de abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta e manejo de resíduos sólidos).

Em consonância, um dos princípios fundamentais para a prestação dos serviços públicos de saneamento básico, segundo a Lei Federal nº 11.445/2007, é a universalização do acesso e efetiva prestação dos serviços. A universalização, conforme esta própria Lei, consiste na ampliação progressiva de todos os domicílios ocupados ao saneamento básico (BRASIL, 2007). Assim, uma das formas de avaliar o cumprimento deste quesito da Lei é por meio do Idu adotado.

#### 4.2.6 Indicador de Salubridade Ambiental Adaptado (ISA adaptado)

Com a inclusão do Idu no cálculo, foi necessário fazer adaptação da fórmula do ISA. Para tanto, foram selecionadas as pesquisas relacionadas por Teixeira, Prado Filho e Santiago (2018) que consideraram exatamente os mesmos indicadores da presente pesquisa, ou seja: lab, les, lrs, lcv, lrh, lse e Idu. As referências foram organizadas no Quadro 27.

Quadro 27 – Relação de pesquisas.

Autor	Indicador / Peso						
	lab	les	lrs	lcv	lrh	lse	ldu
Batista (2005)	0,25	0,20	0,20	0,10	0,10	0,05	0,10
Stadikowski <i>et al.</i> (2011)	0,15	0,15	0,15	0,10	0,15	0,10	0,10

lab: Indicador de abastecimento de água; les: Indicador de esgotamento sanitário; lrs: Indicador de resíduos sólidos; lcv: Indicador de controle de vetores; lrh: Indicador de riscos de recursos hídricos; lse: Indicador socioeconômico; e Idu: Indicador de drenagem urbana.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR, com base em Teixeira, Prado Filho e Santiago (2018).

Na presente pesquisa, optou-se pelo ISA proposto por Batista (2005) diante da maior proximidade dos pesos dos indicadores utilizados por este autor com os pesos dos indicadores da fórmula original do CONESAN (1999). Deste modo, o ISA adaptado foi calculado conforme Eq. 3.

$$\text{ISA adapt} = 0,25 \text{ lab} + 0,20 \text{ les} + 0,20 \text{ lrs} + 0,10 \text{ lcv} + 0,10 \text{ lrh} + 0,05 \text{ lse} + 0,10 \text{ Idu}$$

[Eq. 3]

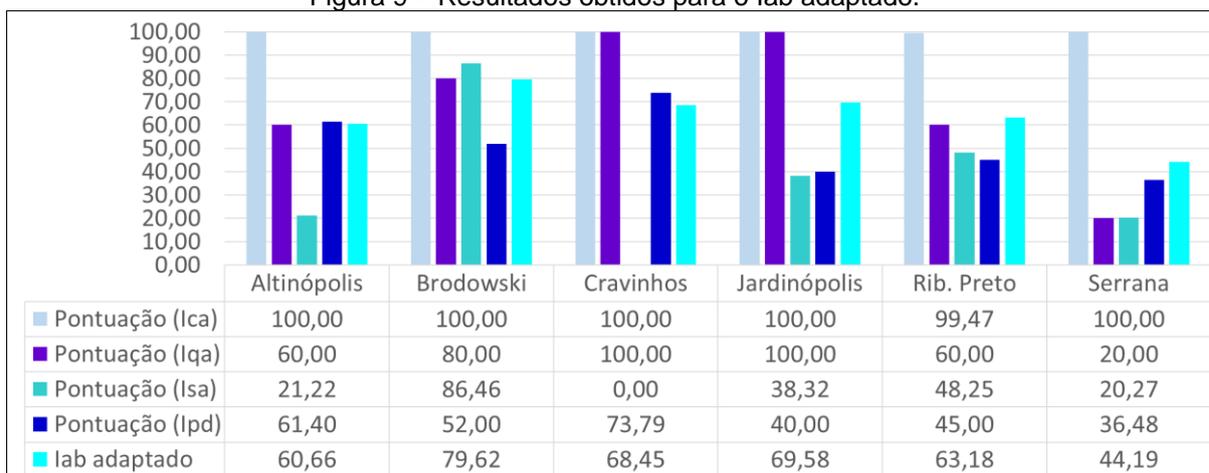
### 4.3 RESULTADOS DO CÁLCULO DO ISA ADAPTADO

Esta Seção apresenta os resultados do cálculo do ISA adaptado conforme descrito na Seção “3.4 Adaptação do ISA” da presente pesquisa.

#### 4.3.1 Indicador de Abastecimento de Água Adaptado (lab adaptado)

Na Figura 9 são apresentados os resultados obtidos pela aplicação dos dados de entrada da Tabela 16 (Apêndice).

Figura 9 – Resultados obtidos para o lab adaptado.



Ica: Indicador de cobertura de abastecimento de água; Iqa: Indicador da qualidade da água distribuída; Isa: Indicador de saturação do sistema produtor; Ipd: Indicador de perdas na distribuição; e lab adaptado: Indicador de abastecimento de água adaptado.

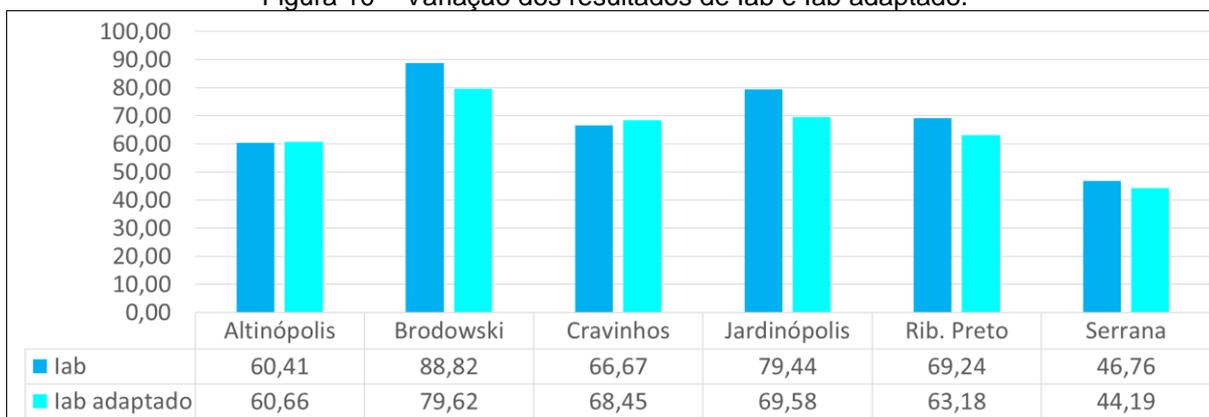
Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

Cravinhos obteve maior pontuação para o indicador de perdas na distribuição, dado seu menor percentual de perdas de água na distribuição (26,21%) quando comparado aos outros municípios.

Os resultados de Ipd refletem a necessidade de os municípios investirem em programas de controle e redução de perdas de água. Em especial Serrana, com 63,52% de perdas em sua distribuição.

Com a inclusão do Ipd, observou-se uma variação nos resultados do lab, conforme Figura 10.

Figura 10 – Variação dos resultados de lab e lab adaptado.



lab: Indicador de abastecimento de água; e lab adaptado: Indicador de abastecimento de água adaptado.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

Altinópolis e Cravinhos apresentaram um pequeno aumento na pontuação para o lab adaptado. As pontuações obtidas para o Ipd (Altinópolis 61,40; e

Cravinhos 73,79) aumentaram o valor de lab, visto que com a inclusão do lpd, calculou-se o lab a partir da média de 4 indicadores, compensando as baixas pontuações do lsa (Altinópolis 21,22; e Cravinhos 0,00).

Brodowski teve a pontuação do lab adaptado menor que do lab devido ao impacto do lpd. O lca, lqa e lsa do município apresentam pontuações iguais e acima de 80, enquanto lpd tem pontuação 52, reduzindo o valor para o lab adaptado.

Jardinópolis, Ribeirão Preto e Serrana apresentaram a pontuação reduzida porque já possuíam outros indicadores com baixas pontuações e, neste sentido, o lpd foi mais um indicador a impactar negativamente ao resultado.

A Tabela 6 apresenta a variação dos indicadores terciários (lab, lqa, lsa e lpd) em relação ao indicador secundário (lab adaptado) e o Desvio Padrão.

Tabela 6 – Cálculo do Desvio Padrão para o lab adaptado.

Município	Média dos Indicadores (lab adapt = $\bar{x}$ )	Variação dos Indicadores em Relação à Média dos Valores ( $x_i - \bar{x}$ )				Desvio Padrão $S^2 = [ \Sigma (x_i - \bar{x})^2 ] / n$
	lab adapt	lca ( $x_i - \bar{x}$ )	lqa ( $x_i - \bar{x}$ )	lsa ( $x_i - \bar{x}$ )	lpd ( $x_i - \bar{x}$ )	
Altinópolis	60,66	39,34	- 0,66	- 39,44	0,74	<b>27,86</b>
Brodowski	79,62	20,38	0,38	6,84	- 27,62	<b>17,50</b>
Cravinhos	68,45	31,55	31,55	- 68,45	4,34	<b>40,91</b>
Jardinópolis	69,58	30,42	30,42	- 31,26	- 29,58	<b>30,43</b>
Ribeirão Preto	63,18	36,29	- 3,18	- 14,93	- 18,18	<b>21,68</b>
Serrana	44,19	55,81	- 24,19	- 23,92	- 7,71	<b>32,91</b>

lca: Indicador de cobertura de abastecimento de água; lqa: Indicador da qualidade da água distribuída; lsa: Indicador de saturação do sistema produtor; lpd: Indicador de perdas na distribuição; e lab adapt: Indicador de abastecimento de água adaptado.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

Como observado na Tabela 6, com a inclusão do lpd, Altinópolis, Cravinhos e Serrana, pouco sofreram alterações nas variações dos indicadores em relação à média dos valores.

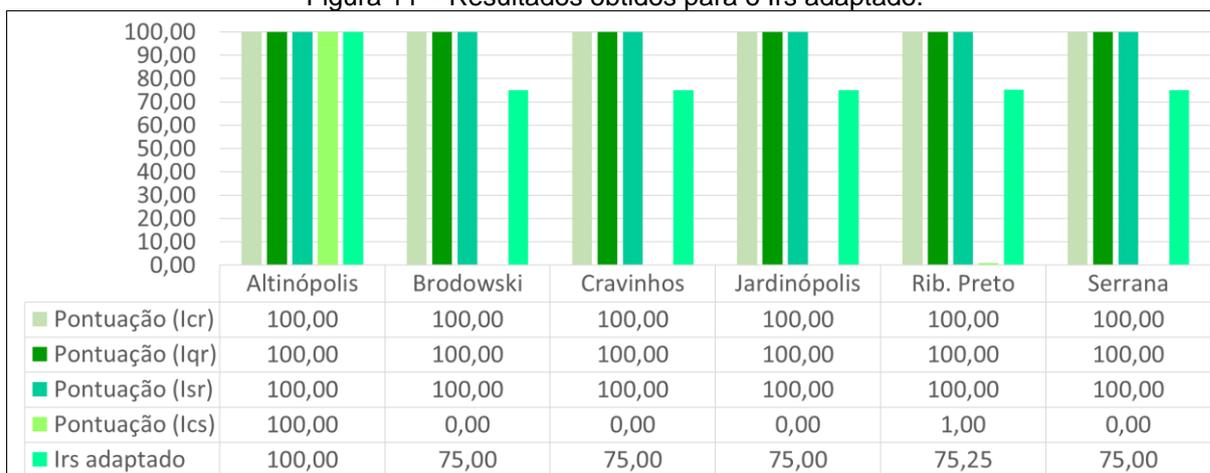
Para Brodowski, a inclusão do lpd aumentou o Desvio Padrão de 8,33 (Tabela 1) para 17,50 (Tabela 6). Isso ocorreu em razão do lpd apresentar uma variação de 27,62 pontos abaixo do lab adaptado.

Jardinópolis e Ribeirão Preto apresentaram variações no Desvio Padrão de 1,35 e - 0,23, respectivamente, quando comparados com a Tabela 1.

#### 4.3.2 Indicador de Resíduos Sólidos Adaptado (lrs adaptado)

Na Figura 11 são apresentados os resultados obtidos pela aplicação dos dados de entrada da Tabela 17 (Apêndice).

Figura 11 – Resultados obtidos para o Irs adaptado.



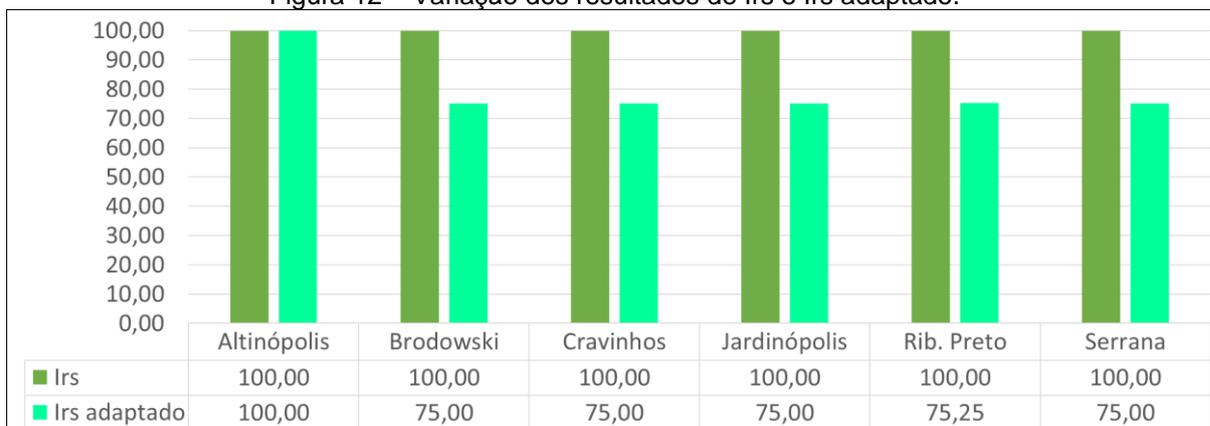
Icr: Indicador de coleta de lixo; Iqr: Indicador de tratamento e disposição final de resíduos sólidos; Isr: Indicador de saturação do tratamento e disposição final dos resíduos sólidos; Ics: Indicador de coleta seletiva; e Irs adaptado: Indicador de resíduos sólidos adaptado.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

Altinópolis é o único município que oferece serviços de coleta seletiva a 100% da população urbana. Brodowski, Cravinhos, Jardinópolis e Serrana não dispõem de serviços de coleta seletiva e Ribeirão Preto, por sua vez, atende apenas 1% da população urbana com esse serviço. Os resultados do Ics apontam que os municípios, com exceção de Altinópolis, devem investir na implantação de programas de coleta seletiva.

Com a inclusão do Ics, observou-se uma variação nos resultados do Irs, conforme Figura 12.

Figura 12 – Variação dos resultados de Irs e Irs adaptado.



Irs: Indicador de resíduos sólidos; e Irs adaptado: Indicador de resíduos sólidos adaptado.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

Constatou-se que Altinópolis foi o único município que manteve a pontuação máxima para o Irs após a inclusão do Ics; os demais apresentaram suas pontuações reduzidas.

Verificou-se, entretanto, que embora os demais municípios tenham zerado ou quase zerado (como foi o caso de Ribeirão Preto) na pontuação de Ics, a pontuação final de Irs não foi reduzida na mesma proporção. Isso porque o Irs adaptado é composto por 4 indicadores e uma vez obtida pontuação máxima para 3 deles, o Ics impactou a nota final com a redução de 25 pontos.

A Tabela 7 apresenta a variação dos indicadores terciários (Icr, Iqr, Isr e Ics) em relação ao indicador secundário (Irs adaptado) e o Desvio Padrão.

Tabela 7 – Cálculo do Desvio Padrão para o Irs adaptado.

Município	Média dos Indicadores (Irs adapt = $\bar{x}$ )	Variação dos Indicadores em Relação à Média dos Valores ( $x_i - \bar{x}$ )				Desvio Padrão $S^2 = [ \sum (x_i - \bar{x})^2 ] / n$
	Irs adapt	Icr ( $x_i - \bar{x}$ )	Iqr ( $x_i - \bar{x}$ )	Isr ( $x_i - \bar{x}$ )	Ics ( $x_i - \bar{x}$ )	
Altinópolis	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Brodowski	75,00	25,00	25,00	25,00	- 75,00	<b>43,30</b>
Cravinhos	75,00	25,00	25,00	25,00	- 75,00	<b>43,30</b>
Jardinópolis	75,00	25,00	25,00	25,00	- 75,00	<b>43,30</b>
Ribeirão Preto	75,25	24,75	24,75	24,75	- 74,25	<b>42,87</b>
Serrana	75,00	25,00	25,00	25,00	- 75,00	<b>43,30</b>

Icr: Indicador de coleta de lixo; Iqr: Indicador de tratamento e disposição final de resíduos sólidos; Isr: Indicador de saturação do tratamento e disposição final dos resíduos sólidos; Ics: Indicador de coleta seletiva; e Irs adapt: Indicador de resíduos sólidos adaptado.

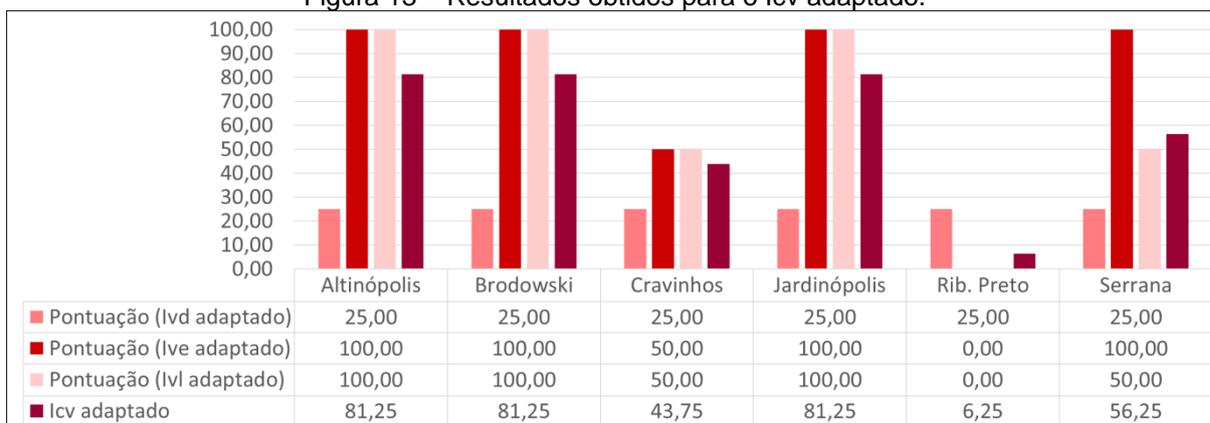
Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

Como observado na Tabela 7, somente Altinópolis obteve uniformidade nos resultados dos indicadores e, portanto, Desvio Padrão “0”. Os demais apresentaram Desvio Padrão próximo de 43; isso ocorreu devido à pontuação zerada ou próxima de “0” para o Ics, o que resultou em uma variação da ordem de 75 pontos abaixo da média dos valores para este indicador.

#### 4.3.3 Indicador de Controle de Vetores Adaptado (Icv adaptado)

Na Figura 13 são apresentados os resultados obtidos para o Icv adaptado.

Figura 13 – Resultados obtidos para o Icv adaptado.



Ivd: Indicador de dengue; Ive: Indicador de esquistossomose; Ivl: Indicador de leptospirose; e Icv adapt: Indicador de controle de vetores adaptado.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

Altinópolis manteve todos os indicadores secundários com a mesma pontuação após a adaptação do Icv.

Cravinhos aumentou o Ivl de 0 para 50 pontos em razão da não ocorrência de casos de leptospirose no último ano (2017), embora ainda mantidas as ocorrências de enchentes neste período.

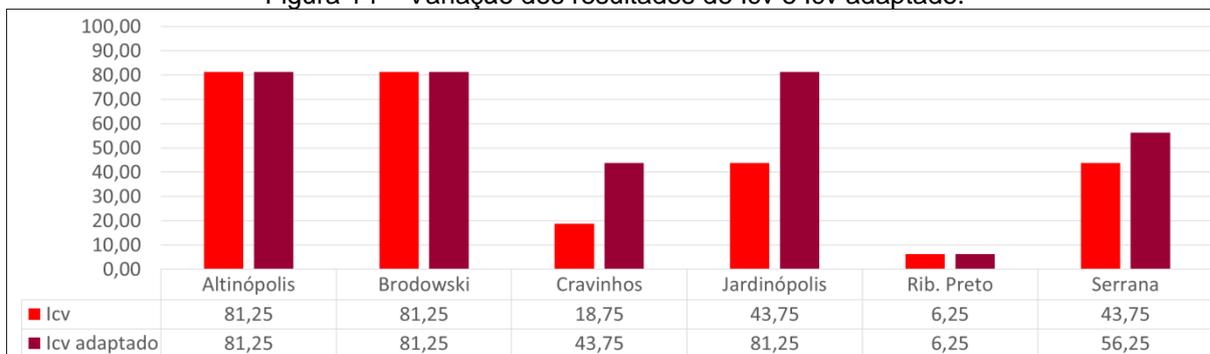
Em Jardinópolis também houve aumento da pontuação de Ivl, e neste caso, de 25 para 100 pontos. Este progresso se deu em função da não ocorrência de enchentes ou leptospirose no último ano (2017).

Serrana, por sua vez, apresentou melhoria no Ive, que subiu de 50 para 100 pontos, pois no último ano (2017) não foram registrados casos de esquistossomose no município.

Ribeirão Preto manteve suas pontuações mesmo após a alteração dos critérios de pontuação dada pelo Icv adaptado.

Com a adaptação do Icv, observou-se uma variação nos resultados do Irs, conforme Figura 14.

Figura 14 – Variação dos resultados de Icv e Icv adaptado.



Icv: Indicador de controle de vetores; e Icv adaptado: Indicador de controle de vetores adaptado.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

Como observado na Figura 14, a alteração dos critérios de pontuação a partir de períodos mais curtos de análise, conforme detalhado na Seção “4.2 Resultados da Adaptação do Icv”, melhorou os resultados do Icv de Cravinhos, Jardinópolis e Serrana. Vale ressaltar que a alteração dos critérios não teve por objetivo auxiliar os municípios no sentido de melhorar suas pontuações, mas sim de se viabilizar o acompanhamento da evolução em períodos anuais.

A Tabela 8 apresenta a variação dos indicadores terciários (Ivd, Ive e Ivl) em relação à média de seus valores e o Desvio Padrão.

Tabela 8 – Cálculo do Desvio Padrão para o Icv adaptado.

Município	Média dos Indicadores ( $\bar{x}$ )	Variação dos Indicadores em Relação à Média dos Valores ( $x_i - \bar{x}$ )			Desvio Padrão $S^2 = [ \sum (x_i - \bar{x})^2 ] / n$
		Ivd ( $x_i - \bar{x}$ )	Ive ( $x_i - \bar{x}$ )	Ivl ( $x_i - \bar{x}$ )	
Altinópolis	75,00	- 50,00	25,00	25,00	<b>35,36</b>
Brodowski	75,00	- 50,00	25,00	25,00	<b>35,36</b>
Cravinhos	41,67	- 16,67	8,33	8,33	<b>11,79</b>
Jardinópolis	75,00	- 50,00	25,00	25,00	<b>35,36</b>
Ribeirão Preto	8,33	16,67	- 8,33	- 8,33	<b>11,79</b>
Serrana	58,33	- 33,33	41,67	- 8,33	<b>31,18</b>

Ivd: Indicador de dengue; Ive: Indicador de esquistossomose; e Ivl: Indicador de leptospirose.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

Conforme Tabela 8, Altinópolis, Brodowski e Ribeirão Preto mantiveram o Desvio Padrão e variações dos indicadores em relação à média dos valores, mesmo após a adaptação do Icv. Jardinópolis, por sua vez, embora tenha apresentado o mesmo Desvio Padrão quando comparado à Tabela 3, sofreu alterações na variação dos indicadores em relação à média dos valores.

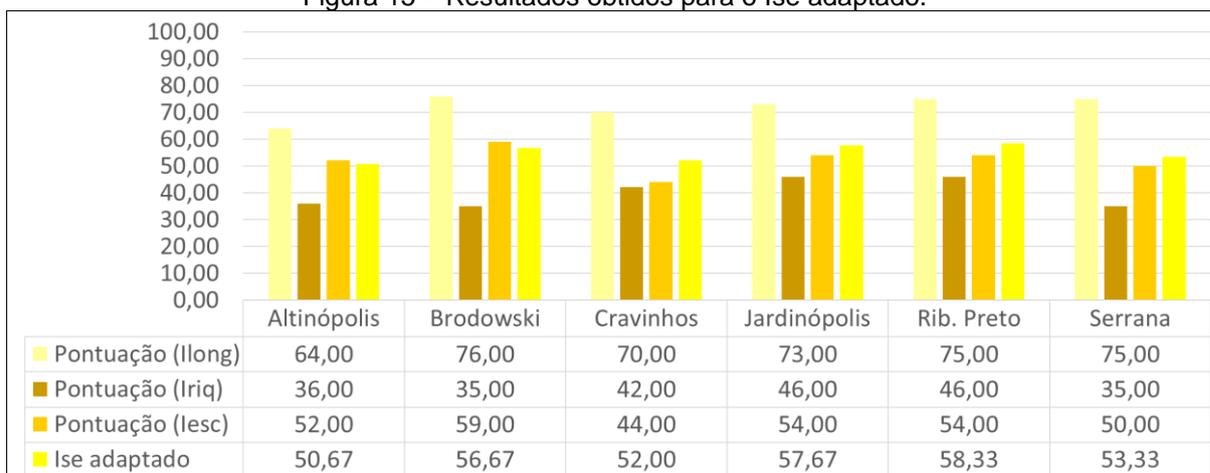
Cravinhos apresentou redução no Desvio Padrão de 20,41 (Tabela 3) para 11,79 (Tabela 8). Isso ocorreu devido à maior homogeneidade da pontuação do Ivd, Ive e Ivl após a adaptação do Icv.

Serrana, ao contrário de Cravinhos, apresentou aumento no Desvio Padrão de 11,79 (Tabela 3) para 31,18 (Tabela 8). A maior heterogeneidade da pontuação dos indicadores do Icv adaptado potencializou o aumento do Desvio Padrão.

#### 4.3.4 Indicador Socioeconômico Adaptado (Ise adaptado)

Na Figura 15 são apresentados os resultados obtidos pela aplicação dos dados de entrada da Tabela 18 (Apêndice).

Figura 15 – Resultados obtidos para o Ise adaptado.



Ilong: Indicador de longevidade; Iriq: Indicador de riqueza; Ilesc: Indicador de escolaridade; e Ise adaptado: Indicador socioeconômico adaptado.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

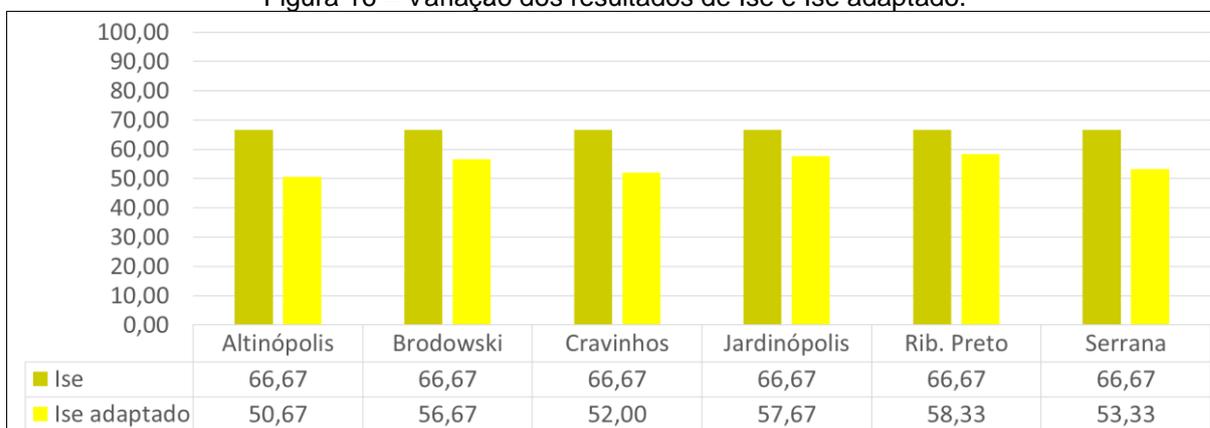
O Ilong foi o indicador de maior pontuação com relação aos demais componentes do Ise adaptado. O maior impacto negativo foi dado pelo Iriq para todos os municípios, apresentando resultados abaixo de 50 pontos.

Ressalta-se que um dos fatores determinantes da situação financeira dos habitantes de um município, dentre outros, é o nível educacional da população. Na Figura 15, a educação, avaliada pelo Ilesc, ficou estabelecida na faixa situada entre 50 a 60 pontos para todos os municípios.

Diante dos resultados, é necessário que os municípios invistam, prioritariamente em emprego e educação. A longevidade pode ser expandida pelo próprio reflexo da melhoria das condições de salubridade ambiental como um todo.

A Figura 16 apresenta a variação dos resultados do Ise e Ise adaptado.

Figura 16 – Variação dos resultados de Ise e Ise adaptado.



Ise: Indicador socioeconômico; Ise adaptado: e Indicador socioeconômico adaptado.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

O Ise adaptado retrata melhor os aspectos socioeconômicos dos municípios, quando comparado ao Ise calculado segundo o CONESAN (1999), considerando a maior confiabilidade dos dados obtidos para os indicadores secundários do Ise adaptado. Com a adaptação, todos os municípios apresentaram redução no valor do Ise.

A Tabela 9 apresenta a variação dos indicadores terciários (Ilong, Iriq e Iesc) em relação ao indicador secundário (Ise adaptado) e o Desvio Padrão.

Tabela 9 – Cálculo do Desvio Padrão para o Ise adaptado.

Município	Média dos Indicadores (Ise adapt = $\bar{x}$ )	Variação dos Indicadores em Relação à Média dos Valores ( $x_i - \bar{x}$ )			Desvio Padrão $S^2 = [ \Sigma (x_i - \bar{x})^2 ] / n$
		Ilong ( $x_i - \bar{x}$ )	Iriq ( $x_i - \bar{x}$ )	Iesc ( $x_i - \bar{x}$ )	
Altinópolis	50,67	13,33	- 14,67	1,33	<b>11,47</b>
Brodowski	56,67	19,33	- 21,67	2,33	<b>16,82</b>
Cravinhos	52,00	18,00	- 10,00	- 8,00	<b>12,75</b>
Jardinópolis	57,67	15,33	- 11,67	- 3,67	<b>11,32</b>
Rib. Preto	58,33	16,67	- 12,33	- 4,33	<b>12,23</b>
Serrana	53,33	21,67	- 18,33	- 3,33	<b>16,50</b>

Ilong: Indicador de longevidade; Iriq: Indicador de riqueza; Iesc: Indicador de escolaridade; e Ise adapt: Indicador socioeconômico adaptado.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

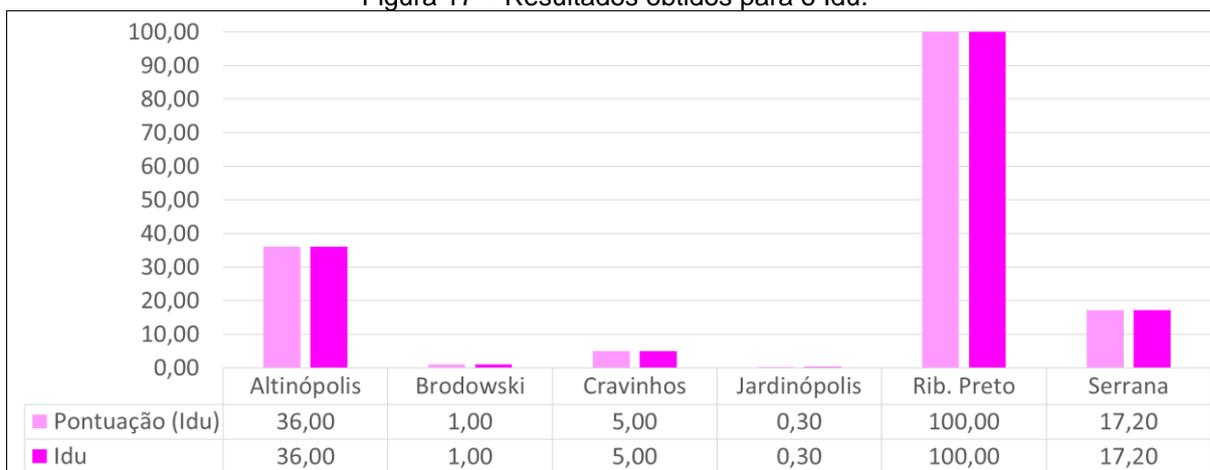
Verificou-se na Tabela 9 que os municípios apresentaram certa proximidade em seus Desvios Padrões e variações dos indicadores em relação à média dos valores.

O Ilong variou positivamente em relação à média dos valores para todos os municípios; o Iriq e Iesc, em contrapartida, variaram negativamente. O Iesc foi o indicador de maior proximidade com o resultado do Ise adaptado.

#### 4.3.5 Indicador de Drenagem Urbana (Idu)

Na Figura 17 são apresentados os resultados obtidos pela aplicação dos dados de entrada da Tabela 19 (no apêndice).

Figura 17 – Resultados obtidos para o Idu.



Idu: Indicador de drenagem urbana.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

A pontuação obtida para os municípios indica os percentuais de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana.

Os resultados apontam a carência na prestação dos serviços públicos de drenagem urbana aos municípios de Altinópolis, Brodowski, Cravinhos, Jardinópolis e Serrana. Ribeirão Preto apresentou pontuação máxima para o Idu, uma vez que dispõe de infraestruturas de drenagem urbana em 100% das vias públicas.

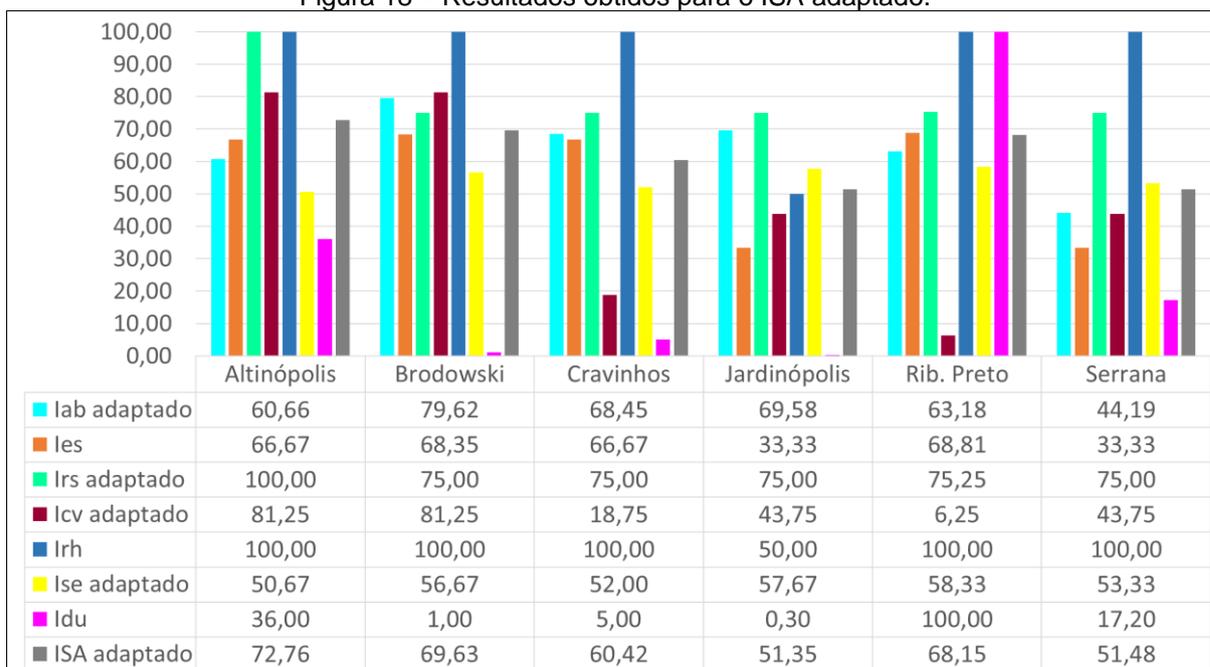
Deve-se enfatizar, entretanto, que o Idu mensura a universalização do serviço e não eficácia do serviço prestado. Ainda assim, são de suma importância os investimentos dos municípios nesta questão, tendo em vista que sua não existência pode gerar prejuízos inclusive à viabilidade da expansão urbana.

Não foi calculado o Desvio Padrão para o Idu, uma vez que este indicador secundário é composto por apenas um indicador terciário.

#### 4.3.6 Indicador de Salubridade Ambiental Adaptado (ISA adaptado)

A Figura 18 apresenta o resumo geral dos cálculos dos indicadores secundários (lab adaptado, les, lrs adaptado, lcv adaptado, lrh, lse adaptado e Idu) e o resultado do ISA adaptado de cada município.

Figura 18 – Resultados obtidos para o ISA adaptado.



lab adaptado: Indicador de abastecimento de água adaptado; les: Indicador de esgotamento sanitário; lrs adaptado: Indicador de resíduos sólidos adaptado; lcv adaptado: Indicador de controle de vetores adaptado; lrh: Indicador de riscos de recursos hídricos; lse adaptado: Indicador socioeconômico adaptado; ldu: Indicador de drenagem urbana; e ISA adaptado: Indicador de salubridade ambiental adaptado.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

Como verificado na Figura 18, todos os municípios se enquadraram na faixa do ISA estabelecida para média salubridade ( $50,51 \leq ISA \leq 75,50$ ).

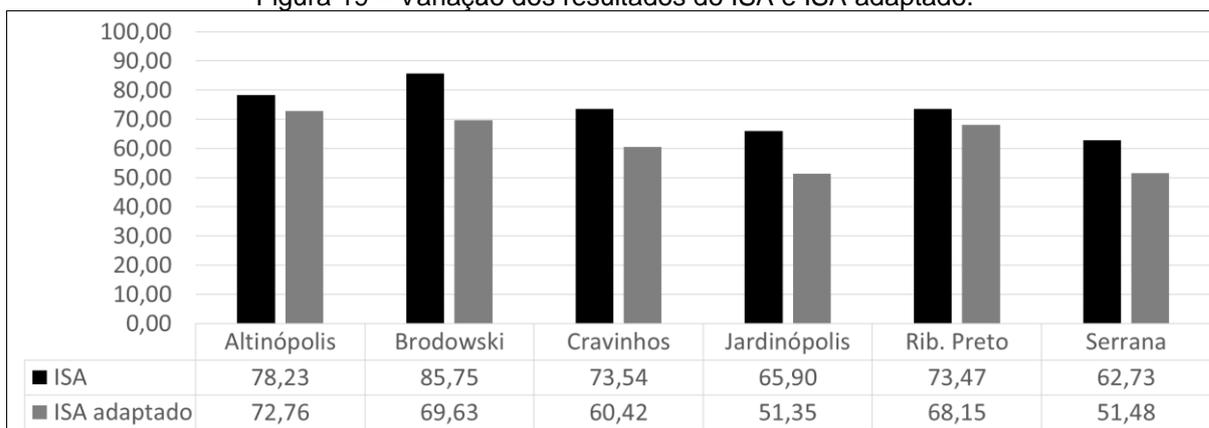
Destaca-se, entretanto, que Jardinópolis e Serrana ficaram próximo da classificação em baixa salubridade ( $25,51 \leq ISA \leq 50,50$ ). Isso ocorreu principalmente devido à baixa pontuação obtida para o les, causada pela inexistência de ETE nos municípios.

O lse, embora tenha o menor peso (0,05) dentre os demais, impactou no resultado do ISA adaptado de todos os municípios.

O ldu, com peso 0,10, reduziu o valor do ISA adaptado de todos os municípios, com exceção de Ribeirão Preto, que obteve pontuação máxima. Brodowski, Cravinhos e Jardinópolis apresentaram pontuação próxima de zero para este indicador.

Com a adaptação do ISA, observou-se uma variação nos resultados finais, conforme Figura 19.

Figura 19 – Variação dos resultados do ISA e ISA adaptado.



ISA: Indicador de salubridade ambiental; ISA Adaptado: Indicador de salubridade ambiental adaptado.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

Como observado, todos os municípios regrediram na avaliação da salubridade ambiental.

Após a adaptação do ISA, Altinópolis e Brodowski, retrocederam da classificação de “salubres” para “média salubridade” e os demais permaneceram na condição de “média salubridade”.

A Tabela 10 apresenta a variação dos indicadores secundários (lab adaptado, les, lrs adaptado, lcv adaptado, lrh, lse adaptado e ldu) em relação à média de seus valores e o Desvio Padrão.

Tabela 10 – Cálculo do Desvio Padrão para o ISA adaptado.

Município	Média dos Indicadores ( $\bar{x}$ )	Variação dos Indicadores em Relação à Média dos Valores ( $x_i - \bar{x}$ )							Desvio Padrão $S^2 = [\sum(x_i - \bar{x})^2] / n$
		lab adapt ( $x_i - \bar{x}$ )	les ( $x_i - \bar{x}$ )	lrs adapt ( $x_i - \bar{x}$ )	lcv adapt ( $x_i - \bar{x}$ )	lrh ( $x_i - \bar{x}$ )	lse adapt ( $x_i - \bar{x}$ )	ldu ( $x_i - \bar{x}$ )	
Altinópolis	70,75	- 10,09	- 4,08	29,25	10,50	29,25	- 20,08	- 34,75	<b>22,52</b>
Brodowski	65,98	13,64	2,37	9,02	15,27	34,02	- 9,31	- 64,98	<b>29,21</b>
Cravinhos	55,12	13,33	11,55	19,88	- 36,37	44,88	- 3,12	- 50,12	<b>30,62</b>
Jardinópolis	47,09	22,49	- 13,76	27,91	- 3,34	2,91	10,58	- 46,79	<b>23,28</b>
Rib. Preto	67,40	- 4,22	1,41	7,85	- 61,15	32,60	- 9,07	32,60	<b>29,35</b>
Serrana	52,40	- 8,21	- 19,07	22,60	- 8,65	47,60	0,93	- 35,20	<b>25,42</b>

lab adaptado: Indicador de abastecimento de água adaptado; les: Indicador de esgotamento sanitário; lrs adaptado: Indicador de resíduos sólidos adaptado; lcv adaptado: Indicador de controle de vetores adaptado; lrh: Indicador de riscos de recursos hídricos; lse adaptado: Indicador socioeconômico adaptado; ldu: Indicador de drenagem urbana; e ISA adaptado: Indicador de salubridade ambiental adaptado.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

Observou-se na Tabela 10 que os municípios apresentaram Desvio Padrão entre 22,42 e 30,62. Isso não indica resultados bons ou ruins, mas sim apontam que há heterogeneidade na pontuação individual de cada indicador componente do ISA.

Os resultados da variação dos indicadores em relação à média dos valores permitem a identificação de quais dentre eles se apresentam mais discrepantes em relação aos demais.

O ISA calculado abrange as áreas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, controle de vetores, riscos de recursos hídricos, aspectos socioeconômicos e drenagem urbana. Todos esses eixos temáticos são contemplados pelo CBH-Pardo no Plano de Bacia Hidrográfica.

Verificou-se, entretanto, que o Plano de Bacia do Pardo sintetiza as informações em índices e indicadores individuais e não apresenta formas de avaliação das áreas prioritárias para investimentos e ações.

Por apontar as áreas de maior destaque e deficiência de cada município, bem como por avaliar temas que afetam direta e indiretamente a quantidade e qualidade dos recursos hídricos, o ISA se destaca como uma ferramenta importante de monitoramento e gestão dos recursos hídricos.

O método de cálculo aplicado na presente pesquisa pode ser utilizado pelo CBH-Pardo ao longo dos anos para avaliação da evolução dos municípios perante os aspectos analisados, não se restringindo, entretanto, à porção noroeste da Bacia do Pardo, mas sim abrangendo todos os municípios da UGHRI 4.

## 5 CONCLUSÕES

A avaliação da salubridade ambiental dos municípios a partir do uso de indicadores se mostrou viável ao apoio na gestão dos recursos hídricos. A capacidade da gestão hídrica pode ser ampliada com a implantação de ferramentas que integram os dados e subsidiam a tomada de decisão.

Os resultados do ISA, conforme modelo do CONESAN (1999), para os municípios localizados na porção noroeste da Bacia do Pardo apontaram condições salubres e de média salubridade.

Os municípios, com exceção de Jardinópolis e Serrana que não possuem estações de tratamento de esgotos, são dotados de infraestrutura completa de saneamento básico (abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta e disposição de resíduos sólidos e drenagem urbana). Todavia, deve-se observar que há um déficit significativo de cobertura de drenagem urbana para Brodowski, Cravinhos e Jardinópolis.

Embora a maior parte das informações foram obtidas em bibliografias consultadas, é importante ressaltar que a viabilidade do cálculo do indicador foi reduzida pela indisponibilidade de informações para o Indicador Socioeconômico (Ise), segundo o CONESAN (1999). Deste modo, foi necessário realizar adaptação em todos os indicadores secundários componentes do Ise.

Com o ISA adaptado, houve redução da pontuação inicialmente obtida, não apenas pela adaptação do próprio método, mas por inserir indicadores não mensurados no modelo original devido à ausência de dados, no caso os indicadores socioeconômicos. Os resultados do ISA adaptado classificaram todos os municípios em condições de média salubridade.

O cálculo do Desvio Padrão dos indicadores primários (ISA e ISA adaptado) e secundários (lab, lab adaptado, les, lrs, lrs adaptado, lcv, lcv adaptado, lrh, lse adaptado e ldu) destaca aos gestores públicos a heterogeneidade das pontuações individuais dos indicadores, bem como quais dentre os componentes da fórmula apresentam maior variação positiva e negativa em relação à média da pontuação individual dos mesmos.

Futuras pesquisas podem estabelecer método e indicadores mais apropriados ao ISA, considerando o plano de bacia hidrográfica, o relatório de situação da

UGRHI e as projeções de investimentos apontados no Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB).

O novo marco regulatório, Lei Federal nº 14.026/2020, determina que os contratos de prestação dos serviços públicos de saneamento básico devem conter metas universalização, redução de perdas de água, de qualidade na prestação dos serviços, de eficiência e de uso racional da água, da energia e de outros recursos naturais, do reuso de efluentes sanitários e do aproveitamento das águas pluviais. Novos estudos sobre o ISA podem realizar as adaptações dos indicadores com ênfase a estas questões, inclusive, promovendo a padronização de um ISA para atender não somente a referida Lei, mas que também possibilite a comparação do desempenho de diferentes municípios.

Os gestores públicos, fundamentados nos resultados do ISA, podem estabelecer ações para melhoria das condições sanitárias, ambientais e de saúde pública para garantir a quantidade e qualidade dos recursos hídricos.

## REFERÊNCIAS

BATTAUS D. M. de A.; OLIVEIRA, E. A. B. de. O direito à cidade: urbanização excludente e a política urbana brasileira. **Lua Nova: Revista de Cultura e Política**. São Paulo, n. 97, p. 81-106, jan./abr. 2016.

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, jan./mar. 2006.

BOMFIM, E. O.; GADELHA, C. L. M.; FILGUEIRA, H. J. A.; AMORIM, J. F.; AMORIM, D. S. Sustentabilidade hidroambiental de nascentes na bacia hidrográfica do rio Gramame do estado da Paraíba, Brasil. **Sociedade & Natureza**. Uberlândia, v. 27, n. 3, p. 453-468, set./dez. 2015.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 02 jan. 2020.

BRASIL. **Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/l10257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm). Acesso em: 30 mar. 2020.

BRASIL. **Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm). Acesso em: 02 jan. 2020.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em: 30 ago. 2020.

BRASIL. **Lei Federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. D Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrôpole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº

13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm). Acesso em: 19 set. 2020.

CASTRO, S. H. R. de; CARVALHO, M. G. de. Indicador de efetividade da gestão municipal: Contribuição dos tribunais de contas para a melhoria da gestão pública. **Revista Iberoamericana de Sistemas, Cibernética e Informática**. v. 14, n. 1, p. 56-60, 2017.

CBH-Pardo. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo. 2017. **Plano de Bacia Hidrográfica 2018-2027**. São Carlos, Rev. 3, Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/cbhparado/documentos>. Acesso em: 31 ago. 2019.

CBH-Pardo. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo. 2017. **Relatório Diagnóstico**. São Carlos, Rev. 3, Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/cbhparado/documentos>. Acesso em: 31 ago. 2019.

CBH-Pardo. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo. 2018. **Plano de Ações para Gestão dos Recursos Hídricos 2018 e 2019**. São Carlos, Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/cbhparado/documentos>. Acesso em: 10 abr. 2020.

DATAGEO. **Portal Eletrônico**. Disponível em: <https://datageo.ambiente.sp.gov.br/> . Acesso em: 20 jun. 2021.

Secretaria de Saúde do Estado de São Paulo. **Portal Eletrônico**. Disponível em: <http://www.saude.sp.gov.br/>. Acesso em: 02 fev. 2020.

Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. CEMADEN. **Portal Eletrônico**. Disponível em: <http://www.cemaden.gov.br/>. Acesso em: 04 jul. 2020.

Conselho Estadual de Saneamento. CONESAN. **Indicador de Salubridade Ambiental (ISA): Manual Básico**. São Paulo, 1999.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. CETESB. **Licenciamento**. Disponível em: [https://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/cetesb/processo\\_consulta.asp](https://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/cetesb/processo_consulta.asp). Acesso em: 20 jan. 2020.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. CETESB. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo**. 2018. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: 14 jul. 2020.

CONKE, L. S.; NASCIMENTO, E. P. do. A coleta seletiva nas pesquisas brasileiras: uma avaliação metodológica. **Urbe. Revista Brasileira da Gestão Urbana**. Curitiba, v. 10, n. 1, p. 199-212, 2018.

COSTA, S. G. F. da. **Saneamento básico e salubridade ambiental em cidades do litoral do estado da Paraíba**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

DUARTE, A. D. **Indicador de salubridade ambiental para avaliação de áreas urbanas**: um estudo de caso no Agreste Pernambucano. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2018.

JANNUZZI, P. de M. **Indicadores sociais no Brasil**: Conceitos, fontes de dados e aplicações. 3ª ed. Campinas: ALÍNEA EDITORA, 2001.

FALCO, J. G.; MEDEIROS JÚNIOR, R. J. **Estatística**. 1ª ed. Paraná: E-TEC/MEC, 2012.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Manual de saneamento**. 4. Ed. Brasília: FUNASA, 2015.

GAMA, J. A. da S.; GOMES, G. T. C.; SOUZA, V. C. B. de. Incertezas na representação da salubridade ambiental através de indicadores obtidos com base em diferentes fontes de informação. Estudo de Caso: Bacia do riacho Reginal em Maceió, Alagoas. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**. Salvador, v. 4, n. 2, p. 141-154, 2016.

GAMA, J. A. da S. **Índice de salubridade ambiental em Maceió aplicado à bacia hidrográfica do Riacho Reginaldo em Maceió/Al**. 2013. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2013.

GOOGLEEARTH. Disponível em: <https://www.google.com/earth/>. Acesso em: 14 jan. 2020.

GOOGLEMAPS. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/preview>. Acesso em: 2 jun. 2019.

HELLER, L. Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento. **Ciência & Saúde Coletiva**. Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 73-84, 1998.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE. **Pesquisas dos municípios – IBGE Cidades**. 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 01 fev. 2020.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Perdas de água 2020 (SNIS 2018)**: Desafios para disponibilidade hídrica e avanço da eficiência do saneamento básico. São Paulo: INSTITUTO TRATA BRASIL, 2020.

JANNUZZI, P. de M. **Indicadores sociais no Brasil**: Conceitos, fontes de dados e aplicações. 3ª ed. Campinas: ALÍNEA EDITORA, 2001.

KOBREN, J. C. P.; SANTOS, L. N. dos; CRUZ, P. A. G. da; REZENDE, T. C.; BARBADO, N. Aplicação do indicador de salubridade ambiental (ISA) no município de Porto Rico, PR. **Revista Mundi Meio Ambiente e Agrárias**. Paranaguá, v. 4, n. 1, p. 1-19, jan./jun. 2019.

LIMA, A. S. C.; ARRUDA, P. N.; SCALIZE, P. S. Indicador de salubridade ambiental em 21 municípios do estado de Goiás com serviços públicos de saneamento básico operados pelas prefeituras. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. Rio de Janeiro, v. 24, n. 3, p. 439-452, mai./jun. 2019.

LUPEPSA, V. Z.; HOFFMANN, C. A.; SANTANA JÚNIOR, J. P. S.; BARBADO, N. Adaptação do ISA – Índice de salubridade ambiental do município de Umuarama/PR com base nos dados dos anos de 2016. **Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão**. Paranaguá, v. 3, n. 4, p. 1-13, dez. 2018.

MACCARINI, M. B.; HENNING, E. Indicadores de salubridade ambiental: uma análise sistemática. **Scientia Cum Industria**. Caxias do Sul, v. 6, n. 3, p. 44-49, 2018.

MARI, A. C. C.; PINTO, L. P.; MARI JÚNIOR, A.; DIERINGS, L. dos S.; FRIGO, E. P. Indicador de salubridade ambiental de municípios limdeiros e não limdeiros da bacia hidrográfica do Paraná III. **Ambiência**. Guarapuava, v. 15, n. 1, p. 57-72, jan./abr. 2019.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. SNIS. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto**. 2020a. Ano Base 2018. Brasília: SNIS, 2020.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. SNIS. **Painel de Indicadores**. 2020b. Ano Base 2018. Portal Eletrônico. Brasília. Disponível em: <http://appsnis.mdr.gov.br/indicadores/web/>. Acesso em: 15 abr. 2020.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. SNIS. **Série História**. 2020c. Ano Base 2018. Portal Eletrônico. Brasília. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/>. Acesso em: 01 jan. 2020.

NAHAS, M. I. P. **Bases teóricas, metodologia de elaboração e aplicabilidade de indicadores intra-urbanos na gestão municipal da qualidade de vida urbana em grandes cidades: o caso de Belo Horizonte**. 2002. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

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**. Rio de Janeiro, v. 52, n. 4, p. 753-763, ago. 2018.

PEREIRA, P. P.; PAREDES, E. A.; OKAWA, C. M. Diagnóstico preliminar da integridade ambiental de fundos de vale. **Eng Sanit Ambiental**. Rio de Janeiro, v. 23, n. 4, p. 739-749, jul./ago. 2018.

PINTO, L. P.; MARI, A. C. C.; MARI JÚNIOR, A.; AZEVEDO, K. D. de; CABRAL, C.; FRIGO, E. P. Condição ambiental do município de Diamante do Oeste – PR.

**Brazilian Journal of Biosystems Engineering.** Tupã, v. 10, n. 1, p. 62-68, mar. 2016.

Plano Municipal de Saneamento Básico de Altinópolis. PMSB-A. **Plano Municipal de Saneamento Básico.** Altinópolis, 2013.

Plano Municipal de Saneamento Básico de Barbacena. PMSB-BARBACENA. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Barbacena – MG.** Barbacena, 2014.

Plano Municipal de Saneamento Básico de Brodowski. PMSB-BRODOWSKI. **Plano Municipal de Brodowski.** Brodowski, 2019.

Plano Municipal de Saneamento Básico de Campinas. PMSB-CAMPINAS. **Plano Municipal de Saneamento Básico – Município de Campinas.** Campinas, 2013.

Plano Municipal de Saneamento Básico de Jardinópolis. PMSB-JARDINÓPOLIS. **Plano Municipal de Saneamento Básico:** Serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e manejo de águas pluviais e sistema de coleta e disposição final dos resíduos sólidos. Jardinópolis, 2017.

Plano Municipal de Saneamento Básico de Ribeirão Preto. PMSB-RIBEIRÃO PRETO. **Plano Municipal de Saneamento Básico e Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Ribeirão Preto.** Ribeirão Preto, 2016.

Plano Municipal de Saneamento Básico de Serrana. PMSB-SERRANA. **Plano Municipal de Saneamento Básico.** Serrana, 2015.

Plano Municipal de Saneamento Básico de Belo Horizonte. PMSB-BELO HORIZONTE. **Plano Municipal de Saneamento Básico.** Belo Horizonte, 2016.

REZENDE, D.; VENTURA, K. S.; MENEZES, D. B. Análise dos aspectos físicos e sanitários do córrego do Tanquinho no município de Ribeirão Preto / SP. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades.** Tupã, v. 8, n. 55, p. 52-69, 2020.

RIBEIRO, M. de F. C.; BATISTA, M. E. M.; RIBEIRO, E. L.; SILVA, T. C. da. Desempenho de sistemas de abastecimento de água e salubridade ambiental. *In: IV SEREA – SEMINÁRIO HISPANO-BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO URBANO DE ÁGUA*, João Pessoa, 2004. Anais [...]. João Pessoa, 2004.

ROCHA, L. A.; RUFINO, I. A. A.; BARROS FILHO, M. N. M. Indicador de salubridade ambiental para Campina Grande, PB: adaptações, desenvolvimentos e aplicações. **Engenharia Sanitária e Ambiental.** Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, p. 315-326, mar./abr. 2019.

SALES, W. T. **Análise dos indicadores de água e esgoto na sub-bacia do rio do Peixe no Sertão Paraibano.** Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais). Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2019.

SANTOS, F. F. S. dos; DALTRO FILHO, J.; MACHADO, C. T.; VASCONCELOS, J. F.; FEITOSA, F. R. S. O desenvolvimento do saneamento básico no Brasil e as consequências para a saúde pública. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**. v. 4, n. 1, p. 241-251, 2018.

SANTOS, R. de S. F. dos; FERREIRA, M. I. P. Indicadores e índices de salubridade ambiental aplicados a regiões estuarinas: o caso da comunidade de Gargaú, São Francisco do Itabapoana/RJ. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**. Campos dos Goytacazes, v. 10, n. 1, p. 139-164, jan./jun. 2016.

SANTOS, R. F.; GALLO, D. A experiência brasileira na construção de índices de qualidade de vida urbana: planejamento e gestão urbana. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**. Tupã, v. 6, n. 40, p. 84-99, 2018.

SANTOS, R. F. dos; CABRAL, A. C.; FRIGO, E. P.; BASTOS, R. K.; PLACIDO, H. F.; PINTO, L. P. Aplicação de indicadores no município de Palotina – PR. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**. Tupã, v. 9, n. 1, p. 84-89, 2015.

SÃO PAULO. **Lei Estadual nº 10.765, de 19 de fevereiro de 2001**. Cria o índice paulista de responsabilidade social – IPRS. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2001/lei-10765-19.02.2001.html>. Acesso em: 01 set. 2020.

SEADE. **Portal de Estatísticas do Estado de São Paulo**. 2020a. Portal Eletrônico. Disponível em: <https://www.seade.gov.br/>. Acesso em: 15 fev. 2020.

SEADE. **Índice Paulista de Responsabilidade Social – IPRS: Metodologia**. 2019. Portal Eletrônico. Disponível em: [http://www.iprs.seade.gov.br/downloads/pdf/metodologia\\_do\\_iprs\\_2018.pdf](http://www.iprs.seade.gov.br/downloads/pdf/metodologia_do_iprs_2018.pdf). Acesso em: 01 set. 2020.

Secretaria de Saúde do Estado de São Paulo. **Portal Eletrônico**. Disponível em: <http://www.saude.sp.gov.br/>. Acesso em: 02 fev. 2020.

Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Cravinhos. SAAE Cravinhos. **Portal Eletrônico**. Disponível em: <http://www.saaecravinhos.sp.gov.br/>. Acesso em: 02 fev. 2020.

SILVA, S. de A.; GAMA, J. A. da S.; CALLADO, N. H.; SOUZA, V. C. B. de. Saneamento básico e saúde pública na bacia hidrográfica do riacho Reginaldo em Maceió, Alagoas. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. Rio de Janeiro, v. 22, n. 4, p. 699-709, jul./ago. 2017.

Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. SIGRH. **Bacia do Pardo**. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/cbhpardo/apresentacao>. Acesso em: 24 mar. 2020.

SOUZA, A. C. A. de; COSTA, N. do R. Política de saneamento básico no Brasil: discussão de uma trajetória. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**. Rio de Janeiro, v. 23, n. 3, p. 615-634, jul./set. 2016.

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 Sanitária e Ambiental**. Rio de Janeiro, v. 23, n. 3, p. 543-556, mai./jun. 2018.

VALVASSORI, M. L.; ALEXANDRE, N. Z. Aplicação do indicador de salubridade ambiental (ISA) para áreas urbanas. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**. Rio de Janeiro, n. 25, p. 1-19, set. 2012.

VENTURA, K. S., ALBUQUERQUE, L. R. Avaliação de planos de saneamento básico em municípios do sudeste Brasileiro. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**. Tupã, v. 8, n. 56, p. 18-34, 2020.

VENTURA, K. S. **Modelo de Avaliação do Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) com Uso de Indicadores de Desempenho**. Estudo de Caso: Santa Casa de São Carlos – SP. Tese (Doutorado em Engenharia – Hidráulica e Saneamento). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

VIEIRA, E. A. Análise de projeto e operação de estação de tratamento de esgoto em Cravinhos (SP), Brasil. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. Santa Maria, v. 5, n. 5, p. 940-949, 2012.

## APÊNDICE

Tabela 11 – Parâmetros de entrada para o lab.

Município	Indicadores Terciários													
	Ica	Iqa						Isa						
	Ica (%)	Amost. realiz. (un/ano)	Amost. mín. (un/ano)	K	Naa (un/ano)	Nar (un/ano)	Iqa (%)	VP (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /ano)	CP (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /ano)	t (%)	K1 (%)	K2 (%)	n	Isa (%)
Altinópolis	<b>100,00</b>	2.472,00	2.862,00	0,86	2.451,00	2.472,00	<b>85,64</b>	1.820,00	2.664,00	1,000	38,60	27,08	1,06	<b>21,22</b>
Brodowski	<b>100,00</b>	2.916,00	2.916,00	1,00	2.883,00,00	2.916,00	<b>98,87</b>	2.320,00	6.482,40	1,013	48,00	40,00	1,73	<b>86,46</b>
Cravinhos	<b>100,00</b>	1.836,00	1.836,00	1,00	1.826,00	1.836,00	<b>99,46</b>	4.605,12	4.605,12	1,009	26,21	26,21	0,00	<b>0,00</b>
Jardinópolis	<b>100,00</b>	9.288,00	9.288,00	1,00	9.288,00	9.288,00	<b>100,00</b>	7.500,91	8.979,00	1,014	60,00	42,00	0,77	<b>38,32</b>
Ribeirão Preto	<b>99,47</b>	85.542,00	97.672,00	0,88	82.920,00	85.542,00	<b>84,90</b>	131.012,75	131.012,75	1,013	55,00	28,00	0,96	<b>48,25</b>
Serrana	<b>100,00</b>	5.919,00	10.404,00	0,57	5.903,00	5.919,00	<b>56,74</b>	7.408,00	7.516,08	1,014	63,52	48,52	0,41	<b>20,27</b>

Ica: Indicador de cobertura de abastecimento de água;

Iqa: Indicador da qualidade da água distribuída; e

Isa: Indicador de saturação do sistema produtor.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR, com base nas referências consultadas.

Tabela 12 – Parâmetros de entrada para o lab adaptado.

Município	Indicadores Terciários														
	Ica	Iqa						Isa						Ipd	
	Ica (%)	Amost. realiz. (un/ano)	Amost. mín. (un/ano)	K	Naa (un/ano)	Nar (un/ano)	Iqa (%)	VP (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /ano)	CP (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /ano)	t (%)	K1 (%)	K2 (%)	n	Isa (%)	Ipd (%)
Altinópolis	<b>100,00</b>	2.472,00	2.862,00	0,86	2.451,00	2.472	<b>85,64</b>	1.820,00	2.664,00	1,000	38,60	27,08	1,06	<b>21,22</b>	<b>38,60</b>
Brodowski	<b>100,00</b>	2.916,00	2.916,00	1,00	2.883,00,00	2.916	<b>98,87</b>	2.320,00	6.482,40	1,013	48,00	40,00	1,73	<b>86,46</b>	<b>48,00</b>
Cravinhos	<b>100,00</b>	1.836,00	1.836,00	1,00	1.826,00	1.836,00	<b>99,46</b>	4.605,12	4.605,12	1,009	26,21	26,21	0,00	<b>0,00</b>	<b>26,21</b>
Jardinópolis	<b>100,00</b>	9.288,00	9.288,00	1,00	9.288,00	9.288,00	<b>100,00</b>	7.500,91	8.979,00	1,014	60,00	42,00	0,77	<b>38,32</b>	<b>60,00</b>
Ribeirão Preto	<b>99,47</b>	85.542,00	97.672,00	0,88	82.920,00	85.542,00	<b>84,90</b>	131.012,75	131.012,75	1,013	55,00	28,00	0,96	<b>48,25</b>	<b>55,00</b>
Serrana	<b>100,00</b>	5.919,00	10.404,00	0,57	5.903,00	5.919,00	<b>56,74</b>	7.408,00	7.516,08	1,014	63,52	48,52	0,41	<b>20,27</b>	<b>63,52</b>

Ica: Indicador de cobertura de abastecimento de água;

Iqa: Indicador da qualidade da água distribuída;

Isa: Indicador de saturação do sistema produtor; e

Ipd: Indicador de perdas na distribuição.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR, com base nas referências consultadas.

Tabela 13 – Parâmetros de entrada para o Ies.

Município	Indicadores Terciários									
	Ice	Ite				Ise				
	Ice (%)	Ice	VT (m³/ano)	VC (m³/ano)	Ite (%)	CT (m³/ano)	VC (m³/ano)	t (%)	n	Ise (%)
Altinópolis	<b>100,00</b>	100,00	748.034,00	918.000,00	<b>81,49</b>	748.034,00	918.000,00	1,000	-0,30	<b>0,00</b>
Brodowski	<b>100,00</b>	100,00	1.860.000,00	1.860.000,00	<b>100,00</b>	1.996.229,00	1.860.800,00	1,013	0,10	<b>5,05</b>
Cravinhos	<b>100,00</b>	100,00	3.120.000,00	3.120.000,00	<b>100,00</b>	3.120.000,00	3.120.000,00	1,009	-0,09	<b>0,00</b>
Jardinópolis	<b>100,00</b>	100,00	0,00	5.897.000,00	<b>0,00</b>	0,00	5.897.000,00	1,014	0,00	<b>0,00</b>
Ribeirão Preto	<b>98,23</b>	98,23	55.943.000,00	57.673.000,00	<b>95,28</b>	72.217.440,00	57.673.000,00	1,013	0,32	<b>6,43</b>
Serrana	<b>100,00</b>	100,00	0,00	3.425.000,00	<b>0,00</b>	0,00	3.425.000,00	1,014	0,00	<b>0,00</b>

Ice: Indicador de cobertura em coleta de esgotos e tanques sépticos;

Ite: Indicador de esgotos tratados; e

Ise: Indicador de saturação do tratamento de esgotos.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR, com base nas referências consultadas.

Tabela 14 – Parâmetros de entrada para o Irs.

Município	Indicadores Terciários						
	Icr	Iqr	Isr				
	Icr (%)	Iqr	CA (t)	VL (t/ano)	t	n	Irs (%)
Altinópolis	<b>100,00</b>	<b>10,00</b>	9.935.200,00	4.459,00	1,000	11,12	<b>100,00</b>
Brodowski	<b>100,00</b>	<b>10,00</b>	730.000,00	3.975,50	1,013	7,48	<b>100,00</b>
Cravinhos	<b>100,00</b>	<b>9,40</b>	9.935.200,00	7.780,00	1,009	10,27	<b>100,00</b>
Jardinópolis	<b>100,00</b>	<b>10,00</b>	730.000,00	10.927,30	1,014	6,04	<b>100,00</b>
Ribeirão Preto	<b>100,00</b>	<b>10,00</b>	9.935.200,00	223.552,70	1,013	5,47	<b>100,00</b>
Serrana	<b>100,00</b>	<b>10,00</b>	657.000,00	9.705,90	1,014	6,06	<b>100,00</b>

Icr: Indicador de coleta de lixo;

Iqr: Indicador de tratamento e disposição final de resíduos sólidos; e

Irs: Indicador de do tratamento e disposição final dos resíduos sólidos.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR, com base nas referências consultadas.

Tabela 15 – Parâmetros de entrada para o Irs adaptado.

Município	Indicadores Terciários							
	Icr	Iqr	Isr				Ics	
	Icr (%)	Iqr	CA (t)	VL (t/ano)	t	n	Isr (%)	Ics (%)
Altinópolis	<b>100,00</b>	<b>10,00</b>	9.935.200,00	4.459,00	1,000	11,12	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
Brodowski	<b>100,00</b>	<b>10,00</b>	730.000,00	3.975,50	1,013	7,48	<b>100,00</b>	<b>0,00</b>
Cravinhos	<b>100,00</b>	<b>9,40</b>	9.935.200,00	7.780,00	1,009	10,27	<b>100,00</b>	<b>0,00</b>
Jardinópolis	<b>100,00</b>	<b>10,00</b>	730.000,00	10.927,30	1,014	6,04	<b>100,00</b>	<b>0,00</b>
Ribeirão Preto	<b>100,00</b>	<b>10,00</b>	9.935.200,00	223.552,70	1,013	5,47	<b>100,00</b>	<b>1,00</b>
Serrana	<b>100,00</b>	<b>10,00</b>	657.000,00	9.705,90	1,014	6,06	<b>100,00</b>	<b>0,00</b>

Icr: Indicador de coleta de lixo;

Iqr: Indicador de tratamento e disposição final de resíduos sólidos;

Isr: Indicador de do tratamento e disposição final dos resíduos sólidos;

Ics: Indicador de coleta seletiva

Fonte: PRÓPRIO AUTOR, com base nas referências consultadas.

Tabela 16 – Parâmetros de entrada para o Irlh

Município	Indicadores Terciários						
	Iqb	Idm			Ifi		
	Iqb (%)	Disp. (m³/ano)	Dem (m³/ano)	Idm (%)	NAA	NAR	Ifi (%)
Altinópolis	<b>100,00</b>	466.102.080,00	1.228.785,00	<b>379,32</b>	*	*	*
Brodowski	<b>100,00</b>	140.019.840,00	2.445.841,00	<b>57,25</b>	*	*	*
Cravinhos	<b>100,00</b>	141.281.280,00	3.743.905,00	<b>37,74</b>	*	*	*
Jardinópolis	<b>0,00</b>	247.557.601,00	8.451.937,00	<b>29,29</b>	*	*	*
Ribeirão Preto	<b>100,00</b>	307.476.008,00	63.543.540,00	<b>4,84</b>	*	*	*
Serrana	<b>100,00</b>	61.179.841,00	3.090.266,00	<b>19,80</b>	*	*	*

Iqb: Indicador da qualidade da água bruta;

Idm: Indicador de disponibilidade dos mananciais – quantidade; e

Ifi: Indicador de fontes isoladas.

(\*) Desconsiderado em função da inexistência de dados, mesmo que similares, publicados.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR, com base nas referências consultadas.

Tabela 17 – Parâmetros de entrada para o Ise.

Município	Indicadores Terciários								
	Isp			Irf			led		
	Imh	Imr	Isp (%)	I2s	Irm	Irf (%)	Ine	Iel	led (%)
Altinópolis	16,22	0,031	<b>11,36</b>	29,90	4,32	<b>22,27</b>	6,16	*	<b>6,16</b>
Brodowski	21,54	0,032	<b>15,09</b>	30,60	4,66	<b>22,86</b>	4,14	*	<b>4,14</b>
Cravinhos	9,80	0,039	<b>6,87</b>	29,10	9,93	<b>22,93</b>	6,40	*	<b>6,40</b>
Jardinópolis	6,92	0,032	<b>4,85</b>	33,00	8,04	<b>24,71</b>	5,39	*	<b>5,39</b>
Ribeirão Preto	7,36	0,033	<b>5,16</b>	27,80	13,18	<b>22,18</b>	2,91	*	<b>2,91</b>
Serrana	6,43	0,033	<b>4,51</b>	31,50	5,91	<b>23,15</b>	6,41	*	<b>6,41</b>

Isp: Indicador de saúde pública vinculada ao saneamento;

Irf: Indicador de renda; e

led: Indicador de educação.

(\*) Desconsiderado em função da inexistência de dados, mesmo que similares, publicados.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR, com base nas referências consultadas.

Tabela 18 – Parâmetros de entrada para o Ise adaptado.

Município	Indicadores Terciários		
	Ilong	Iriq	Iesc
	Ilong (%)	Iriq (%)	Iesc (%)
Altinópolis	<b>16,22</b>	<b>29,90</b>	<b>6,16</b>
Brodowski	<b>21,54</b>	<b>30,60</b>	<b>4,14</b>
Cravinhos	<b>9,80</b>	<b>29,10</b>	<b>6,40</b>
Jardinópolis	<b>6,92</b>	<b>33,00</b>	<b>5,39</b>
Ribeirão Preto	<b>7,36</b>	<b>27,80</b>	<b>2,91</b>
Serrana	<b>6,43</b>	<b>31,50</b>	<b>6,41</b>

Ilong: Indicador de longevidade;

Iriq: Indicador de riqueza; e

Iesc: Indicador de escolaridade.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR, com base nas referências consultadas.

Tabela 19 – Parâmetros de entrada para o Idu.

Município	Indicadores Terciários
	Idu (%)
Altinópolis	36,00
Brodowski	1,00
Cravinhos	5,00
Jardinópolis	0,30
Ribeirão Preto	100,00
Serrana	17,20

Idu: Indicador de drenagem urbana.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR, com base nas referências consultadas.