

**Análise dos Casos de Covid-19 e a Salubridade Ambiental para 14  
Municípios das UGRHs Baixo Pardo/Grande e Pardo**

**Danilo Rezende**

Doutorando, PPGEU/UFSCar, Brasil  
danilorezende@estudante.ufscar.br

**Maria Eugênia Gonzalez Alvares**

Doutoranda, PPGEU/UFSCar, Brasil  
geninha.alvares@gmail.com

**Katia Sakihama Ventura**

Professora Doutora, PPGEU/UFSCar, Brasil  
katiasv@ufscar.br

## RESUMO

Protocolos de segurança surgiram para minimizar a propagação da Covid-19 e estão vigentes após 20 meses da doença existir no Brasil. A ocorrência do SARS-CoV2 pode ser analisada pelo Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) local. O objetivo deste trabalho foi analisar a taxa de letalidade pela Covid-19 em relação às condições ambientais e sanitárias em 14 municípios do estado de São Paulo, localizados nas UGRHs Baixo Pardo/Grande e Pardo. Os dados de covid-19 (total de casos e óbitos) foram obtidos pelo Seade (2021) e as pesquisas de Rezende (2021) e Alvares (2021) forneceram os parâmetros do ISA. Os municípios foram agrupados por densidade demográfica e selecionou-se aqueles com até 50 mil habitantes. A taxa de letalidade foi obtida pela razão do número de óbitos pelos casos acumulados de Covid-19. Dos 14 municípios selecionados, 57,1% atenderam a hipótese da pesquisa (municípios com maior ISA possuem taxa de letalidade à covid-19 inferior à média nacional) e sete deles estão abaixo de 20 mil habitantes com taxas de letalidade inferiores a 2,4%. Estudos a partir de dados de Covid-19, parâmetros socioambientais (escolaridade, renda, faixa etária) e de condições de vulnerabilidade social podem contribuir para melhor interpretação da salubridade ambiental na pandemia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Covid-19. Salubridade Ambiental. Indicador.

## 1 INTRODUÇÃO

A Covid-19 é uma doença causada pelo SARS-CoV-2, transmitida principalmente por secreção nasal e gotículas expelidas por pessoas infectadas. A maioria das pessoas que se infectam podem ter sintomas gripais leves a moderados, sendo recuperadas sem a necessidade de tratamentos especiais. Contudo, pessoas idosas e com comorbidades preexistentes, como doenças cardiovasculares, diabetes, doenças respiratórias crônicas, câncer, dentre outras, estão mais suscetíveis a desenvolver sintomas graves, quando infectadas pelo vírus (OMS, 2021).

A higienização das mãos e de objetos é, dentre outras, uma das principais recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS) para evitar a propagação do vírus (OMS, 2021). Neste sentido, a garantia de água potável e condições sanitárias adequadas para a higiene das mãos é de fundamental importância para a prevenção da transmissão da Covid-19 (RUTERE *et al.*, 2020).

A importância do saneamento básico e condições ambientais como fatores relevantes para evitar a transmissão do coronavírus foi destacada por Odih *et al.* (2020); Gonzaga e Alves (2020); Scherchan *et al.* (2020); Mangla, Pathak e Sahoo (2020), e Silva *et al.* (2020).

A Lei Federal nº 11.445/2007 define o saneamento básico como o conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais (BRASIL, 2007).

Neste aspecto, 92,8% da população urbana brasileira tem acesso à água, 60,9% tem acesso à coleta de esgotos, 98,8% tem acesso à coleta domiciliar de resíduos sólidos urbanos. Com relação às águas pluviais, 79,4% dos municípios brasileiros possui algum tipo de sistema de drenagem (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 2021).

A salubridade ambiental, por sua vez, corresponde à qualidade ambiental capaz de prevenir ou impedir a disseminação de doenças veiculadas pelo meio ambiente, melhorando as condições mesológicas que propiciam a saúde da população urbana e rural (PIZA, 2000).

Neste âmbito, é essencial estabelecer a relação entre os casos de Covid-19 às condições sanitárias e ambientais dos municípios.

### 1.1 Saneamento, Meio Ambiente e Coronavírus

Áreas onde há deficiência ou inexistência de sistemas de abastecimento de água ou esgotamento sanitário estão mais suscetíveis à contaminação pelo vírus, principalmente em locais de elevada densidade populacional (ODIH *et al.*, 2020). A transmissão do SARS-CoV-2 pela água, em especial em águas residuárias, é uma preocupação real e requer atenção de novas pesquisas, principalmente em se tratando de regiões de clima frio (CARDUCCI *et al.*, 2020).

Não há comprovações científicas sobre a contaminação via oral-fecal do vírus, contudo é um fator que não pode ser descartado. O lançamento de esgoto bruto nos corpos hídricos causa impactos à qualidade dos mananciais e viabiliza a transmissão indireta do vírus, devido ao contato de indivíduos com a água contaminada (GONZAGA e ALVES, 2020).

Águas residuárias contaminadas pelo SARS-CoV-2, que venham a entrar em contato com águas limpas ou mesmo com águas utilizadas para o abastecimento público, trazem riscos às populações que venham a utilizá-las (PURNAMA e SUSANNA, 2020).

Na América do Norte, o primeiro estudo para se detectar a presença do RNA do SARS-CoV-2 em águas residuárias foi o de Scherchan *et al.* (2020), desenvolvido em Louisiana, Estados Unidos da América. Na pesquisa, foram coletadas amostras de água em 4 ocasiões no período de janeiro a abril de 2020. Do total de 15 amostras, 2 delas apresentaram o RNA do SARS-CoV-2.

Estudos foram desenvolvidos para avaliar a relação do esgoto sanitário e abastecimento de água com a presença do SARS-Cov2, como Silva *et al.* (2020) e Mangla, Pathak e Sahoo (2020).

Silva *et al.* (2020) estudaram os índices de saneamento básico e casos de Covid-19 nos municípios brasileiros. Eles identificaram que o índice de cobertura de abastecimento de água e índice de coliformes fecais obtidos fora do padrão na água fornecida exercem influência direta na propagação da Covid-19. Com relação ao esgotamento sanitário, os municípios com menores índices de coleta e tratamento de esgotos tiveram maior incidência de mortalidade pela Covid-19.

Mangla, Pathak e Sahoo (2020) pesquisaram a relação entre indicadores ambientais (poluentes do ar e parâmetros meteorológicos de temperatura, umidade, velocidade do vento e chuvas) com a Covid-19, em Delhi, na Índia. Os indicadores que apresentaram resultados incompatíveis foram i) a temperatura que influenciou diretamente a propagação do vírus e, por outro lado, ii) a umidade do ar que estabeleceu efeitos adversos à saúde e favoreceu a contaminação viral. Assim, os indicadores ambientais dependem das condições salubres do ambiente, o que destaca importância de pesquisas que relacionam os fatores ambientais com a Covid-19.

### 1.2 Indicador de Salubridade Ambiental

Em 1999, o Conselho Estadual de Saneamento (CONESAN) do Estado de São Paulo desenvolveu o Indicador de Salubridade Ambiental (ISA), cujo objetivo é mensurar as condições de sanitárias e ambientais de municípios, locais ou regiões (PIZA, 2000). Este indicador contribui com as recomendações da Lei Federal nº 11.445/2007, a qual determina a identificação das

causas de infraestrutura por indicadores sanitários, epidemiológicos, ambientais e socioeconômicos que apontem as causas das deficiências detectadas (BRASIL, 2007).

O ISA é denominado indicador primário, formado pelos indicadores secundários lab, les, lrs, lcv, lrh e lse (Figura 1), os quais são compostos por outros indicadores, denominados indicadores terciários.

Figura 1: Composição do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA).



Fonte: Organizado pelos autores, com base em PIZA (2000).

O cálculo do ISA é realizado pela Equação 1, sendo possível realizar adaptações ao método.

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

Sendo:

- lab = Indicador de abastecimento de água
- les = Indicador de esgotos sanitários
- lrs = Indicador de resíduos sólidos
- lcv = Indicador de controle de vetores
- lrh = Indicador de riscos de recursos hídricos
- lse = Indicador socioeconômico

Os indicadores secundários e terciários são calculados conforme Quadro 1.

**Quadro 1: Cálculo dos indicadores secundários e terciários**

Indicador Secundário e Método de Cálculo	Cálculo do Indicador Terciário e Método de Cálculo
Iab = indicador de abastecimento de água  Iab = (Ica + Iqa + Isa) / 3	Ica = Indicador de cobertura de abastecimento Ica = (Dua/Dut) x 100(%)
	Iqa = Indicador de qualidade da água distribuída Iqa = K x (Naa/Nar) x 100(%)
	Isa = Indicador de saturação do sistema produtor Isa: n = log {CP/[VP.(K2/K1)]} Log (1 + t)
Ies = indicador de esgotamento sanitário  Ies = (Ice + Ite + Ise) / 3	Ice = Indicador de cobertura em coleta em esgoto Ice = (Due/Dut) x 100(%)
	Ite = Indicador de esgotos tratados Ite = Ice x (VT/VC) x 100(%)
	Ise = Indicador de saturação do tratamento Ise: n = [log (CT/VC)] / [log (1 + t)]
Irs = Indicador de resíduos sólidos  Irs = (Icr + Iqr + Isr) / 3	Icr = Indicador de coleta de resíduos Icr = (Duc/Dut) x 100(%)
	Iqr = indicador de tratamento e disposição final de resíduos sólidos Iqr = em função da pontuação dada pela CETESB
	Isr = Indicador de saturação do tratamento e disposição final dos resíduos sólidos Isr: n = log {[CA x t/VL) + 1 log (1 + t)
Icv = Indicador de controle de vetores  Icv = {[Ivd + Ive] / 2} + Ivl / 2	Ivd = indicador de dengue Ivd = em função dos dados de ocorrência da doença
	Ive = indicador de esquistossomose Ive = em função dos dados de ocorrência da doença
	Ivl = indicador de leptospirose Ivl = em função dos dados de ocorrência da doença e enchente
Irh = Indicador de riscos de recursos hídricos  Irh = (Iqb + Idm + Ifi) / 3	Iqb = Indicador de qualidade da água bruta
	Idm = indicador de disponibilidade dos mananciais Idm = Disp / Dem
	Ifi = indicador de fontes isoladas Ifi = (Naa / Nar) x 100
Ise = Indicador socioeconômico  Ise = (Isp + Irf + Ied) / 3	Isp = indicador de saúde pública vinculada ao saneamento Isp = 0,7 x Imh + 0,3 x Imr
	Irf = indicador de renda Irf = 0,7 I2s + 0,3 Irm
	Ied = indicador de educação Ied = 0,6 Ine + 0,4 Iel

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; K2: perda prevista para 5 anos; K1: perda atual; t: taxa de crescimento anual média de crescimento; Due: domicílios urbanos atendidos por coleta; Ice = índice de esgotos coletados; VC: volume coletado; VT= volume tratado; CT = capacidade de tratamento; Duc: domicílios urbanos atendidos por coleta de resíduos sólidos; Dut: domicílios urbanos totais; Iqr: índice de qualidade de aterros de resíduos sólidos domiciliares – CETESB; VL: volume coletado de resíduos sólidos; CA: capacidade restante do aterro; Disp: disponibilidade, água em condições de tratabilidade para abastecimento; Dem = demanda; 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; Iel: indicador de escolaridade até o 1º grau.

Fonte: PIZA, 2000.

O método contempla 18 indicadores, os quais estão organizados nos principais eixos temáticos (Figura 1), cuja classe varia em elevada salubridade (100,00 a 75,51), média salubridade (75,50 a 50,51), baixa salubridade (50,50 a 25,51) e condições insalubres (25,50 a 0,00), conforme Piza (2000).

Teixeira, Prado Filho e Santiago (2018) realizaram um estudo para analisar o Estado da Arte das pesquisas com o ISA no Brasil. No período de 1999 a 2016, foram identificados 60 estudos neste tema.

## 2 OBJETIVO

O principal objetivo foi analisar a relação da incidência de Covid-19 com a salubridade ambiental nos municípios inseridos na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 12 – Baixo Pardo/Grande e na porção noroeste da UGRHI 4 – Pardo.

## 3 METODOLOGIA

A metodologia da pesquisa foi organizada em Etapas (Quadro 2).

**Quadro 2: Etapas desenvolvidas para esta pesquisa**

Etapa	Descrição	Objetivo
Etapa 1	Seleção de municípios	Apresentar critérios de seleção dos municípios
Etapa 2	Avaliação da Salubridade Ambiental	Ilustrar a salubridade ambiental com os indicadores de abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos urbanos, controle de vetores, riscos de recursos hídricos, socioeconômicos e salubridade ambiental
Etapa 3	Identificação de casos de Covid-19 nos municípios selecionados	Obter dados sobre Covid-19
Etapa 4	Análise integradas dos casos de Covid-19 com a salubridade ambiental dos municípios	Associar os casos de Covid-19 com o Indicador de Salubridade Ambiental (ISA)

Fonte: Autoria própria.

*Etapas 1 e 2:* Alvares (2021) e Rezende (2021) subsidiaram, respectivamente, o levantamento de dados para os municípios da bacia do Baixo Pardo/Grande e da porção noroeste da bacia do Pardo (Quadro 3).

**Quadro 3: Municípios contemplados no presente estudo**

Bacia	Municípios					
Baixo Pardo / Grande (UGRHI 12)	Altair	Barretos	Bebedouro	Colina	Colômbia	Guaraci
	Icém	Jaborandi	Morro Agudo	Orlândia	Terra Roxa	Viradouro
Pardo (UGRHI 4)	Altinópolis	Brodowski	Cravinhos	Jardinópolis	Ribeirão Preto	Serrana

Fonte: Autoria própria.

*Etapa 3:* Para a busca de dados sobre Covid-19, considerou-se a base de dados SEADE (2021) como a fonte de referência para todos os municípios. O período de coleta de dados da doença foi entre 07/02/2020 e 06/02/2021.

*Etapa 4:* Os casos acumulados da doença foram organizados em planilha eletrônica, juntamente com os indicadores da Etapa 1. Devido à discrepância entre o número de habitantes, foi necessário agrupar os municípios por faixa de população (Tabela 1). Os municípios com mais de 50 mil habitantes não foram inseridos nesta análise, pois priorizou-se municípios de pequeno porte (< 50 mil habitantes). Assim, dos 18 municípios apontados no Quadro 3, foram selecionados 14 para esta pesquisa.

**Tabela 1: Agrupamento dos municípios por faixa populacional**

Grupo	Faixa Populacional (hab)	Municípios				
I	$0 < p \leq 10.000$	Altair	Colômbia	Jaborandi	Icém	Terra Roxa
II	$10.000 < p \leq 20.000$	Altinópolis	Colina	Guaraci	Viradouro	---
III	$30.000 < p \leq 40.000$	Cravinhos	M. Agudo	---	---	---
IV	$40.000 < p \leq 50.000$	Jardinópolis	Orlândia	Serrana	---	---

Fonte: Autoria própria.

A principal hipótese desta pesquisa foi “municípios com média e elevada salubridade ambiental apresentam taxa de letalidade à Covid-19 menor que a média nacional”, considerando que as condições ambientais são fatores relevantes na propagação da doença, conforme apontado por Odih *et al.* (2020); Gonzaga e Alves (2020); Scherchan *et al.* (2020); Mangla, Pathak e Sahoo (2020), e Silva *et al.* (2020).

## 4 RESULTADOS

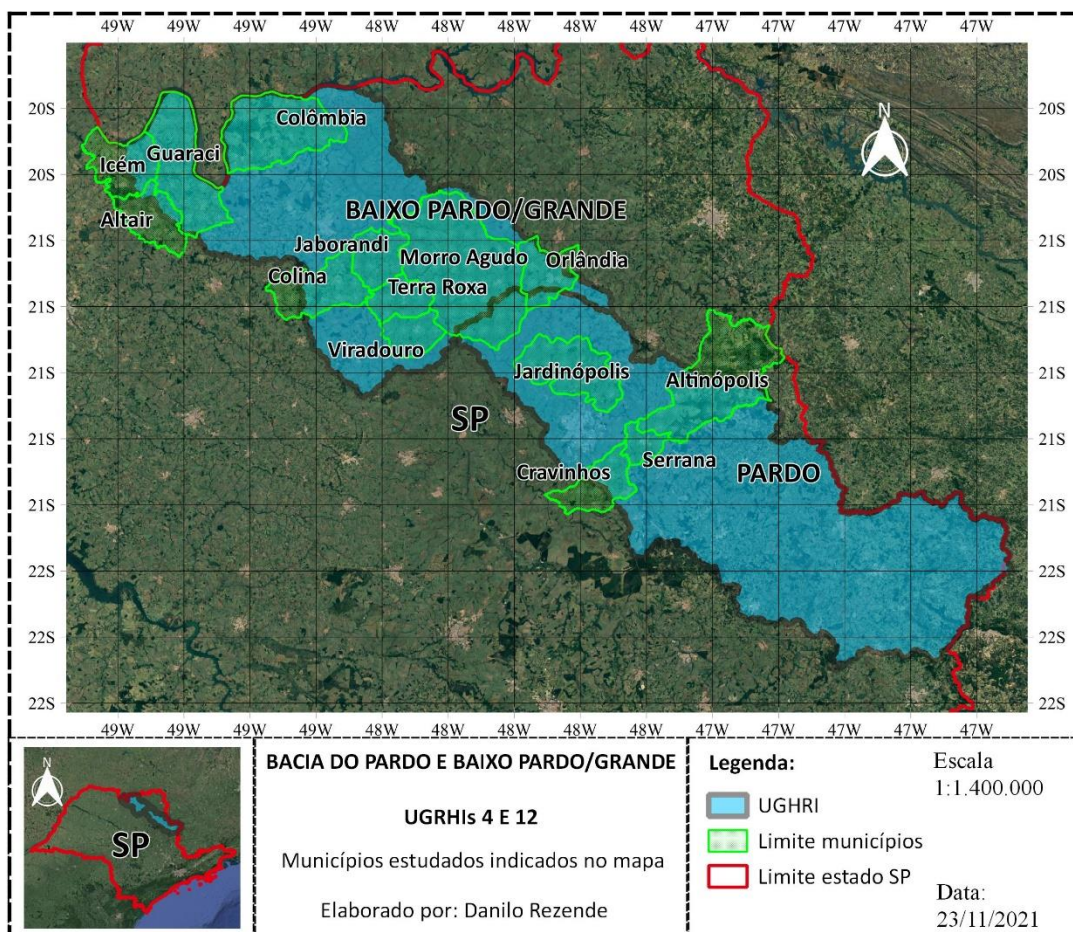
Os resultados são apresentados por etapa metodológica (itens 4.1 a 4.3).

### 4.1 Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) por Município Selecionado

A caracterização dos municípios encontra-se detalhada nas pesquisas de Alvares (2021) e Rezende (2021) e suas delimitações e localizações em relação às UGRHIs são apresentadas na Figura 2. A ordem dos municípios foi organizada segundo o porte populacional (Tabela 1). Observa-se que não constam os municípios de Barretos, Bebedouro, Brodowski e Ribeirão Preto (Tabela 2), conforme critérios definidos na metodologia.



Figura 2: Delimitações dos municípios e localizações em relação às UGRHIs



Fonte: Autoria própria.

Tabela 2: População, Área e Indicador de Salubridade Ambiental por Município

Município	Pop. (hab) <sup>1</sup>	Área (km <sup>2</sup> ) <sup>1</sup>	DD (hab /km <sup>2</sup> ) <sup>2</sup>	Iab	Ies	Irs	Icv	Irh	Ise	Idu	ISA
1-Altair	4.036	313,01	12,89	66,67	98,64	100,00	81,25	50,00	58,96	-	82,40
2-Colômbia	6.046	728,65	8,30	66,67	98,99	83,33	81,25	50,00	49,78	-	77,86
3-Jaborandi	6.677	273,44	24,42	62,42	100,00	83,33	81,25	50,00	64,62	-	77,79
4-Icém	8.032	362,36	22,17	66,67	91,43	66,67	81,25	50,00	44,67	-	71,55
5-Terra Roxa	9.121	221,54	41,17	62,28	100,00	66,67	81,25	50,00	48,37	-	72,78
6-Guaraci	10.978	641,50	17,11	64,07	85,22	83,33	81,25	50,00	57,44	-	74,15
7-Altinópolis	16.184	928,96	16,74	60,66	66,67	100,00	81,25	100,00	50,67	36,00	72,76
8-Colina	17.603	422,30	41,68	64,81	66,67	66,67	81,25	50,00	49,65	-	65,15
9-Viradouro	18.347	217,73	84,26	65,81	54,97	66,67	81,25	50,00	55,15	-	62,75
10-M. Agudo	32.332	1.388,13	23,29	64,07	85,22	83,33	81,25	50,00	57,44	-	72,40
11-Cravinhos	35.292	311,42	110,55	68,45	66,67	75,00	18,75	100,00	52,00	5,00	60,42
12-Orlândia	42.266	291,77	144,86	66,62	92,42	100,00	81,25	50,00	43,43	-	80,06
13-Jardinópolis	44.380	501,87	86,19	69,58	33,33	75,00	43,75	50,00	57,67	0,30	51,35
14-Serrana	45.107	126,05	352,51	44,19	33,33	75,00	43,75	100,00	53,33	17,20	51,48

<sup>(1)</sup> Habitantes. <sup>(2)</sup> Densidade Demográfica (habitantes por km<sup>2</sup>) obtida por SEADE (2021).

Definições:

**Iab:** Indicador de abastecimento de água; **Ies:** Indicador de esgotos sanitários; **Irs:** Indicador de resíduos sólidos; **Icv:** Indicador de controle de vetores; **Irh:** Indicador de riscos de recursos hídricos; **Ise:** Indicador socioeconômico; **Idu:** Indicador de drenagem urbana.



**Condições de salubridade** (classe/pontuação): **Elevada salubridade** (100,00 a 75,51), **média salubridade** (75,50 a 50,51), **baixa salubridade** (50,50 a 25,51) e **condições insalubres** (25,50 a 0,00), conforme Piza (2000).

Fonte: Organizado pelos autores com base em Alvares (2021), Rezende (2021) e SEADE (2021).

Rezende (2021) propôs alterações no método de Piza (2000), incluindo substituições de indicadores e alterações na Equação 1 (item 1). Alvares (2021), por sua vez, realizou outras adaptações, distintas de Rezende (2021). Os resultados do Tabela 2 foram analisados somente com os casos de Covid-19 por município, a partir da hipótese estabelecida na metodologia.

## 4.2 Ocorrências de Casos de Covid-19 nos Municípios Estudados

Os casos de Covid-19 para os 14 municípios encontram-se listados na Tabela 1. Verifica-se que a letalidade nacional foi de 2,4% em 27/2/2021 (BRASIL, 2021). Com isto, observa-se que o município de Altair é o menos populoso e possui, praticamente, 3 vezes maior a taxa de letalidade do país (2,4%). Isto identifica que a contaminação do SARS-CoV-2 em Altair é extremamente elevada para o município com 4.036 habitantes (Tabela 2).

Em proporções bem menores, tem-se o município de Cravinhos (2,6%) que possui ordem de grandeza similar à letalidade nacional (2,4%). Os demais municípios estão com taxa de letalidade inferior a 1,8% (Tabela 3).

**Tabela 3: Dados de covid-19 dos municípios selecionados entre 07/02/2020 a 06/02/2021.**

Município	Casos de Covid-19	Casos de Covid-19 por 100.000 habitantes	Óbitos por Covid-19	Letalidade (%) <sup>(1)</sup>	Letalidade Município /Letalidade Brasil <sup>(2)</sup>
Altair	57	1.670	4	7,0	2,9
Colômbia	199	4.382	2	1,0	0,4
Jaborandi	236	3.722	5	2,1	0,9
Icém	351	5.041	5	1,4	0,6
Terra Roxa	347	5.473	6	1,7	0,7
Guaraci	395	3.872	8	2,0	0,8
Altinópolis	429	3.006	11	2,6	1,1
Colina	477	2.843	18	3,8	1,6
Viradouro	754	4.234	14	1,9	0,8
Morro Agudo	1.921	6.087	28	1,5	0,6
Cravinhos	692	2.040	43	6,2	2,6
Orlândia	1.780	4.323	51	2,9	1,2
Jardinópolis	1.474	3.469	61	4,1	1,7
Serrana	1.637	3.705	52	3,2	1,3

<sup>(1)</sup> Letalidade local é a razão entre número de óbitos / total de casos confirmados por município

<sup>(2)</sup> Razão entre letalidade local e letalidade nacional (2,4%)

Fonte: SEADE, 2021.

## 4.3 Salubridade Ambiental e Letalidade por covid-19 nos Municípios Selecionados

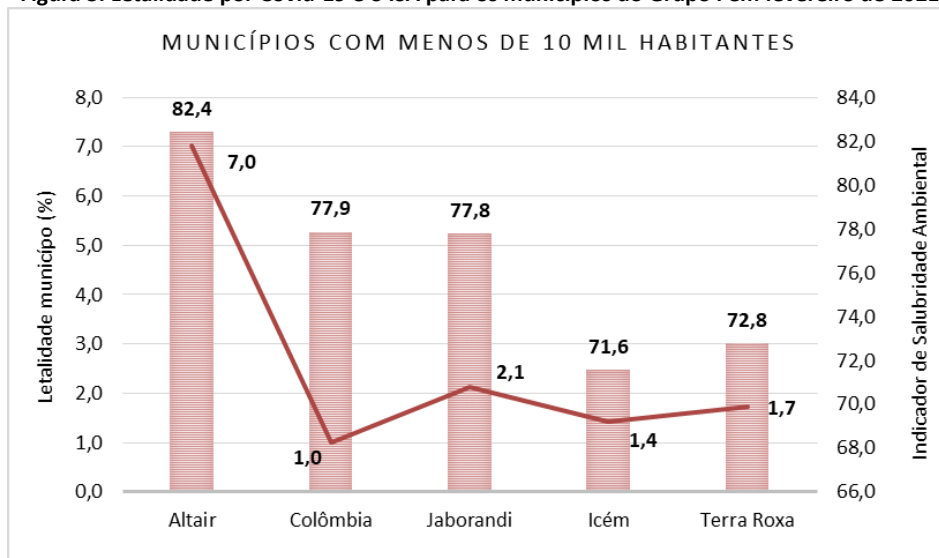
Os resultados obtidos para o **Grupo I (até 10 mil habitantes)** encontram-se na Figura 3. Verifica-se os municípios, com menor letalidade em relação ao país, apresentam ISA em condições de elevada salubridade (Colômbia e Jaborandi) e média salubridade (Icém e Terra Roxa). O único município com a contaminação da Covid-19 de forma acelerada e que, portanto,

## Fórum Ambiental da Alta Paulista

ISSN 1980-0827 – Volume 17, número 5, 2021

não atendeu ao padrão esperado é o município de Altair, contrariando a hipótese desta pesquisa. Assim, estas causas merecem estudos aprofundados.

Figura 3: Letalidade por Covid-19 e o ISA para os municípios do Grupo I em fevereiro de 2021



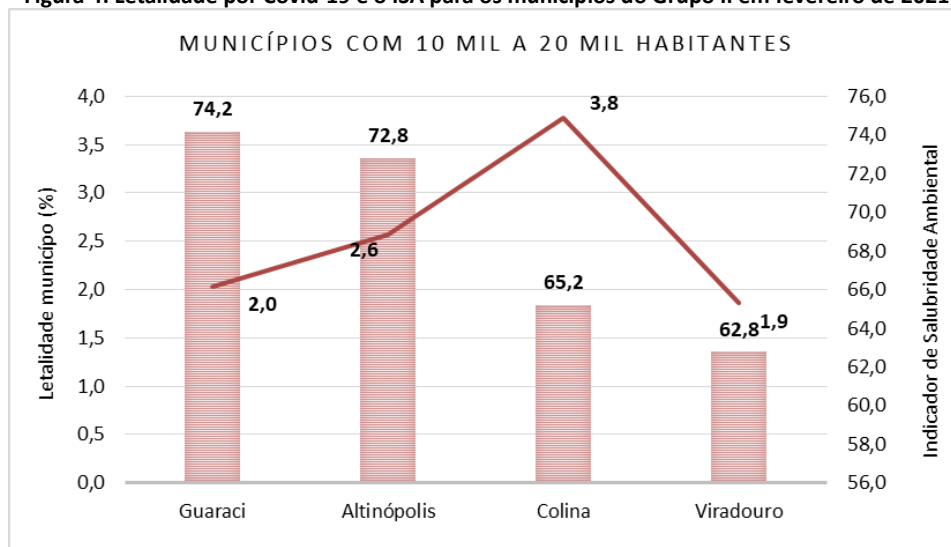
Fonte: Autoria própria.

Os resultados obtidos para o **Grupo II (10 mil a 20 mil habitantes)** estão na Figura 3. Verifica-se que todos os municípios foram classificados em condições de média salubridade (75,50 a 50,51).

Os municípios de Altinópolis (2,0%) e Guaraci (2,6%) apresentaram taxa de letalidade similar ao país; Colina, por sua vez, apresentou 3,8% de letalidade, atingindo valor acima da média nacional (2,4%). Vale observar que Viradouro, ainda que apresente o menor valor do ISA (62,8), foi o município com menor taxa de letalidade (1,9%), como se observa pela Figura 4.

Para o **Grupo II**, somente o município de Colina não atingiu a hipótese definida.

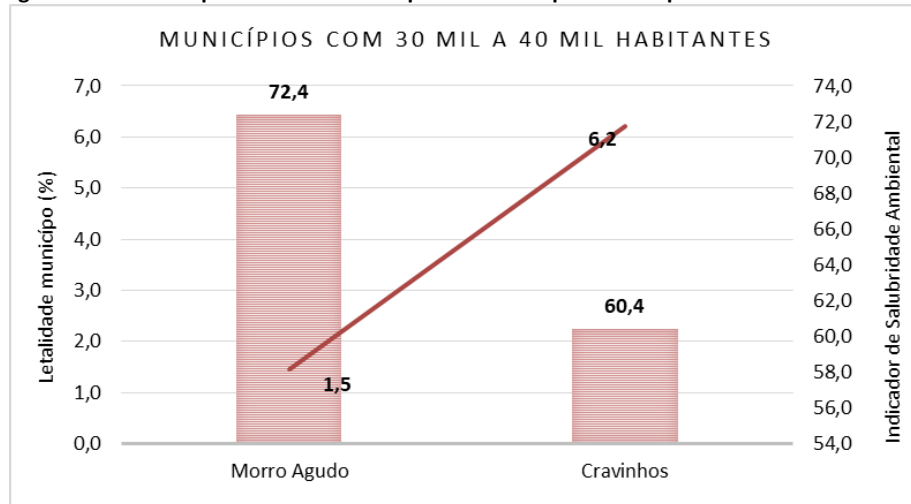
Figura 4: Letalidade por Covid-19 e o ISA para os municípios do Grupo II em fevereiro de 2021



Fonte: Autoria própria.

Os resultados obtidos para o **Grupo III (30 mil a 40 mil habitantes)** estão na Figura 5. Ambos os municípios apresentaram condições de média salubridade (75,50 a 50,51).

**Figura 5: Letalidade por Covid-19 e o ISA para os municípios do Grupo III em fevereiro de 2021**



Fonte: Autoria própria.

O município de Morro Agudo apresentou baixa taxa de letalidade (1,5) em ao Brasil (2,4%), com elevada salubridade (100,00 a 75,51).

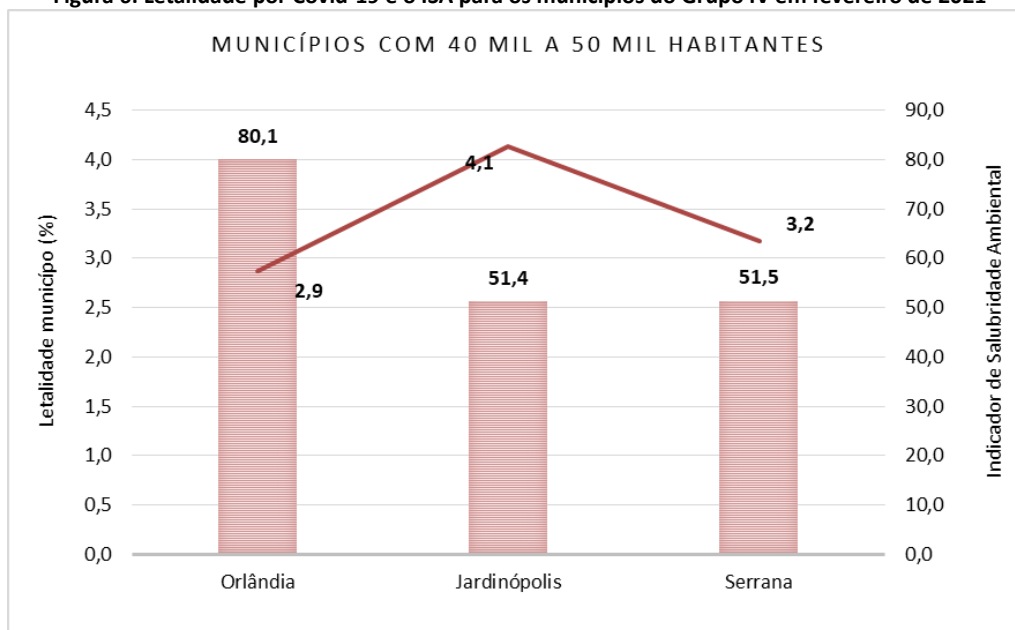
No entanto, Cravinhos, mesmo garantindo média salubridade (75,50 a 50,51), registrou alta taxa de letalidade (6,2%), contrariando a hipótese estabelecida.

A Figura 5 ilustra a representação dos municípios do **Grupo IV (40 mil a 50 mil habitantes)**. Todos os municípios apresentaram taxa de letalidade acima da letalidade nacional.

Cabe observar que Orlandia (Figura 5) apresentou elevada salubridade ambiental (100,00 a 75,51) e taxa de letalidade (2,9%) pouco superior à observada no Brasil (2,4%). Por isto, não atendeu aos critérios desta pesquisa.

Os municípios de Jardinópolis (4,1%) e Serrana (3,2%) foram classificados com média salubridade, sendo que os índices observados foram muito próximos ao limite superior da baixa salubridade (50,50 a 25,51), reforçando a necessidade de melhorias em saneamento, saúde e controle ambiental para elevar tais índices. Estes municípios não atenderam aos critérios definidos na hipótese desta pesquisa (Figura 6).

Figura 6: Letalidade por Covid-19 e o ISA para os municípios do Grupo IV em fevereiro de 2021



Fonte: Autoria própria.

Desta forma, pesquisa contemplou os dados da Covid-19 para 4 grupos de municípios, divididos em **Grupo I (até 10 mil habitantes)**, **Grupo II (10 mil a 20 mil habitantes)**, **Grupo III (30 mil a 40 mil habitantes)** e **Grupo IV (40 mil a 50 mil habitantes)**.

Em síntese, ao comparar a taxa de letalidade local com a observada no país e, associar com o resultado do ISA dos 14 municípios (total analisado), 8 (57,1%) deles atenderam à hipótese desta pesquisa:

- **Grupo I** - (28,6% do total): Colômbia, Jaborandi, Icém, Terra Roxa;
- **Grupo II** (21,4% do total): Altinópolis, Guaraci, Viradouro;
- **Grupo III** (7,1% do total): Morro Agudo.

Os demais municípios (6: 42,8% do total) não atenderam à hipótese da pesquisa.

## 5 CONCLUSÃO

Após 20 meses do primeiro caso da covid-19 no Brasil (26/02/2020), as medidas preventivas e, sobretudo, a conduta adotada pela população (isolamento e distanciamento social; uso de máscaras e, uso de álcool gel >70%) minimizam a redução do risco à doença, mas não impedem que a população seja contaminada pelo vírus. Cabe observar que a existência de políticas públicas mais restritivas e protocolos que visem a segurança à saúde da população e ao saneamento podem contribuir com a minimização ao risco da contaminação. Mas é relevante ressaltar que as atitudes por parte da população são fundamentais para esta redução, tais como manter o distanciamento e usar máscaras em áreas fechadas e com sintomas gripais, especialmente enquanto durar o período de vigilância e controle sanitário viral.

Neste contexto, a salubridade ambiental mensura a infraestrutura física e os fatores socioambientais e de saúde pública em cada município, cujo método foi elaborado em 1999 e, desde então, não foram consolidadas outras alterações, inclusive para eventos pandêmicos.

A hipótese desta pesquisa (municípios com maior ISA possuem taxa de letalidade abaixo da média nacional) foi confirmada em 57,1% dos municípios analisados e, sete deles estão abaixo de 20 mil habitantes com taxas de letalidade inferiores a 2,4%.

Estudos a partir de casos acumulados da Covid-19 podem correlacionar o uso de dados populacional (escolaridade, renda, faixa etária) com as condições de vulnerabilidade social e aplicar técnicas de geoprocessamento para melhor interpretação das condições sanitárias e ambientais em cada município e, assim, contribuir para análise da salubridade ambiental na pandemia.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, M.E.G. **Avaliação da salubridade ambiental como fator de contribuição à gestão de resíduos sólidos urbanos**. Estudo de caso: bacia hidrográfica Baixo Pardo/Grande (SP). Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Universidade Federal de São Carlos, 2021. Disponível em: < <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/13746/DISSERTACAO%20MARIAEUGENIA.pdf?sequence=3&isAllowed=y> >

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 186, 5 jan. 2007.

BRASIL. **Painel Coronavírus**. 2021. Disponível em: < <https://covid.saude.gov.br/> >. Acesso em: 02 fev. 2021.

CARDUCCI, A.; FEDERIGI, I.; LIU, D.; THOMPSON, J. R.; VERANI, M. Making waves: coronavirus detection, presence and persistence in the water environment: state of the art and knowledge needs for public health. **Water Research**, v. 179, 2020.

CONSELHO ESTADUAL DE SANEAMENTO DO ESTADO DE SÃO PAULO (CONESAN). **Indicador de Salubridade Ambiental (ISA)**: manual básico. CONESAN: São Paulo, 1999.

GONZAGA, K.; ALVES, W. C. A presença do SARS-CoV-2 no esgoto: possibilidade de transmissão e monitoramento epidemiológico. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1., 2020, evento online. **Anais [...]**. evento online: I CoBICET, 2020.

MANGLA, S.; PATHAK, A. K.; SAHOO, P. K. Impact of environmental indicators on the covid-19 pandemic in Delhi, India. **Research Square**, v. 1, p. 1-10, 2020.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. SNIS. **Painel de Indicadores**. 2021. Ano Base 2018. Portal Eletrônico. Brasília. Disponível em: < <http://appsnis.mdr.gov.br/indicadores/web/> >. Acesso em: 29 jan. 2021.

ODIH, E. E; AFOLAYAN, A. O.; AKINTAYO, I.; OKEKE, I. N. Could water and sanitation shortfalls exacerbate SARS-CoV-2 transmission risks? **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, Arlington, v. 103, n. 2, p. 554-557, 2020.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Coronavirus**. 2021. Disponível em: <[https://www.who.int/health-topics/coronavirus#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/coronavirus#tab=tab_1)>. Acesso em: 27 jan. 2021.

PIZA, F. J. **Indicador de Salubridade Ambiental – ISA**. Seminário sobre Indicadores de Salubridade: Projeto “Redistribuição da população e meio ambiente: São Paulo e Centro-Oeste”. 2000.

PURNAMA, S. G.; SUSANNA, D. Hygiene and sanitation challenge for covid-19 prevention in Indonesia. **Kesmas: Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional (National Public Health Journal)**, v. 1, p. 6-13, 2020.

REZENDE, D.R. **Avaliação da salubridade ambiental como fator de contribuição à gestão de recursos hídricos na porção noroeste da bacia do rio Pardo (SP)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Universidade Federal

de São Carlos, 2021. Disponível em: <

<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/13792/Disserta%3a7%3a3o%20-%20Danilo%20Rezende%20e%20Katia%20Sakihama%20Ventura.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>

RUTERE, A. M.; MUTHURI, R. N. D. K.; KIRIGIA, E. K.; KIRIGIA, J. M. Gaps in coverage of water and sanitation in Africa: challenges for practicing safe hand hygiene to combat spread of covid-19. **IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology**, New York, v. 14, n. 6, p. 22-25, 2020.

SEADE. FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. **Novo Coronavírus (covid-19) – Situação Epidemiológica**. 2021. Disponível em: < [http://www.saude.sp.gov.br/resources/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica/areas-de-vigilancia/doencas-de-transmissao-respiratoria/coronavirus/2021/fevereiro/coronavirus060221\\_situacao\\_epidemiologica.pdf?attach=true](http://www.saude.sp.gov.br/resources/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica/areas-de-vigilancia/doencas-de-transmissao-respiratoria/coronavirus/2021/fevereiro/coronavirus060221_situacao_epidemiologica.pdf?attach=true) >. Acesso em: 27 jan. 2021.

SHAKIL, M. H.; MUNIM, Z. H.; TASNIA, M.; SAROWAR, S. covid-19 and the environment: a critical review and research agenda. **Science of the Total Environment**, v. 745, 2020.

SHERCHAN, S. P.; SHAHIN, S.; WARD, L. M.; TANDUKAR, S.; AW, T. G.; SCHMITZ, B.; AHMED, W.; KITAJIMA, M. First detection of SARS-CoV-2 RNA in wastewater in North America: a study in Louisiana, USA. **Science of the Total Environment**, v. 743, 2020.

SILVA, R. R.; RIBEIRO, C. J. N.; MOURA, T. R.; SANTOS, M. B.; SANTOS, A. D.; TAVARES, D. S.; SANTOS, P. L. Basic sanitation: a new indicator for the spread of covid-19? **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine & Hygiene**, London, v. 0, p. 1-9, 2021.

TEIXEIRA, D. A.; PRADO FILHO, J. F.; SANTIAGO, A. 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, 2018.