

# IMPACTOS DA ATIVIDADE ANTRÓPICA NA QUALIDADE HÍDRICA DOS CÓRREGOS PEDREIRA E FURQUIM E DO RIO GUAPEVA EM JUNDIAÍ-SP, BRASIL

Joice Muniz Silva<sup>1</sup>  
Ana Beatriz Carollo Rocha Lima<sup>2</sup>

**RESUMO:** Os Córregos Pedreira e Furquim são afluentes do Rio Guapeva e tem suas nascentes em áreas de baixa densidade urbana, e sua foz em área de densa ocupação antrópica. O presente estudo teve o objetivo de determinar a qualidade da água dos córregos Pedreira e Furquim em suas nascentes e na confluência com o Rio Guapeva a fim de verificar o impacto da atividade antrópica na qualidade dos recursos hídricos da região. Para isso, foram aferidos parâmetros físico-químicos e microbiológicos através do Ecokit 2 da Alfakit®. Também foram obtidos dados climáticos e organolépticos. Os resultados obtidos foram comparados com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para as classes 1 e 2 das de águas doces. A maioria dos resultados obtidos estavam em desacordo com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005. No parâmetro físico-químico ortofosfato, a foz do córrego Furquim e ambos os pontos amostrais do Rio Guapeva apresentaram valores elevados em relação ao estabelecido pela Resolução. No parâmetro microbiológico E. coli, com exceção da nascente do Córrego Pedreira, todos os pontos amostrais apresentaram valores divergentes com a Resolução. A presença dos indicadores organolépticos material sedimentável, algas, cheiro forte e materiais flutuantes (inclusive resíduos sólidos urbanos) e a ausência de peixes foi identificada em praticamente todas as amostras, exceto na nascente do Córrego Furquim, que se encontra em uma região preservada, diferentemente das demais amostras que se encontram em regiões rodeados por atividades antrópicas.

**Palavras-chave:** Água. Poluição. Saneamento Ambiental. Preservação.

## IMPACTS OF ANTHROPIC ACTIVITY ON WATER QUALITY IN THE PEDREIRA AND FURQUIM STREAMS AND THE GUAPEVA RIVER IN JUNDIAÍ-SP, BRAZIL

**ABSTRACT:** The Pedreira and Furquim streams are tributaries of the Guapeva River and have their sources in areas of low urban density, and their mouths in an area of dense anthropic occupation. This study aimed to determine the water quality of the Pedreira and Furquim streams at their sources and at the confluence with the Guapeva River in order to verify the impact of human activity on the quality of water resources in the region. For this, physical-chemical parameters and microbiological were measured through Alfakit® Ecokit 2. Climatic and organoleptic data were also obtained. The results obtained were compared with the standards established by CONAMA Resolution 357/2005 for classes 1 and 2 of fresh waters. Most of the results obtained were at odds with the standards established by CONAMA Resolution 357/2005. In the physical-chemical parameter orthophosphate, the mouth of the Furquim stream and both sampling points of the Guapeva River showed high values in relation to that established by the Resolution. In the microbiological parameter E. coli, except for the source of the Córrego Pedreira, all the sample points presented different values with the Resolution. The presence of organoleptic indicators sedimentable material, algae, strong smell and floating materials (including solid urban waste) and the absence of fish was identified in practically all samples, except in the source of the Furquim Stream, which is found in a preserved region, differently of the other samples that are in regions surrounded by anthropic activities.

**Keywords:** Water. Pollution. Environmental sanitation. Preservation.

---

<sup>1</sup> Bacharel em Biomedicina. Universidade Paulista (UNIP) *campus* Jundiaí. joicemunizsilva@gmail.com

<sup>2</sup> Mestre em Biologia Animal (UNICAMP), especialista em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para a Gestão Municipal de Recursos Hídricos (IFCE/ANA), doutorado em andamento em Patologia Ambiental e Experimental (UNIP, *campus* Indianópolis). Professora Adjunta da Universidade Paulista (UNIP, *campus* Jundiaí), curso de Ciências Biológicas, Instituto de Ciências da Saúde. abeatrizcr1@gmail.com \*Autor para correspondência: Ana Beatriz Carollo Rocha Lima. Universidade Paulista-UNIP, *campus* Jundiaí. Avenida Armando Giassetti, 577 - Vila Hortolândia - Trevo Itu/Itatiba - Jundiaí - SP, CEP 13214-525, Tel.: (11) 4815-2333.

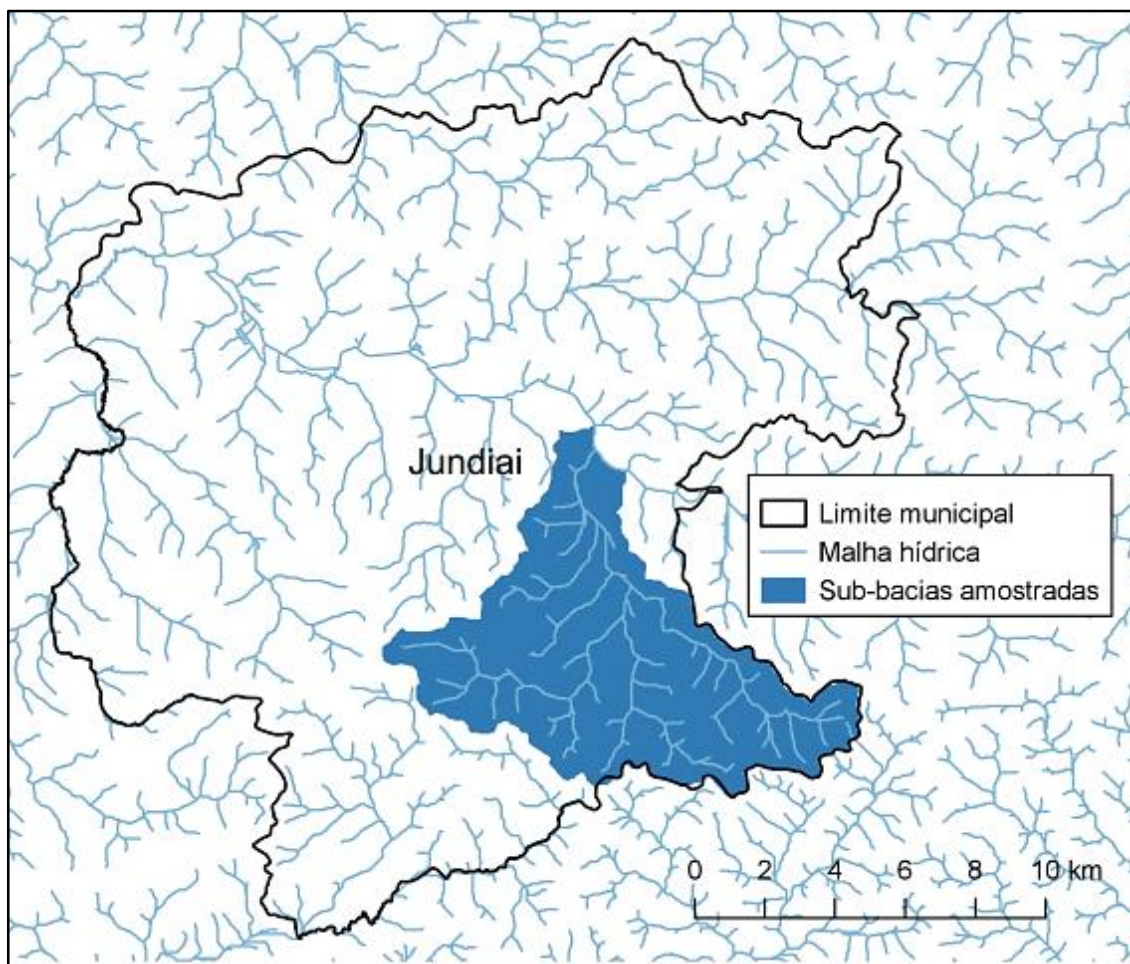
## INTRODUÇÃO

O município de Jundiaí está localizado no Estado de São Paulo, possuindo uma área de 431, 207 km<sup>2</sup> e uma população estimada em 418,962 pessoas em 2019 (JUNDIAÍ, 2017a; IBGE, 2019). O município é constituído em sua totalidade por Área de Proteção Ambiental (APA), conforme regulamentação dada pelo Decreto n° 43.284, de 03 de julho de 1998 (BRASIL, 1998). Segundo o Plano Diretor de Jundiaí, o município encontra-se dividido em três macrozonas: (I) Macrozona de Estruturação e Qualificação Urbana, predominantemente urbana, com variedade de uso e ocupação do solo; (II) Macrozona de Proteção da Serra do Japi e Serra dos Cristais, constituída por mata nativa e abrigando valiosos ecossistemas naturais; e (III) Macrozona de Proteção Ambiental, Hídrica e de Desenvolvimento Rural, formada por regiões rurais e bacias hidrográficas de abastecimento da região (JUNDIAÍ, 2016).

A sub-bacia do Córrego Pedreira se origina na Macrozona de Proteção da Serra do Japi e está localizada à esquerda da Rodovia Anhanguera (km 53) (JUNDIAÍ, 2016). Esta sub-bacia possui uma área de 1430,4 ha e faz limite com a sub-bacia do Córrego Furquim, localizada na margem direita da Rodovia Anhanguera (km 52), que possui uma área de 1473,5 há (SOLIN et al. 2015). O Córrego Pedreira, junto com seus afluentes, consiste em uma malha hídrica de 26,4 km e engloba 80 propriedades ribeirinhas (AESABESP, 2018). O Córrego Furquim inicia-se no bairro Tijuco Preto, na Macrozona de Estruturação e Qualificação Urbana (DAE, 2017; JUNDIAI, 2016), e juntamente com seus afluentes, consiste em uma malha hídrica de 29,5 km e engloba 85 propriedades ribeirinhas<sup>6</sup>. Ao longo do curso de ambos os córregos pode ser observada uma crescente urbanização que se torna mais densa na foz, fato que contribui significativamente para a poluição dos mesmos (AESABESP, 2018; SOLIN, 2015).

O Córrego Pedreira é importante para a preservação da flora e fauna, uma vez que sua nascente está localizada na Serra do Japi, região que abriga enormes áreas de Mata Atlântica do interior paulista e diversas espécies de animais. Além disso, a Macrozona de Proteção da Serra do Japi e Serra dos Cristais têm como objetivo preservar e manter a biodiversidade faunística (BRAGA, 2017; SERRA DO JAPI, 2015).

Os córregos Pedreira e Furquim são fundamentais para a drenagem urbana do município e atualmente são utilizados como reservatórios com a finalidade de reduzir as enchentes de rios (reservatórios GUA-02: Córrego Pedreira e GUA-03: Córrego Furquim), servindo ao controle de enchentes das bacias do Córrego Guapeva e do Rio Jundiaí. Os Córregos Pedreira e Furquim são os principais afluentes do Rio Guapeva, que é o mais importante afluente urbano de Jundiaí. A bacia do Rio Guapeva é a segunda maior área de drenagem da cidade de Jundiaí e possui ocupação predominantemente urbana desde o seu início, nas proximidades da Rodovia Anhanguera, até a sua foz, desaguando no Rio Jundiaí (JUNDIAÍ, 2017a) (Figura 1).



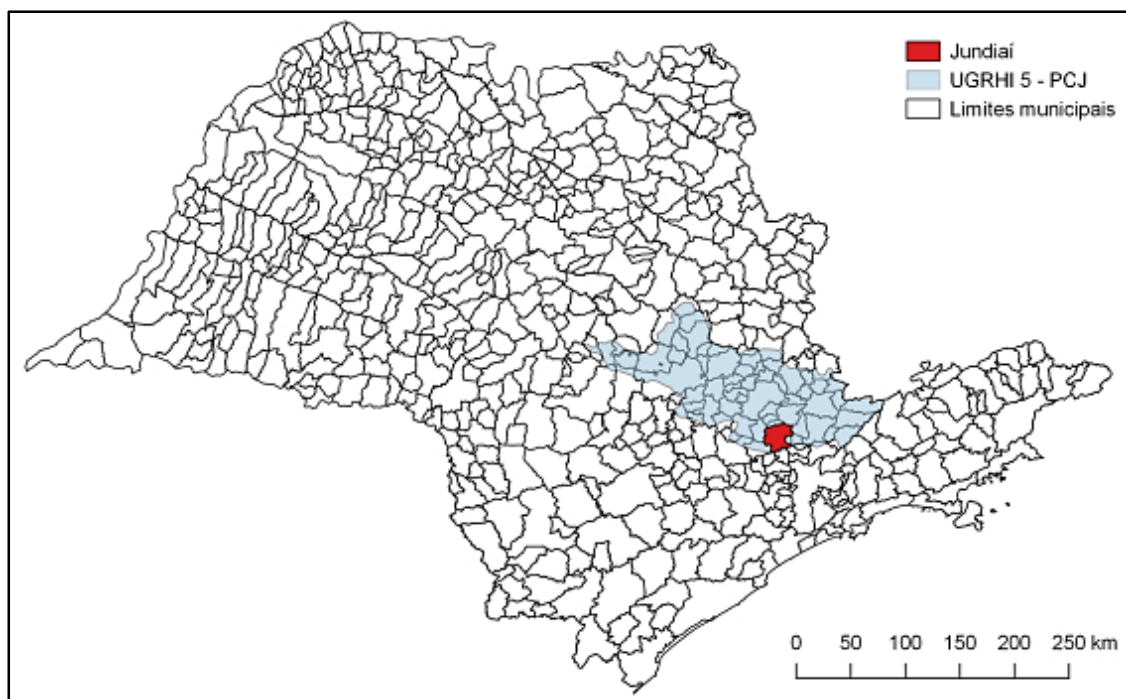
**Figura 1. Localização das sub-bacias dos córregos Pedreira e Furquim e do Rio Guapeva no município de Jundiaí-SP.**

Fonte: elaborada pelas autoras.

O enquadramento dos corpos d'água foi estabelecido pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) através da Resolução 357/2005, sancionada com a finalidade de orientar a gestão dos recursos hídricos (JURAS, 2015). Os córregos Pedreira e Furquim pertencem à Classe 2 das águas doces (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2005), que conforme o Artigo 4º da Resolução, podem ser destinadas ao abastecimento urbano (após tratamento convencional), à recreação de contato primário (natação, mergulho etc.), à irrigação e às atividades de pesca, bem como à proteção da vida aquática (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2005).

O Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SIGRH) foi criado com a sanção da Lei Paulista das Águas (Lei 7.663/91) e tem a finalidade de desenvolver a gestão dos recursos hídricos em face ao crescimento industrial, bem como ao aumento do consumo e dos índices de poluição da água. O SIGRH tem como princípios a participação, descentralização e integração na gestão sustentável dos recursos hídricos do estado, e atua em ações de divulgação, planejamento, controle, capacitação e revitalização. O SIGRH divide os recursos hídricos estaduais em Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs) (SIGRH, 1991). O rio Guapeva está localizado na área de abrangência da UGRHI-5, correspondente às bacias hidrográficas formadas pelos rios Piracicaba, Capivara e Jundiaí

(PCJ), localizada na borda do centro-leste da Bacia Sedimentar do Paraná (IRRIGART, 2007) (Figura 2).



**Figura 2. Localização da UGRHI-5 e do município de Jundiaí no estado de São Paulo.**

Fonte: elaborada pelas autoras.

A disponibilidade de água das bacias PCJ é muito restrita devido à grande densidade populacional da região, embora esta seja privilegiada com uma elevada quantidade de fontes hídricas. Mais da metade da vazão das bacias PCJ são primariamente para fins de abastecimento público, sendo o setor industrial o segundo maior consumidor de recursos hídricos, seguido pelo setor rural, este último com valores de consumo menos expressivos (AGÊNCIA DAS BACIA PCJ, 2017).

No que tange à utilização do Rio Guapeva, a sua total demanda é industrial, com algumas indústrias sendo responsáveis por um expressivo volume de captação e lançamento de águas, sendo elas:

**Tabela 1. Utilização industrial predominante do Rio Guapeva.**

EMPRESA	CAPTAÇÃO (m <sup>3</sup> /s)	LANÇAMENTO (m <sup>3</sup> /s)
Cia Ind. de Conservas Alimentícias Cica	0,06944	0,06944
Filobel Indústrias Têxteis do Brasil Ltda	0,02778	-
Incepa – Indústria Cerâmica Paraná S/A	0,01389	0,00556
Ind. Gessy Lever Ltda	0,09259	0,09259

Fonte: VERATI et al. 2001; CBH-PCJ, 2019.

Devido à localização predominantemente urbana do Rio Guapeva, não há utilização das águas do mesmo no ramo agropecuário (VERATI et al. 2001).

O avanço da urbanização e o consequente desmatamento contribuem para a alteração do ciclo hidrológico, resultando em uma redução da disponibilidade de água de qualidade adequada (SILVA et al. 2019). Muitos córregos têm seus trajetos confinados em canais de movimento retilíneo para construção de avenidas, e suas margens são ocupadas por residências, indústrias e atividades agrícolas (SÁNCHEZ, JACOBI, FRACALANZA, 2015). Em consequência disso, no ano de 2017 foi lançado o programa de prevenção às enchentes em Jundiaí, iniciando-se pelo Córrego Guapeva, que recebeu limpeza, roçagem e desassoreamento (JUNDIAÍ, 2017b). O Córrego Furquim também recebeu obras importantes como o remanejamento do interceptor de esgoto de sua margem direita visando à despoluição do mesmo, que recebia despejo de esgoto das regiões da Lagoa dos Patos e do bairro Santa Gertrudes (DAE, 2017).

Uma grande preocupação da atualidade é a poluição hídrica, uma vez que a produção industrial, agrícola, a mineração e o lançamento de efluentes domésticos contribuem para uma má qualidade da água, prejudicando assim o seu fornecimento para as necessidades básicas da população e do ambiente (SERRA DO JAPI, 2015). O elevado aumento da população normalmente não é acompanhado pelo investimento em saneamento, fato que contribui significativamente para o aumento da carga de efluentes domésticos, que são compostos basicamente por urina, fezes e água de lavagem com tensoativos (JURAS, 2015; OLIVEIRA, 2018).

O Departamento de Água e Esgoto de Jundiaí – DAE, empresa de economia mista que tem como a sua maior acionista a Prefeitura Municipal de Jundiaí de acordo com a Lei das Estatais (lei nº13.303/2016) (DAE, 1999), é responsável pelo fornecimento de água tratada e pela coleta, afastamento e tratamento de esgoto (concessão à CSJ – Companhia Saneamento de Jundiaí) no município de Jundiaí, atingindo índices de 98% na área urbana e 2% na zona rural (DAE, 2013). Sendo assim, a cidade de Jundiaí tem um dos melhores sistemas de saneamento do país, reconhecido pelo Instituto Trata Brasil (DAE, 2013).

Os danos provocados pelo despejo impróprio de resíduos em corpos d'água podem ser classificados em poluição bioquímica, física, radioativa, química e biológica (JUNDIAÍ, 2015), causando o desequilíbrio ecológico do meio aquático quando as concentrações mínimas de oxigênio e de sais dissolvidos deixam de existir. Sais de fosforo e de nitrogênio em concentração elevada também geram uma produção excessiva de algas (eutrofização). O excesso de matéria orgânica nos corpos d'água causa a diminuição do oxigênio dissolvido, resultando em um grande impacto na vida aquática, como a morte de peixes e outros organismos dependentes de oxigênio. Por isso o oxigênio dissolvido é um importante parâmetro da qualidade da água (BRAGA et al. 2005; OLIVEIRA, 2018).

Do ponto de vista físico-químico e biológico, o esgoto doméstico é constituído principalmente por matéria orgânica biodegradável, nitrogênio, patógenos e fósforo (DAE, 2013). Por isso, as variáveis que influenciam no Índice de Qualidade das Águas (IQA) são: oxigênio dissolvido, temperatura, quantidade de coliformes fecais, pH, fósforo, resíduos totais, nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito e a turbidez (JURAS, 2015).

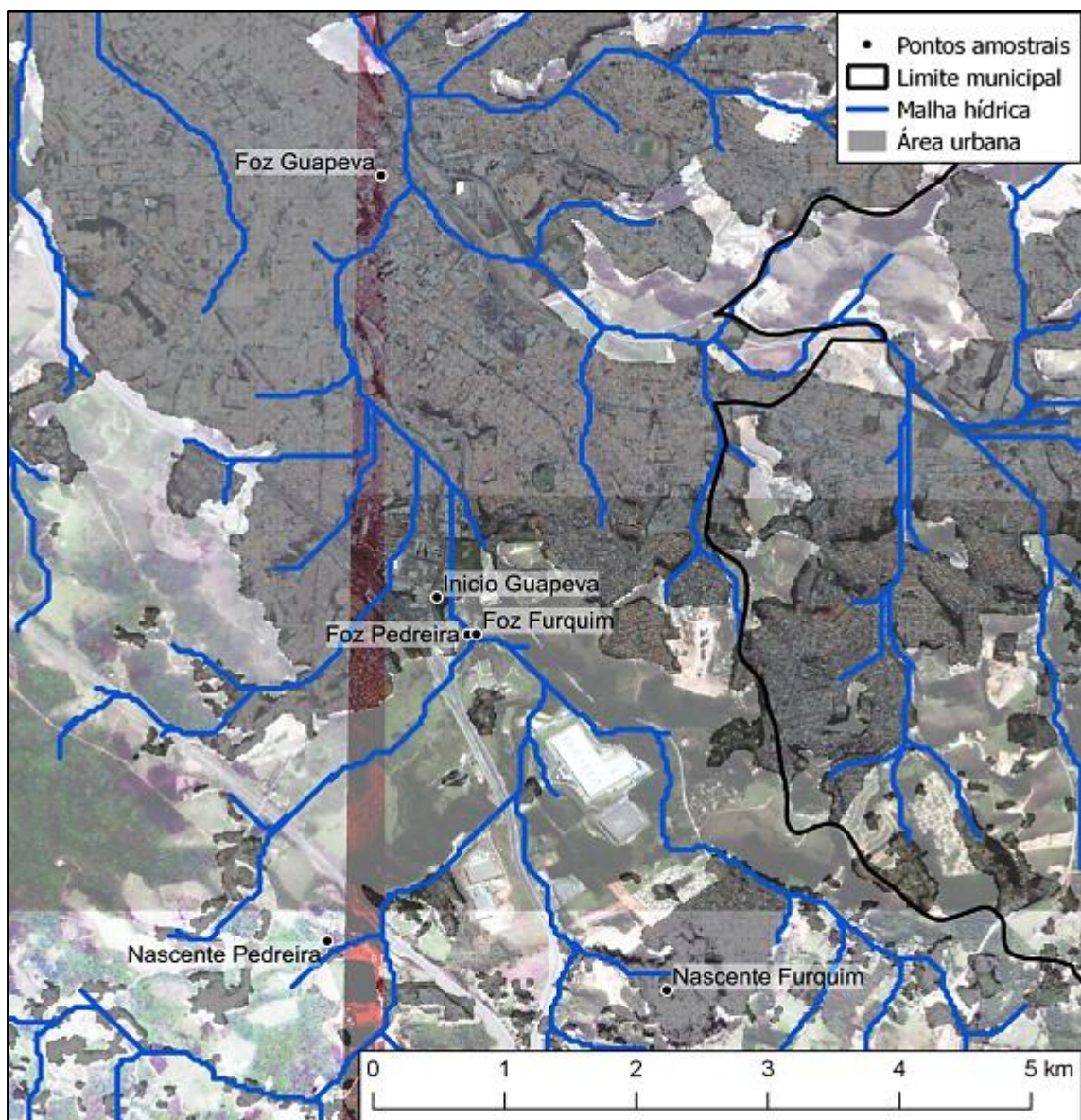
A degradação da qualidade da água pode tanto causar desequilíbrio no meio ambiente quanto prejudicar a sua disponibilidade, já que a água para abastecimento doméstico deve ser livre de substâncias tóxicas e de organismos patogênicos, apresentando características toxicológicas e sanitárias apropriadas para o consumo humano (BRAGA et al. 2005).

Dessa forma, o objetivo geral do presente estudo foi determinar a qualidade da água dos córregos Pedreira e Furquim em suas nascentes e na confluência com o Rio Guapeva a fim de verificar o impacto da atividade antrópica na qualidade dos recursos hídricos da região. Os objetivos específicos foram (i) determinar os parâmetros físico-químicos, microbiológicos e organolépticos de dois pontos dos córregos Pedreira e Furquim e do Rio Guapeva, (ii) comparar a qualidade dos recursos hídricos entre a nascente e a foz dos córregos Pedreira e Furquim e do

Rio Guapeva e (iii) verificar se os corpos d'água em questão atendem aos parâmetros físico-químicos, microbiológicos e organolépticos definidos para o enquadramento dos mesmos nas respectivas classes definidas pela Resolução CONAMA 357/2005.

## MATERIAL E MÉTODOS

A fim de determinar a qualidade dos recursos hídricos dos córregos Pedreira e Furquim e do Rio Guapeva, foi realizada a coleta e a análise das águas de seis pontos amostrais, sendo duas de cada corpo hídrico, conforme indica a Figura 3. O Córrego Pedreira tem origem no território de Gestão da Serra do Japi e o Córrego Furquim tem origem na região de Tijuco Preto. Ambos os córregos desaguam no Rio Guapeva, na área pertencente ao 12º Grupo de Artilharia de Campanha, e o córrego Guapeva deságua no Rio Jundiá.



**Figura 3. Pontos de coleta.**  
**Fonte: elaborada pelas autoras.**

O ponto amostral 1 (P1), nascente do Córrego Pedreira (coordenadas decimais: -23.248445, -46.882951), localiza-se em propriedade particular na Av. Engenheiro Tasso Pinheiro, no bairro Terra Nova. A entrada foi realizada com o consentimento verbal da moradora com intermediação do Sr. José Antônio, técnico da DAE. A nascente encontra-se bastante preservada, com a presença de mata ciliar e ausência de atividade agropecuária e comercial no entorno, formando um lago de água límpida (Figuras 4a e 4b).



**Figura 4. a) Ponto amostral 1 (P1): nascente do Córrego Pedreira. b) Lago formado pela nascente. Fonte: elaborada pelas autoras.**

O ponto amostral 2 (P2), foz do Córrego Pedreira (coordenada decimais: -23.225133, -46.872496), localiza-se no bairro Vila Militar, paralelo à Alameda Cardia, dentro do 12º Grupo de Artilharia de Campanha (12º GAC). A entrada na propriedade foi realizada com autorização verbal do Major Eduardo Rossi Luchetti. Neste ponto foi observada a presença de mata ciliar preservada e a ausência de construções nas proximidades (Figuras 5a e 5b).



**Figura 5. a) Coleta no ponto amostral 2 (P2). b) Foz do Córrego Pedreira.**  
Fonte: elaborada pelas autoras.

O ponto amostral 3 (P3), nascente do Córrego Furquim (coordenadas decimais: -23.252186, -46.857725), localiza-se na Rua Ricardo Cesar Favaro, no bairro Santa Gertrudes. A entrada foi feita com autorização verbal do responsável pelo local com intermediação do Sr. José Antônio, técnico da DAE. A nascente encontra-se bastante degradada, com resíduos sólidos urbanos e uma mata ciliar em situação de alerta devido à urbanização desordenada (Figura 6a e 6b).



**Figura 6. a) e b) Ponto amostral 3 (P3): nascente do Córrego Furquim.**  
Fonte: elaborada pelas autoras.

O ponto amostral 4 (P4), foz do Córrego Furquim (coordenadas decimais: -23.225111, -46.871871), localiza-se no bairro Vila Militar, paralelo à Alameda Cardia, dentro do 12º GAC,



assim como o ponto amostral 2, dessa forma em P4 também foi observada a presença de mata ciliar preservada e a ausência de construções nas proximidades (Figuras 7a e 7b).



**Figura 7. a) Ponto amostral 4 (P4): foz do Córrego Furquim. b) Aferição da turbidez em P4.**  
Fonte: elaborada pelas autoras.

O ponto amostral 5 (P5), confluência do Rio Guapeva com os córregos contribuintes Pedreira e Furquim (coordenadas decimais: -23.222318, -46.874813), localiza-se na Av. Quatorze de Dezembro, em uma região de livre acesso. Neste ponto observou-se a presença de mata ciliar, porém com grande urbanização no entorno (Figura 8a e 8b).



**Figura 8. a) Ponto amostral 5 (P5): início do Rio Guapeva. b) Aferição microbiológica em P5.**  
Fonte: elaborada pelas autoras.

O ponto amostral 6 (P6), foz do Rio Guapeva (coordenadas decimais: -23.190249, -46.878957), localiza-se no cruzamento da Rua Prudente de Moraes com a Rua Ernesto Diederichsen. Neste ponto o rio encontra-se bastante degradado, com resíduos sólidos urbanos e ausência de mata ciliar devido à grande urbanização do entorno (Figuras 9a e 9b).



**Figura 9. a) Ponto amostral 6 (P6): foz do Rio Guapeva. b) Coleta de amostra em P6.**  
**Fonte: elaborada pelas autoras.**

Todas as coletas foram realizadas no dia 20 de abril de 2020 e as análises foram realizadas no mesmo dia. Foram aferidos os parâmetros físico-químicos (clima, temperatura da água e do ar, oxigênio dissolvido-OD, amônia-NH<sub>3</sub>, nitrato-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, nitrito-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, potencial hidrogeniônico-pH, ortofosfato-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, e turbidez), microbiológicos (*Escherichia coli* e coliformes totais) através do Ecolit 2, um kit de reagentes desenvolvido pela Alfakit® amplamente utilizado para o monitoramento de recursos hídricos. Também foram observados fatores organolépticos como a presença ou ausência de algas, espuma, cheiro, materiais flutuantes, material sedimentável, plantas aquáticas, peixes e outros organismos e cobertura vegetal (mata ciliar). Os resultados obtidos através das análises foram comparados com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para as classes 1 e 2 de águas doces.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados obtidos nas amostragens realizadas encontram-se expressos nas Tabelas 2 a 7. Os resultados divergentes com a Resolução CONAMA 357/2005 encontram-se destacados em negrito.

**Tabela 2. Resultados das análises de P1 de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005.**

	PARÂMETROS	NASCENTE PEDREIRA	CLASSE 1 CONAMA
FÍSICO-QUÍMICOS	Clima	Sol	--
	T°C água	21°C	--
	T°C ar	23°C	--
	Oxigênio dissolvido (mg/L)	8	>6
	Amônia (mg/L)	0,10	< 3,7
	Nitrato (mg/L)	0,10	< 10,0
	Nitrito (mg/L)	0,00	< 1,0
	pH	6,5	6 a 9
	Ortofosfato (mg/L)	0,0	< 0,1
MICROBIOLÓGICOS	Turbidez (UNT)	< 25	< 40
	<i>E. coli</i> (UFC/100ml)	0	< 200
	Coliformes totais (UFC/100ml)	400	--
	Algas	Ausente	Ausente
ORGANOLÉPTICOS	Espuma	Ausente	Ausente
	Cheiro	Ausente	Ausente
	Materiais flutuantes	Ausente	Ausente
	Material sedimentável	Ausente	Ausente
	Plantas aquáticas	Ausente	Ausente
	Peixes e outros	Presente	Presente
	Cobertura vegetal	Presente	Presente

Fonte: dos autores.

**Tabela 3. Resultados das análises de P2 de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005.**

	PARÂMETROS	FOZ PEDREIRA	CLASSE 2 CONAMA
FÍSICO-QUÍMICOS	Clima	Sol	--
	T°C água	24°C	--
	T°C ar	23°C	--
	Oxigênio dissolvido (mg/L)	6	>5
	Amônia (mg/L)	0,10	< 3,7
	Nitrato (mg/L)	0,10	< 10,0
	Nitrito (mg/L)	0,025	< 1,0
	pH	8	6 a 9
	Ortofosfato (mg/L)	0,0	< 0,1
MICROBIOLÓGICOS	Turbidez (UNT)	< 25	< 100
	<i>E. coli</i> (UFC/100ml)	<b>16.000</b>	<b>&lt; 1.000</b>
	Coliformes totais (UFC/100ml)	57.600	--
	Algas	Ausente	Ausente
ORGANOLÉPTICOS	Espuma	Ausente	Ausente
	Cheiro	Ausente	Ausente
	Materiais flutuantes	Ausente	Ausente
	<b>Material sedimentável</b>	<b>Presente</b>	<b>Ausente</b>
	Plantas aquáticas	Ausente	Ausente
	<b>Peixes e outros</b>	<b>Ausente</b>	<b>Presente</b>
	Cobertura vegetal	Presente	Presente

Fonte: dos autores.

Tabela 4. Resultados das análises de P3 de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005.

	PARÂMETROS	NASCENTE FURQUIM	CLASSE 1 CONAMA
FÍSICO-QUÍMICOS	Clima	Sol	--
	T°C água	26°C	--
	T°C ar	24°C	--
	Oxigênio dissolvido (mg/L)	9	>6
	Amônia (mg/L)	0,10	< 3,7
	Nitrato (mg/L)	0,30	< 10,0
	Nitrito (mg/L)	0,00	< 1,0
	pH	8	6 a 9
MICROBIOLÓGICOS	Ortofosfato (mg/L)	0,0	< 0,1
	Turbidez (UNT)	< 25	< 40
	<i>E. coli</i> (UFC/100ml)	<b>22.400</b>	<b>&lt; 200</b>
	Coliformes totais (UFC/100ml)	131.200	--
ORGANOLÉPTICOS	<b>Algas</b>	<b>Presente</b>	<b>Ausente</b>
	Espuma	Ausente	Ausente
	<b>Cheiro</b>	<b>Presente</b>	<b>Ausente</b>
	<b>Materiais flutuantes</b>	<b>Presente</b>	<b>Ausente</b>
	Material sedimentável	Ausente	Ausente
	Plantas aquáticas	Ausente	Ausente
	<b>Peixes e outros</b>	<b>Ausente</b>	<b>Presente</b>
	Cobertura vegetal	Presente	Presente

Fonte: dos autores.

Tabela 5. Resultados das análises de P4 de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005.

	PARÂMETROS	FOZ FURQUIM	CLASSE 2 CONAMA
FÍSICO-QUÍMICOS	Clima	Sol	--
	T°C água	24°C	--
	T°C ar	23°C	--
	Oxigênio dissolvido (mg/L)	8	>5
	Amônia (mg/L)	2	< 3,7
	Nitrato (mg/L)	0,30	< 10,0
	Nitrito (mg/L)	0,5	< 1,0
	pH	8	6 a 9
MICROBIOLÓGICOS	<b>Ortofosfato (mg/L)</b>	<b>0,75</b>	<b>&lt; 0,1</b>
	Turbidez (UNT)	< 25	< 100
	<i>E. coli</i> (UFC/100ml)	<b>22.400</b>	<b>&lt; 1.000</b>
	Coliformes totais (UFC/100ml)	156.800	--
ORGANOLÉPTICOS	<b>Algas</b>	<b>Presente</b>	<b>Ausente</b>
	Espuma	Ausente	Ausente
	Cheiro	Ausente	Ausente
	Materiais flutuantes	Ausente	Ausente
	<b>Material sedimentável</b>	<b>Presente</b>	<b>Ausente</b>
	Plantas aquáticas	Ausente	Ausente
	<b>Peixes e outros</b>	<b>Ausente</b>	<b>Presente</b>
	Cobertura vegetal	Presente	Presente

Fonte: dos autores.

Tabela 6. Resultados das análises de P5 de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005.

	PARÂMETROS	INÍCIO GUAPEVA	CLASSE 2 CONAMA
FÍSICO-QUÍMICOS	Clima	Sol	--
	T°C água	24°C	--
	T°C ar	24°C	--
	Oxigênio dissolvido (mg/L)	9	>6
	Amônia (mg/L)	1	< 3,7
	Nitrato (mg/L)	0,50	< 10,0
	Nitrito (mg/L)	0,4	< 1,0
	pH	7,5	6 a 9
	<b>Ortofosfato (mg/L)</b>	<b>0,75</b>	<b>&lt; 0,1</b>
	Turbidez (UNT)	< 25	< 40
MICROBIOLÓGICOS	<b><i>E. coli</i> (UFC/100ml)</b>	<b>28.800</b>	<b>&lt; 200</b>
	Coliformes totais (UFC/100ml)	86.400	--
ORGANOLÉPTICOS	Algas	Ausente	Ausente
	Espuma	Ausente	Ausente
	Cheiro	Ausente	Ausente
	Materiais flutuantes	Ausente	Ausente
	<b>Material sedimentável</b>	<b>Presente</b>	<b>Ausente</b>
	Plantas aquáticas	Ausente	Ausente
	<b>Peixes e outros</b>	<b>Ausente</b>	<b>Presente</b>
	Cobertura vegetal	Presente	Presente

Fonte: dos autores.

Tabela 7. Resultados das análises de P6 de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005.

	PARÂMETROS	FOZ GUAPEVA	CLASSE 2 CONAMA
FÍSICO-QUÍMICOS	Clima	Sol	--
	T°C água	25°C	--
	T°C ar	22°C	--
	Oxigênio dissolvido (mg/L)	8	>5
	Amônia (mg/L)	2	< 3,7
	Nitrato (mg/L)	0,50	< 10,0
	Nitrito (mg/L)	0,5	< 1,0
	pH	7,5	6 a 9
	<b>Ortofosfato (mg/L)</b>	<b>0,75</b>	<b>&lt; 0,1</b>
	Turbidez (UNT)	< 25	< 100
MICROBIOLÓGICOS	<b><i>E. coli</i> (UFC/100ml)</b>	<b>150.400</b>	<b>&lt; 1.000</b>
	Coliformes totais (UFC/100ml)	224.000	--
ORGANOLÉPTICOS	<b>Algas</b>	<b>Presente</b>	<b>Ausente</b>
	Espuma	Ausente	Ausente
	<b>Cheiro</b>	<b>Presente</b>	<b>Ausente</b>
	<b>Materiais flutuantes</b>	<b>Presente</b>	<b>Ausente</b>
	<b>Material sedimentável</b>	<b>Presente</b>	<b>Ausente</b>
	Plantas aquáticas	Ausente	Ausente
	<b>Peixes e outros</b>	<b>Ausente</b>	<b>Presente</b>
	<b>Cobertura vegetal</b>	<b>Ausente</b>	<b>Presente</b>

Fonte: dos autores.

Os resultados obtidos na nascente do Córrego Pedreira (P1) e na foz do mesmo (P2) estão de acordo com o estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 para as classes 1 e 2, respectivamente, nos parâmetros físico-químicos. Já no parâmetro microbiológico, a foz do Córrego Pedreira apresentou valores muito elevados dos bioindicadores *E. coli* e coliformes totais (16.000 e 57.600 UFC, respectivamente); no mesmo ponto também foi detectada a presença de material sedimentável e a ausência de peixes. Os resultados indicam que esse ponto amostral possivelmente recebe descarte irregular de efluentes humanos, dado que o Córrego Pedreira possui uma crescente urbanização irregular no seu percurso. A degradação da foz do Córrego Pedreira está predominantemente relacionada a atividades agropecuárias realizadas sem os devidos cuidados com a preservação da mata ciliar e do manejo do solo, assim como com o crescimento de empreendimentos imobiliários. Em contrapartida, a nascente do Córrego Pedreira não apresentou o bioindicador *E. coli*, o que se justifica pelo fato de que esta se encontra preservada e livre de influência antrópica.

Os resultados da nascente do Córrego Furquim (P3) e da foz do mesmo (P4) apresentaram valores muito elevados dos bioindicadores *E. coli* e coliformes totais (22.400 UFC de *E. coli* em ambos os pontos; 131.200 e 156.800 UFC de coliformes totais em P3 e P4, respectivamente). Dessa forma, ambos os pontos se encontram em desacordo com os parâmetros microbiológicos estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para as classes de enquadramento dos mesmos. Na nascente do Córrego Furquim também foi identificada a presença de algas, cheiro forte e materiais flutuantes (inclusive resíduos sólidos urbanos), bem como a ausência de peixes, o que se justifica pela perceptível degradação da nascente, que se encontra poluída por resíduos sólidos urbanos e com a mata ciliar em situação de alerta devido ao crescimento urbano desordenado. Já na foz do Córrego Furquim, além dos parâmetros microbiológicos em desacordo, foram identificados valores acima dos permitidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para a classe 2 para o parâmetro ortofosfato (0,75 mg/L), bem como a presença de algas e material sedimentável e a ausência de peixes. Estes fatores possivelmente estão relacionados ao crescimento habitacional dos bairros Santa Gertrudes e Lagoa dos Patos, onde se localizam respectivamente a nascente e boa parte do curso do córrego, situação esta que ocasiona a substituição da vegetação nativa por áreas urbanas e resulta na poluição da nascente e foz do Córrego Furquim. Apesar destes resultados, não foi identificado cheiro forte e nem a presença de materiais flutuantes na foz do Córrego Furquim, fatores que foram identificados na nascente.

Desde a confluência dos Córregos Pedreira e Furquim com o Rio Guapeva (P5) até a foz do Rio Guapeva (P6), os parâmetros ortofosfato (0,75 mg/L em ambos os pontos) e *E. coli* (28.800 e 150.400 UFC em P5 e P6, respectivamente) não estão de acordo com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para as águas doces de classe 2. Além disso, ambos os pontos também apresentam valores bastante elevados de coliformes totais (86.400 e 224.000 UFC em P5 e P6, respectivamente). Ambas as amostras também continham material sedimentável e em ambas foi identificada a ausência de peixes, mas somente em P6 foi identificada a presença de algas, cheiro e materiais flutuantes (inclusive resíduos sólidos urbanos). O Rio Guapeva, desde a confluência com os Córregos Pedreira e Furquim até a sua foz, é rodeado por estabelecimentos residenciais e atividades comerciais e industriais, encontra-se retificado e canalizado, e além de águas pluviais, possivelmente recebe despejo irregular de efluentes urbanos e industriais sem tratamento. Além disso, o mesmo não apresenta mata ciliar.

De forma geral, as amostras apresentaram ausência de espuma e baixa turbidez. Porém, os valores acima do permitido pela Resolução CONAMA 357/2005, de forma geral, demonstram decréscimo na qualidade dos recursos hídricos devido a possíveis despejos irregulares decorrentes da existência de empresas de grande porte ao longo dos cursos d'água e da progressiva urbanização desordenada e irregular. Além disso, a urbanização substituiu a cobertura vegetal original, imprescindível para a proteção dos corpos d'água. O resultado disso

é a perda da qualidade dos recursos hídricos e da quantidade da água disponível para o consumo humano.

Estudos similares ao presente justificam as inferências aqui realizadas. Almeida e Salas (2007) realizaram uma avaliação do Córrego Forquilha e do Ribeirão dos Cocos também utilizando o Ecolit 2 e encontraram valores bastante elevados para o indicador microbiológico *E. coli* em relação à Resolução CONAMA 357/2005 para os rios de classe 2 (SALA e ALMEIDA, 2007). Os autores atribuíram os resultados obtidos ao descarte de esgoto sanitário e a atividades agropecuárias, visto que os pontos analisados se encontravam em uma área de reserva onde se concentram várias propriedades rurais (fazendas), fator que contribui significativamente para a poluição dos cursos d'água.

Froes e Rocha-Lima (2020) realizaram um estudo no Rio Jundiá-SP utilizando o Ecolit 2, mesmo recurso utilizado no presente estudo, e identificaram os parâmetros ortofosfato e *E. coli* em valores incompatíveis com o estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 para as águas doces de classe 3. O estudo também identificou a presença de materiais flutuantes em divergência com o estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 (ROCHA-LIMA, e FROES, 2020). Os resultados obtidos foram atribuídos a processos antropogênicos como o possível descarte irregular de efluentes, já que o ponto analisado do corpo hídrico em questão situa-se em área densamente urbanizada.

Do mesmo modo, Gomides e colaboradores (2015) realizaram estudo da água da cidade de Itumbiara-GO utilizando o Ecolit 2, e identificaram inconformidades em relação ao estabelecido pela Resolução CONAMA 357/1005 para os parâmetros ortofosfato e turbidez (SOUZA et al. 2015). Os resultados obtidos foram atribuídos ao despejo de efluentes domésticos não tratados, dado que um dos pontos analisados correspondia a uma saída de esgoto para o Rio Paranaíba, o que tornava a água imprópria para o consumo humano.

Peixoto (2016) também utilizou o Ecolit 2 para avaliação do monitoramento da qualidade da água no baixo São Francisco-SE e constatou inconformidades para os parâmetros pH, oxigênio dissolvido, ortofosfato e turbidez em relação ao estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 para os rios de classe 2 (PEIXOTO, 2016). A inconformidade identificada foi atribuída ao despejo de efluentes domésticos e industriais contendo tensoativos e fertilizantes, uma vez que grande parte dos pontos analisados se localizava nas proximidades de áreas de lançamento de esgoto.

Coyado e colaboradores (2018) realizaram um estudo sobre águas pré e pós-tratamento também na cidade de Jundiá-SP através do uso do Ecolit 2, e detectaram valores para os indicadores microbiológicos acima do estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 para os corpos d'água *in natura* das classes 1 e 2. O estudo também identificou em um dos pontos amostrais a presença de espuma e material sedimentável, quando estes deveriam ser ausentes segundo a Resolução CONAMA 357/2005 (SILVA et al. 2019). Em compensação, a água tratada estava em conformidade com a Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde, devido à eficácia do tratamento realizado pela empresa DAE, que apesar da existência de inconformidades das águas *in natura* com os parâmetros indicadores com a legislação vigente, consegue manter o padrão de qualidade necessário para a água destinada ao consumo humano.

## CONCLUSÕES

O presente estudo demonstrou que alguns dos resultados obtidos em importantes corpos d'água de Jundiaí estavam em desacordo com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para as águas doces de classe 1 e 2. No parâmetro físico-químico ortofosfato, a foz do córrego Furquim e ambos os pontos amostrais do Rio Guapeva apresentaram valores elevados em relação ao estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005.

No parâmetro microbiológico *E. coli*, com exceção da nascente do Córrego Pedreira, todos os pontos amostrais apresentaram valores divergentes com a Resolução. Estes resultados possivelmente se devem ao despejo irregular de efluentes industriais e domésticos não tratados e/ou de fertilizantes agrícolas nos corpos d'água, evidenciado pela identificação de indicadores de origem fecal.

A presença dos indicadores organolépticos, cheiro forte e materiais flutuantes (inclusive resíduos sólidos urbanos), foram evidenciados nas amostras da nascente do Córrego Furquim e foz do Rio Guapeva, algas e material sedimentável estiveram presentes em quase todas as amostras, e ausência de peixes ocorreu em praticamente todas as amostras, exceto na nascente do Córrego Pedreira. Essa última se encontra em uma região preservada, diferentemente das demais amostras que se encontram em regiões rodeadas por atividades antrópicas, frequentemente responsáveis pela degradação dos corpos d'água.

## AGRADECIMENTOS

Ao Sr. Martim de França Silveira Ribeiro e ao Sr. José Antônio Ferreira por toda atenção e colaboração. Ao 12º Grupo de Artilharia de Campanha e demais proprietários das áreas particulares que permitiram a entrada nas mesmas.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

JUNDIAÍ. *Plano Municipal de Saneamento Básico de Jundiaí*. 2017. Disponível em: <<https://jundiai.sp.gov.br/dae/wp-content/uploads/sites/29/2016/12/pmsb-jundiai-compressed.pdf>>. Acesso em: 10 de ago. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *População de Jundiaí*. 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/jundiai/panorama>>. Acesso em 10 de ago. 2019.

BRASIL. DECRETO Nº 43.284, de 03 DE JULHO DE 1998. Regulamenta as Leis Nºs 4.023, de 22/05/1984, e 4.095, de 12/06/1984. *Diário Oficial – Executivo*, São Paulo, SP, 3 jul. 1998. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/6770>>. Acesso em: 13 de ago. 2019.

JUNDIAÍ. LEI Nº 8.683, de 07 DE JULHO DE 2016. Institui o Plano Diretor do Município de Jundiaí. *Prefeitura do Município de Jundiaí*, Jundiaí, SP, 7 jul. 2016. Disponível em: <<https://planodiretor.jundiai.sp.gov.br/wp-content/uploads/2016/07/Lei-8.683-Plano-Diretor-do-Munic%20de-Jundia%20ad.pdf>> Acesso em 22 de ago. 2019.

SOLIN, N. R.; RIBEIRO, M. F. S.; FERREIRA, J. A.; ENOMOTO, K. O. *Diagnóstico dos Mananciais da Bacia do Rio Guapeva*. São Paulo: DAE S/A – ÁGUA E ESGOTO; 2015, 23 p.

AESABESP. Mapeamento de soluções individuais de esgotamento sanitário no município de Jundiaí-SP. In: *29º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente*. São Paulo: FENASAN, 2018, p. 11- 10.

DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO – DAE. *DAE Trabalha pela Despoluição do Córrego do Furquim*. 2017. Disponível em: <<https://dae.jundiai.com.br/2017/10/dae-trabalha-pela-despoluicao-do-corrego-do-furquim/>> Acesso em 15 de set. de 2019.

SERRA DO JAPI. *Reserva Biológica*. 2015. Disponível em: <<https://serradojapi.jundiai.sp.gov.br/atributos/>>. Acesso em 25 de set. 2019.

BRAGA, L. M. M. *Sistemas hídrico e territorial integrados a partir do eixo do rio Jundiaí*. 2017. 212 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas, 2017.

JURAS, L. A. G. M. Os Impactos da Indústria no Meio Ambiente. In: GANEM, R.S. (org.) *Políticas setoriais e meio ambiente*, Câmara dos deputados, Edições Câmara, Brasília, 2015, p. 374-49.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. *Ministério do Meio Ambiente*, São Paulo, SP, 17 mar. 2005. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/processo.cfm?processo=02000.002378/2002-43>> Acesso em 30 de set. 2019.

SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO – SIGRH. *Apresentação*. 1991. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/apresentacaosigrh>> Acesso em 30 de set. 2019.

ENGENHARIA E CONSULTORIA EM RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE – IRRIGART. *Caracterização das Bacias PCJ*. 2007. Disponível em: <[http://www.agencia.baciaspcj.org.br/novo/images/stories/Relatorio\\_de\\_situacao/rs-2004-2006/RS-04-06\\_Capitulo-2.pdf](http://www.agencia.baciaspcj.org.br/novo/images/stories/Relatorio_de_situacao/rs-2004-2006/RS-04-06_Capitulo-2.pdf)> Acesso em 9 de out. 2019.

AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ. *Uso da Água*. 2017. Disponível em: <<http://www.agencia.baciaspcj.org.br/novo/informacoes-das-bacias/uso-da-agua>> Acesso em 10 de out. 2019.

VERATI, W.; SILVA, L. F. O.; REDA, A. L. L.; NOVAES, E. P. L.; NETO, F. C. P.; MONTANHA, E. P.; MATTES, D.; LOPES, L. A. P.; LEAL, E. B. P.; HERCULIANI, L. A.; GODOY, M. B.; CARVALHO, F. P.; CASADEI, W. S.; CASADEI, P.; ALVES, C. R. Situação dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá UGHI 5. *Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá – CBH-PCJ*, v. 1, 2001, p. 501-173.

SILVA, D. B.; MOURA, C.; ROCHA-LIMA, A. B. C.; GONÇALVES, G. H.; COYADO, G. A. L. Análises físico-químicas e microbiológicas de águas de pré e pós-tratamento na cidade de Jundiá-SP. *Rev Principia*, v. 1, n. 45, 2019, p. 207-200.

SÁNCHEZ, S. S.; JACOBI, P. R.; FRACALANZA, A. P. Governança da água e inovação na política de recuperação de recursos hídricos na cidade de São Paulo. *Cad Metrop*, v. 17, n. 33, 2015, p. 61-81.

JUNDIAÍ. *Programa de Prevenção às Enchentes tem início pelo Córrego Guapeva*. 2017. Disponível em: <<https://jundiai.sp.gov.br/noticias/2017/12/08/programa-de-prevencao-as-enchentes-tem-inicio-pelo-corrego-guapeva/>> Acesso em 30 de out. 2019.

OLIVEIRA, I. F. *Evolução nos Sistemas de Tratamento de Esgoto e a Melhoria na Qualidade da Água na Bacia do Rio Jundiá*. 2018. 94 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós- Graduação Lato Sensu em Especialização em Conformidade Ambiental) – Escola Superior da CETESB, São Paulo, 2018.

DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO - DAE. A Empresa. 1999. Disponível em: <<https://daejundiai.com.br/a-empresa/>> Acesso em 24 de abr. 2020.

DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO - DAE. *Esgoto*. 2013. Disponível em: <<https://daejundiai.com.br/a-empresa/esgoto/>> Acesso em 26 de abr. 2020.

JUNDIAÍ. *Plano de saneamento básico setorial para a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos*. 2015. Disponível em: <<http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/cpla/2017/05/jundiai.pdf>> Acesso em 27 de abr. 2020.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. *Introdução à Engenharia*

*Ambiental: o desafio ao desenvolvimento sustentável*. 2 ed. São Paulo: Ed. Person Prentice Hall, 2005, 318 p.

SALA, M. E.; ALMEIDA, P. G. C. S. *Avaliação preliminar e especialização cartográficas da qualidade das águas do Córrego Forquilha e do Ribeirão dos Cocos por meio do uso do Ecolit*. 2007. 17 f. Dissertação (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais) – UFMG, Belo Horizonte, 2007.

ROCHA-LIMA, A. B. C.; FROE, B. H. C. Avaliação preliminar dos parâmetros físico-químicos, microbiológicos e organolépticos do Rio de Jundiá e comparação com os padrões estabelecidos para o seu enquadramento. *Rev. UNISANTA Bioscience*. 2020. v. 9, n. 45, p. 45-53. Disponível em: <https://ojs.unisanta.br/index.php/bio/article/viewFile/2136/1737>

SOUZA, O. C.; OLIVEIRA, L. A.; OLIVEIRA, G. K. C.; GUERINO, R. G.; GOMIDES, J. N.; FERREIRA, P. R. O.; CRUZ, J. H. F.; COSTA, B. V. C. Análise físico-química da água de diferentes pontos da cidade de Itumbiara-GO. In: 55º Congresso Brasileiro de Química. Goiás: Associação Brasileira de Química, 2015, p. 1-1.

PEIXOTO, J. S. Monitoramento da qualidade da água no baixo São Francisco e ações de educação ambiental. 2016. 86 f. Dissertação (Pós-Graduação em Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, 2016.