

## ESTUDO COMPARATIVO DA QUALIDADE HIGIÊNICO-SANITÁRIA DA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO EM DUAS COMUNIDADES NO VALE DO PARAÍBA, SP

### COMPARATIVE STUDY OF THE HYGIENIC-SANITARY QUALITY OF WATER FOR HUMAN CONSUMPTION IN TWO COMMUNITIES IN VALE DO PARAÍBA, SP

Sabrina Coelho Alves<sup>1</sup>  
Vanessa de Monteiro Ribeiro de Camargo<sup>2</sup>  
Edvaldo Gonçalves de Amorim<sup>3</sup>  
Maria Regina de Aquino Silva<sup>4</sup>

**Resumo:** O saneamento precário é um fator de risco às doenças de veiculação hídrica (DVH), cuja transmissão é fecal-oral. Várias doenças são agravadas ao contato com insalubres ambientais. Segundo a Unicef, a diarreia, uma doença de veiculação hídrica, é a segunda maior causa de mortes em crianças abaixo de 5 anos de idade no mundo. A Portaria de Potabilidade do Ministério da Saúde estabelece que a potabilidade da água de consumo se dá na ausência de coliformes totais e termotolerantes. Objetiva-se comparar a qualidade higiênico-sanitária da água de consumo em duas comunidades no Vale do Paraíba/SP (a primeira, em Guaratinguetá; a segunda, em São José dos Campos), carentes em saneamento. Na primeira, coletaram-se 20 amostras residenciais e na segunda, 17 amostras (residenciais, da mina e do caminhão de distribuição). Na primeira, que possui tratamento de água, não se encontrou contaminação; na segunda, carente neste recurso, houve contaminação em 71% das amostras. Em conclusão, enfatiza-se a importância do tratamento da água, que se constitui um fator de proteção à população e, ainda, deve-se considerar como necessária a implementação de políticas de monitoramento e controle dos lançamentos de esgoto in natura no rio Paraíba do Sul, bem como políticas que minimizem a vulnerabilidade socioambiental evidenciada em comunidades como as estudadas no presente trabalho.

**Palavras-chave:** saneamento ambiental; qualidade da água; saúde; coliformes.

**Abstract:** Poor sanitation is a risk factor for waterborne diseases (DVH), whose transmission is fecal-oral. Several diseases are aggravated by contact with unhealthy environments. According to Unicef, diarrhea, a waterborne disease, is the second leading cause of death in children under 5 years of age in the world. The Potability Ordinance of the Ministry of Health establishes that drinking water is potable in the absence of total and thermotolerant coliforms. The objective is to compare the hygienic-sanitary quality of drinking water in two communities in Vale do Paraíba/SP (the first, in Guaratinguetá; the second, in São José dos Campos), lacking in sanitation. In the first, 20 residential samples were collected and in the second, 17 samples (residential, mine and distribution truck). In the first, which has water treatment, no contamination was found; in the second, lacking this resource, there was contamination in 71% of the samples. In conclusion, the importance of water treatment is emphasized, which constitutes a protection factor for the population and, furthermore, the implementation of monitoring and control policies for in natura

<sup>1</sup> Universidade do Vale do Paraíba - Univap. E-mail: alvesabrina1@gmail.com.

<sup>2</sup> Universidade do Vale do Paraíba - Univap. E-mail: vanessamonteiro-ribeiro@hotmail.com.

<sup>3</sup> Universidade do Vale do Paraíba - Univap. E-mail: edvaldoamorimsjc@gmail.com.

<sup>4</sup> Universidade do Vale do Paraíba - Univap. E-mail: mregina@univap.br.

sewage discharges into the Paraíba do Sul river must be considered as necessary, as well as policies that minimize the socio-environmental vulnerability evidenced in communities such as those studied in this work.

**Key words:** environmental sanitation; water quality; health; coliforms.

**Data de submissão:** 07.12.2022

**Data de aprovação:** 24.10.2023

Identificação e disponibilidade:

(<https://revista.univap.br/index.php/revistaunivap/article/view/4452>,  
<http://dx.doi.org/10.18066/revistaunivap.v29i64.4452>).

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Fundação Nacional da Saúde [Funasa] (2013), o alcance da saúde ambiental envolve uma série de ações socioeconômicas reconhecidas como saneamento ambiental. Neste contexto, a adequação dos sistemas de abastecimento de água potável, sistemas de coleta e disposição adequada de resíduos (sólidos, líquidos e gasosos), o uso do solo com ênfase na preservação da qualidade ambiental, a drenagem urbana minimizando condições de alagamentos, a vigilância e o controle de doenças transmissíveis e demais serviços e obras especializadas, são estabelecidas a fim de proteger e atingir melhores condições de qualidade ambiental e de vida, estando portanto de acordo com a Organização Mundial de Saúde [Oms] (2004).

As condições ambientais exercem grande relevância à saúde, estando a maioria dos problemas sanitários mundiais intrinsecamente relacionada ao meio ambiente e às condições inadequadas de saneamento (Julião, 2011). Estas situações constituem-se graves problemas de saúde pública, pois as regiões com serviços básicos precários apresentam uma sinergia de fatores de risco ao desenvolvimento de doenças de veiculação hídrica (DVH) (Visser et al., 2011; Aguiar et al., 2020), sendo que, em ambientes insalubres, uma série de doenças são agravadas e colocam em risco, especialmente, a vida de crianças (Boulos, 2020).

A ausência de saneamento precariza as condições de saúde à população, aumentando a incidência de doenças, especialmente as doenças de veiculação hídrica, transmitidas pela água e/ou alimentos contaminados. Segundo estudos feitos a partir de dados públicos do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e o Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde [Datusus], (2019), foram notificadas mais de 273 mil internações por doenças de veiculação hídrica no país (Brasil, 2020b). Em áreas densamente ocupadas pode ocorrer contaminação por depósitos irregulares de resíduos sólidos e por lançamento de esgotos, influenciando na qualidade da água a ser disponibilizada para a população (Lima et al., 2018).

O processo de urbanização no Brasil, que se estabeleceu no início do século XVIII, ocorreu quase que de maneira unânime, desordenadamente, evidenciando assim, uma ausência de planejamento e políticas públicas que minimizassem os aspectos de vulnerabilidade social com exclusão e incremento das desigualdades sociais (Pires, 2002).

Segundo a Organização Mundial de Saúde [Oms] (2018), condições de vida e de moradia desfavorável normalmente submetem a sociedade a diversos riscos de saúde, em especial no que se refere à exposição a doenças infecciosas e serviços de abastecimento de água e saneamento insuficientes que podem afetar a segurança alimentar e higiene pessoal e, portanto, facilita a contração de doenças. Neste sentido, melhores condições de moradia podem atuar no sentido de prevenir doenças, melhorando a qualidade de vida e bem-estar, reduzindo a pobreza e desigualdade social.

## 1.1 DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA

No Brasil, cerca de 43% da população é atendida pela coleta e tratamento de esgoto, 12% utilizam fossa séptica, 18% têm esgoto coletado e não tratado e 27% não possuem coleta e tratamento desse resíduo (Atlas Esgotos, 2017). Em termos de saneamento ambiental, saúde e qualidade de vida, estes dados são muito relevantes, uma vez que o esgoto sem tratamento é uma das principais fontes de poluição hídrica no Brasil, que pode resultar na descaracterização de habitats, degradação de ecossistemas aquáticos, além de poder ocasionar uma série de doenças veiculadas pela água.

O contágio por doenças de veiculação hídrica constitui-se em um problema de saúde pública ainda muito comum em países em desenvolvimento (Uhur et al., 2016). Em virtude da precariedade do saneamento e da contaminação da água, as doenças de veiculação hídrica podem ser responsáveis por surtos epidêmicos, por elevadas taxas de mortalidade infantil e pela persistência da circulação de microrganismos patogênicos na população (Freitas et al., 2001). O “Glossário de Doenças Relacionadas à Água”, disponibilizado pela Fundação Oswaldo Cruz (Água Brasil, 2010), destaca as seguintes doenças como de veiculação hídrica: amebíase, por meio da ingestão de alimentos ou água contaminados por fezes contendo cistos amebianos maduros; cólera, por meio de água contaminada por fezes; esquistossomose, considerando o contato humano com água infectada por cercárias; a febre tifoide, considerando o consumo de água ou alimentos contaminados com fezes ou urina do doente ou portador; a giardíase, pela ingestão de água ou alimento contaminado; hepatite A, por meio da ingestão de água ou alimentos contaminados e a leptospirose que, considerando eventos relativos a enchentes e alagamentos, podem promover a eventual mistura da água pluvial a urina de ratos presente nos esgotos e/ou bueiros.

Entende-se que, para melhorar as situações de insalubridade ambiental, deve-se implementar medidas de saneamento básico (Visser et al., 2011), como o sistema de esgoto, que interrompe a via de contaminação humana (Julião, 2011). O sistema de saneamento básico adequado pode reduzir em 20% a 80% a incidência de doenças infecciosas, inibindo-as e interrompendo a sua transmissão. Esses dois recursos associados, água e saúde, podem melhorar as perspectivas de desenvolvimento (Yamaguchi et al., 2013).

Sendo utilizada para a ingestão direta, preparo de alimentos, higiene pessoal e de utensílios, agricultura e atividades de lazer, a água deve apresentar padrões sanitários adequados, estando livre de microrganismos patogênicos e substâncias nocivas à saúde, para prevenção e promoção do bem-estar (de Araújo et al., 2011). Entende-se o fornecimento de água potável como um direito humano fundamental (Julião, 2011) e um dos principais fatores que melhoram a qualidade e expectativa de vida em países emergentes. Os principais afetados pelas doenças de veiculação

hídrica são crianças e jovens, os quais sofrem, dentre outras, com o comprometimento de seu desenvolvimento físico e intelectual em decorrência das citadas endemias, tais como diarreia crônica e desnutrição (Uhr et al., 2016).

## 1.2 INDICADORES BIOLÓGICOS

As doenças de veiculação hídrica são transmitidas basicamente por via fecal-oral e são, em maioria, causadas por microrganismos patogênicos com origem fecal (Martins, 2014). A poluição da água é determinada pela presença de “indicadores biológicos”, referentes a um tipo de microrganismo com material fecal de origem humana ou de outros animais de sangue quente. O indicador fecal mais importante é a *Escherichia coli*, microrganismo designado como termotolerante, desprovido de vida livre no ambiente e quando presente na água, indica contaminação por fezes (Yamaguchi et al., 2013). Por isso, a Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde [MS] (2021) estabelece que, para garantir a potabilidade da água para consumo humano, é necessário verificar a ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* e determinar a contagem de bactérias heterotróficas.

Brum et al. (2016), ao avaliar a qualidade da água de poços rasos em residências de um bairro carente em saneamento em Cuiabá-MT, identificaram que 97% das amostras apresentaram contaminação por *Escherichia coli* e 88% por bactérias heterotróficas; os agravantes são a falta de tratamento da água e a proximidade às fossas rudimentares comuns na região.

Lima et al. (2018), pela análise microbiológica para a avaliação da qualidade da água consumida pela população indígena das comunidades dos polos base Auaris, Waikás, Palimiú e Uraricoera pertencentes ao Distrito Sanitário Indígena Yanomami (DSEI-Y) em Roraima, com unidades da Terra Indígena Yanomami localizadas na bacia hidrográfica do Rio Uraricoera, observaram que as amostras de água consumida em poços nas comunidades indígenas não estão em conformidade com os padrões de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde em virtude da elevada densidade de coliformes totais e *Escherichia coli*.

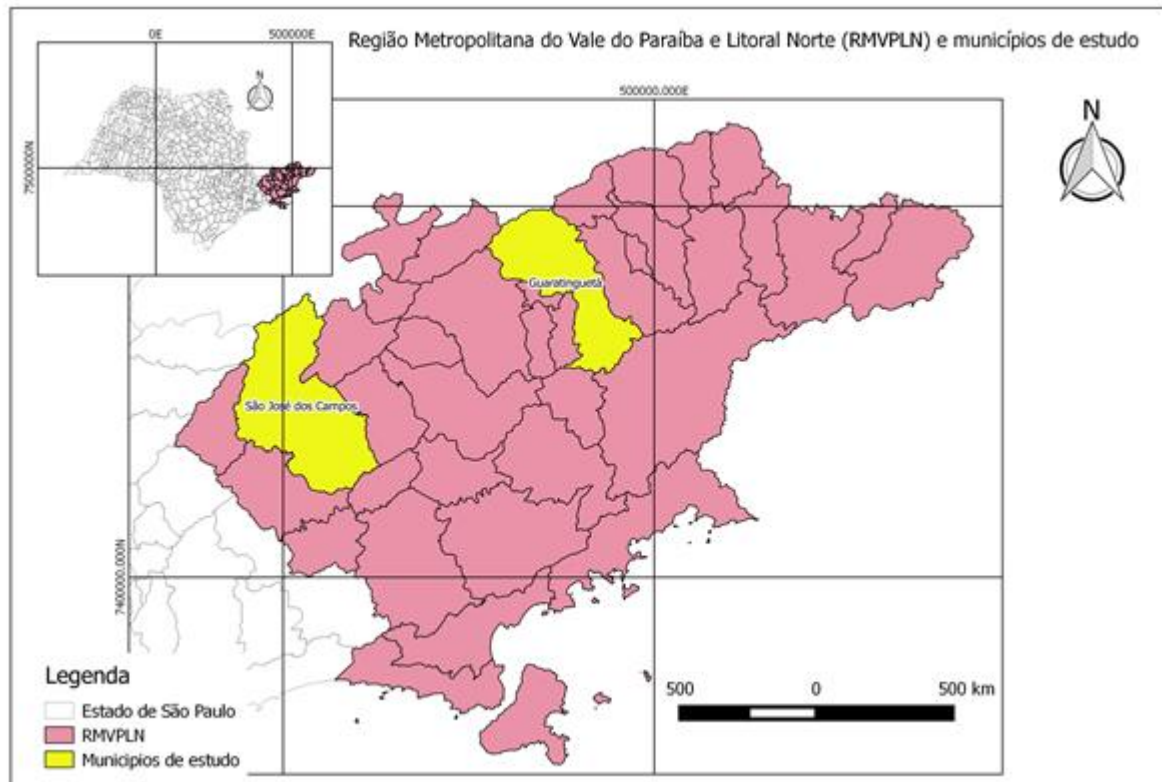
Como a qualidade da água é um fator imprescindível à manutenção da saúde humana, o objetivo deste trabalho é comparar a qualidade higiênico-sanitária da água de consumo humano em duas comunidades no Vale do Paraíba, SP, cujas características assemelham-se às populações descritas pela literatura apresentada, ou seja, com carência no saneamento básico, em especial a falta de tratamento de esgoto.

## 2 METODOLOGIA

O estudo é qualitativo e abrange aspectos observacionais e experimentais. Possui aprovação em Comitê de Ética da Universidade do Vale do Paraíba sob o n.º 5.450.811. A princípio, levantaram-se as condições de infraestrutura e abastecimento de água de duas comunidades, uma em Guaratinguetá/SP e outra em São José dos Campos/SP, municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN) ambas com infraestrutura sanitária fragilizada (Figura 1). Assim feito, visitou-se domicílios em cada comunidade. Apresentado o objetivo do estudo e estabelecida a aceitação plena dos moradores, estes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e as coletas foram realizadas, abrangendo o período de agosto a novembro de 2022. Na primeira (Guaratinguetá), coletaram-se amostras em 10 casas (duas amostras em cada, no registro externo e

em uma torneira), na segunda (São José dos Campos), em nove; nesta, além dos domicílios, coletaram-se amostras no caminhão de distribuição e em três pontos na mina da água. Os voluntários foram orientados quanto aos aspectos éticos da pesquisa, ao seu anonimato e à finalidade acadêmica e científica da pesquisa, em contribuição às questões de saúde pública e saneamento.

Figura 1 – Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN) e municípios de estudo.



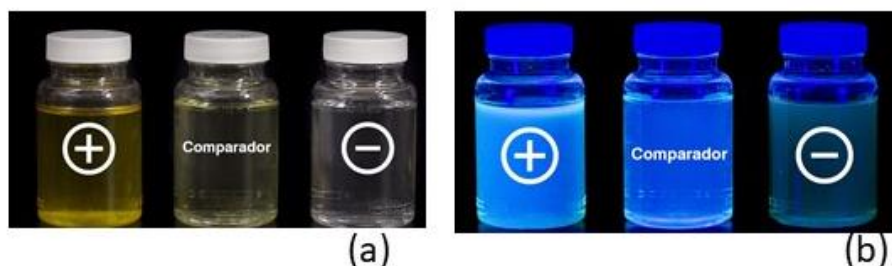
Fonte: autores, adaptado de Fipe (2022).

As coletas foram efetuadas conforme o Manual Prático de Análise de Água da Fundação Nacional de Saúde (Funasa, 2013). As coletas se deram conforme os passos: (1) Lavar as mãos com água e sabão; (2) Limpar a torneira com álcool 70% e/ou hipoclorito de sódio 100 mg/L; (3) Abrir a torneira (fluxo pequeno) e escorrer durante 1 minuto, para eliminar a coluna de líquido da canalização; (4) Coletar a água em frasco estéril de 100 mL; (5) Tampar o frasco, identificá-lo com código correspondente ao ponto de coleta, hora e situação do tratamento da água ou alguma informação pertinente, sem menção ao voluntário; (6) Colocar o frasco na caixa de isopor com gelo para transporte ao Laboratório de Ciências Ambientais no Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Univap.

A análise para pesquisa de Coliformes Totais e Termotolerantes foi realizada pelo método Substrato Cromogênico-Fluorogênico Definido, que é baseado nas atividades enzimáticas dos coliformes ( $\beta$  galactosidase) e *Escherichia coli* ( $\beta$  glucuronidase). Os meios de cultura contêm nutrientes indicadores (substrato cromogênico) que, hidrolisados pelas enzimas específicas dos coliformes e/ou *Escherichia coli*, provocam uma mudança de cor no meio. Após o período de incubação, se houver mudança na coloração, coliformes totais estão presentes. Se a

fluorescência azul é observada sob luz ultravioleta (UV) 365 nm, *Escherichia coli* está presente. Além da maior precisão, esse método tem como vantagem o tempo de resposta, já que a determinação simultânea de coliformes totais e *Escherichia coli* é efetuada após incubação das amostras a 35°C por 24 horas, sem necessidade de ensaios confirmativos (Funasa, 2013). O método seguiu os seguintes passos: (1) No próprio frasco da amostra adicionou-se o conteúdo de 1 (um) frascote contendo o substrato cromogênico; (2) O frasco foi fechado e agitado levemente; (3) Incubou-se a  $35,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$  por 24 horas; (4) Observou-se os frascos. A figura 2 apresenta a orientação do fabricante para análise dos resultados onde a presença de coloração amarelada (Figura 2 a), divergente do frasco controle o resultado é positivo para Coliformes Totais; estes, se apresentarem fluorescência sob luz UV-365 nm o resultado é positivo para *Escherichia coli* (Figura 2 b). Caso a cor se manter inalterada, é negativo para ambos.

Figura 2 – Orientação do fabricante para análise dos resultados da Presença/Ausência de Coliformes Totais (a) e Presença/Ausência de *Escherichia coli* (b).



Fonte: Colilert - IDEXX Brasil. (s.d.).

### 3 RESULTADOS

No presente trabalho, as duas comunidades avaliadas quanto à presença/ausência de coliformes (totais e fecais) na água de consumo são comunidades consideradas vulneráveis em termos socioambientais, em processo de reurbanização. A comunidade presente no município de Guaratinguetá-SP já se encontra em processo de regularização, tendo, portanto, no que se refere às questões de saneamento básico, atendimento aos serviços de tratamento e fornecimento de água, bem como coleta de resíduos. Já a comunidade presente no município de São José dos Campos-SP, encontra-se em estágio inicial de regularização fundiária, recebendo do poder público apenas a distribuição de água potável via caminhão pipa, com ausência dos diferentes serviços públicos que garantem as mínimas condições de saneamento básico e, portanto, de qualidade de vida. Em termos ambientais, a comunidade de Guaratinguetá ocupa parte da área de preservação permanente do rio Paraíba do Sul e a comunidade de São José dos Campos encontra-se em área de proteção ambiental (área de várzea do rio Paraíba do Sul e do córrego Cambuí).

#### 3.1. Comunidade 1 – Guaratinguetá/SP

Em Guaratinguetá/SP, segundo a informação solicitada por e-mail para Secretaria de Planejamento, Coordenação e Habitação Municipal no Processo 119730-2022, a comunidade possui 274.976 m<sup>2</sup>, divididos em parte alta e baixa. O

estudo se deu na parte baixa (Figura 3), por esta apresentar os fatores de insalubridade destacados na pesquisa.

Figura 3 – Vista da comunidade em Guaratinguetá-SP.



Fonte: autores, adaptado Google Earth, 2022.

Quanto ao saneamento, a comunidade possui tratamento de água e coleta de resíduos duas vezes na semana pelo Serviço de Água, Esgoto e Resíduos de Guaratinguetá (SAEG), sendo carente, porém, em tratamento de esgoto. Suas ruas não possuem asfaltamento ou calçadas. A comunidade, parte baixa, possui em média 200 famílias, todas assistidas pelos recursos acima citados, excetuando-se o tratamento de esgoto.

As casas, em sua maioria, possuem parede de tijolo e com reboco, por vezes precário; cobertura de laje e/ou telha cerâmica, piso de cimento e/ou cerâmica e energia elétrica via concessionária. A instalação sanitária destina-se em água corrente, a qual desemboca no rio Paraíba do Sul que margeia a comunidade; o destino da água é a rede pública coletora e o do lixo é a coleta pública. Por entre as ruas da comunidade, observa-se a mata ciliar, que se encontra em bom estado de preservação, porém existem córregos e brejos contaminados pelo esgoto que, além do mau cheiro, atraem insetos, que adentram os domicílios próximos – causa de reclamação dos moradores. Mesmo possuindo coleta de resíduos, observa-se na comunidade resíduos jogados nas ruas, como pneus, móveis, caixas, entre outros, o que facilita o desenvolvimento de insetos vetores de doenças.

Nesta comunidade foram coletadas 20 amostras, duas em cada residência (no registro externo e em torneira, com exceção de duas residências, as quais não possuíam torneira no registro externo). Mesmo no cenário de insalubridade, a água coletada aparentava-se sem coloração ou odor incomuns. Na Tabela 1 encontra-se a relação das amostras coletadas nesta comunidade.

Tabela 1 – Relação das amostras coletadas na comunidade em Guaratinguetá-SP.

Amostra	Especificação
R1	Residência 1, registro
T1	Residência 1, torneira
R2	Residência 2, registro
T2	Residência 2, torneira
R3	Residência 3, registro
T3	Residência 3, torneira
R4	Residência 4, registro
T4	Residência 4, torneira
R5	Residência 5, registro
T5	Residência 5, torneira
R6	Residência 6, registro
T6	Residência 6, torneira
R7	Residência 7, registro
T7	Residência 7, torneira
R8	Residência 8, registro
T8	Residência 8, torneira
T9	Residência 9, torneira (não possuía torneira no registro)
T9 II	Residência 9, torneira
T10	Residência 10, torneira (não possuía torneira no registro)
T10 II	Residência 10, torneira

Fonte: autores.

Após as análises, como não se constataram mudanças na coloração do meio e qualquer fluorescência sob luz UV-365 nm, definiu-se que em nenhuma das amostras analisadas se identificou a presença de coliformes totais ou *Escherichia coli*, fator de grande relevância à comunidade, uma vez que os moradores utilizam a água para irrigação, consumo, higiene pessoal e doméstica.

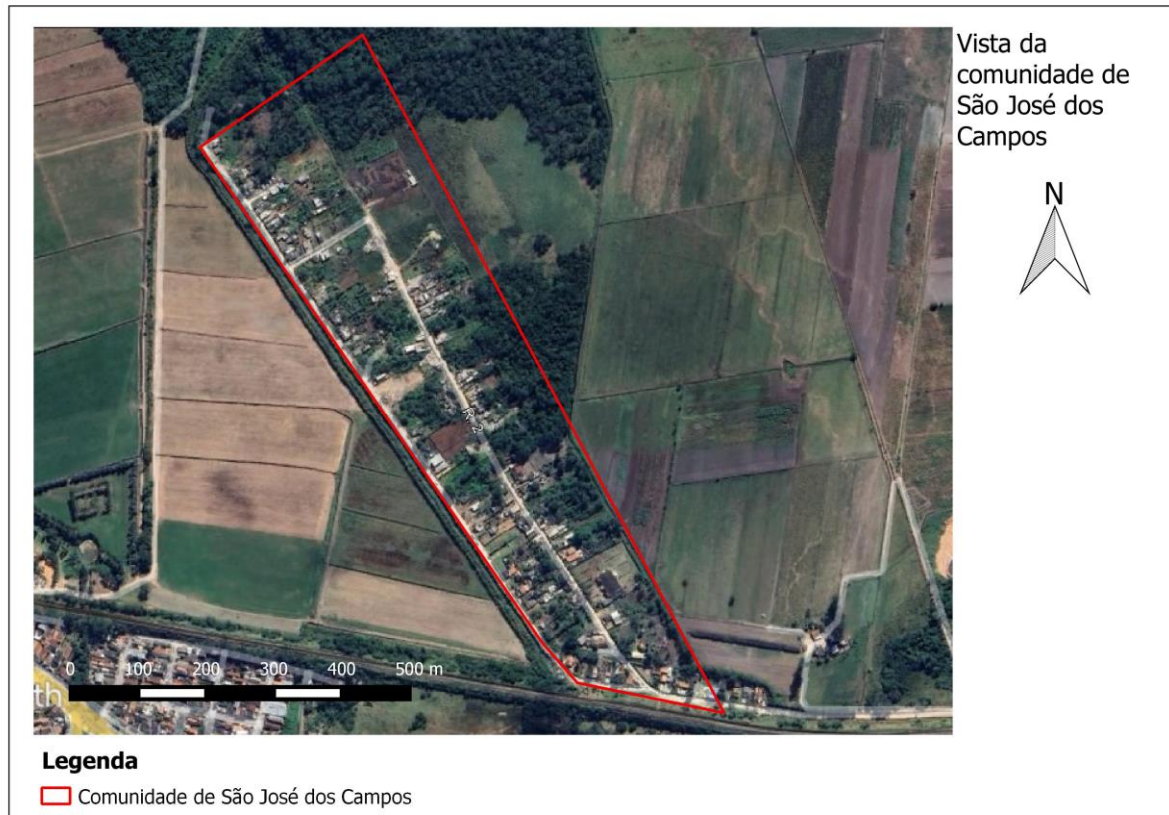
### 3.2. Comunidade 2 – São José dos Campos/SP

A segunda comunidade está localizada em área de proteção ambiental (área de várzea do Rio Paraíba do Sul e do córrego Cambuí, na região central de São José dos Campos (Figura 4). Segundo estudos do Conselho de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo (CAU/SP) e da Federação das Associações Comunitárias do Estado de São Paulo (FACESP) (2020), a comunidade possui uma média de 240 famílias. Não possui asfaltamento ou calçadas. Quanto à rede de água, 97% das residências possuem água potável advinda de caminhão pipa, fornecido pela prefeitura, havendo ainda o abastecimento por meio de mina de água à parte da comunidade. De maneira geral, as caixas d'água não são totalmente isoladas do sistema, ficando algumas vezes destampadas e sujeitas a diferentes formas de contaminação. Sobre o esgotamento sanitário, 56% das moradias possuem fossa séptica e os outros 44% fazem o despejo em córregos, valetas e a céu aberto. Esse despejo irregular pode contaminar o solo e inclusive a água da mina que abastece algumas residências para uso. Quanto à infraestrutura das residências, 83% das casas são em alvenaria, 11% em madeira e 6% em alvenaria e madeira; as coberturas são de telhas de fibrocimento e amianto. Possui energia elétrica, ainda



que 70% seja via gato e outros meios. Observa-se resíduos jogados nas ruas, que podem abrigar insetos vetores de doenças.

Figura 4 – Vista da comunidade em São José dos Campos-SP.



Fonte: autores, adaptado Google Earth, 2022.

Para esta comunidade foram coletadas 17 amostras; 13 delas em nove residências, outras quatro no caminhão de distribuição e na mina de abastecimento, em três pontos: na captação, na mangueira de distribuição e em cisterna de armazenamento. A relação das amostras coletadas está na Tabela 2.

Tabela 2 – Relação das amostras coletadas na comunidade em São José dos Campos-SP.

Amostras (17)	Especificação
PC	Caminhão de distribuição
MI	Mina, início da captação
MD	Mina, mangueira de distribuição
MC	Mina armazenada em cisterna
P1 / M1	Residência
P2 / M2	Residência
P3 / M3 / M3 Poço	Residência
P4	Residência
P5	Residência (presença de fezes, provavelmente aves na cobertura/tampa do reservatório)
P6 / P6 poço	Residência
P7	Residência
P8	Residência

P = água fornecida via caminhão pela prefeitura;

M = água da mina que abastece parte da comunidade.

Fonte: autores.

Os resultados das análises dessas amostras estão na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultado das análises das amostras de água da comunidade de São José dos Campos.

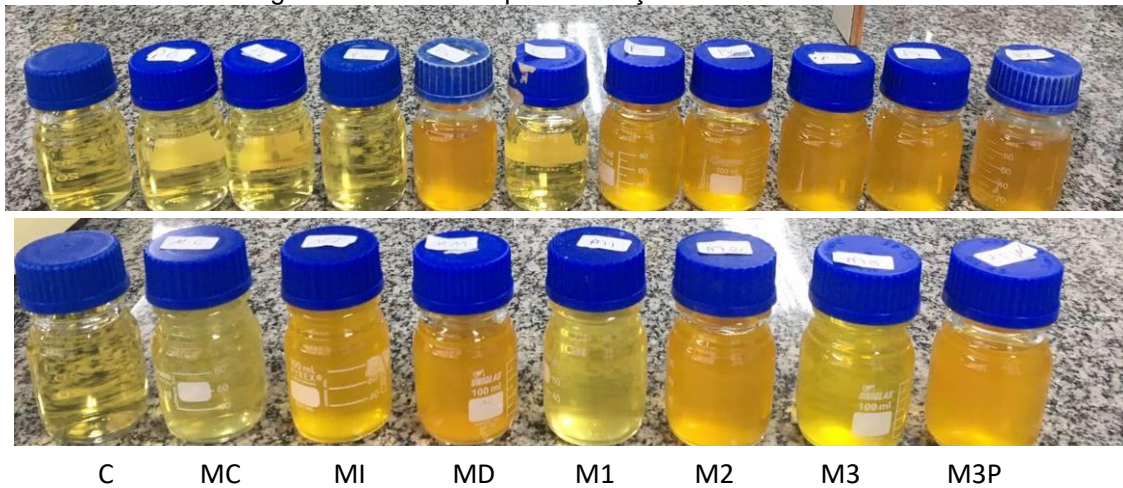
<b>Amostra</b>	<b>Coliformes Totais</b>	<b><i>Escherichia coli</i></b>
Controle positivo	Positivo	Positivo
Controle negativo	Negativo	Negativo
PC	Negativo	Negativo
MI	Positivo	Positivo
MD	Positivo	Positivo
MC	Positivo	Negativo
P1	Negativo	Negativo
M1	Negativo	Negativo
P2	Negativo	Negativo
M2	Positivo	Positivo
P3	Positivo	Positivo
M3	Positivo	Negativo
M3 Poço	Positivo	Positivo
P4	Negativo	Negativo
P5	Positivo	Positivo
P6	Positivo	Positivo
P6 Poço	Positivo	Positivo
P7	Positivo	Negativo
P8	Positivo	Positivo

Fonte: autores.

De 17 amostras, nove apresentaram contaminação simultânea de coliformes totais e *Escherichia coli*, três apenas de coliformes totais e cinco não apresentaram contaminação. A contaminação por coliformes totais e *Escherichia coli* deu-se nas amostras residenciais P3, P5 (na qual se observou contaminação por fezes no reservatório de água, provavelmente de aves), P6, P6 poço, P8, M2 e M3 poço e no início e distribuição da mina (MI e MD). Contaminação apenas por coliformes totais foi encontrada em duas amostras residenciais (P7 e M3) e na mina armazenada em cisterna (MC). A ausência de contaminação foi observada nas amostras residenciais P1, M1, P2 e P4 e no caminhão de distribuição (PC). Do total de amostras, 71% apresentaram contaminação.

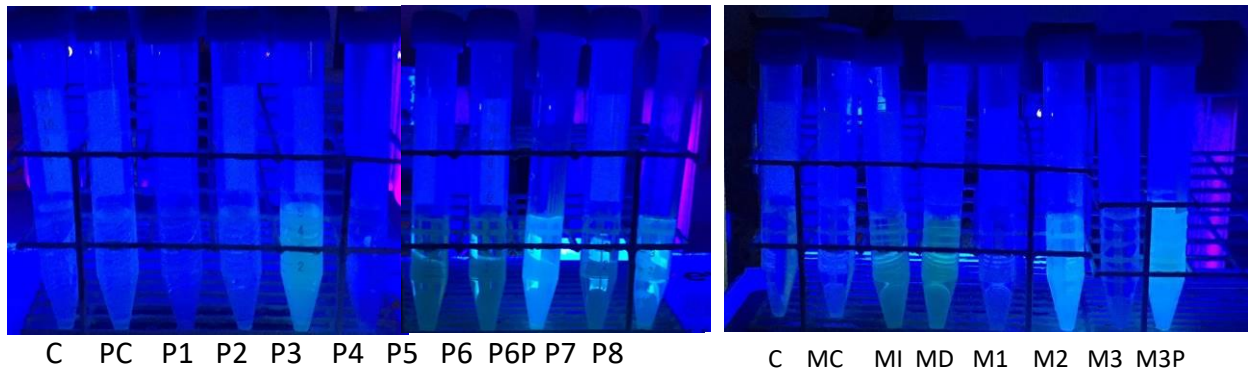
Mesmo não havendo contaminação na água do caminhão de distribuição, nota-se contaminação nas amostras residenciais que possuem o abastecimento via caminhão fornecido pela prefeitura. Nas Figuras 5 e 6 estão os resultados das análises, nas quais pode-se observar mudança na coloração dos meios (Figura 5, amarelo mais concentrado) nas amostras com coliformes totais e fluorescência sob luz UV-365 nm nas amostras com *Escherichia coli* (Figura 6).

Figura 5 - Amostras após incubação de 24h a 35°C.



Fonte: autores.

Figura 6 - Amostras na luz UV-365 nm.



Fonte: autores.

#### 4 DISCUSSÃO

O Vale do Paraíba encontra-se sobre os domínios da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul e constitui uma região altamente urbanizada e industrializada que conecta dois dos polos econômicos mais importantes do país: São Paulo e Rio de Janeiro. No contexto do processo de urbanização, a exemplo do ocorrido na maioria do território brasileiro, sua malha urbana apresentou crescimento descontrolado, deixando a população carente deslocada para a periferia dos municípios, em estado de vulnerabilidade socioambiental, onde a infraestrutura mínima e serviços relativos ao saneamento básico são praticamente ausentes.

Considerando o verificado no presente trabalho, pode-se sugerir que o fornecimento de água tratada na comunidade de Guaratinguetá-SP, realizado pela concessionária contratada pelo município, garantiu, para a população estudada, água de qualidade condizente com os critérios de potabilidade. Adicionalmente, outro fator que pode ter contribuído para os resultados favoráveis quanto a potabilidade da água é a forma de recepção e armazenamento desta água pelas residências, minimizando possíveis contaminações por bactérias do grupo coliformes, ainda que estejam presentes outras situações de insalubridade, como o esgoto a céu aberto e o lançado inadequadamente no leito do rio Paraíba do Sul.

Diferentemente do observado para a comunidade de Guaratinguetá-SP, a avaliação da qualidade da água de abastecimento da comunidade de São José dos Campos-SP mostrou contaminação para 71% das amostras analisadas, ou seja, a ausência de saneamento conferiu contaminação total e termotolerante desde a origem da captação da água pela mina às residências. Neste caso, a má qualidade dos reservatórios de armazenamento de água pode justificar tal resultado, ressaltando-se também a contaminação exibida em todos os pontos de coleta referente a mina de abastecimento. Resultados similares foram obtidos por Araújo et al. (2011) onde foi verificada a presença de parasitas patogênicos e coliformes em amostras de água coletadas nos pontos de abastecimento coletivo e nos recipientes de armazenamento de água de moradias na Comunidade Rural Sepé Tiarajú-SP, considerando a água utilizada como um fator de risco à saúde.

Nakamura et al. (2014), ao avaliar a qualidade da água subterrânea no entorno do aterro sanitário do município de Visconde do Rio Branco, Minas Gerais – que pertence à bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul e ao qual são enviadas diariamente aproximadamente 25 toneladas de resíduos de origem doméstica – evidenciaram contaminação microbiológica por coliformes totais e *Escherichia coli*, mais evidentes em períodos chuvosos, possivelmente causada por problemas de infraestrutura na construção do aterro tais como na drenagem do lixiviado, no sistema de impermeabilização das lagoas e do aterro bem como na cobertura dos sistemas que constituem as células de disposição de resíduos.

Assim, considerando que nesta comunidade a coleta de resíduos sólidos ocorre em apenas um ponto, a disposição dos mesmos ocorre aleatoriamente em muitos terrenos, em situação similar à disposição realizada em lixões. Somando-se a essa disposição inadequada com alto poder de contaminação do solo a situação de despejo irregular de esgotos a céu aberto e em córregos, aliada à presença de fossas negras, a qualidade da água pode ser negativamente afetada, mesmo daquelas advindas do caminhão, ou seja, com tratamento. Essa, se armazenada de forma inadequada, fica também vulnerável à contaminação.

Teixeira et al. (2012), buscando verificar a relação entre a cobertura dos serviços de saneamento básico e indicadores epidemiológicos aos países da América Latina no período de 2005 a 2010 com modelo de regressão linear, verificaram que, uma maior cobertura de serviços de esgotamento sanitário à população tende a reduzir a mortalidade infantil nos países da América Latina. Tais estudos trazem evidências quanto aos efeitos positivos do saneamento, provisão e qualidade da água e da higiene pessoal sobre a saúde das comunidades, principalmente em relação à morbidade e mortalidade por doenças de veiculação hídrica.

Amaral et al. (2003), por meio da análise higiênico-sanitária da água de poços para consumo em propriedades rurais utilizando a contagem de indicadores microbiológicos de potabilidade, evidenciaram que 92% das amostras estavam fora dos padrões de potabilidade, confirmando a necessidade da adoção de medidas preventivas e do tratamento da água para diminuir o risco de ocorrência de doenças de veiculação hídrica.

A Lei nº 11.445/2007 (Brasil, 2007), atualizada pela Lei nº 14.026/2020 (Brasil, 2020), define os componentes do saneamento básico onde se enquadram os serviços públicos como abastecimento de água potável, sistema de esgotamento sanitário, limpeza urbana incluindo manejo de resíduos sólidos e drenagem, bem como o manejo das águas pluviais urbanas. Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento [Snis], (2021), a prestação de tais serviços busca

um crescimento urbano ordenado de forma que sejam atingidos aspectos relativos à proteção ambiental de recursos hídricos, atendimento à melhorias na saúde, redução da pobreza e incremento na qualidade de vida.

A disponibilidade de água tem relação direta com o crescimento populacional, uma vez que este recurso é demandado em qualidade e quantidade, para suprir as necessidades regionais. Neste contexto, as ocupações do solo de forma desordenada, com atenção especial às áreas vulneráveis, como o observado nos ambientes aqui estudados, podem promover redução na disponibilidade hídrica dos mananciais de abastecimento, limitando por vezes o desenvolvimento regional e expondo parcela da população às doenças de veiculação hídrica.

Segundo o Plano de Bacia do Comitê das Bacias Hidrográficas do Rio Paraíba do Sul [CBH-PS] (2016), o rio Paraíba do Sul é considerado manancial de abastecimento superficial de grande porte e apresenta, em seu diagnóstico, uma degradação ambiental de espectro variado, o que afeta a qualidade das águas e o bem-estar da população no território. Segundo o relatório de Situação deste mesmo plano, dos 23 pontos de monitoramento estudados, excetuando-se os localizados em reservatórios (5 pontos), foi possível observar um incremento no número de pontos classificados como "Regular" e "Ruim" no que se refere ao Índice de Qualidade da Água (IQA CETESB). Para explicar estes resultados, o relatório sugere forte relação com o crescimento populacional ocorrido na região, ficando a expansão urbana marcada pela ineficiência nos serviços de saneamento básico, em especial na coleta e tratamento de esgoto.

Outro indicador com fragilidades apontado pelo mesmo relatório de Situação do Bacia em questão foi o Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas. Segundo este, a partir de 2013, houve a piora na sua qualidade. Observou-se a presença de uma série de substâncias (cloreto, sulfato, urânio, arsênio e fluoreto), além da presença de bactérias heterotróficas, todos em desconformidade com a legislação. Mesmo alguns destes itens podendo ter ocorrência natural, como as bactérias heterotróficas, o aumento da sua presença pode ter relação com o aumento de carga orgânica na água subterrânea por infiltração de efluentes sem o devido tratamento, disposição irregular de resíduos, entre outros; situações típicas das comunidades aqui estudadas.

Neste contexto, considerando que a água é um recurso de domínio público (Brasil, 1997), que o uso múltiplo dos recursos hídricos depende da manutenção da qualidade e quantidade da água, os resultados encontrados no presente trabalho indicam que uma água tratada adequadamente constitui-se como necessária ao controle das doenças de veiculação hídrica. Todavia, considerando as condições de vulnerabilidade social em que as comunidades se encontram, o estabelecimento de políticas públicas que busquem atender a reorganização dos processos de urbanização de forma sustentável é fundamental para o atendimento da qualidade ambiental.

## 5 CONCLUSÃO

Em resposta ao objetivo do presente estudo, com os resultados obtidos, tende-se a considerar como satisfatórias as condições higiênico-sanitárias da água de consumo da comunidade de Guaratinguetá-SP, ou seja, esta apresenta-se de acordo com os padrões de potabilidade referentes a presença de coliformes totais e termotolerantes. Porém, a disposição de esgoto diretamente no leito do rio Paraíba

do Sul expõe a comunidade local e a população do Vale do Paraíba às doenças de veiculação hídrica, constituindo-se um problema a ser solucionado.

Considera-se, ainda, que a análise da água de consumo da comunidade em São José dos Campos mostrou-se não própria ao consumo para 71% das amostras indicando que, para esta comunidade, a qualidade da água é um fator de risco aos moradores. Tal proposição é reforçada quando se considera a presença de contaminação por bactérias do grupo coliformes em todos pontos amostrados referentes a água proveniente da mina.

Ao confrontar os resultados obtidos para a caracterização higiênico-sanitária da água das duas comunidades estudadas, tornou-se evidente a importância da definição de políticas públicas direcionadas a um processo de urbanização sustentável a fim de minimizar os impactos socioambientais evidenciados nestes ambientes. Em uma esfera mais ampla, em termos de bacia hidrográfica, a redução desse cenário de vulnerabilidade sanitária gerado pela urbanização não planejada vem de encontro ao atendimento da disponibilidade dos recursos hídricos, tanto em quantidade como em qualidade.

## REFERÊNCIAS

- Água Brasil (2010). *Glossário de doenças relacionadas à água*. <http://www.aguabrasil.iciet.fiocruz.br/index.php?pag=doe>.
- Aguiar, K. C. G. D., Cohen, S. C., Maciel, E. M. G. D. S., & Kligerman, D. C. (2020). Fatores de risco para ocorrência de diarreia em crianças residentes na Ilha de Guaratiba (RJ). *Saúde em Debate*, *44*, 205-220.
- Amaral, L. A. D., Nader Filho, A., Rossi Junior, O. D., Ferreira, F. L. A., & Barros, L. S. S. (2003). Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. *Revista de Saúde Pública*, *37*, 510-514.
- de Araújo, G. F. R., de Abreu Tonani, K. A., Julião, F. C., de Oliveira Cardoso, O., da Silva Alves, R. I., Ragazzi, M. F., ... & Segura-Muñoz, S. I. (2011). Qualidade físico-química e microbiológica da água para o consumo humano e a relação com a saúde: estudo em uma comunidade rural no estado de São Paulo. *O Mundo da Saúde*, *35*(1), 98-104.
- Atlas Esgotos (2017). *Despoluição de Bacias Hidrográficas*. Brasília. <http://atlasesgotos.ana.gov.br/>
- Brasil, 1997. *Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997* – “Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm).
- Brasil (2007). *Lei nº 11.455, de 5 de janeiro de 2007*. “Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico”. [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm)

- Brasil, 2020. *Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020*, que atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País. [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm). Brasil, Trata. Saneamento e doenças de veiculação hídrica Datasus e Snis 2019. (2020b). [https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2022/09/Sumario\\_Executivo\\_-\\_Saneamento\\_e\\_Saude\\_2021\\_\\_2.pdf](https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2022/09/Sumario_Executivo_-_Saneamento_e_Saude_2021__2.pdf).
- Boulos, M. (2020). *Dados da ONU mostram que 15 mil pessoas morrem por doenças ligadas à falta de saneamento*, 2020. <https://jornal.usp.br/atualidades/dados-da-onu-mostram-que-15-mil-pessoas-morrem-anualmente-por-doencas-ligadas-a-falta-de-saneamento/>.
- Brum, B. R., Oliveira, N. R., Reis, H. C. O., Lima, Z. M., & Morais, E. B. (2016). Qualidade das águas de poços rasos em área com déficit de saneamento básico em Cuiabá, MT: Avaliação microbiológica, físico-química e fatores de risco à saúde. *HOLOS*, 2, 179-188.
- Colilert - IDEXX Brasil [IFigura 2]. (s.d.). Casa - IDEXX Brasil. <https://www.idexx.com.br/pt-br/water/water-products-services/colilert/>
- Comitê das Bacias Hidrográficas do Rio Paraíba do Sul [CBH-PS] (2016). *Revisão e atualização do Plano de Bacia da UGRHI 02 – Paraíba do Sul - síntese do plano de bacia*. [https://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents//CBH-PS/14089/sintese-do-plano-de-bacia-ugrhi\\_02-01-08-17-completo.pdf](https://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents//CBH-PS/14089/sintese-do-plano-de-bacia-ugrhi_02-01-08-17-completo.pdf)
- Freitas, M. B. D., Brilhante, O. M., & Almeida, L. M. D. (2001). Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. *Cadernos de Saúde Pública*, 17, 651-660.
- Fipe, Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (2020). *Mapa final do macrozoneamento e ordenamento do território da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte*. São Paulo. <https://rmvpln.pdui.sp.gov.br/wp-content/uploads/P14-Vale-do-Paraiba-final-22-5-22.pdf>
- Funasa, Brasil. Fundação Nacional de Saúde (2013). *Manual prático de análise de água* / Fundação Nacional de Saúde – 4. ed. – Brasília, 150 p. [http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files\\_mf/manual\\_pratico\\_de\\_analise\\_de\\_agua\\_2.pdf](http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf)
- Julião, F C. *Avaliação das condições microbiológicas e físico-químicas da água de reservatório domiciliar e predial: importância da qualidade dessa água no contexto da saúde Pública*, 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- Lima, J. A. D. M., Bethonico, M. B. D. M., & Vital, M. J. S. (2018). *Água e doenças relacionadas a água em comunidades da bacia hidrográfica do rio Uraricoera-*

*Terra Indígena Yanomami-Roraima.*

<https://ds.saudeindigena.icict.fiocruz.br/handle/bvs/1509>.

Martins, G. A. F. (2014). Estudo epidemiológico e da qualidade da água em uma escola de ensino fundamental do município de Uberlândia, MG: aspectos ambientais e sociais. *Ambiente & Educação*, 19(1), 205-222.

Ministério da Saúde [MS] (2021). *Portaria GM/MS Nº 888*, de 4 de maio de 2021: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888\\_07\\_05\\_2021.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html).

Nakamura, C. Y., Marques, E., Vilela, P., Oda, T., Lima, L., Costa, R., & Azevedo, I. C. (2014). Avaliação da qualidade da água subterrânea no entorno de um aterro sanitário. *Águas subterrâneas*, 28(2).

Oms. *Água, saneamento e higiene Links para a Saúde*. Organização Mundial da Saúde, 2004.

Oms. *WHO Housing and health guidelines*. Organização Mundial de Saúde, 2018. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241550376>.

Pires, Maria Coeli Simões. Os rumos do Direito Urbanístico no Brasil: avaliação histórica. In: Fórum de direito urbano e ambiental. Belo Horizonte: *Fórum*, 1(1), jan/fev 2002.

Snis, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). (2021). *Diagnóstico Temático dos Serviços de Água e Esgotos*, Brasília, 2021. <http://www.snis.gov.br/diagnosticos>.

Teixeira, J. C., Gomes, M. H. R., & Souza, J. A. D. (2012). Associação entre cobertura por serviços de saneamento e indicadores epidemiológicos nos países da América Latina: estudo com dados secundários. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 32, 419-425. [https://www.scielosp.org/article/ssm/content/raw/?resource\\_ssm\\_path=/media/assets/rpsp/v32n6/a05v32n6.pdf](https://www.scielosp.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/rpsp/v32n6/a05v32n6.pdf)

Uhr, J. G. Z., Schmechel, M., & Uhr, D. D. A. P. (2016). Relação entre saneamento básico no Brasil e saúde da população sob a ótica das internações hospitalares por doenças de veiculação hídrica. *Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace*, 7(2).

Visser, S., Giatti, L. L., Carvalho, R. A. C. D., & Guerreiro, J. C. H. (2011). Estudo da associação entre fatores socioambientais e prevalência de parasitose intestinal em área periférica da cidade de Manaus (AM, Brasil). *Ciência & Saúde Coletiva*, 16, 3481-3492.

Yamaguchi, M. U., Cortez, L. E. R., Ottoni, L. C. C., & Oyama, J. (2013). Qualidade microbiológica da água para consumo humano em instituição de ensino de Maringá-PR. *O mundo da saúde*, 37(3), 312-320.