



**QUÍMICA TECNOLÓGICA E AMBIENTAL**

**PROJETO 3 - MONITORANDO AS ÁGUAS**

Gabriel Mitelman Tkacz

Insper Instituto de Ensino e Pesquisa  
São Paulo, novembro de 2021

## **1. INTRODUÇÃO**

Os rios são fontes importantes do recurso natural mais indispensável aos seres vivos: água. Além disso, eles têm grande importância cultural, social, econômica, e histórica. Milhares de espécies da flora e fauna, inclusive a espécie humana, consomem água de rios, que precisam ter, no mínimo, uma certa qualidade para que possa ser utilizada. Os rios provêm grande parte da água consumida pela humanidade para diversos usos, como por exemplo beber, cozinhar, lavar, conservar alimentos, cultivar plantas, e muito mais.

## **2. CONTEXTO**

O rio Turvo, o qual pertence à bacia do rio Grande, é um dos principais rios do estado de São Paulo. Nasce no município de Monte Alto, na região metropolitana de Ribeirão Preto, e segue em direção norte pelo estado. Em Taiaçu desvia-se para noroeste e segue até o seu deságue, em Cardoso, onde se torna afluente do rio Grande. O rio ganhou seu nome devido ao tom marrom da água, além da falta de translucidez da mesma. Algumas pesquisas realizadas por entidades federais teorizam que o rio tem diversas características favoráveis à biodiversidade, como por exemplo o mantimento traçado natural curvo do rio, o que ajuda a preservar animais e plantas locais. O rio conta possui uma flora com diversas espécies da Mata Atlântica que vivem protegidas como canelas, palmiteiros, bicuibas, jerivás, jequitibás, xaxins e araucárias, além de uma fauna com diversas espécies de invertebrados, anfíbios, répteis, aves e mamíferos, inclusive espécies ameaçadas de extinção como o papagaio de peito roxo e a onça-pintada. As águas quentes e calmas do rio Turvo também atraem muita gente, sendo fonte de pesca, natação e turismo, contando com cachoeiras e grutas. A bacia do rio Grande apresenta uma série de doze reservatórios, utilizados para a geração de energia elétrica.

## **3. QUALIDADE DA ÁGUA**

Apesar da beleza e da riqueza natural da região, o Turvo sofre com a poluição e com construções irregulares em regiões que deveriam ser preservadas. Águas que eram potáveis alguns anos atrás já não são mais. Também ocorre assoreamento, o acúmulo de areia às margens, o qual é um processo natural, mas que também é intensificado pela ação humana. A pesca predatória e a caça são outras ameaças à prosperidade do rio. Os peixes que estavam disponíveis para a caça legal estão cada vez mais escassos, afetando a economia às margens do Turvo. Segundo a Lei Estadual nº 9.034/94, o estado de São Paulo foi dividido em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) de maneira a facilitar a gestão de cada bacia hidrográfica. A Bacia Hidrográfica do Turvo/Grande, que possui uma área de drenagem de 15.925 km<sup>2</sup> e abrange 64 municípios, é tida tipicamente como agrícola (~70% da ocupação) com o uso do solo principalmente para a agricultura de cana-de-açúcar, laranja, milho e feijão. O cultivo de cana-de-açúcar ocupa cerca de 23% da área total da bacia, sendo a irrigação através do rio uma prática comum. A região apresenta um pequeno parque industrial que conta com indústrias de metais, alimentícias, plásticas, abatedouros, fábricas de papel/papelão, usinas de açúcar e álcool, as quais juntas somam aproximadamente 260 unidades, muitas presentes na nascente do rio Turvo, e despejando parte de seu lixo no ponto de partida do rio. Em relatórios de monitoramento da qualidade da água gerados pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) foi-se notado que os recursos hídricos

da BHTG se apresentam consideravelmente deprimidos. No estado de São Paulo, a BHTG, juntamente com as bacias hidrográficas dos rios Piracicaba e Alto Tietê, são consideradas críticas por possuírem uma disponibilidade hídrica menor que 1500m<sup>3</sup> de água/habitante/ano.

#### **4. IQA**

O Índice de Qualidade das Águas (IQA) foi criado em 1970, nos Estados Unidos, pela National Sanitation Foundation. A partir de 1975 começou a ser utilizado pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Ao decorrer dos anos outros estados brasileiros adotaram o IQA, e hoje ele é a principal métrica de qualidade de água utilizado no país. O IQA foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água em seu estado natural, visando seu uso para o público geral, após passar por tratamento. Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA são indicadores de contaminação causada por intervenção humana. O IQA é composto por nove parâmetros, com seus respectivos pesos, que foram atribuídos de acordo com sua importância para a conformação global da qualidade da água.

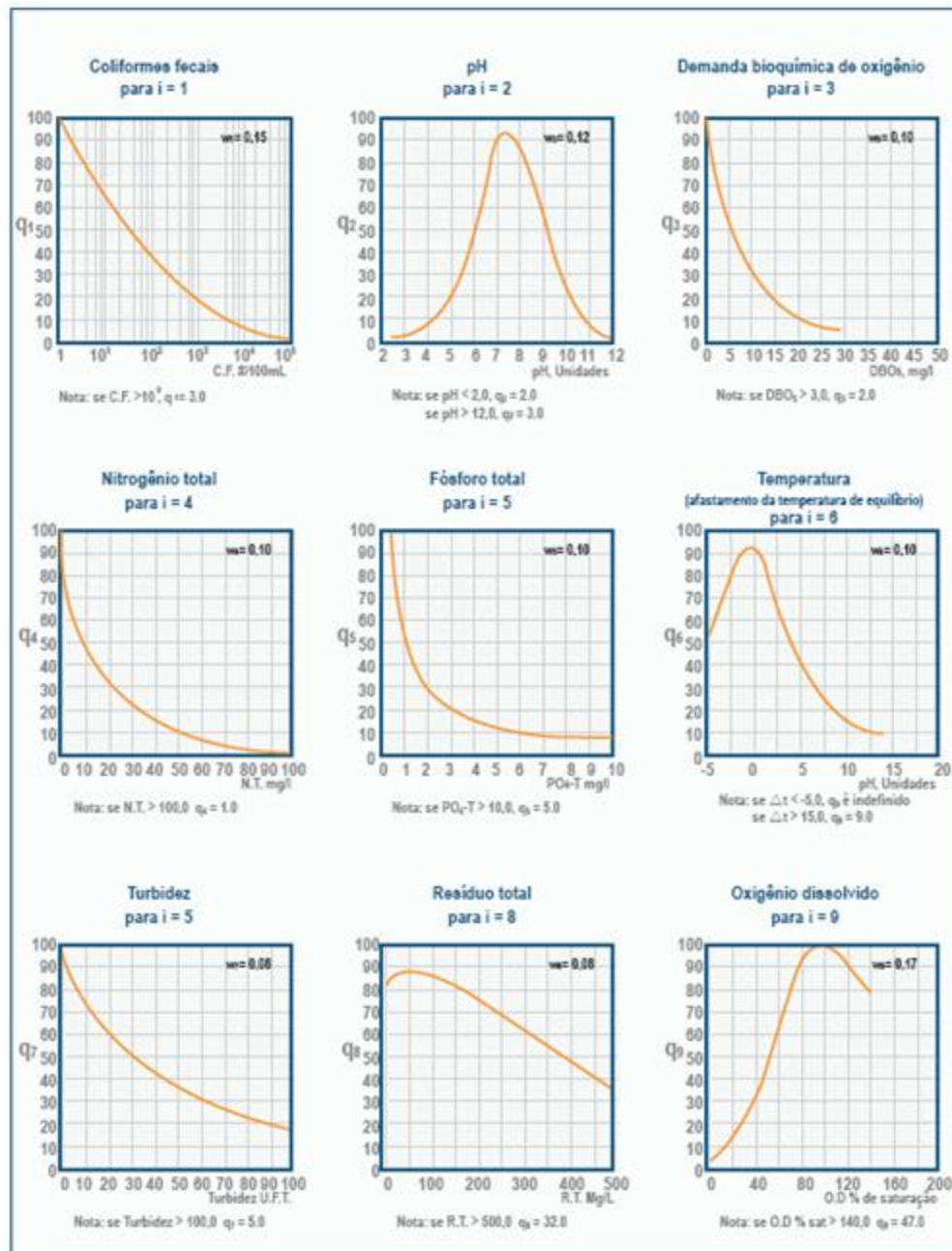


Figura 1: Curvas médias de variação dos parâmetros de qualidade das águas para o cálculo do IQA. (Fonte: ANA, 2004).

O cálculo do IQA é feito por meio do produtório ponderado dos nove parâmetros, de acordo com a seguinte fórmula:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Sendo que:  $q_i$  = qualidade do  $i$ -ésimo parâmetro, número inteiro entre 0 e 100, obtido do respectivo gráfico de qualidade;  $w_i$  = peso atribuído ao  $i$ -ésimo parâmetro em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água.

Os parâmetros do IQA são os seguintes:

- Coliformes termotolerantes
  - As bactérias coliformes termotolerantes ocorrem no trato intestinal de animais de sangue quente e são indicadoras de poluição por esgotos domésticos. Elas não são patogênicas, mas sua presença em grandes números indicam a possibilidade da existência de microorganismos patogênicos que são responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica (disenteria bacilar, febre tifóide, cólera, etc.).
- pH
  - O pH afeta o metabolismo de várias espécies aquáticas. A resolução CONAMA 357 estabelece que para a proteção da vida aquática o pH deve estar entre 6 e 9. Alterações nos valores de pH também podem aumentar o efeito de substâncias químicas que são tóxicas para os organismos aquáticos, tais como os metais pesados.
- Demanda Bioquímica de Oxigênio
  - A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) representa a quantidade de oxigênio necessária para oxidar matéria orgânica presente na água através da decomposição microbiana aeróbia. Valores altos de DBO num corpo d'água são causados geralmente pelo lançamento de cargas orgânicas, principalmente esgotos domésticos. A ocorrência de altos valores deste parâmetro causa uma diminuição dos valores de oxigênio dissolvido na água, o que pode provocar mortes de peixes e outros organismos aquáticos.
- Nitrogênio
  - Nos corpos d'água o nitrogênio pode ocorrer nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. Os nitratos são tóxicos aos seres humanos, e em altas concentrações causa uma doença chamada metahemoglobinemia infantil, que é letal para crianças. Entretanto, pelo fato dos compostos de nitrogênio serem nutrientes nos processos biológicos, seu lançamento em grandes quantidades nos corpos d'água, junto com outros nutrientes tais como o fósforo, causa um crescimento excessivo das algas, processo conhecido como eutrofização, o que pode

prejudicar o abastecimento público, a recreação e a preservação da vida aquática. As fontes de nitrogênio para os corpos d'água são variadas, sendo uma das principais o lançamento de esgotos sanitários e efluentes industriais. Em áreas agrícolas, o escoamento da água das chuvas em solos que receberam fertilizantes também é uma fonte de nitrogênio, assim como a drenagem de águas pluviais em áreas urbanas. Também ocorre a fixação biológica do nitrogênio atmosférico pelas algas e bactérias.

- Fósforo

- O fósforo também é um importante nutriente para os processos biológicos e seu excesso pode causar a eutrofização das águas. Entre as fontes de fósforo destacam-se os esgotos domésticos, pela presença dos detergentes superfosfatados e da própria matéria fecal. A drenagem pluvial de áreas agrícolas e urbanas também é uma fonte significativa de fósforo para os corpos d'água. Entre os efluentes industriais destacam-se os das indústrias de fertilizantes, alimentícias, laticínios, frigoríficos e abatedouros.

- Temperatura

- Os organismos aquáticos são afetados por temperaturas fora de seus limites de tolerância térmica, o que causa impactos sobre seu crescimento e reprodução.

- Turbidez

- A turbidez indica o grau de atenuação que um feixe de luz sofre ao atravessar a água. Esta atenuação ocorre pela absorção e espalhamento da luz causada pelos sólidos presentes na água. A principal fonte de turbidez é a erosão dos solos; na época de chuva, as águas pluviais trazem uma quantidade significativa de material sólido das margens para os corpos d'água. Atividades de mineração, o lançamento de esgotos e de efluentes industriais também são fontes importantes que causam uma elevação da turbidez das águas. O aumento da turbidez faz com que uma quantidade maior de produtos químicos sejam utilizados nas estações de tratamento de águas, aumentando os custos de tratamento. Além disso, a alta turbidez também afeta a preservação dos organismos aquáticos, o uso industrial e as atividades de recreação.

- Resíduo

- O resíduo total é a matéria que permanece após a evaporação, secagem ou calcinação da amostra de água durante um determinado tempo e temperatura. Quando os resíduos sólidos se depositam nos leitos dos corpos d'água podem causar seu assoreamento, que gera problemas para a navegação e pode aumentar o risco de enchentes. Além disso, podem causar danos à vida aquática pois ao se depositarem no leito, destroem os organismos que vivem nos sedimentos e servem de alimento para outros organismos, além de danificar os locais de desova de peixes.

- Oxigênio Dissolvido

- O oxigênio dissolvido é vital para a preservação da vida subaquática, visto que virtualmente todos os organismos precisam de oxigênio para respirar. As águas poluídas por esgotos apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido, uma vez que o mesmo é consumido no processo de decomposição da matéria orgânica.

Os valores do IQA são classificados em faixas, conforme a tabela abaixo:

Faixas de IQA (SP)	Avaliação da qualidade da água
80-100	Ótima
52-79	Boa
37-51	Regular
20-36	Ruim
0-19	Péssima

## 5. ESTUDO DO RIO

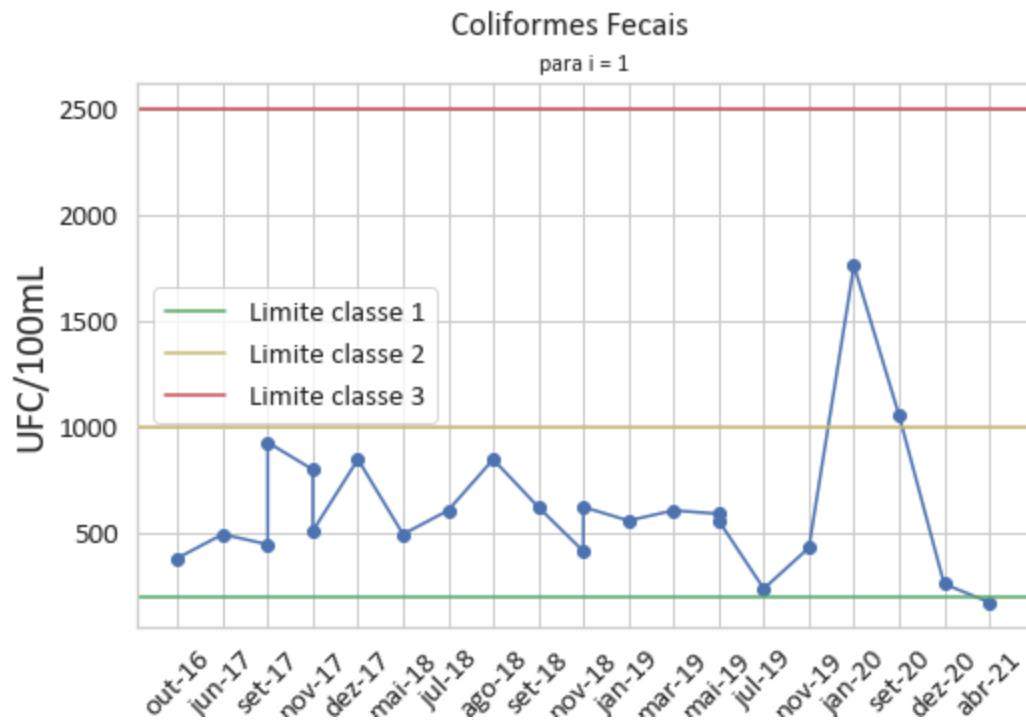


Figura 2: Gráfico histórico de coliformes fecais no Rio Turvo.



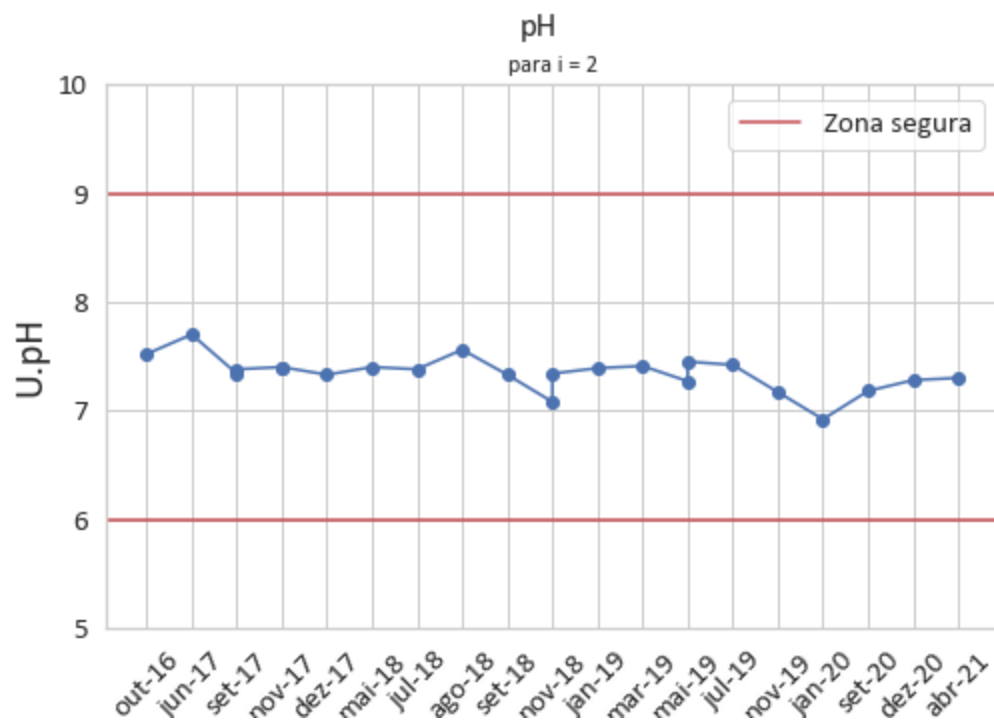


Figura 3: Gráfico histórico de pH no Rio Turvo.

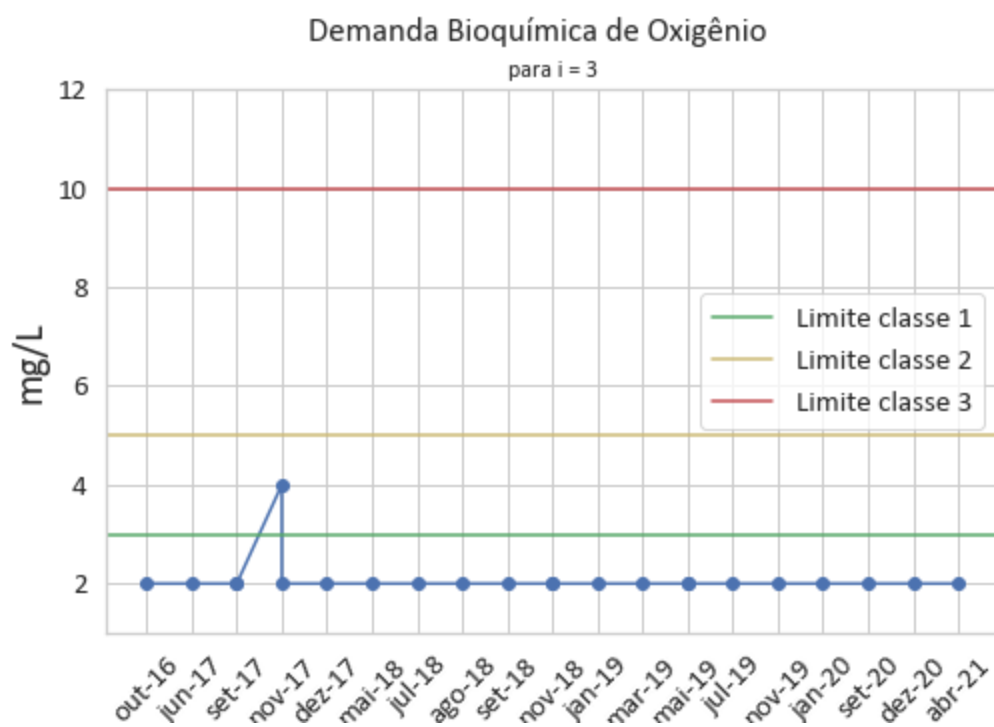


Figura 4: Gráfico histórico de DBO no Rio Turvo.

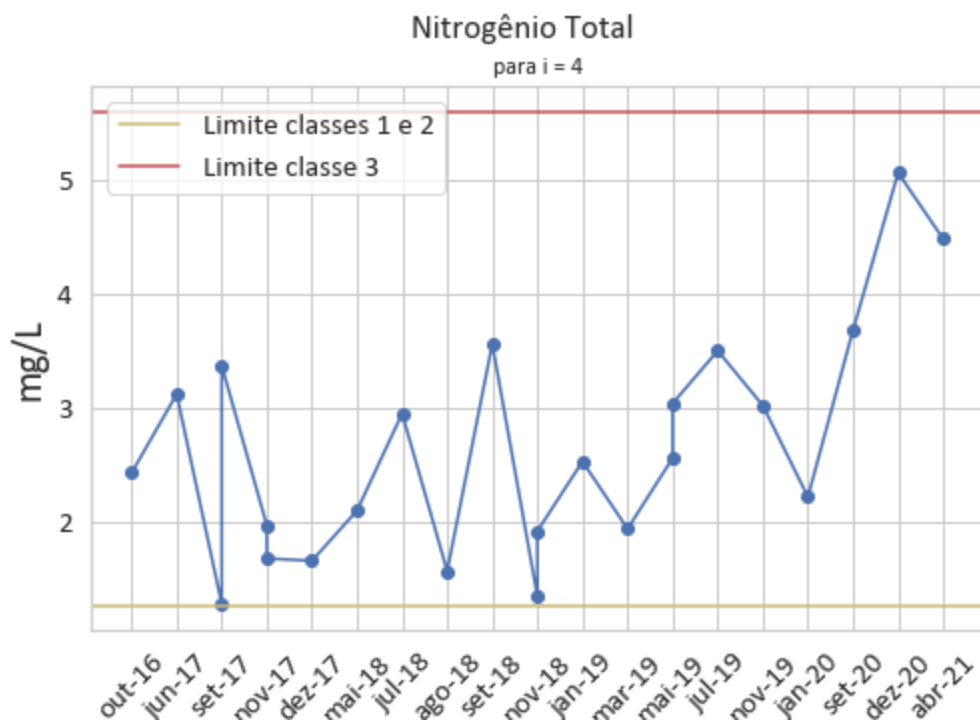


Figura 5: Gráfico histórico de nitrogênio total no Rio Turvo.

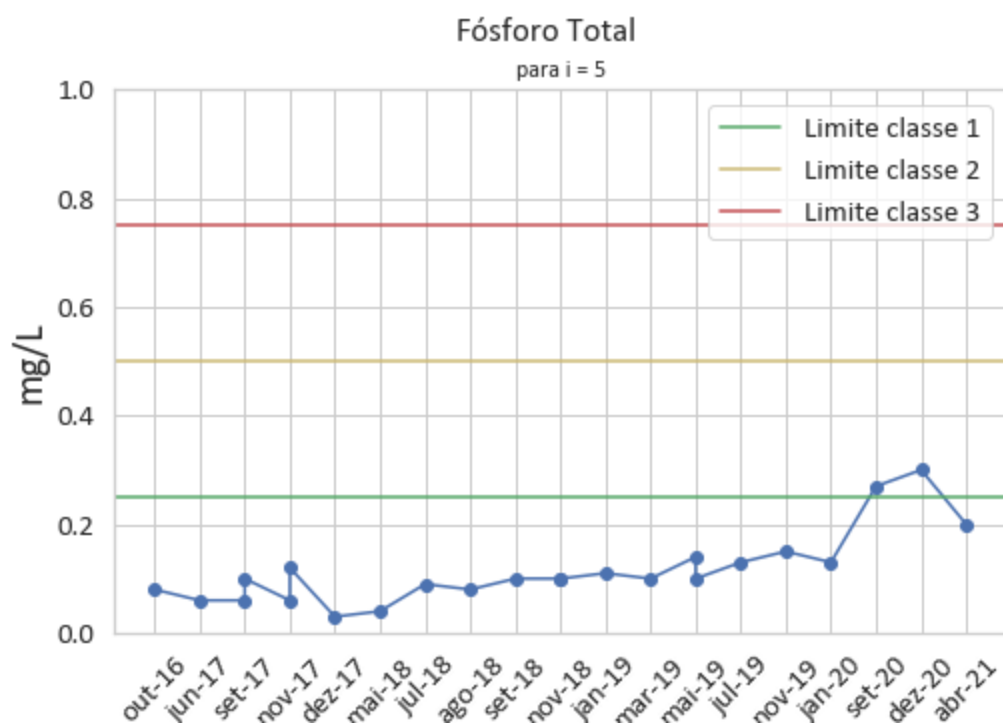


Figura 6: Gráfico histórico de fósforo total no Rio Turvo.

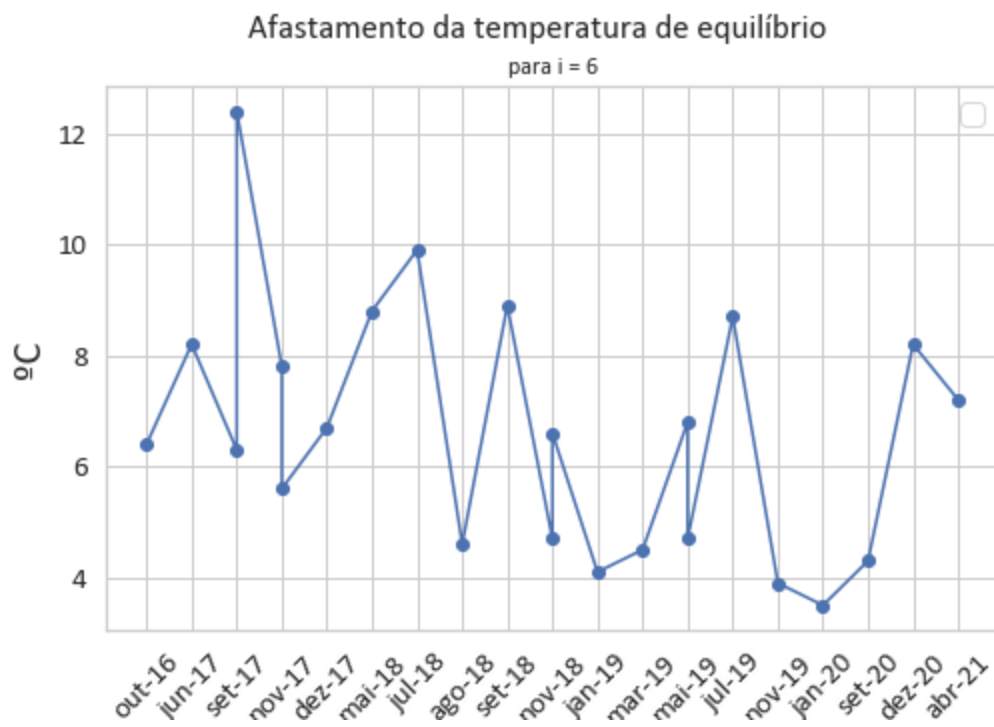


Figura 7: Gráfico histórico de temperatura no Rio Turvo.

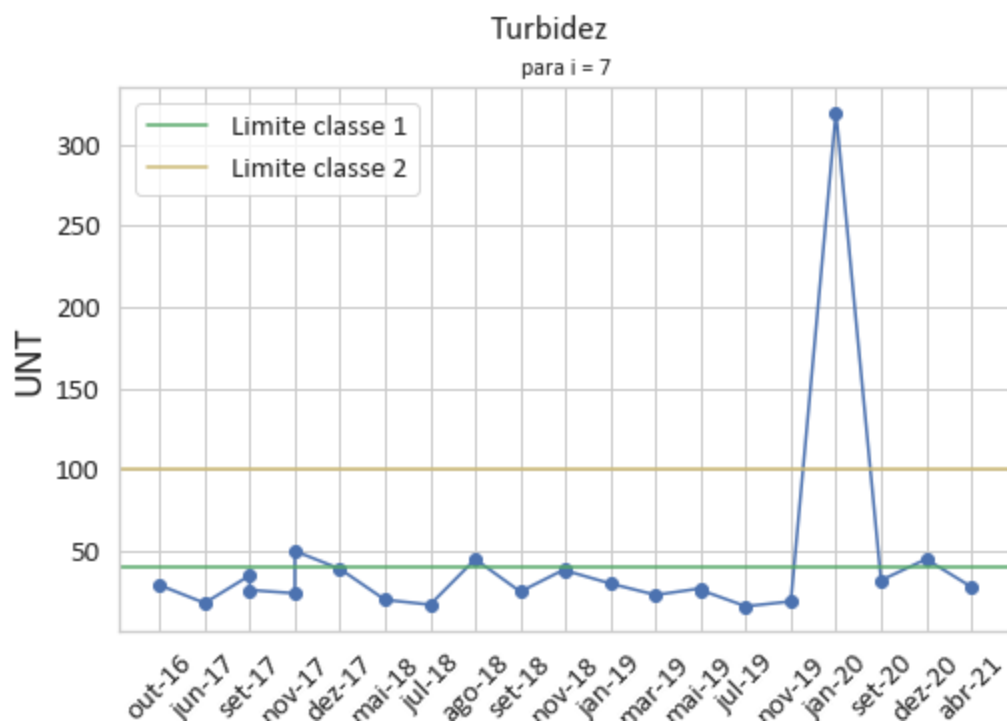


Figura 8: Gráfico histórico de turbidez no Rio Turvo.

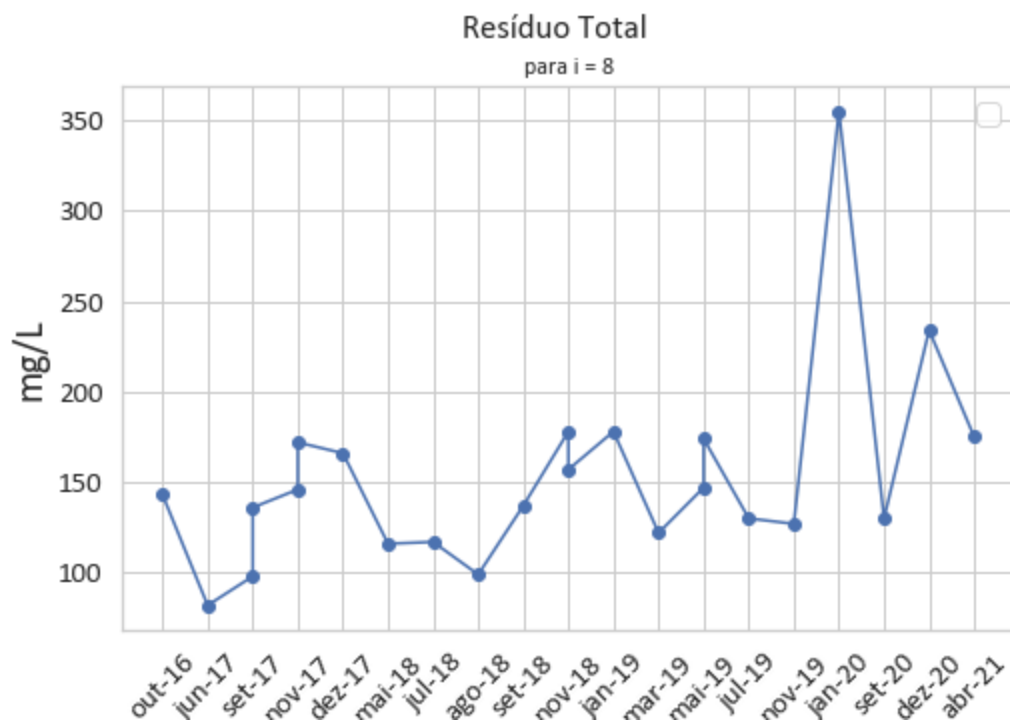


Figura 9: Gráfico histórico de resíduo total no Rio Turvo.

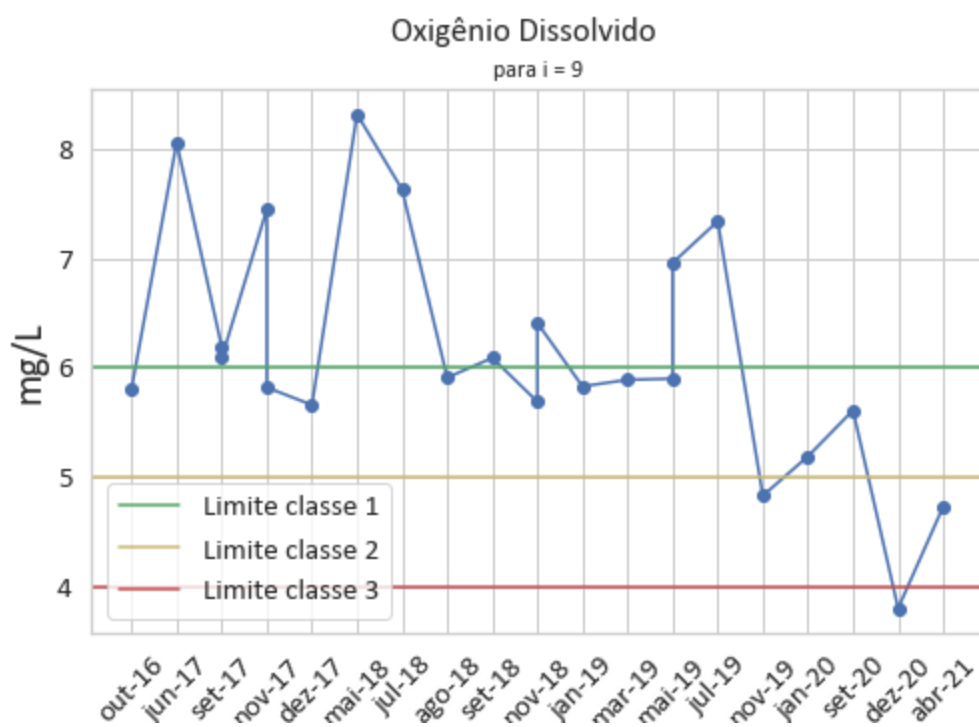


Figura 10: Gráfico histórico de oxigênio dissolvido no Rio Turvo.

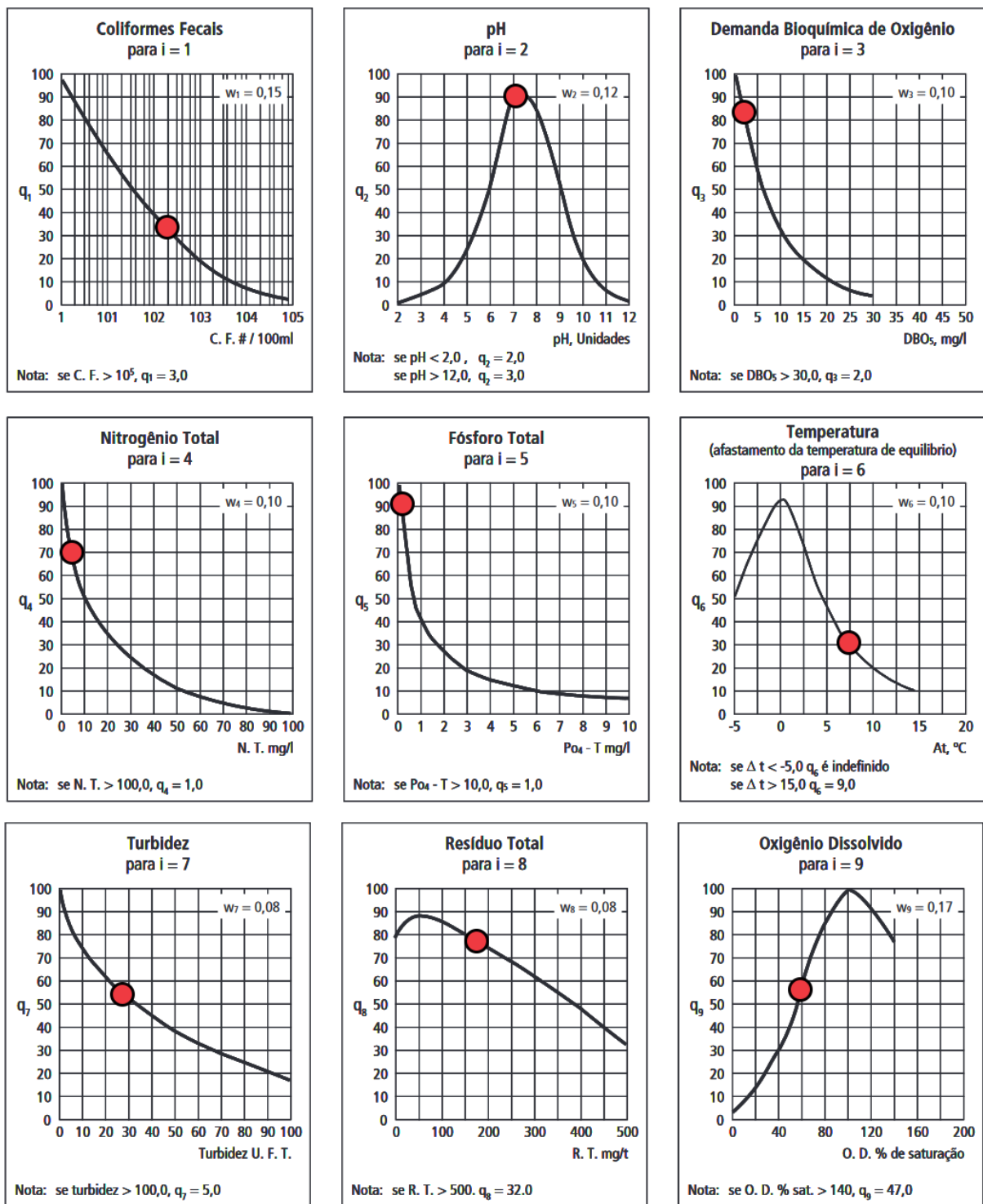


Figura 11: Valores de cada parâmetro do IQA referente ao rio Turvo em 2021 e suas respectivas curvas médias de variação.

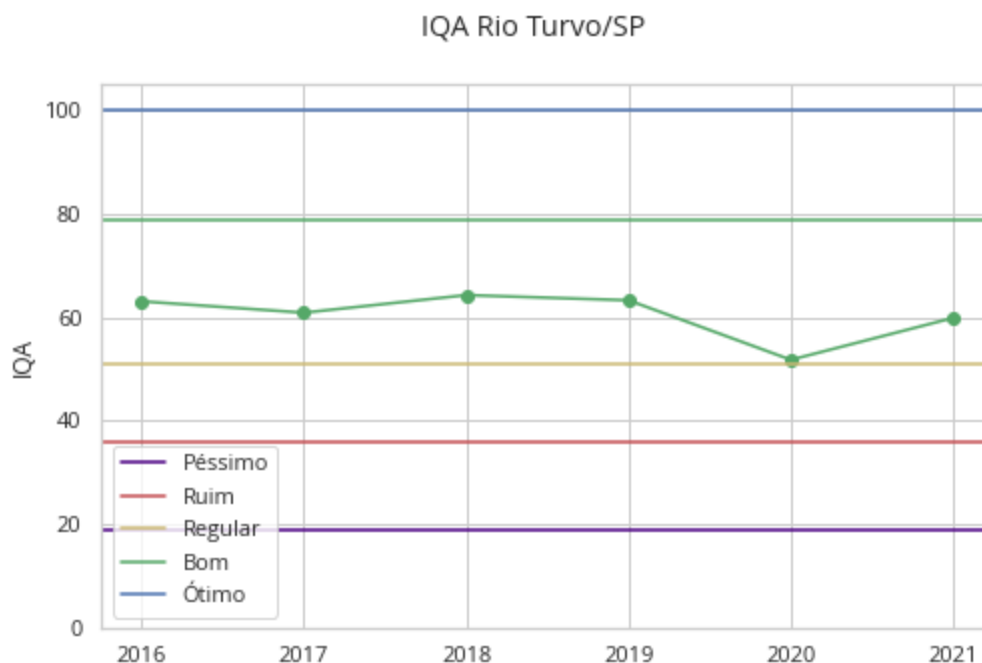


Figura 12: Gráfico histórico do IQA referente ao Rio Turvo.

Surpreendentemente, São Paulo é um dos estados que mais cuida de seus rios no Brasil. Dos 20 melhores municípios no ranking de saneamento realizado pela Trata Brasil, 9 deles se encontram em São Paulo.

## 6. ARTIGOS DE INTERESSE

- <http://www.geo.ufv.br/wp-content/uploads/2015/12/Daniel-Bruno-da-Silva-Triumpho.pdf>
- <https://www.scielo.br/j/asoc/a/6fyR8kcDQQMpqtS9C6MdBj/?lang=pt>
- <https://www.scielo.br/j/qn/a/bBbTVhZfbQzbSpZmsfk9qgM/?lang=pt>
- <http://revistas.ufcg.edu.br/ActaBra/index.php/actabra/article/view/187>