

**Salubridade Ambiental Aplicada ao Município de Rio Claro (SP):
Diagnóstico e Contribuições Metodológicas**

Environmental Health Applied to Municipality of Rio Claro (SP): Diagnosis and Methodological Contributions

Salubridad Ambiental Aplicada en el Municipio de Rio Claro (SP): Diagnóstico y Contribuciones Metodológicas

Luiz Henrique Rosolen Ferro

Graduando de Engenharia Civil, UFSCar, Brasil
luizhenriq_2000@hotmail.com

Katia Sakihama Ventura

Professora DECiv-PPGEU, UFSCar, Brasil
katiaventura@yahoo.com

Danilo Rezende

Mestrando PPGEU, UFSCar, Brasil
danilorezende.ecivil@gmail.com

RESUMO

A salubridade ambiental está associada à melhoria das condições sanitárias e ambientais no meio urbano. No Brasil, o setor carece de ações e mecanismos de apoio à decisão aos gestores públicos. O objetivo desta pesquisa foi adaptar o método de avaliação da salubridade ambiental, proposto pelo Conselho Estadual de Saneamento de São Paulo (1999), e aplicá-lo ao município de Rio Claro, o qual compõe a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 05. A metodologia consistiu na revisão bibliográfica, adaptação de indicadores, aplicação no objeto de estudo e elaboração de matriz comparativa com estudo realizado em 2009. A salubridade ambiental de Rio Claro atingiu nota 78,2, sendo classificada como salubre. Os indicadores com nota mais elevada foram resíduos sólidos (100,0) e abastecimento de água (93,3). O presente estudo contemplou a escala municipal, seis eixos temáticos e dezesseis indicadores, diferentemente do anterior. A principal dificuldade foi a obtenção de dados em meio digital. Por isto, o método pode ser aprimorado e tornar-se útil à tomada de decisão em saúde, saneamento e meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Indicador. Saúde Ambiental. Gestão Pública.

ABSTRACT

The environmental health is associated with the improvement of the sanitary and environmental conditions in the urban area. In Brazil, this sector needs actions and support mechanisms to public managers decisions. The aim of this research was to adapt method of the environmental health assessment, proposed by São Paulo State Sanitation Council (1999), and applied to Rio Claro municipality, which is located in Water Resources Management Unit (UGRHI) 05. The methodology consisted of a bibliographic review, adaptation of indicators, application in the object of study and elaboration of a comparative matrix with a study carried out in 2009. The environmental health of Rio Claro reached a score of 78.2, whose classification was healthy. The highest scoring indicators were solid waste (100.0) and water supply (93.3). The present study covered the municipal scale, six thematic axes and sixteen indicators, differently from the other one. The main difficulty was obtaining data in digital media. For this reason, the method can be improved and become useful for decision-making to health, sanitation and environment.

KEYWORDS: Indicator. Environmental Health. Public Management.

RESUMEN

La salud ambiental está asociada con la mejora de las condiciones sanitarias y ambientales en el entorno urbano. En Brasil, el sector carece de acciones y mecanismos de apoyo a la decisión para los administradores públicos. El objetivo de esta investigación fue adaptar el método de evaluación de la salud ambiental, propuesto por el Consejo de Saneamiento del Estado de São Paulo (1999), y aplicarlo al municipio de Rio Claro, que forma parte de la Unidad de Gestión de Recursos Hídricos (UGRHI) 05. La metodología consistió en una revisión bibliográfica, adaptación de indicadores, aplicación en el objeto de estudio y preparación de una matriz comparativa con un estudio realizado en 2009. La salud ambiental de Rio Claro alcanzó 78,2, siendo clasificada como saludable. Los indicadores de mayor puntuación fueron los desechos sólidos (100,0) y el suministro de agua (93,3). El presente estudio cubrió la escala municipal, seis ejes temáticos y dieciséis indicadores, de manera diferente al anterior. La principal dificultad fue obtener datos en medios digitales. Por esta razón, el método puede mejorarse y ser útil para la toma de decisiones en salud, saneamiento y medio ambiente.

PALABRAS CLAVE: Indicador. Salud Ambiental. Gestión Pública.

INTRODUÇÃO

O marco regulatório do saneamento básico é a Política Nacional de Saneamento Básico, Lei Federal nº 11.445/2007, cuja definição compreende os dispositivos e a infraestrutura necessária para operação dos serviços de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (BRASIL, 2007).

Segundo o art. 3º, esta Lei regulamenta os princípios para investimentos no setor, garantindo a universalização do acesso de todos os domicílios ao saneamento básico e a transparência das ações.

Cerca de 93% da população urbana possui rede de água e 46,8% dos brasileiros não possuem rede coletora de esgoto sanitário, observando que somente 46,3% do esgoto sanitário gerado no país é tratado (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 2018). Neste mesmo documento, nota-se que o índice de cobertura de coleta domiciliar de resíduos sólidos atinge 98,8% da população urbana, enquanto 54,8% possui sistema exclusivo para drenagem.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), o estilo de vida urbana e as condições externas ao ser humano podem exercer influência à saúde ambiental e o seu bem-estar (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2006). Assim, os indicadores atuam como instrumentos que auxiliam a avaliação dos serviços de saneamento, nos quesitos social, econômico, sobre controle de vetores e da própria infraestrutura urbana.

Entre os métodos de avaliação das condições sanitárias, ambientais e qualidade de vida, identificou-se o modelo elaborado pelo Conselho Estadual de Saneamento de São Paulo (CONESAN), denominado Indicador de Salubridade Ambiental (ISA), segundo CONESAN (1999). O município de Rio Claro, localizado no interior paulista, foi avaliado, parcialmente, por este modelo, segundo Sartori (2009).

Com interesse de atualização e análise de melhorias no setor pela administração pública, o objetivo geral do presente estudo foi aplicar e adaptar o modelo original do ISA ao município de Rio Claro (SP).

Salubridade ambiental e indicadores

O termo salubridade ambiental compreende o estado de higidez do ambiente vivenciado pela população que é capaz de gerar ou evitar doenças e, também, promover melhorias à saúde ambiental, segundo Funasa (2019).

Para incentivar a promoção da salubridade, a Organização das Nações Unidas (ONU) elaborou a Agenda 2030, a qual, no 6º Objetivo, enfatiza os serviços de saneamento básico como elemento essencial à vida humana, pois visa “assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos” (PNUD, 2019). Por conta disso, o uso de indicadores no setor de saneamento tem se tornado elevado para o monitoramento, a regulação e o planejamento dos serviços, segundo Sperling e Sperling (2013).

Os indicadores subsidiam a tomada de decisão, especialmente à elaboração de políticas ambientais, pois simplificam a representação de fenômenos complexos para o gestor, segundo

Tinoco e Kramer (2004). São utilizados mensurar o desempenho ambiental e retratar a situação identificada no meio (OECD, 1993).

Indicadores são instrumentos úteis ao monitoramento da qualidade sanitária e ambiental, pois mensuram aspectos gerenciais e de desempenho por critérios políticos, socioeconômicos e culturais (VENTURA, 2009).

As principais funções dos indicadores, de acordo com SCOPE (1997), são: i) avaliar condições e tendências; ii) permitir comparações entre lugares e situações; iii) avaliar condições e tendências em relação à objetivos e metas; iv) fornecer informações antecipadas sobre eventos; v) antecipar futuras condições e tendências.

O uso de indicadores contribui, significativamente, com a prevenção da salubridade, caso seja implementado como ferramenta de planejamento à gestão pública.

Método de avaliação da salubridade

O Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) tem o propósito de avaliar, ao longo do tempo, as condições sanitárias e ambientais, bem como subsidiar a administração pública sobre os investimentos no setor.

O modelo proposto por CONESAN (1999) estabelece o ISA como indicador principal (1ª ordem), tendo 6 indicadores por eixo temático (2ª ordem) que, por sua vez, agrupam 18 indicadores de dados básicos (3ª ordem). Os eixos temáticos são: Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário, Resíduos Sólidos, Controle de Vetores, Recursos Hídricos e Aspectos Socioeconômico. Segundo Teixeira et al. (2018), dos 60 casos analisados, 43 estudos propuseram adaptações ao modelo original para avaliar a salubridade ambiental. Neste sentido, Xavier e Almeida (2018) analisaram a proposta do ISA e, por consulta a especialistas, propuseram a substituição de alguns indicadores ao modelo CONESAN (1999).

Sartori (2009) aplicou o modelo original do ISA para avaliar a salubridade ambiental de 120 bairros do município de Rio Claro e, portanto, os resultados não abrangeram o município como um todo.

OBJETIVOS

O objetivo principal desta pesquisa foi adaptar o método de avaliação da salubridade ambiental para aplicação ao município de Rio Claro, pertencente à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 05, denominada Bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ).

Os objetivos específicos foram:

- Identificar dados para aplicação do ISA no objeto de estudo;
- Interpretar indicadores úteis para adaptação do modelo CONESAN (1999);
- Calcular o ISA adaptado ao município de Rio Claro (SP);
- Elaborar matriz comparativa com pesquisa existente.

METODOLOGIA

A Figura 1 ilustra, brevemente, as etapas metodológicas desta pesquisa.

Figura 1: Procedimentos metodológicos realizados no período 2019-2020

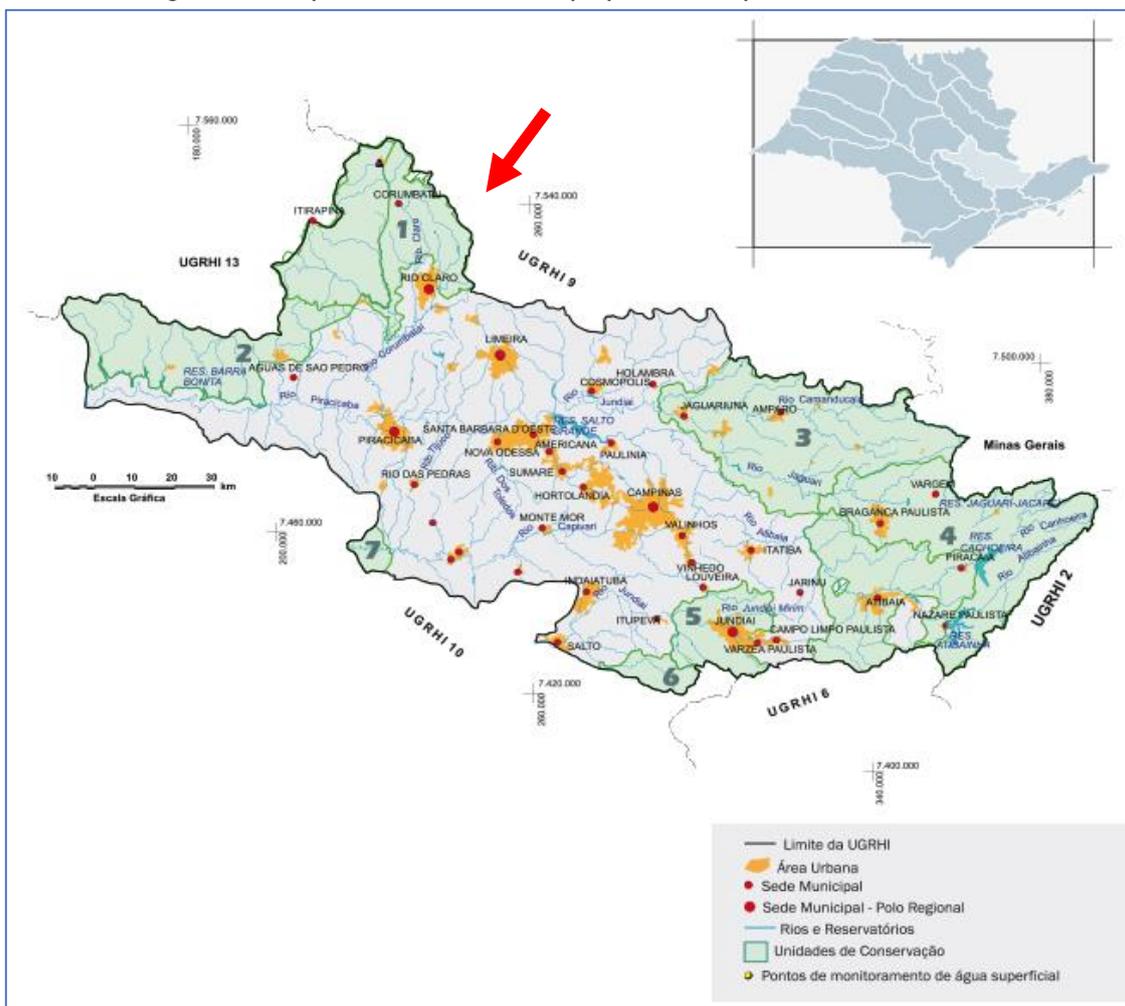


Fonte: Autores, 2020.

O estudo iniciou a partir da revisão bibliográfica e documental com a finalidade de compreensão dos indicadores que relacionam salubridade, saneamento, saúde e ambiente construído. Foram observados, o método de cálculo de indicadores ambientais e a existência de experiências na esfera nacional sobre o assunto. Os provedores de busca foram o Google Acadêmico e periódicos com avaliação Qualis-CAPES superior a B1.

Considerando a UGRHI 05, observou-se que o ISA foi aplicado em 2009 para Rio Claro, o que motivou a presente pesquisa para análise recente do indicador. A população estimada de Rio Claro para 2019 é de 206.424 habitantes em uma área de 498,42 km² (IBGE, 2020). A Figura 2 ilustra o objeto de estudo (seta indicativa) na UGRHI 05.

Figura 2: Municípios da UGRHI 05 e destaque para o município de Rio Claro em 2020



Fonte: Portal SIGRH (2020).

Considerando as pesquisas de Xavier e Almeida (2018) e Nirazawa e Oliveira (2018), foram realizadas as adaptações ao modelo original.

O Quadro 1 ilustra o modelo CONESAN (1999), cuja representação em cores distintas, deve-se aos eixos temáticos do modelo.

Quadro 1: Parâmetros de entrada para cálculo do ISA, segundo modelo CONESAN (1999)

Cálculo do ISA (1ª ordem)		
Indicador (2ª ordem)	Indicador (3ª ordem)	Parâmetros de entrada
Indicador de Abastecimento de Água (Iab) $Iab = (Ica + Iqa + Isa) / 3$	Cobertura (Ica) $Ica = (Dua / Dut) \times 100$	Domicílios urbanos atendidos (Dua)
		Domicílios urbanos totais (Dut)
	Qualidade da água Distribuída (Iqa) $Iqa = k \times (NAA / NAR) \times 100$	Fator (Número de amostras realizadas/Número mínimo de amostras) (k)
		Quantidade de amostras consideradas como sendo de água potável relativa à colimetria, cloro e turbidez (NAA) (mensais)
		Quantidade de amostras realizadas (NAR) (mensais)
	Saturação dos Sistemas Produtores (Isa) Isa obtido por meio do "n"	Volume de produção para atender 100% da população (VP) (m³/ano)
		Capacidade de produção (CP) (m³/ano)
		Taxa anual de crescimento (em 5 anos) (t)
		Coeficiente de perdas (%) (k2/K1)
		Número de anos para saturação do sistema (n)
Indicador de Esgotos Sanitário (Ies) $Ies = (Ice + Ite + Ise) / 3$	Cobertura (Ice) $Ice = (Due / Dut) \times 100$	Domicílios urbanos atendidos por coleta (Due)
		Domicílios urbanos totais (Dut)
	Esgotos Tratados (Ite) $Ite = ice \times (VT / VC) \times 100$	Índice de esgoto coletado (Ice)
		Volume tratado de esgotos medido ou estimado nas ETE (VT) (m³/ano)
	Saturação do Tratamento (Ise) Ise obtido por meio do "n"	Volume coletado de esgoto (VC) (m³/ano)
		Capacidade de tratamento (CT) (m³/ano)
		Taxa anual de crescimento (em 5 anos) (t)
		Número de anos para saturação do sistema (n)
Indicador de Resíduos Sólidos (Irs) $Irs = (Icr + Iqr + Isr) / 3$	Coleta de Resíduo (Icr) $Icr = (Duc / Dut) \times 100$	Domicílios urbanos com coleta de resíduo (Duc)
		Domicílios urbanos totais (Dut)
	Tratamento e Disposição Final (Iqr)	Índice de qualidade de aterros de resíduos sólidos domiciliares – Cetesb (IQR)
	Saturação do Tratamento e Disposição Final (Isr) Isr obtido por meio do "n"	Volume coletado de resíduos anual (VL) (ton)
		Capacidade restante do aterro (CA) (ton)
		Taxa anual de crescimento (em 5 anos) (t)
		Número de anos para saturação do sistema (n)

Fonte: CONESAN, 1999.

Quadro 1: Parâmetros de entrada para cálculo do ISA, segundo modelo CONESAN (1999) ... continuação

Cálculo do ISA (1ª ordem)		
Indicador (2ª ordem)	Indicador (3ª ordem)	Parâmetros de entrada
Indicador de Controle de Vetores (Icv) $Icv = \frac{[(Ivd+Ive)/2] + Ivl}{2}$	Dengue - (Ivd)	Casos de transmissão e infestação de Dengue
	Esquistossomose - (Ive)	Casos de Esquistossomose
	Leptospirose - (Ivl)	Casos de Leptospirose e enchentes
Indicador de Recursos Hídricos (Irh) $Irh = \frac{(Iqb+Idm+Ifi)}{3}$	Água Bruta (Iqb)	Situação de poços do município
	Disponibilidade dos Mananciais (Idm) $Idm = \frac{Disp}{Dem}$	Disponibilidade, água em condições de tratabilidade para abastecimento (Dis) (m³/s)
		Demanda futura de 10 anos (Dem) (m³/s)
	Fontes Isoladas (Ifi) $Ifi = \frac{NAA}{NAR}$	Quantidade de amostras consideradas como sendo de água potável relativa à colimetria, cloro e turbidez (NAA) (mensais)
Quantidade de amostras realizadas (NAR) (mensais)		
Indicador Socioeconômico (Ise) $Ise = \frac{(Isp+Irf+Ied)}{3}$	Indicador de Saúde Pública (Isp) $Isp = 0,7 \cdot Imh + 0,3 \cdot Imr$	Indicador relativo à mortalidade (Imh)
		Indicador relativo à média de mortalidade (Imr)
	Indicador de Renda (Irf) $Irf = 0,7 \cdot I3s + 0,3 \cdot Irm$	Indicador de distribuição de renda menor que 3 salários mínimos (I3s)
		Indicador de renda média (Irm)
	Indicador de Educação (Ied) $Ied = 0,6 \cdot Ine + 0,4 \cdot Ie1$	Indicador de nenhuma escolaridade (Ine)
	Indicador de escolaridade até o 1º grau (Ie1)	

Fonte: CONESAN, 1999.

A Equação 1 representa o modelo conceitual de CONESAN (1999):

$$ISA = 0,25 lab + 0,25 les + 0,25 Irs + 0,10 Icv + 0,10 Irh + 0,05 Ise \quad [\text{Equação 1}]$$

Sendo que:

- ISA: Indicador de Salubridade Ambiental
- lab: Indicador de Abastecimento de Água
- les: Indicador de Esgotos Sanitários
- Irs: Indicador de Resíduos Sólidos
- Icv: Indicador de Controle de Vetores
- Irh: Indicador de Recursos Hídricos
- Ise: Indicador Socioeconômico

As fontes de obtenção de dados para os indicadores de 3ª ordem (dados básicos) foram SNIS, Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Rio Claro, Ministério da Saúde, empresa BRK Ambiental (gestora do serviço no município), CETESB, IBGE, endereços eletrônicos de notícias, Agência das Bacias PCJ e Comitê PCJ, Relatório do Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá.

Para apresentação dos resultados, seguiu-se as orientações dadas por São Paulo (1999) que é baseada nas faixas de classificação (0 a 100), como ilustra o Quadro 2.

Quadro 2: Classificação do indicado de salubridade ambiental (ISA) para modelo CONESAN (1999)

Nível da salubridade	Pontuação do ISA
Insalubre	0 a 25
Insalubre	0 a 25
Salubre	76 a 100
Média salubridade	51 a 75

Fonte: São Paulo, 1999

As adaptações compreendem a substituição de alguns indicadores e o procedimento de cálculo para outros indicadores. Isto foi necessário pela falta de acessibilidade de dados. Após realizado os ajustes, obteve-se o resultado do ISA para o município de Rio Claro (SP). Por fim, foi estruturada a matriz comparativa com o estudo de Sartori (2009).

RESULTADOS OBTIDOS

Este item apresenta os resultados por etapa da pesquisa.

Adaptações metodológicas para obtenção dos indicadores

A formulação do modelo original não foi alterada, apenas alguns indicadores e alguns métodos de cálculo. Os Quadros 3 a 6 apresentam os indicadores com ajuste metodológico.

Quadro 3: Descrição do ajuste metodológico para o Indicador de Abastecimento de água (Iab)

Indicador (3ª ordem)	Parâmetro ajustado	Descrição do ajuste
Iqa – Qualidade da água distribuída	NAA	O “número de amostras consideradas como sendo de água potável (NAA)” foi adotado como: resultados sobre a qualidade da água que não se encontraram fora do padrão.
I _{sa} – Saturação dos Sistemas Produtores	t	A “Taxa anual de crescimento para os próximos 5 anos (t)”, presente em 3 indicadores (2ª ordem), foi obtida considerando um crescimento aritmético da população estudada. Ou seja, tendo a população do ano de 2000 e do ano de 2010, foi possível obter a taxa de crescimento da população a cada ano e estimá-la para o ano de 2025.
I _{sa} – Saturação dos Sistemas Produtores	Coeficiente de perdas	Sendo K1 o coeficiente de perdas atual e K2 o coeficiente de perdas previsto para 5 anos, o “Coeficientes de perdas (K2/K1)”, foi adotado com o valor 1. Por conta de Rio Claro ter um Sistema de Abastecimento de Água gerido por uma empresa privada (BRK Ambiental) e também por conta de o município apresentar uma melhora no índice de perdas na distribuição nos três últimos anos, apresentando uma previsão positiva, adotou-se um índice de perdas previsto para 5 anos (K2) no mínimo igual ao atual. Assim, tem-se o fator 1 que contribui positivamente para a avaliação final.

Fonte: Autores, 2020.

Quadro 4: Descrição do ajuste metodológico para o Indicador de Recursos Sólidos (Irs)

Indicador (3ª ordem)	Parâmetro ajustado	Descrição do ajuste
Irs - Saturação do Tratamento e Disposição Final	CA	A “Capacidade restante do aterro (CA)” teve de ser calculada da seguinte forma: inicialmente, a taxa de geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) gerados por dia foi extrapolada de modo anual até o ano de 2050, estimando-se que um aterro funciona por 30 anos (tempo estimado pelo pesquisador, pois a informação não foi encontrada). Para isso, considerou-se a taxa de crescimento anual da população entre 2000 e 2010, a quantidade de RSU gerados diariamente, bem como a taxa de compactação e cerca de 20 a 30% a mais devido ao volume do material e solo inserido no aterro sanitário. Então, a CA foi calculada pela soma da capacidade anual dos próximos 30 anos.
Irs - Saturação do Tratamento e Disposição Final	VL	O “Volume coletado de resíduos anual (VL)” também teve de ser calculado. Por meio da divisão da “Capacidade restante do aterro (CA)” por 30, identificou-se o volume anual de resíduos coletados.

Fonte: Autores, 2020.

Quadro 5: Descrição do ajuste metodológico para o Indicador de Recursos Hídricos (Irh)

Indicador (3ª ordem)	Parâmetro ajustado	Descrição do ajuste
Idm - Disponibilidade dos Mananciais	Dem	A “Demanda futura de 10 anos (Dem)”, foi considerada como sendo a “Demanda Total” com um acréscimo de 15%. Ou seja, de acordo com o aumento do consumo de água e o provável crescimento na demanda futura, a demanda futura dos próximos 10 anos foi calculada como “Demanda Total * 1,15”.
Idm - Disponibilidade dos Mananciais	Disp	A “Disponibilidade de água (Disp)” foi calculada por meio da vazão média disponível por habitante no período de 1 ano. Para isso, estimou-se a vazão disponível do município tendo em vista a população deste. Ou seja, foi possível obter a disponibilidade de água no período de 1 ano por meio da multiplicação da disponibilidade per capita pela população.

Fonte: Autores, 2020.

Quadro 6: Descrição do ajuste metodológico para o Indicador Socioeconômico (Ise)

Indicador (3ª ordem)	Parâmetro ajustado	Descrição do ajuste
Ise Socioeconômico	Ise	O dado obtido representante do “Indicador Socioeconômico (Ise)” foi o “Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)”. O IDH é composto a partir de dados que contemplam 3 quesitos principais: saúde, educação e renda (Atlas do Desenvolvimento Humano, 2013). Então, é possível estabelecer uma relação entre o IDH e o Ise, proposto pelo CONESAN (1999), sendo que ambos indicam as mesmas categorias de informação.

Fonte: Autores, 2020.

Diagnóstico das condições sanitárias e ambientais de Rio Claro (SP)

Este item compreende o resultado dos indicadores de 3ª ordem (Tabela 1), devidamente identificados (por cor) pelo eixo temático.

Tabela 1: Parâmetros de entrada ajustados para cálculo do ISA em Rio Claro (SP) no período 2019-2020

2ª ordem	Indicadores de 3ª ordem										
Indicadores lab	Ica	Iqa				Isa					
	Ica (%)	Amostras obrigatórias (un/a)	Resultados fora do padrão	Amostras analisadas (un/a)	Iqa	VP (10 ³ m ³ /a)	CP (10 ³ m ³ /a)	t (%)	K2/K1	n	Isa
	100	24.620	884	42.220	80	20.712	29.455	0,85	1	42	100
Indicadores Ice	Ice	Ite				Ise					
	Ice	Índice de coleta	Volume tratado (10 ³ m ³ /a)	Volume coletado (10 ³ m ³ /a)	Ite	Volume coletado (10 ³ m ³ /a)	Capacidade de tratamento (10 ³ m ³ /a)	t (%)	n	Ise	
	100	100	15.800	17.174	100	17.174	15.800	0,85	0	0	
Indicadores Irs	Icr	Iqr				Isr					
	Icr	IQR		Iqr		Volume coletado (ton/a)	Capacidade restante do aterro (ton)	t (%)	n	Isr	
	100	8,3		100		94.676	2.840.294	0,85	27	100	
Indicadores Icv	Ivd			Ive			Ivl				
	Casos		Ivd	Casos		Ive	Inundações	Casos		Ivl	
	1.100		25	0		100	41	1		0	
Indicadores Irh	Iqb	Idm				Ifi					
	Iqb	Disponibilidade (m ³ /s)		Demanda (m ³ /s)		Idm	Resultados fora do padrão		Amostras analisadas (un/a)	Ifi	
	0	6,50		0,69		100	884		42.220	80	
Indicadores Ise	IDH					Ise					
	0,803					80,3					

Fonte: Autores, 2020.

Tendo em vista o **Indicador de Abastecimento de Água (Iab)**, os resultados finais para Ica e Isa atingiram nota máxima (100). Isto mostra que todos os domicílios urbanos possuem abastecimento de água e o sistema é capaz de produzir mais água do que o necessário, mostrando que não está saturado devido à capacidade de produção (CP) ser maior que o volume de água produzido (VP), mesmo levando em consideração a taxa de crescimento (t) e o valor 1 para o coeficiente (K2/K1). O Iqa apresentou situação ótima, sendo que as análises das amostras apresentaram bons resultados.

O **Indicador de Esgoto Sanitário (Ies)** apresenta o Ice e o Ite com avaliação máxima (100), apontando que todos os domicílios urbanos são atendidos por redes de esgoto e que o município trata um bom percentual de todo esgoto coletado. Quanto ao Ise, não foi obtido resultado satisfatório por conta de tratar 92% do esgoto coletado e a capacidade da ETE estar saturada.

Em relação ao **Indicador de Resíduos Sólidos (Irs)**, nota-se que, tendo o Icr e o Iqr notas máximas, todos os domicílios urbanos são atendidos por coleta de resíduos sólidos e existe situação positiva da disposição final destes resíduos. O Isr ilustra que as instalações são suficientes.

Quanto ao **Indicador de Controle de Vetores (Icv)**, Rio Claro apresentou casos de dengue nos últimos 5 anos. Por conta de não existirem dados que descrevam o tipo da dengue, foram considerados todos os casos como dengue do tipo clássica.

Rio Claro, em 2018, apresentou casos de leptospirose e casos de enxurradas, alagamentos e inundações nos últimos 5 anos, contribuindo com a baixa avaliação no Ivl. Dessa forma, existe a necessidade de programas preventivos para redução e eliminação dos vetores das doenças, sendo estes o mosquito da dengue e roedores. Além disto, é fundamental a elaboração de políticas públicas para reduzir os casos de enchentes e, assim, evitar danos à saúde coletiva com doenças de pele por água contaminada.

Conforme observado pelo Ive, não foi encontrado caso de Esquistossomose, mostrando uma situação positiva quanto à doença.

Analisando o **Indicador de Recursos Hídricos (Irh)**, atribuiu-se nota zero, conforme CONESAN (1999), para o primeiro indicador Iqb por conta de dados insuficientes sobre a situação dos poços do município, sendo adotado a existência de poços com risco de contaminação.

Quanto ao Idm, tem-se que a demanda (Dem) de Rio Claro é menor que a disponibilidade (Disp), proporcionando nota máxima e concluindo que não há extrapolação do uso da água em relação a disponibilidade oferecida pelos mananciais.

Tendo em vista o último indicador Ifi, o ideal seria analisar a qualidade da água partindo de fontes alternativas, como bicas, fontes, poços. Contudo, os resultados de amostras realizadas disponíveis não tratam necessariamente de fontes alternativas, tendo sido adotado os mesmos dados do Indicador de Qualidade da Água Distribuída (Iqa) para o Ifi, acarretando também nos mesmos resultados.

Por fim, o **Indicador Socioeconômico (Ise)** apresentou índice muito alto, apontando boa avaliação em quesitos gerais como saúde, conhecimento e padrão de vida (Série Atlas do Desenvolvimento Humano, 2013).

A Tabela 2 resume os resultados dos 6 eixos temáticos, propostos pelo modelo CONESAN (1999) ajustado, para o município de Rio Claro em 2020.

Tabela 2: Avaliação da salubridade ambiental para Rio Claro (SP) em 2020

Indicadores (2ª ordem)						ISA (1ª ordem)
Iab	Ies	Irs	Icv	Irh	Ise	
93,30	66,70	100,00	31,25	60,00	80,30	78,14

Fonte: Autores, 2020.

O município de Rio Claro atingiu nota, aproximadamente, igual a 78.2, sendo classificada como salubre, de acordo com a metodologia de CONESAN (1999).

Dos três indicadores mais relevantes de acordo com a Equação 1 (Iab, Ies e Irs), a pontuação final foi mais prejudicada pelo Ies. Isto ocorreu pelo tratamento de esgoto sanitário não contemplar a totalidade gerada na cidade, contribuindo para avaliação significativamente baixa do Ies.

Quanto ao Icv e Irh, o município teve baixas pontuações principalmente em relação ao controle de vetores. Mesmo com poucos casos de dengue e leptospirose, de acordo com a pontuação do modelo CONESAN (1999), o resultado do ISA foi prejudicado.

Os indicadores de 2ª ordem em situação excelente foram lab, Irs, Ise. Outros que podem ser melhorados são Ies, Icv e Irh, os quais contribuíram com impacto ligeiramente negativo à salubridade local.

Análise das limitações do método original

O Manual Básico do ISA, proposto pelo CONESAN (1999), permite realizar alterações de indicadores e dos pesos, deixando ao gestor/pesquisador tomar esta decisão. Isto dificulta a comparação de municípios na mesma bacia hidrográfica. Neste caso, o pesquisador precisa avaliar os indicadores mais apropriados para que se tornem úteis em escala regional ou intermunicipal.

Dados sobre o desempenho das ações públicas, muitas vezes, não foram encontrados atualizados. Assim, manteve-se a Equação 1 do modelo CONESAN (1999) com substituição apenas para os indicadores, cujos dados básicos não foram obtidos em base digital.

Os eixos temáticos foram mantidos para não gerar distorções no modelo, podendo avaliar certas características da salubridade, sem avaliação completa da proposta original.

Alguns dados foram encontrados para anos anteriores ao período de avaliação. Estes valores foram utilizados, pois foram os mais adequados à situação.

O mesmo indicador, para algumas fontes bibliográficas, apresentou valores distintos. Nestes casos, quando possível, foram adotados indicadores da mesma instituição. No estado de São Paulo, um exemplo desta ligeira distorção foi a quantidade de resíduos sólidos urbanos em 2018 para Rio Claro. Pelo inventário da CETESB foi de 179,83 t/d e pelo SNIS, foi de 128,08 t/d.

Outra questão delicada refere-se à escala de pontuação definida pelo modelo original. Por exemplo, para o Indicador de Esgoto Sanitário (Ies), tem-se a avaliação para Saturação do Tratamento (Ise) com nota zero, mesmo Rio Claro tendo 92% do esgoto tratado. Esta é a mesma nota para qualquer cidade que não possui tratamento. Assim, o modelo não é, nitidamente, equânime.

Caso similar ocorre com o Indicador de Controle de Vetores (Icv). O modelo prevê apenas duas situações: ausência total (nota 100) ou ocorrência de, pelo menos, um caso ou mais (nota 0). Assim, cenários que os casos são elevados possuem a mesma nota para cidades com poucos registros. A escala merece ser revista para todos indicadores.

Comparação de resultados com estudos anteriores

O estudo de Sartori (2009) contemplou dados que se adequassem às particularidades do município de Rio Claro e que possuíssem 5 anos de coleta ininterruptos. Assim, seu estudo foi integrado por 4 componentes, totalizando 6 subindicadores do ISA.

Os presentes pesquisadores mantiveram a proporcionalidade com 6 eixos temáticos e 16 subindicadores da proposta original. Os parâmetros de entrada utilizados são os mais recentes. A matriz comparativa apresenta-se na Tabela 3.

Tabela 3: Matriz comparativa para avaliação da salubridade ambiental de Rio Claro em 2009 e 2020.

Indicador	Pesos adotados		Resultados por eixo temático	
	Presentes autores (2020)	Sartori (2009)	Presentes autores (2020)	Sartori (2009) *
lab	0,250	0,2941	93,30	83,85
les	0,250	0,2941	66,70	83,85
lrs	0,250	0,2941	100,00	100,00
lcv	0,100	0,1177	31,25	83,06
lrh	0,100	0	60,00	--
lse	0,050	0	80,30	--
Escala			Municipal	Bairro
ISA final			78,14	88,51

* Calculado pela média aritmética dos bairros de Rio Claro, a partir do estudo de Sartori (2009).
Fonte: Autores, 2020 e Sartori (2009).

Os métodos apresentados possuem abordagens distintas. Cabe observar que os indicadores sobre recursos hídricos e aspectos socioeconômicos não foram considerados no modelo de Sartori (2009), cuja análise foi realizada em 120 bairros de Rio Claro com visita técnica a um destes, e a presente pesquisa foi aplicada em escala municipal com dados de diversas instituições públicas.

Como a escala de abrangência dos estudos é distinta, não é possível tecer comparações quanto à salubridade entre 2009 e 2020. No entanto, os bairros analisados por Sartori (2009) apresentaram ISA mais elevado quando comparado ao município em 2020, pois os indicadores são os mesmos.

No período analisado, houve aumento da população e da geração de esgoto sanitário, o que pode ter contribuído para a queda da capacidade de tratamento no município (66,70). A mesma queda pode ter ocorrido com o indicador para doenças (31,25), as quais não foram identificadas nos bairros em 2009 e, foram registradas no município em 2020.

CONCLUSÃO

Não há método consolidado para avaliação da salubridade ambiental. O modelo proposto por CONESAN (1999) apresenta-se como norteador ao tema e necessita de aprimoramento a cada localidade, especialmente aos pesos e indicadores.

A salubridade torna-se amplamente analisada com o uso de indicadores considerando os eixos temáticos propostos. Por isto, a presente pesquisa realizou ajustes com base em pesquisas anteriores e os grupos de indicadores.

Estudos futuros podem avaliar a concepção mais apropriada ao modelo matemático, visando a análise de desempenho dos serviços públicos. Desta forma, pode-se tornar instrumento útil ao planejamento de recursos hídricos, uso e ocupação do solo, gestão pública do saneamento e saúde ambiental.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e a bolsa PIBIC de iniciação científica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **Lei Federal nº 11445, de 5 de fevereiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 jan. 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/2007/lei/11445.htm>. Acesso em: 12 abril 2019.

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. 5ª edição. Brasília: Funasa, 2019. 545 p.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Painel de Informações sobre saneamento 2018**. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/painel-setor-saneamento>>. Acesso: 08 maio 2020.

NIRAZAWA, A.N.; OLIVEIRA, S.V.W.B. Indicadores de saneamento: uma análise de variáveis para elaboração de indicadores municipais. p.753-776. **Revista de Administração Pública**, v.52, n4, jul-ago, 2018.

OECD – *Organization for Economic Cooperation and Development*. **OECD core set of indicators for environmental performance reviews: a synthesis report by Group of the State of the Environmental**. Paris: OECD, 1993. Disponível em: <www.oecd.org>. Acesso em: 02 outubro 2018.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. **Constituição da Organização Mundial da Saúde**. Documentos básicos, suplemento da 45ª edição, outubro de 2006. Disponível em espanhol em: <https://www.who.int/governance/eb/who_constitution_sp.pdf>. Acesso em: 10 maio 2020.

PORTAL SIGRH – Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. **Apresentação**. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/cbhti/apresentacao>>. Acesso em: 10 maio 2020.

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <<http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/sustainable-development-goals.html>>. Acesso em: 23 maio 2019.

PNUD; IPEA; FJP. **Atlas de desenvolvimento humano no Brasil**. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/o_atlas/idhm/>. Acesso em: 05 maio 2020.

SÃO PAULO. Conselho Estadual de Saneamento (CONESAN). **ISA: Indicador de Salubridade Ambiental - Manual Básico**. São Paulo: CONESAN, 1999. 35p.

SARTORI, A.G.O. **Aplicação do Indicador de Salubridade Ambiental - ISA no município de Rio Claro**. Monografia de graduação de curso. Universidade Estadual Paulista Rio Claro: 2009. 101p.

SCOPE - *Scientific Committee On Problems of the Environment*. MOLDAN, B.; BILLHARZ, S. (orgs) **Indicadores de Sustentabilidade: Relatório do projeto sobre Indicadores para o Desenvolvimento Sustentável**. Wiley, UK, 1997.

SPERLING, T.L. Von; SPERLING, M. Proposição de um sistema de indicadores de desempenho para avaliação da qualidade dos serviços de esgotamento sanitário. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. Rio de Janeiro, v. 18, n. 4, p.313-322, 2013.

TINOCO, J.E.P.; KRAMER, M.E.P. **Contabilidade e gestão ambiental**. São Paulo: Atlas, 2004. 295p.

TEIXEIRA, D.A.; PRADO FILHO, J.F.; SANTIAGO, A.S. Indicador de Salubridade Ambiental: variações da formulação e usos do indicador no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.23, n.3, p.543-545, 2018. Disponível em: <<https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/10760>>. Acesso em: 05 abril 2019.

VENTURA, K.S. Avaliação do gerenciamento de resíduos de serviços de saúde por meio de indicadores de desempenho. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.15, n.2, p.167-176, 2010.

XAVIER, A. P. M.; ALMEIDA, P. P. **O Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) como ferramenta de avaliação do saneamento dos municípios goianos**. Trabalho de conclusão de curso. Goiânia (GO): UFG, 2018. 91p.