

5.1. REGIÃO HIDROGRÁFICA DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL (UGRHI 2)

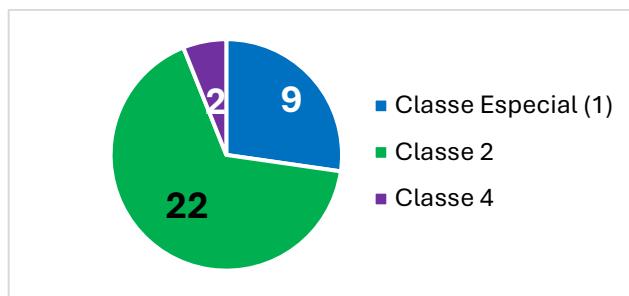
5.1.1. Redes de Monitoramento

Em 2024, a Região Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul contou com 33 pontos de monitoramento da Rede Básica, incluindo 9 pontos localizados em captações para abastecimento público, 2 pontos de Praias Interiores, 3 Estações Automáticas e 2 pontos da Rede de Sedimento.

5.1.2. Atendimento aos padrões de qualidade

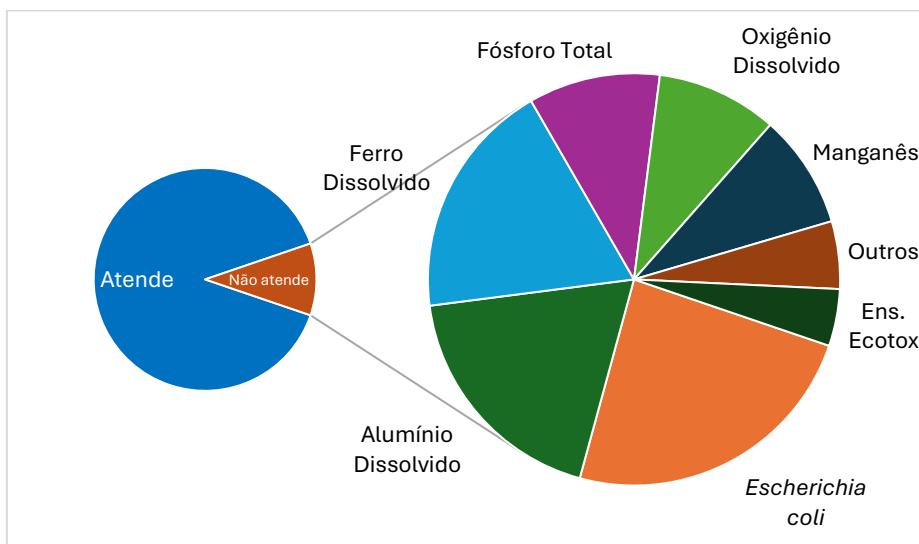
A distribuição dos 33 pontos da Rede Básica por classe de enquadramento está apresentada no Gráfico 5.1.1. A maior parte dos corpos hídricos dessa bacia está enquadrada na Classe 2, enquanto os formadores e reservatórios de cabeceira do Rio Paraíba do Sul estão enquadrados na Classe Especial.

Gráfico 5.1.1 Quantidade de pontos de monitoramento distribuídos por classe de enquadramento na UGRHI 2.



Em 2024, aproximadamente 89% dos resultados das 40 variáveis monitoradas na UGRHI 2 apresentaram conformidade com os limites estabelecidos para a respectiva classe de enquadramento, quando aplicável (Figura 5.1.1).

Figura 5.1.1 – Proporção de resultados em desacordo com os padrões de qualidade da Resolução CONAMA 357/20025 por variável



A Figura 5.1.6 também indica a proporção das variáveis responsáveis pelos resultados desconformes, onde se observa que a maior proporção desses resultados refere-se à *E. coli*. Adiciona-se que cerca de 69% dos resultados dessa variável estão em desacordo com o estabelecido na legislação, o que evidencia a necessidade de melhorias no sistema de esgotamento sanitário.

Além disso, verificam-se não conformidades recorrentes para Fósforo Total e para os metais Alumínio e Ferro Dissolvido, indicando influência de fontes difusas que exercem impactos na qualidade da água nessa região hidrográfica.

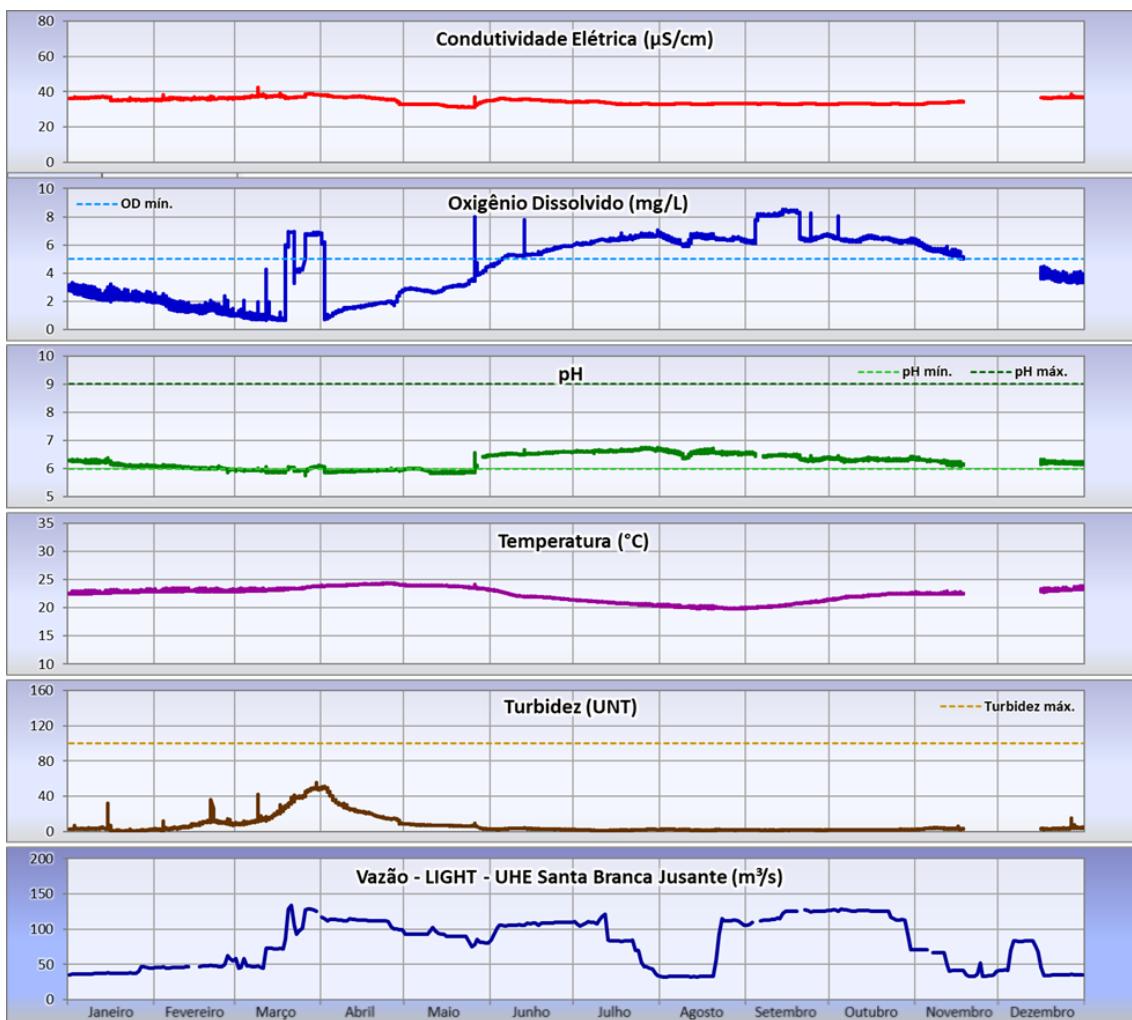
O Ribeirão Araraquara (QUAR 02800), afluente do Reservatório Jaguari, apresenta frequentes desconformidades para as principais variáveis sanitárias e Surfactantes, indicando aportes de esgoto doméstico a montante do manancial.

Por outro lado, destaca-se o Córrego da Vidoca (VIDK 04900) que atendeu aos padrões de qualidade para a Classe 4 em 2024 e nos anos anteriores.

5.1.2.1. Monitoramento Automático

A Figura 5.1.2 apresenta a evolução das variáveis medidas pela Estação Automática Santa Branca em 2024.

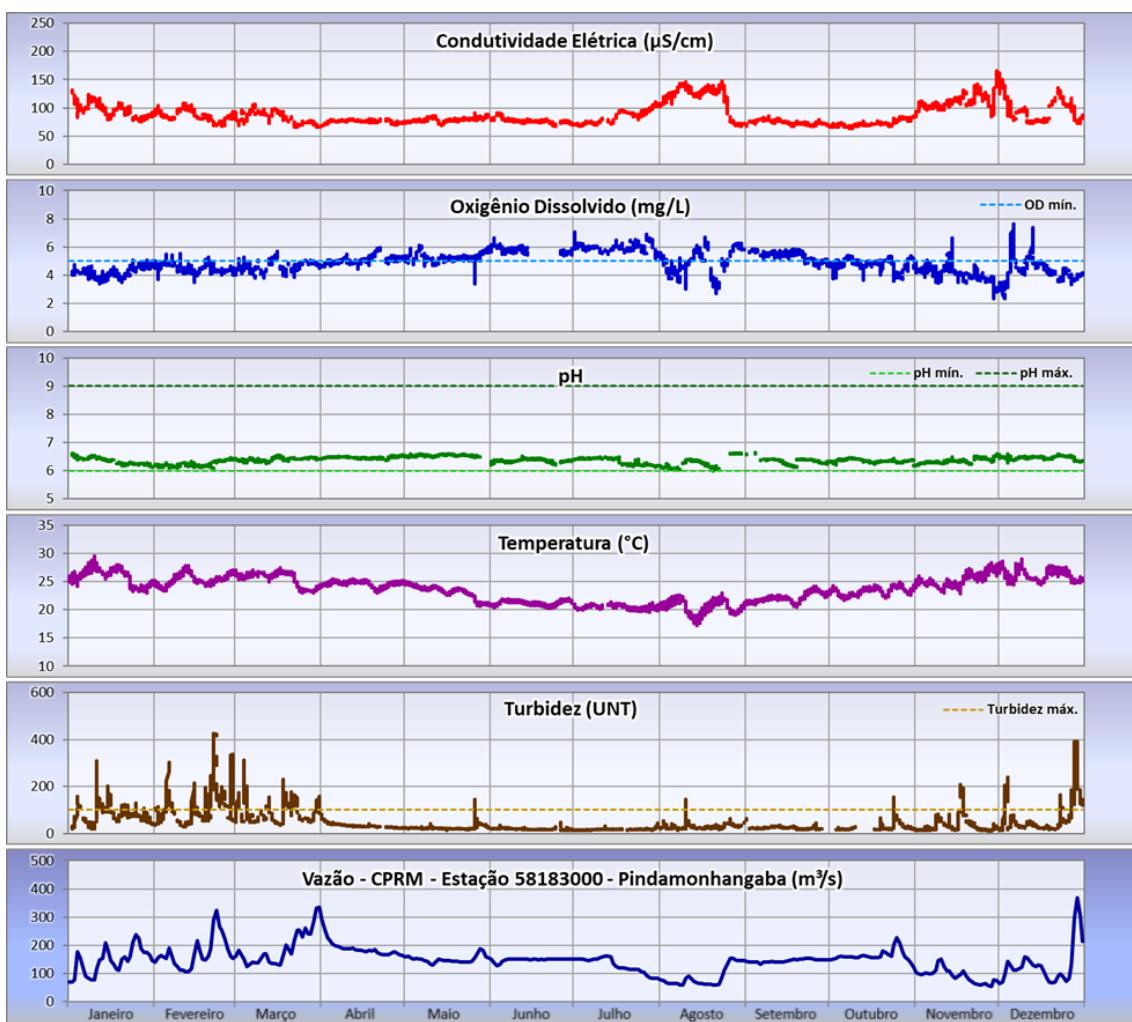
Figura 5.1.2 - Evolução das variáveis medidas na Estação Automática Santa Branca de janeiro a dezembro de 2024.



A Estação Automática Santa Branca monitora a qualidade das águas do Rio Paraíba do Sul no trecho imediatamente a jusante da barragem da Usina Hidrelétrica de Santa Branca, ou seja, em sua cabeceira. Nesse ponto, onde a vazão é controlada pela Light, os baixos valores de Condutividade Elétrica e Turbidez demonstram que o curso de água é pouco impactado por cargas poluidoras. Em 2024, o Oxigênio Dissolvido atendeu o padrão de qualidade para rios Classe 2 em 52% do tempo. Os maiores valores de Oxigênio Dissolvido são observados entre os meses de junho e outubro, coincidindo com o aumento das descargas da barragem e, consequentemente, da vazão do rio. Os valores de pH e turbidez atenderam ao padrão de qualidade durante 76 e 100% do tempo, respectivamente.

A Figura 5.1.3 apresenta a evolução das variáveis medidas pela Estação Automática Pindamonhangaba em 2024.

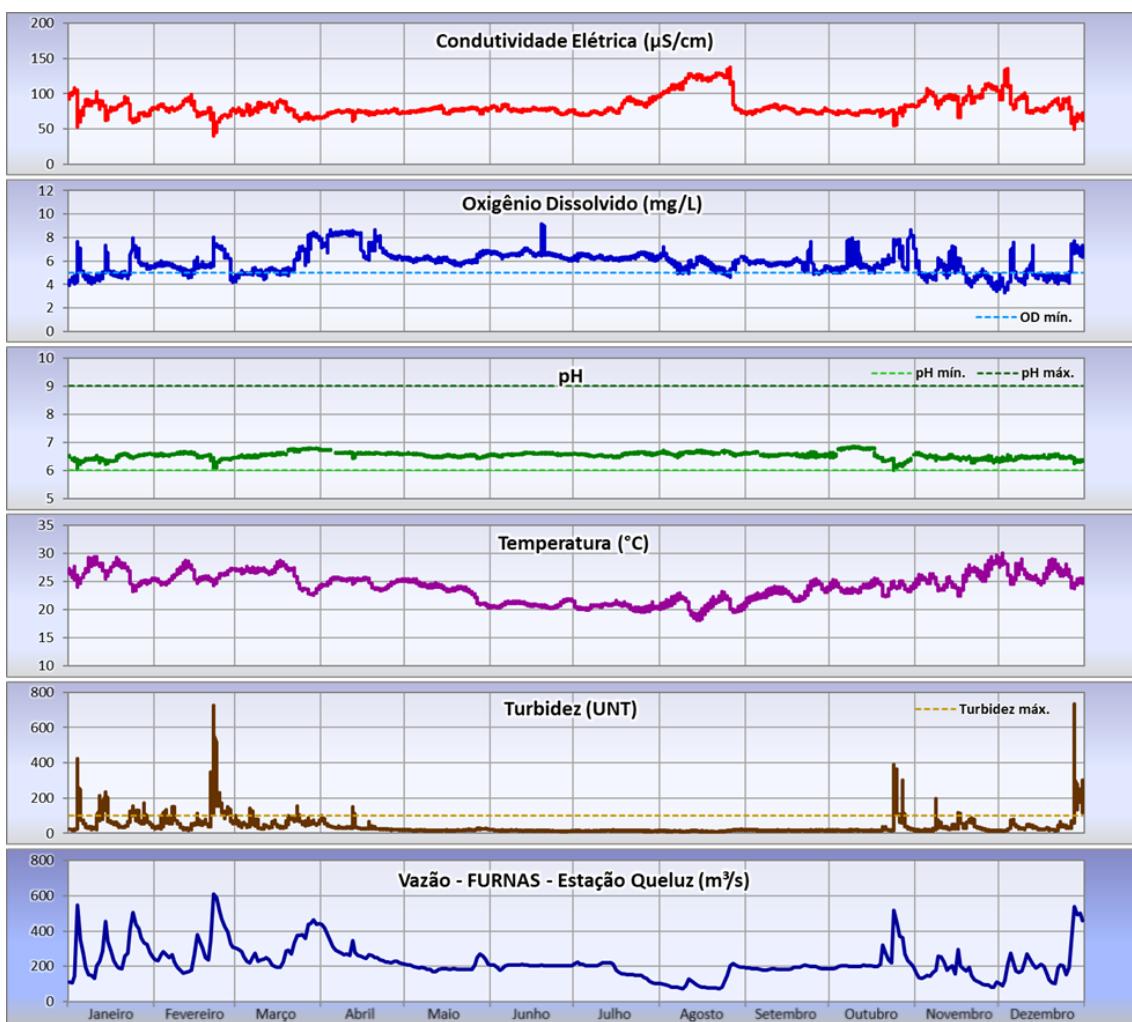
Figura 5.1.3 - Evolução das variáveis medidas na Estação Automática Pindamonhangaba de janeiro a dezembro de 2024.



Implantada junto à captação de água da SABESP para tratamento na ETA Pindamonhangaba, a Estação Automática Pindamonhangaba monitora a qualidade das águas da porção central do rio Paraíba do Sul no Estado de São Paulo. Nesse trecho, o impacto das cargas poluidoras já pode ser observado nos valores de condutividade elétrica acima de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. O oxigênio dissolvido atendeu o padrão de qualidade para rios classe 2 em 43% do tempo. A turbidez atendeu o padrão de qualidade durante 91% do período monitorado, apesar dos picos acima de 200 UNT, geralmente coincidentes com chuvas e aumento das vazões, indicarem aporte de cargas difusas.

A Figura 5.1.4 apresenta a evolução das variáveis medidas pela Estação Automática Queluz em 2024.

Figura 5.1.4 - Evolução das variáveis medidas na Estação Automática Queluz de janeiro a dezembro de 2024.



A Estação Automática Queluz monitora a qualidade das águas do rio Paraíba do Sul na saída do Estado de São Paulo em direção ao Estado do Rio de Janeiro. Os valores de oxigênio dissolvido e pH atenderam ao padrão de qualidade para rios classe 2 em, respectivamente, 80 e 100% do tempo. A condutividade elétrica variou entre 50 e 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Apesar de atender ao padrão em 94% do tempo, a turbidez apresenta picos superiores a 200 UNT, coincidentes com os incrementos de vazão, indicativo de que a lixiviação do solo da bacia contribui para o aporte de cargas poluidoras difusas ao rio.

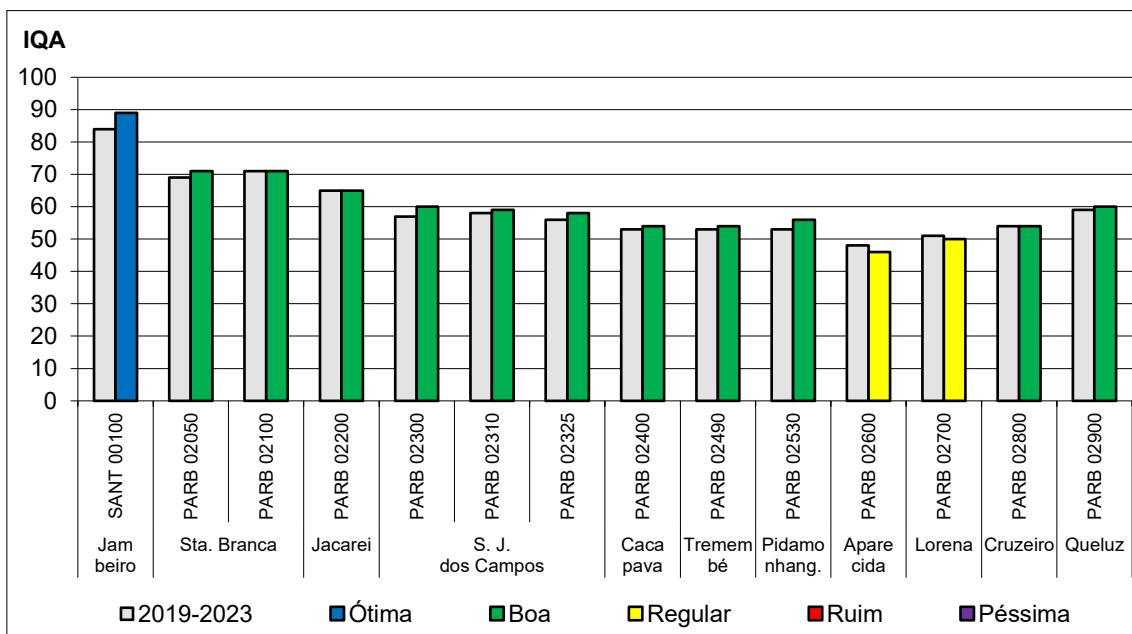
5.1.3. Índices de Qualidade

A avaliação dos índices de qualidade ligados ao principal corpo hídrico dessa UGRHI e seus principais afluentes, segue abaixo, com comparativos entre a média anual e a média dos últimos 5 anos (2019 – 2023).

5.1.3.1. IQA

O Gráfico 5.1.2 apresenta o perfil do IQA para o Rio Paraíba do Sul no seu trecho a partir de montante, que percorre a UGRHI 2, em direção ao estado do Rio de Janeiro, passando por diversas cidades da região do Vale do Paraíba.

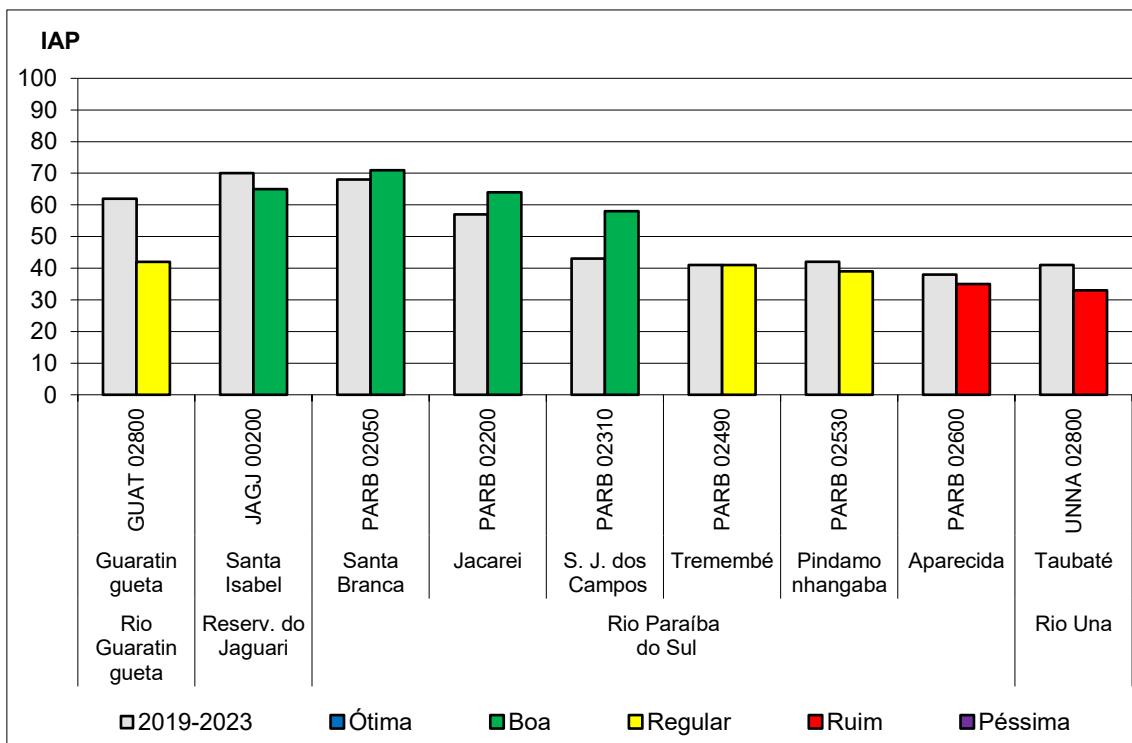
Gráfico 5.1.2 - Perfil do IQA ao longo do Rio Paraíba do Sul em 2024 e nos últimos 5 anos.



Essa análise é essencial para identificar tendências e orientar ações de gestão ambiental direcionadas para os corpos hídricos envolvidos. Em 2024, a qualidade nos trechos avaliados teve um panorama heterogêneo, com destaque para o Reservatório de Santa Branca (SANT 00100), que manteve o nível de qualidade alcançado no ano de 2023 e manteve-se acima da média histórica. Por outro lado, localidades como o ponto de monitoramento de Aparecida (PARB 02600) e o de Lorena (PARB 02700) apresentaram ligeira piora dos níveis de qualidade quando comparados com dados progressos.

5.1.3.2. IAP

O Gráfico 5.1.3 apresenta um comparativo entre a média histórica e o valor do índice IAP para o ano de 2024 referente às captações monitoradas na UGRHI 2.

Gráfico 5.1.3 – Resultados do IAP em 2024 e nos últimos 5 anos

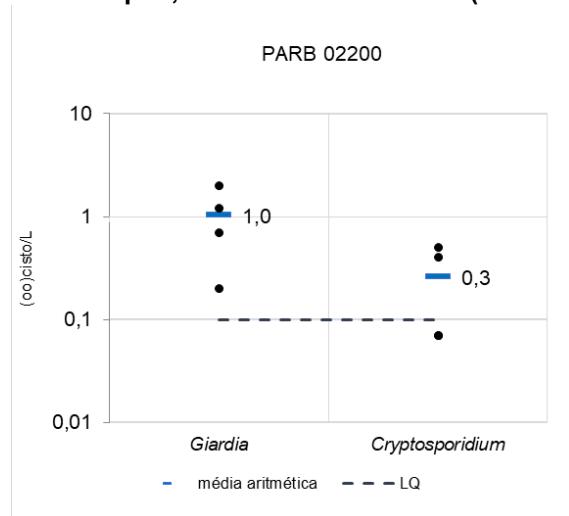
Na análise dos resultados apresentados do índice IAP, chama atenção a melhora obtida nos pontos situados em Jacareí (PARB 02200) e em São José dos Campos (PARB 02310), que alcançou uma melhora significativa nesse ano de 2024 quando comparado com a média histórica. Entretanto, como ponto negativo podem ser citados os pontos das cidades de Guaratinguetá (GUAT 02800) e de Taubaté (UNNA 02800), já que ambos apresentaram resultados péssimos no período chuvoso, entre outubro e março, impactando diretamente nos valores anuais do IAP mesmo obtendo valores bons no período de estiagem, abril a setembro.

O ponto da cidade de Tremembé (PARB 02490) que também aparece com um índice relativamente baixo, merece certa atenção por estar em uma área de transição entre trechos com melhor e pior qualidade, indicando pressões ambientais e potencial contribuição à montante desse ponto resultando na piora do índice de qualidade no corpo hídrico à jusante.

5.1.3.2.1. *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp.

O ponto de captação de São José dos Campos (PARB 02200), no Rio Paraíba do Sul, foi selecionado por apresentar médias de *E. coli* constantemente acima de 1000 UFC/mL, ultrapassando o limite de 600 UFC/mL para rios classe 2 (Resolução CONAMA nº 357/2005; Decisão de Diretoria nº 112/2013/E). Em 2024, o ponto apresentou média aritmética de 1.700 UFC/100 mL de *E. coli*, com detecção de *Giardia* em todas as amostras, alcançando concentração máxima de 2 cistos/L. *Cryptosporidium* foi detectado em duas das quatro amostras analisadas, em baixas concentrações. O Gráfico 5.1.4 apresenta as concentrações médias anuais de *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp. deste ponto

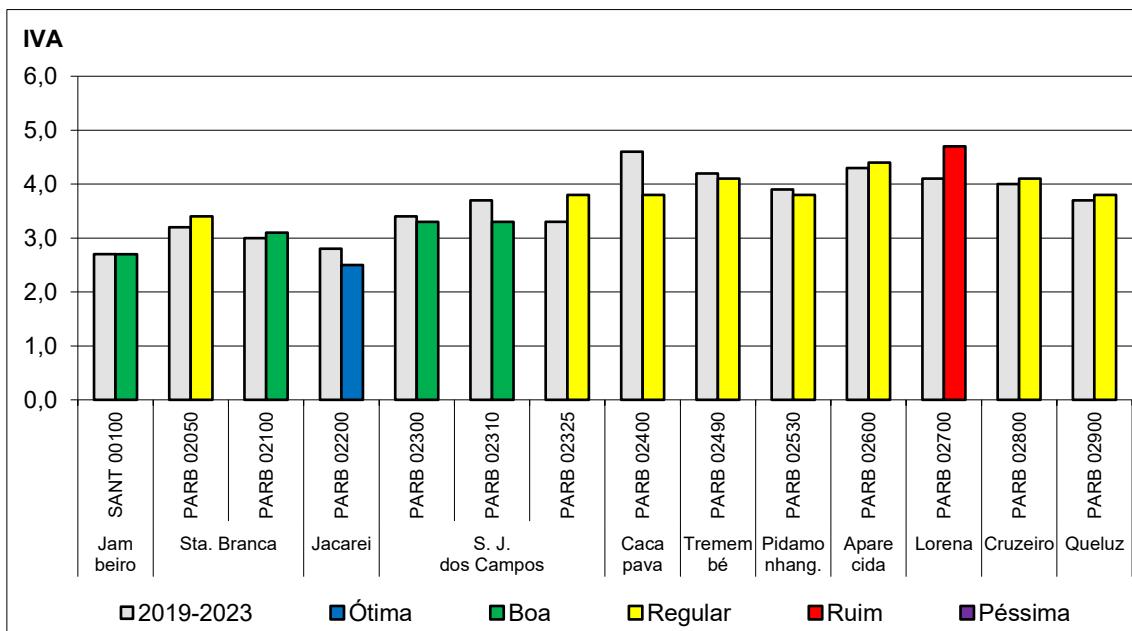
Gráfico 5.1.4 - Concentrações e médias anuais de *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp. na captação de São José dos Campos, no Rio Paraíba do Sul (PARB 02200), em 2024



5.1.3.3. IVA

O Gráfico 5.1.5 apresenta um comparativo entre a média histórica e o valor do índice IVA para o ano de 2024 referente aos pontos monitorados na UGRHI 2.

Gráfico 5.1.5 - Perfil do IVA ao longo do Rio Paraíba do Sul em 2024 e nos últimos 5 anos



Por ser um índice ligado a vulnerabilidade ambiental, é de interesse que ele se mantenha o mais baixo possível, refletindo maior proteção à vida aquática. Os resultados apresentados ilustram estabilidade dos resultados com acréscimos e decréscimos quando comparados com a média histórica, o que pode indicar certa dificuldade de implementação de ações que impactem diretamente o índice aqui estudado.

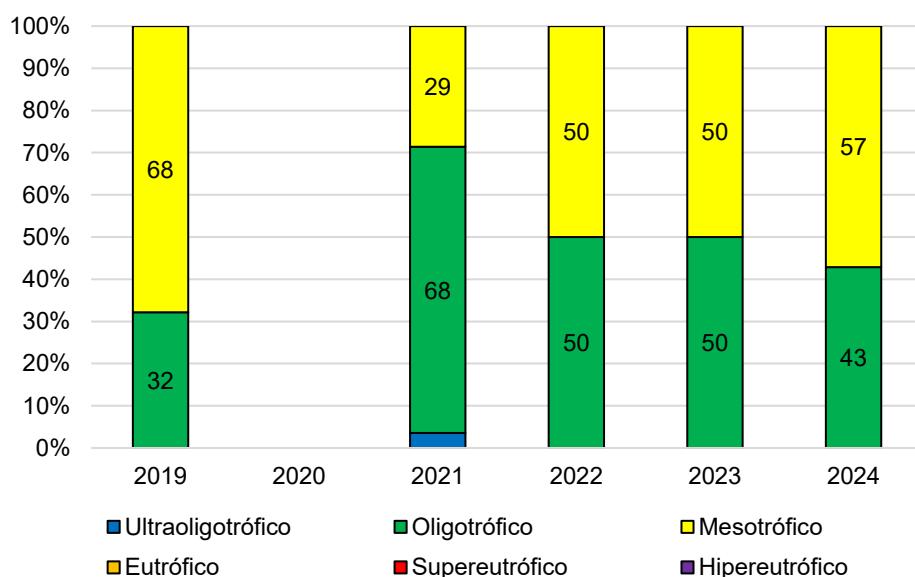
Chama atenção positivamente a melhora do ponto PARB 02200 e mesmo não estando presente no gráfico vale citar a melhora significativa dos valores de IVA para o Rio Jaguari (JAGI 02900), que apresentou um valor de índice ótimo ante a média histórica na categoria regular.

Por outro lado, o ponto situado em Lorena (PARB 02700) apresentou valores que agravaram a sua condição frente aos valores de anos anteriores, saindo de regular para ruim, podendo indicar possíveis pressões ambientais nesse último ano como expansão urbana desordenada, pressão sobre recursos naturais ou ausência de infraestrutura ambiental adequada.

5.1.3.3.1. IET

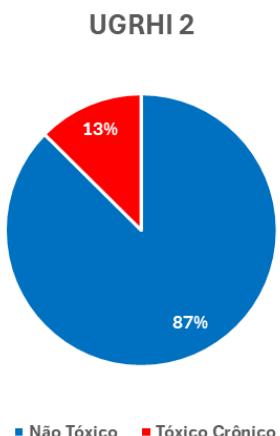
A Região Hidrográfica do Paraíba do Sul apresenta a grande maioria de seus corpos de água com boa qualidade em relação ao estado trófico. Os 31 pontos monitorados nos rios e reservatórios (sub-bacias dos rios Paraíba do Sul, Jaguari, Paraitinga e Paraibuna) mantiveram em 2024, assim como em anos anteriores, o grau de eutrofização entre Oligo e Mesotrófico (Gráfico 5.1.6). A única exceção é o ponto do Rio Araraquara (QUAR 02800), localizado no município de Santa Isabel, com pior qualidade e classificação Eutrófica verificada desde 2022.

Gráfico 5.1.6 - Distribuição percentual do Índice de Estado Trófico entre 2019 e 2024 nos pontos recorrentes na vertente do Paraíba do Sul



5.1.3.3.2. Toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia*

Nessa região hidrográfica foram coletadas 124 amostras em 31 pontos de monitoramento, dentre as quais, 13% apresentaram efeitos tóxicos crônicos, sem a observação de efeitos agudos (Gráfico 5.1.7). Observa-se, ainda, que 42% dos pontos apresentaram ocorrência de toxicidade ao longo de 2024.

Gráfico 5.1.7 - Distribuição dos percentuais de efeitos na UGRHI 2 (124 Amostras)

Nessa UGRHI, os pontos com maior frequência de registro de toxicidade, foram o UAMA 00600, localizado no Rio Piracuama, e o ponto PARB 02900, no Rio Paraíba do Sul (município de Queluz), sendo que ambos apresentaram concentrações de *E.coli* em desconformidade com as respectivas classes de enquadramento. No Rio Paraíba do Sul (PARB 02900), as concentrações de fósforo também estiveram acima dos valores legais, indicando a influência de esgoto doméstico ou fontes difusas na toxicidade observada.

5.1.4. Toxicidade aguda com *Vibrio fischeri* (Sistema Microtox®)

Em 2024, os resultados de toxicidade aguda com *Vibrio fischeri* na Vertente do Rio Paraíba do Sul indicaram ausência de toxicidade em todos os três pontos monitorados na primeira campanha (VIDK 04900, GUAT 02800 e PONT 04950). Na segunda, apenas o ponto PONT 04950 (Córrego do Pontilhão ou Barrinha), localizado em Cruzeiro, apresentou resultado tóxico.

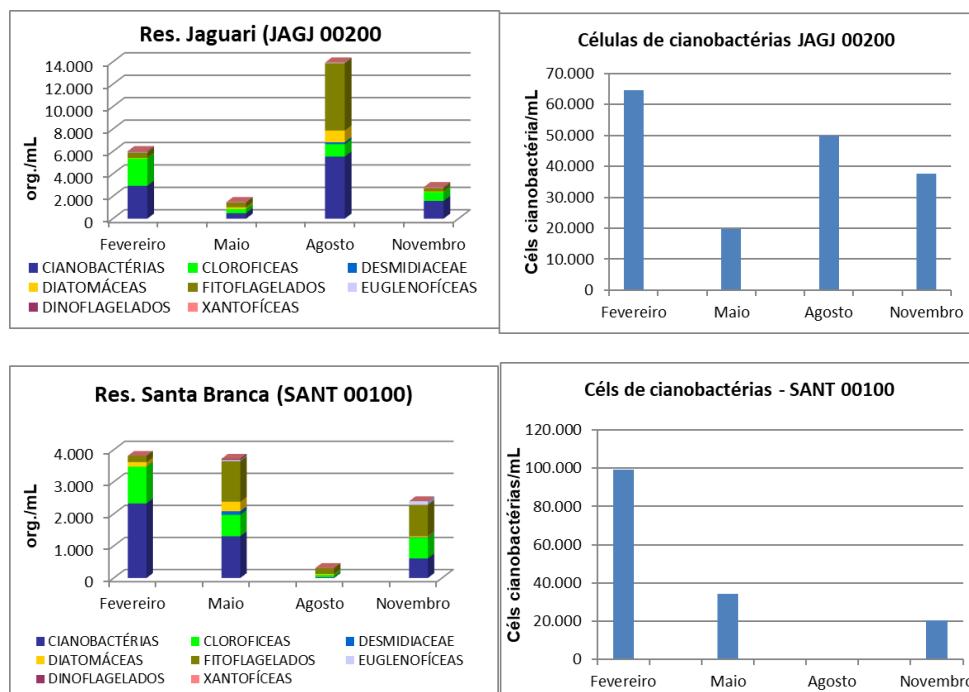
5.1.5. Comunidades Aquáticas

5.1.5.1. Comunidade Fitoplanctônica

Na Região Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul a comunidade fitoplancônica é amostrada nos reservatórios Jaguari (JAGJ 00200) e Santa Branca (SANT 00100). Em 2024, os dois pontos foram considerados BONS em relação ao Índice de Comunidade Fitoplancônica (ICF), mesma condição do ano anterior, com baixas densidades e ocorrência eventual de dominância entre os grupos. Observa-se alto valor de número de células de cianobactérias em ambos os pontos sendo que em 75% das amostragens a concentração de células de cianobactérias foi superior ao limite de 20.000 céls./mL estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas Classe Especial. Os gêneros identificados são picoplancônicos e o dinoflagelado exótico e invasor *Ceratium furcoides*, que foi registrado ao menos uma vez ao longo de 2024 em ambos

os reservatórios. A Figura 5.1.5. apresenta a composição da comunidade fitoplânctonica e o número de células de cianobactérias nesses reservatórios em 2024.

Figura 5.1.5 - Composição mensal da Comunidade fitoplânctonica e Número de Células de Cianobactérias – Reservatórios do Rio Paraíba do Sul -2024.



5.1.5.2. Comunidade bentônica

Os diagnósticos da qualidade pelas comunidades de macroinvertebrados classificaram como **Ruim** a região mais profunda do Reservatório Santa Branca (SANT 00800) e **Muito Ruim** o Rio Paraíba do Sul, em trecho localizado no município de Pindamonhangaba (PARB 02530), e foram observados alguns indivíduos do molusco exótico invasor, *Corbicula fluminea* (Latini et al., 2016) no segundo local. As baixas densidades observadas em ambos os ambientes mostraram condições restritivas para a colonização da biota, mesmo para grupos tolerantes ao enriquecimento orgânico, como aquele que dominou a comunidade do Rio Paraíba do Sul (*Limnodrilus hoffmeisteri*)¹. Consequentemente, a qualidade observada nos dois ambientes não favorece a preservação da vida aquática, estando aquém daquela esperada, considerando as classes de qualidade às quais pertencem.

5.1.6. Qualidade dos Sedimentos

Na Região Hidrográfica do Paraíba do Sul a avaliação da qualidade do sedimento foi realizada em dois pontos. A Tabela 5.1.1 apresenta os diagnósticos da qualidade dos sedimentos e seus históricos por ponto, quando existentes, e faz uma avaliação geral da qualidade dos

¹ A distribuição dos grupos indicadores das comunidades bentônicas nos pontos de coleta avaliados em 2024 pode ser consultada no material complementar a este relatório

ambientes, integrando as informações obtidas com as análises de água. As substâncias químicas orgânicas analisadas no sedimento foram os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos e os pesticidas organoclorados.

Tabela 5.1.1 - Avaliação dos sedimentos

UGRHI	Ponto	Análise	Anos	
			-	2024
2	PARB 02530 Rio Paraíba do Sul	Substâncias químicas		
		Fósforo total		
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>		
		Mutagenicidade		
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>	
			<i>Clostridium perfringens</i>	
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>	
			<i>Chironomus sancticaroli</i>	
		Bentos		
Ambiente mesotrófico com indicação de entrada de esgoto doméstico a montante. Substrato arenoso não propício ao acúmulo de contaminantes, mas os efeitos observados sugerem a presença de substâncias químicas mutagênicas. O ambiente não é propício para a preservação da vida aquática.				
2	SANT 00800 Res. Santa Branca		2014	2024
		Substâncias químicas		
		Fósforo total		
		Toxicidade <i>Vibrio fischeri</i>		
		Mutagenicidade		
		Microbiológico	<i>Escherichia coli</i>	
			<i>Clostridium perfringens</i>	
		Ecotoxicidade	<i>Hyalella azteca</i>	
			<i>Chironomus sancticaroli</i>	
Ambiente oligotrófico com indicação de entrada de esgoto doméstico no local. Sedimento argilo-siltoso com baixas concentrações de arsênio, chumbo e crômio e presença de contaminantes associados aos efeitos mutagênicos observados em laboratório. O diagnóstico pela comunidade bentônica indica um ambiente desfavorável à biodiversidade aquática. Além do efeito mutagênico que não havia sido observado anteriormente, houve uma piora em relação ao aporte de esgotos domésticos no ambiente.				

Legenda:

	Ótima	Boa	Regular	Ruim	Muito Ruim	Péssima
Bentos						
Demais variáveis					n.a.	

n.a. – não se aplica

5.1.7. Praias Interiores

Na UGRHI 2 – Paraíba do Sul, os dois pontos monitorados, RIBG 02352, na prainha do Ribeirão Grande ao lado da estrada para a capela de Nossa Senhora Aparecida e UAMA 00501, no Rio Piracuama, a montante da estação Centenário, obtiveram classificação anual Péssima e Ruim no Índice de Balneabilidade - IB, respectivamente.

Em comparação ao histórico, a praia do Rio Piracuama registrou ligeira melhora em 2024, embora ainda em condições insatisfatórias. Já a praia do Ribeirão Grande retomou a classificação Péssima observada nos anos anteriores, após a melhora pontual observada em 2023.

Tabela 5.1.2 – Classificação Anual do IB de 2019 a 2024

UGRHI	Corpo Hídrico	Ponto	Praias Interiores - Local de Amostragem	2019	2020	2021	2022	2023	2024
2	Ribeirão Grande	RIBG 02352	Na Prainha, ao lado da estrada para capela de N. Sra. Aparecida		-	-		Yellow	
	Rio Piracuama	UAMA 00501	À montante da Estação Centenário		-	-		Blue	Red

■ Ótima ■ Boa ■ Regular ■ Ruim ■ Péssima

5.1.8. Mortandade de Peixes

A UGRHI 2 foi responsável por 4% das ocorrências de mortandades de peixes no estado em 2024. Das oito ocorrências registradas, destacaram-se as mortes de peixes verificadas durante o mês de novembro no Rio Paraíba do Sul, entre os municípios de São José dos Campos e Caçapava. Essas ocorrências, causadas pela queda na concentração de Oxigênio Dissolvido (OD) associada ao efeito aditivo da presença de toxicidade, foram resultantes do aporte de carga orgânica oriundo do extravasamento de esgotos da Estação Elevatório de Esgotos (EEE) Ressaca e do lançamento de efluentes em desacordo com os padrões da legislação vigente pela Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) Lavapés. Assim, a contaminação por esgotos sanitários foi responsável pelas ocorrências na UGRHI 2, em 2024 (Figura 5.1.6).

Figura 5.1.6 - Proporção entre as principais causas das mortandades de peixes atendidas pela CETESB no Estado de SP na UGRHI 2 no ano de 2024

