



Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas

Vertente Litorânea de Santa Catarina

Expediente:

Carlos Moisés - Governador de Santa Catarina

Daniela Cristina Reinehr - Vice-governadora de Santa Catarina

Celso Lopes de Albuquerque Junior - Secretário de Estado de Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDE)

Celso Lopes de Albuquerque Junior - Secretário Executivo do Meio Ambiente (SEMA/SDE)

Leonardo Porto Ferreira - Diretor de Recursos Hídricos e Saneamento

Vinícius Tavares Constante - Gerente de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos

Frederico Gross - Gerente de Saneamento

Gisele de Souza Mori - Gerente de Outorga e Controle

Gustavo Antonio Piazza - Consultor em Hidrologia (bolsista FAPESC)

Paula Cunha David - Consultora em Hidrologia (bolsista FAPESC)

Felipe Quintiere Maia - Consultor em Planejamento de Recursos Hídricos (bolsista FAPESC)

Gerly Mattos Sánchez - Consultora em Planejamento de Recursos Hídricos (bolsista FAPESC)

OBJETIVO

O presente relatório tem o propósito de apresentar de forma acumulativa os resultados das análises de qualidade das águas superficiais dos cursos d'água catarinenses, referentes a campanha de monitoramento 02/2020, realizada entre os dias 04 e 12 de junho de 2020. O Programa de Monitoramento de qualidade das águas de Santa Catarina (QUALIÁGUA SC) é uma das linhas de ação previstas no Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH, o qual contribui para a consecução do objetivo de melhorar a qualidade da água no estado. As informações contidas nas campanhas anteriores podem ser consultadas nos relatórios disponibilizados no site www.aguas.sc.gov.br.

REDE DE MONITORAMENTO - PROGRAMA QUALIÁGUA SC – 2019/2020

Em 2019, a SDE/DRHS iniciou o monitoramento da qualidade das águas da Rede de Monitoramento do Programa **QUALIÁGUA SC**, seguindo as diretrizes da Agência Nacional de Águas (ANA). No primeiro ano (2019) foram monitorados 23 pontos. Neste ano (2020), a rede de monitoramento foi ampliada para 40 pontos. Em 2021 a expectativa é que sejam monitorados mais 60 pontos, totalizando 100 pontos em todo o Estado (Figura 1). A duração total do Programa é de 5 anos.

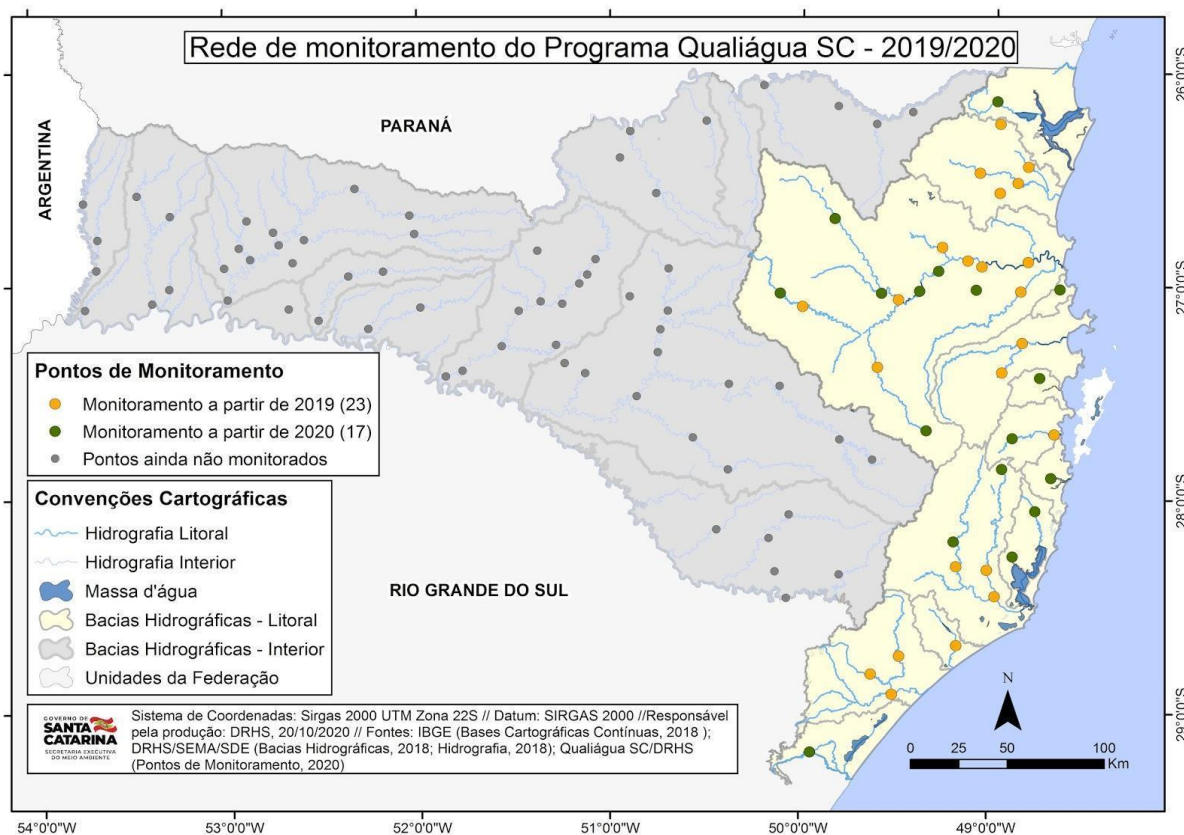


Figura 1. Distribuição dos pontos de monitoramento da primeira fase em 2019 (23 pontos) e segunda fase em 2020 (17 pontos), Santa Catarina. Fonte: SEMA/SDE.

Os parâmetros monitorados são: condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$); temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$) e do ar ($^{\circ}\text{C}$); turbidez (UNT); oxigênio dissolvido (mg/L de O_2); pH; sólidos totais dissolvidos (mg/L), e sólidos em suspensão (mg/L); alcalinidade total (mg/L de CaCO_3); cloreto total ($\mu\text{g}/\text{L}$ de Cl); transparência da água; demanda bioquímica de oxigênio (DBO 5d, 20°C , mg/L de O_2); demanda química de oxigênio (mg/L de O_2); carbono orgânico total (mg/L como C); coliformes termotolerantes (n° de CT/100 mL); clorofila a ($\mu\text{g}/\text{L}$); fósforo solúvel reativo; fósforo total (mg/L de P); nitrato ($\mu\text{g}/\text{L}$ de N); nitrogênio amoniacal (mg/L de N); e nitrogênio total (mg/L de N). Esses 21

parâmetros são monitorados trimestralmente, totalizando quatro (04) coletas por ano.

Os resultados são disponibilizados na forma de laudo/relatório, constando informações das análises, memorial fotográfico e comparação com os valores limites apresentados pela Resolução CONAMA nº 357/2005, tendo em vista a classe de enquadramento para Água Doce. Esses dados integram o Sistema Estadual e Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.

ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA)

A qualidade das águas foi classificada utilizando um Índice de Qualidade da Água (IQA). O IQA utilizado foi desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* (NSF) dos Estados Unidos. Foram definidos nove (09) parâmetros considerados mais representativos para a caracterização da qualidade das águas do Estado de Santa Catarina, sendo eles: coliformes termotolerantes, pH, DBO, nitrogênio total, fosfato total, variação da temperatura da água, turbidez, sólidos totais e oxigênio dissolvido.

O IQA geral é calculado pelo produtório das notas individuais de cada parâmetro, elevadas aos respectivos pesos, sendo que os valores variam entre 0 e 100 (VON SPERLING, 2014). O Quadro 1 apresenta a classificação do IQA de acordo com NSF (IGAM-MG). No Brasil o IQA modificado pela CETESB, substitui o Nitrato pelo Nitrogênio total, pela seguinte equação:

$$IQA = \prod_{i=1}^9 q_i^{w_i}$$

Onde:

IQA = Índice de Qualidade de Água, variando de 0 a 100;

qi = qualidade do parâmetro i obtido através da curva média específica de qualidade;

wi = peso atribuído ao parâmetro, em função de sua importância na qualidade, entre 0 e 1.

Quadro 1. Classificação do IQA de acordo com NSF (IGAM-MG)

IQA	Faixas	Significado
Ótima	91 < IQA ≤ 100	Águas apropriadas para tratamento convencional.
Boa	71 < IQA ≤ 90	
Razoável	51 < IQA ≤ 70	
Ruim	26 < IQA ≤ 50	Águas impróprias para tratamento convencional, sendo necessários tratamentos avançados.
Péssima	0 < IQA ≤ 25	

Fonte: SDE/SEMA

RESULTADOS DA CAMPANHA DE JUNHO/2020

As coletas referentes à campanha de junho de 2020 ocorreram entre os dias 04 e 12 de junho. De acordo com o IQA, dos 40 pontos analisados, 2 apresentaram a classificação Boa (IQA entre 71 e 90), 35 pontos a classificação Razoável (IQA entre 51 e 70) e 3 pontos apresentaram classificação Ruim (IQA entre 26 e 50). Dos pontos classificados como Razoável, 9 obtiveram parâmetros em desconformidade com a legislação. A Tabela 1 mostra os 12 (doze) pontos que não atendem à Classe 2 prevista na Resolução CONAMA nº357/2005. A maior parte das desconformidades estão relacionadas aos parâmetros cloreto e sólidos totais dissolvidos. A lista completa dos pontos monitorados é apresentada no Anexo I.

Tabela 1. Classificação do IQA para a campanha de junho de 2020 e comparação com a Resolução Conama nº 357/2005.

Ponto	Município	Nome do Rio	IQA	Cor IQA	CONAMA 357/05 - Laudo Técnico
P1	Araranguá	Rio Araranguá	60	Razoável	Não atende (cloreto, STD)
P2	Içara	Urussanga	44	Ruim	Não atende (pH, turbidez)
P3	Forquilha	Mãe Luzia	49	Ruim	Não atende (pH)
P4	Tubarão	Tubarão	61	Razoável	Não atende (cloreto, STD)
P6	Palhoça	Cubatão	56	Razoável	Não atende (cloreto, STD)
P7	Ituporanga	Itajaí do Sul	51	Razoável	Não atende (coliformes termotolerantes e turbidez)
P11	Brusque	Itajaí-Mirim	52	Razoável	Não atende (DBO, oxigênio dissolvido)
P14	Ilhota	Itajaí-Açu	60	Razoável	Não atende (cloreto, STD)
P15	Timbó	Benedito	48	Ruim	Não atende (DBO, oxigênio dissolvido)
P16	Blumenau	Itajaí-Açu	55	Razoável	Não atende (turbidez)
P18	Jaraguá do Sul	Itapocu	60	Razoável	Não atende (Coliformes termotolerantes)
P40	Camboriú	Camboriú	57	Razoável	Não atende (cloreto, nitrogênio amoniacal, STD)

De acordo com o Mapa do IQA (Figura 2), os pontos com a qualidade Ruim localizam-se nas Unidades de Planejamento e Gestão (UPG) Itajaí, Urussanga e Araranguá, enquanto os pontos com Boa qualidade encontram-se distribuídos nas UPGs: Baía da Babitonga e Itapocu.

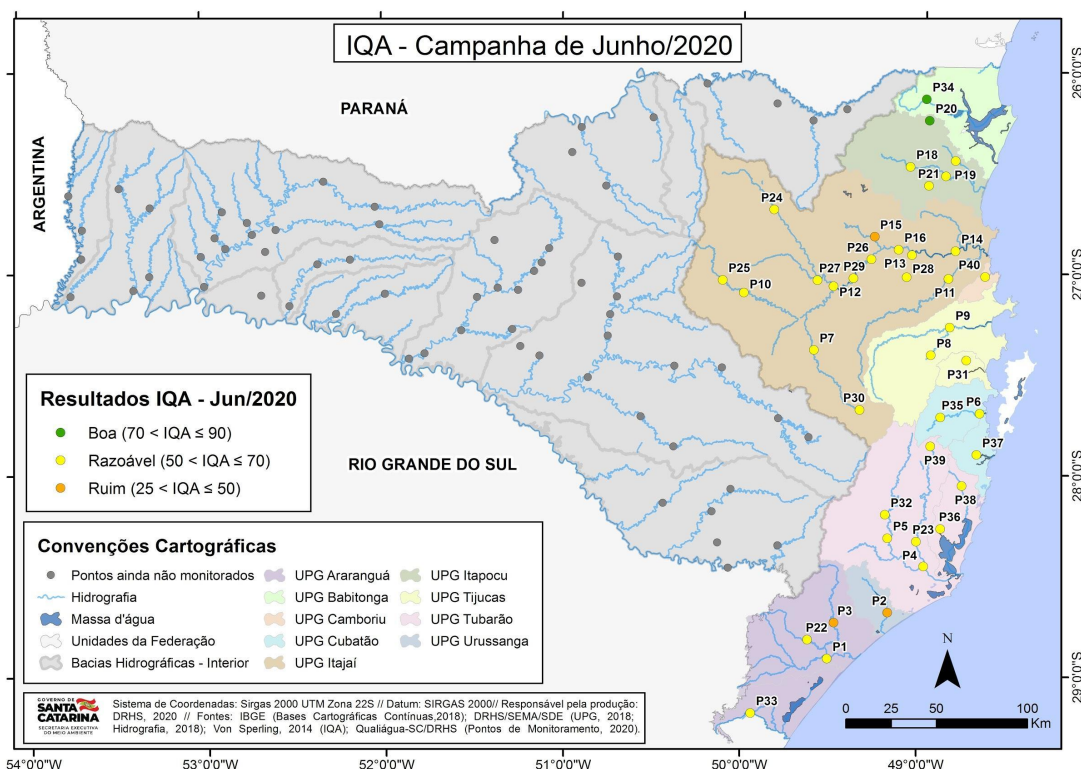


Figura 2. Mapa com os resultados do IQA, campanha 02/2020.

De forma adicional, foram analisados de forma temporal quatro (04) parâmetros, sendo eles: Cloreto (Cl⁻), Coliformes termotolerantes, Oxigênio Dissolvido (OD) e Nitrato (NO₃⁻). Os gráficos a seguir mostram a dinâmica temporal das concentrações desses parâmetros levantados durante as campanhas do QUALIÁGUA SC, desde o início do monitoramento, assim como o limite de atendimento da Resolução CONAMA nº357/2005 para Classe 2 (Quadro 2).

Quadro 2. Limites de concentração dos parâmetros selecionados na Resolução CONAMA nº 357/05.

Parâmetro	Unidade	Classe 2
Cloreto total	mg/L	≤ 250 mg/L
Coliformes termotolerantes	UFC/100 mL	≤ 1000 NPM/100mL
Nitrato	mg/L	≤ 10 mg/L
Oxigênio dissolvido	mg/L	≥ 5 mg/L

Cloreto Total

Em meio natural, o cloreto (Cl⁻) pode ser oriundo da dissolução de minerais, da intrusão de água marinha ou da proveniência de despejos de

efluentes (domésticos, industriais ou de irrigação) (VON SPERLING, 2005). A Figura 3 apresenta a condição dos pontos monitorados quanto à Classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005.

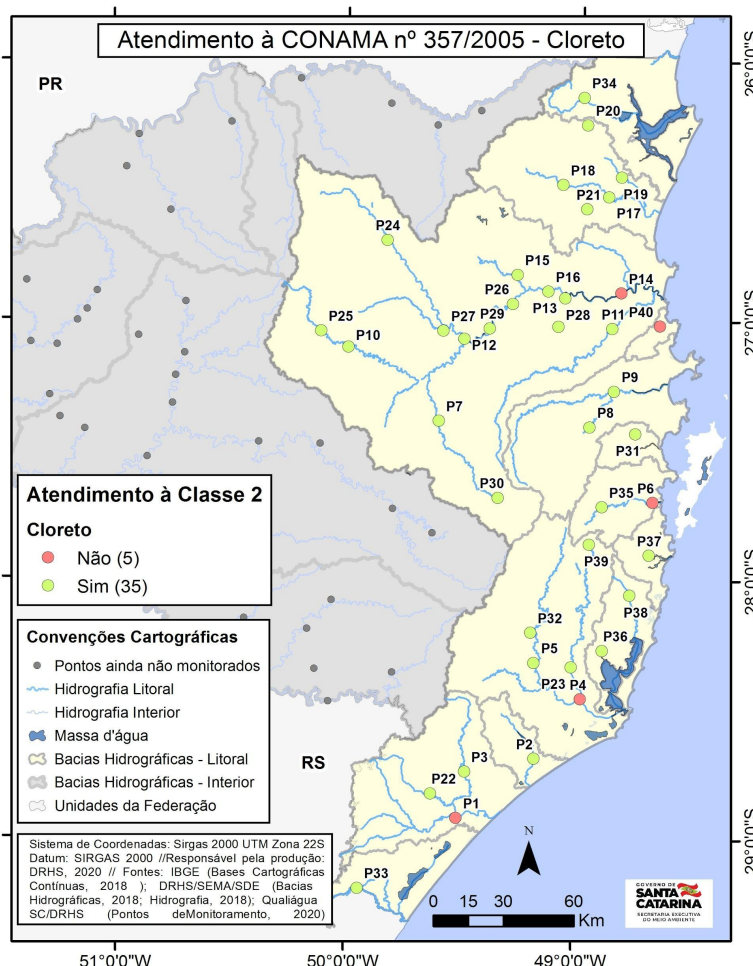
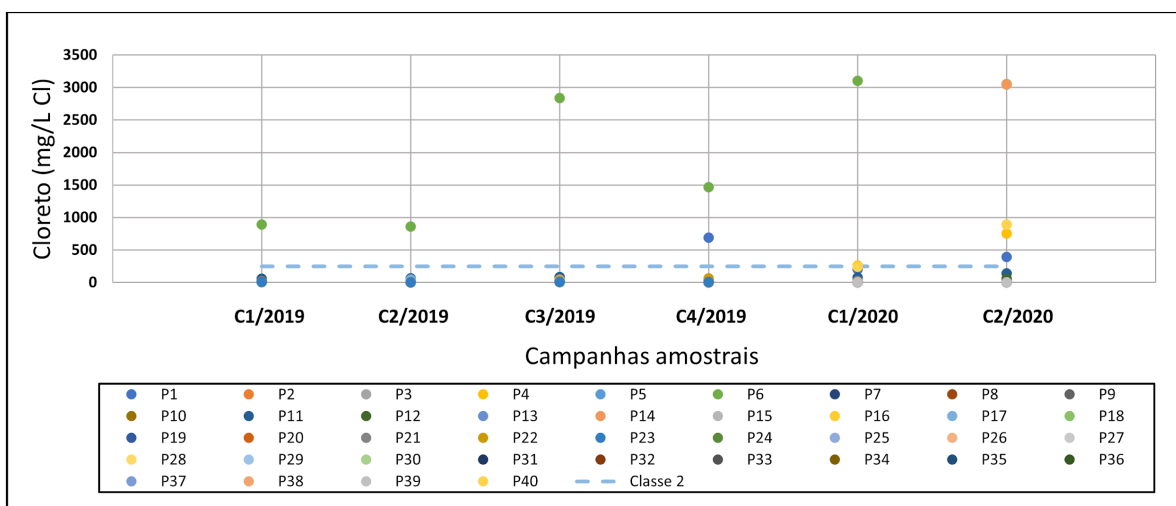


Figura 3. Mapa com os resultados do parâmetro cloreto, campanha 02/2020.

Ao longo das coletas do QUALIÁGUA SC houve registros sistemáticos de concentrações superiores ao limite estabelecido no artigo 15 da Resolução CONAMA nº 357/2005 (250,0 mg.L⁻¹) no ponto Palhoça (P6), como pode ser observado no Gráfico 1, possivelmente relacionado à intrusão da cunha salina. Outros pontos também apresentaram valores superiores àqueles determinados na CONAMA nº 357/2005, como por exemplo, Araranguá (P1), Tubarão (P4), Ilhota (P14) e Camboriú (P4). Todos esses pontos se encontram em áreas próximas à foz dos cursos de água e próximo do Oceano Atlântico, corroborando um possível avanço da cunha salina nestes locais, principalmente na condição atual de estiagem prolongada que o estado passa desde junho de 2019.

Gráfico 1. Avaliação histórico-temporal do parâmetro Cloreto total - Qualiágua SC



Fonte: SEMA/SDE.

Coliformes Termotolerantes

Os indicadores de contaminação fecal pertencem a um grupo de bactérias denominadas coliformes. Nas coletas de monitoramento do QUALIÁGUA SC houve registro de concentrações superiores a 1000 NMP/100mL, limite na Resolução CONAMA nº 357/2005 para Classe 2 (Art. 15). A Figura 4 apresenta a condição dos pontos monitorados quanto à Classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005.

Na primeira campanha de 2020, os pontos em Joinville (P20) e Guaramirim/Massaranduba (P21), que também estavam em desconformidade na campanha 04/2019 (Dez/2019) passaram a atender este critério. O ponto Jaraguá do Sul (P18), que já havia apresentado valor acima do estabelecido pela CONAMA, continuou fora do padrão. Nesta campanha 02/2020 o ponto Ituporanga (P7) também apresentou valores acima do estabelecido na resolução CONAMA 357/2005.

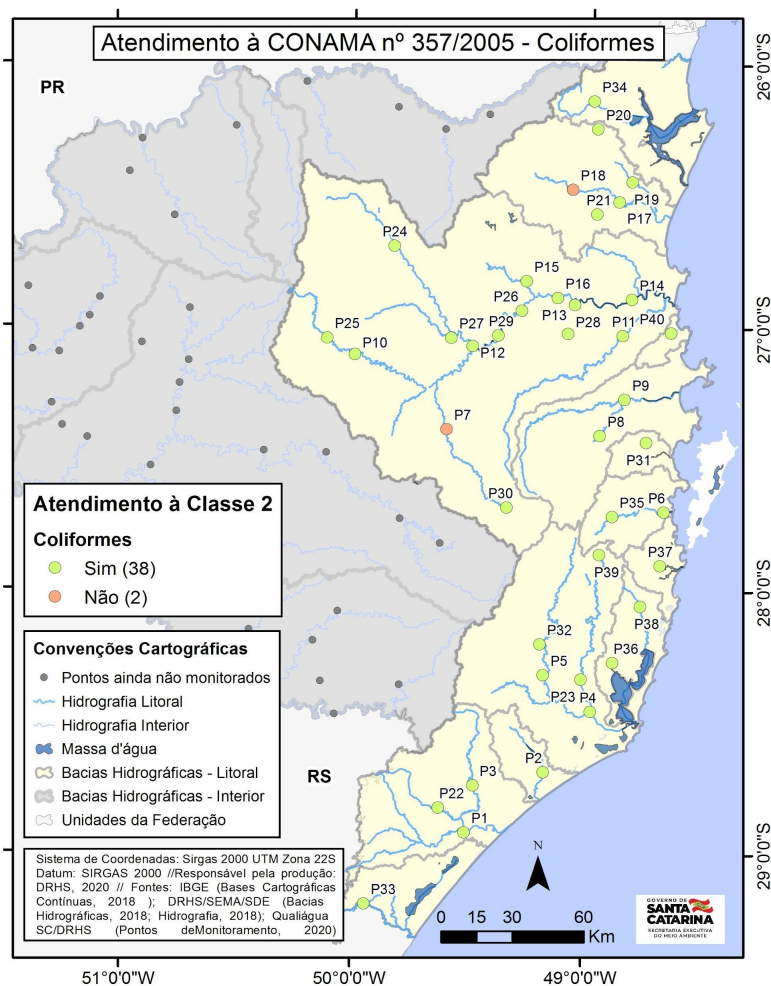
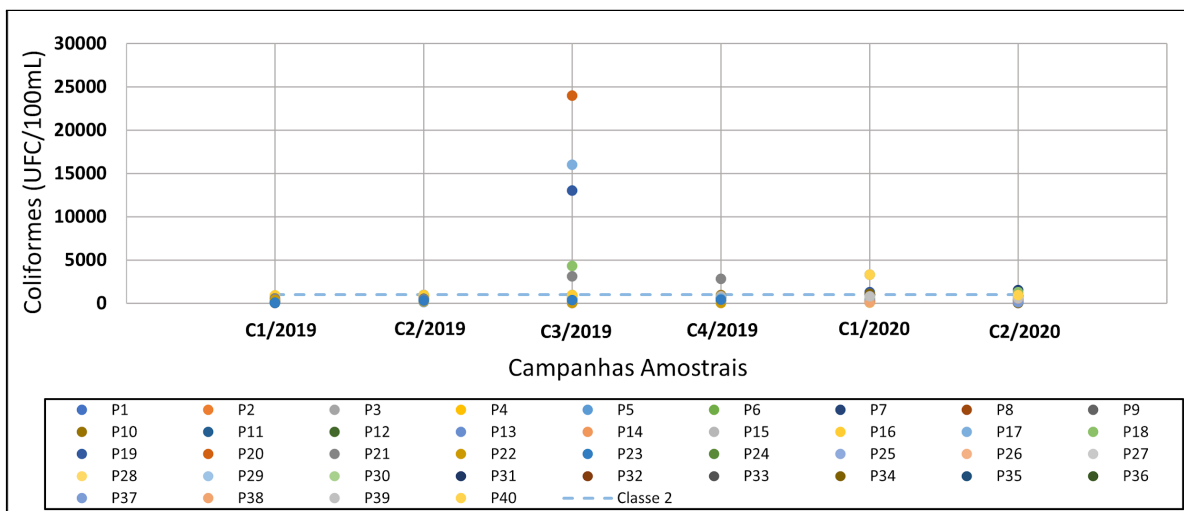


Figura 4. Mapa com os resultados do parâmetro coliformes termotolerantes, campanha de 02/2020.

Os altos índices de coliformes estão possivelmente relacionados a lançamentos de esgotos domésticos não tratados ou efluentes de criação animal, aliados à baixa vazão dos cursos d'água, que compromete a diluição dos efluentes. O Gráfico 2 apresenta a evolução histórico temporal dos coliformes termotolerantes para os pontos monitorados.

Gráfico 2. Avaliação histórico-temporal do parâmetro Coliformes termotolerantes - Qualiágua SC



Fonte: SEMA/SDE.

Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido (OD) é o principal elemento no metabolismo dos microrganismos aeróbios que habitam as águas. Nas águas naturais, o OD é indispensável para a sobrevivência de organismos vivos, especialmente peixes, onde a maioria das espécies não resiste a concentrações na água inferiores a 4,0 mg.L-1. O valor baixo para o oxigênio dissolvido em um corpo d'água pode ser um indicativo de lançamentos de efluentes ricos em matéria orgânica (como esgotos domésticos) que, ao ser depurado ao longo do rio consome o oxigênio dissolvido da água. A Figura 5 apresenta a condição dos pontos monitorados quanto à Classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005.

Nas coletas das campanhas de 2019 não houve registros de concentrações inferiores a 5,0 mg.L-1, limite da Resolução CONAMA nº 357/2005 para classe 2 (Art. 15). A campanha 02/2020 apresentou dois pontos com valores inferiores aos que constam na CONAMA (5,0 mg.L-1), os pontos Brusque (P11) e Timbó (P15).

O Gráfico 3 apresenta a evolução histórica temporal do oxigênio dissolvido para os pontos monitorados.

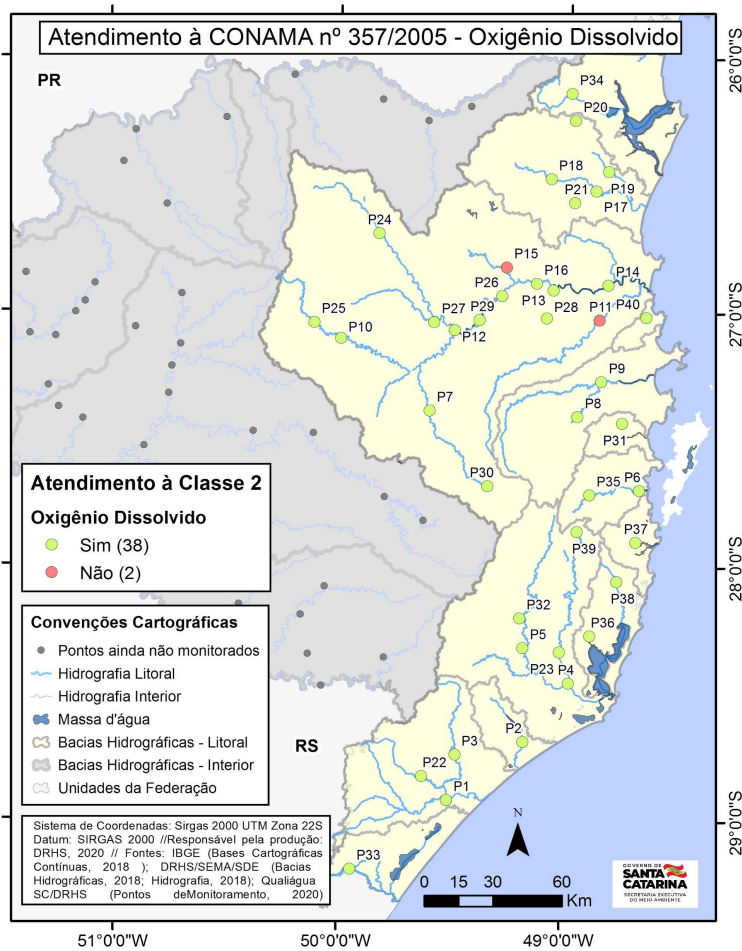
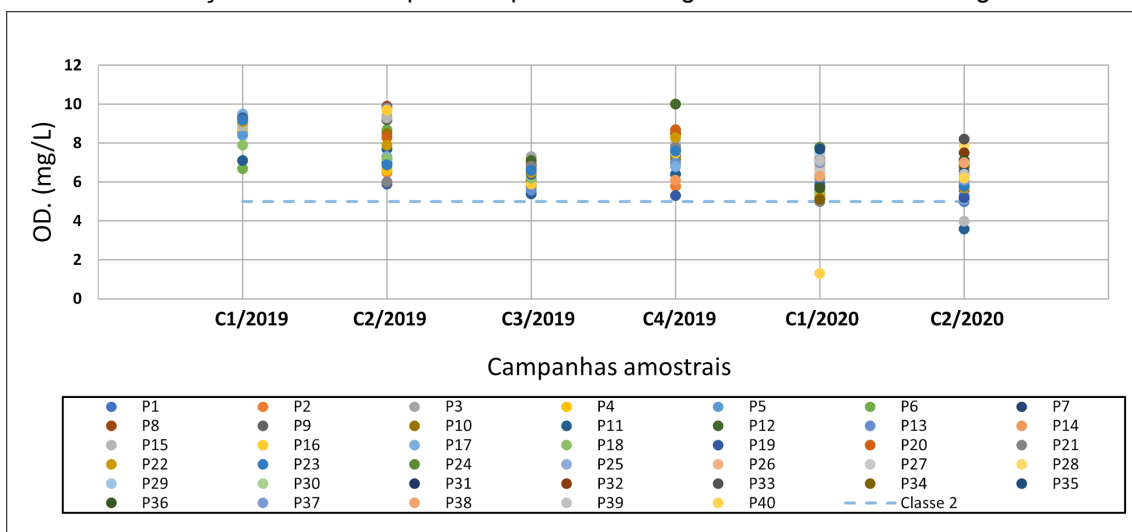


Figura 5. Mapa com os resultados do parâmetro oxigênio dissolvido, campanha de junho de 2020.

Gráfico 3. Avaliação histórico-temporal do parâmetro Oxigênio Dissolvido - Qualiágua SC



Fonte: SEMA/SDE.

Percebe-se com o Gráfico 3 que a média dos valores foi baixa, próximo ao limite estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005. Além do aumento no

número de desconformidades para este parâmetro em comparação com a campanha de março de 2020, oito pontos se apresentaram próximos do limite da legislação, com valores variando entre 5 e 5,3 mg/L. Esta queda generalizada nas concentrações de OD pode ser explicada, em parte, pela baixa vazão dos rios, fruto do período de estiagem que vive o estado desde junho/2019.

Nitrato

O nitrogênio é um nutriente presente em diferentes tipos de águas e em diferentes formas (nitrito, nitrato, amônio). A Figura 6 apresenta a condição dos pontos monitorados quanto à Classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005.

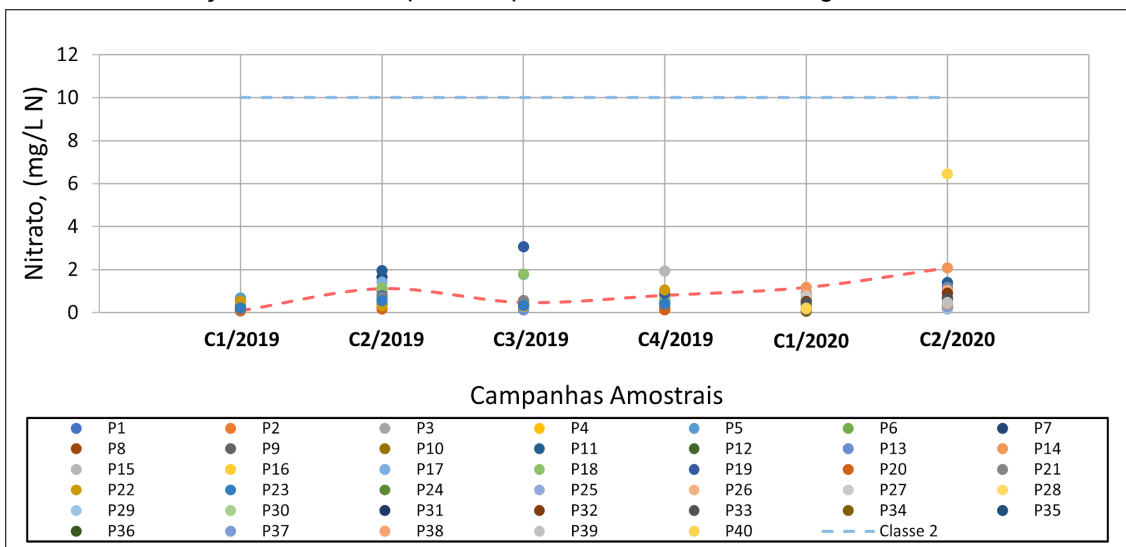
Até o momento, resultados do QUALIÁGUA SC apresentaram concentrações de nitrato (NO₃⁻) não superiores às concentrações limites da Resolução CONAMA nº 357/2005 (Art. 15).



Figura 6. Mapa com os resultados do parâmetro nitrato, campanha de junho de 2020.

No entanto, uma dinâmica sazonal foi identificada, possivelmente associada ao calendário agrícola do estado, associado a aplicação de fertilizantes (orgânicos ou sintéticos). É possível identificar no Gráfico 4 (linha vermelha) a dinâmica comentada acima, que tem como época para preparação do plantio das culturas nos meses de março a abril, com adubação e controle nos meses seguintes. Espera-se que, com o monitoramento continuado, possa ser corroborada essa dinâmica, nas campanhas seguintes.

Gráfico 4. Avaliação histórico-temporal do parâmetro Nitrato - Qualiágua SC



Fonte: SEMA/SDE.

SITUAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA - CLASSE 2

A situação da qualidade das águas superficiais dos cursos d'água catarinenses, com base nos resultados obtidos na campanha de Junho/2020, indica que 30% dos trechos monitorados estão em desacordo com os limites estabelecidos pela legislação vigente, como pode ser observado na Figura 3.

No total são 28 pontos que atendem à Classe 2 exigida pela CONAMA e 12 pontos que não atendem a pelo menos um dos parâmetros analisados. As desconformidades estão distribuídas em quase toda a vertente atlântica.

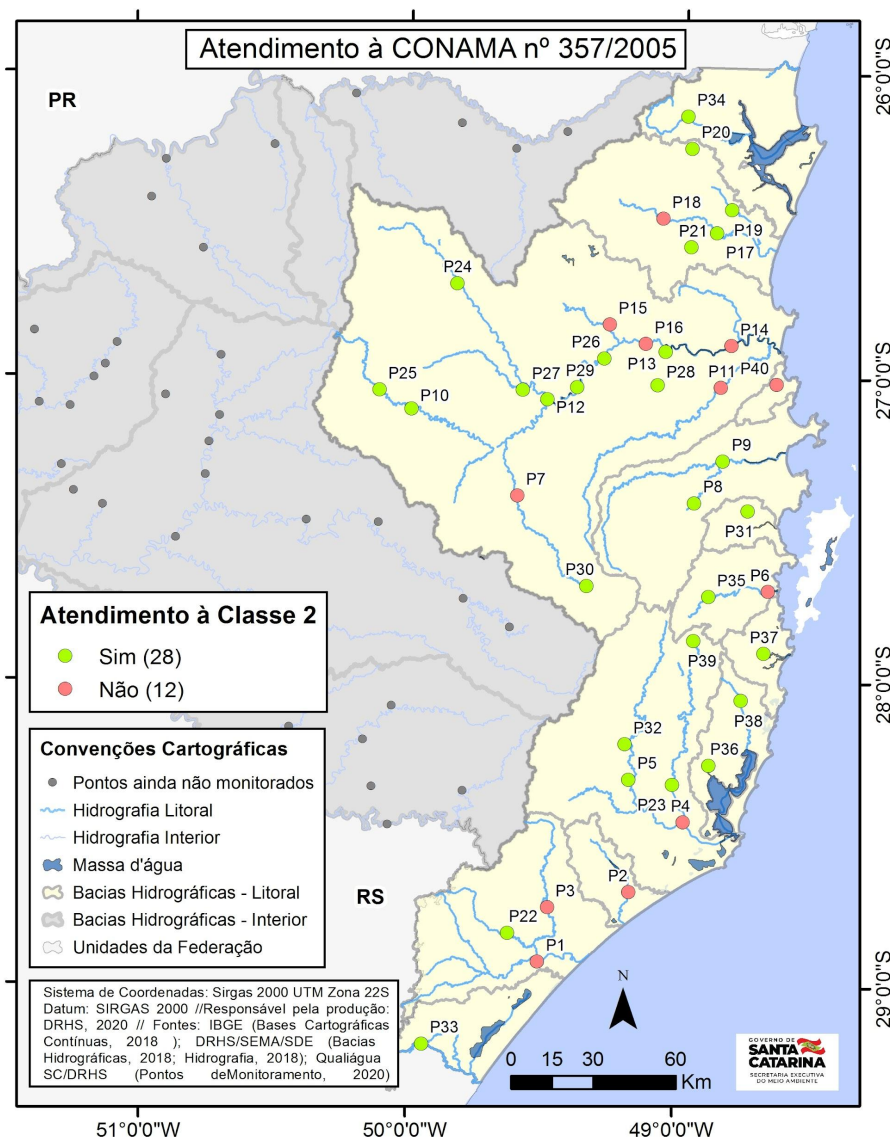


Figura 3. Mapa do atendimento à Resolução CONAMA nº357/2005.

No que se refere aos quatro parâmetros selecionados para acompanhamento dos resultados, registraram-se cinco pontos com o Cloreto (Cl-) com divergência em relação à CONAMA, assim como dois pontos com Coliformes (Figura 4), e dois pontos com o Oxigênio Dissolvido (Figura 6) com resultados que não atenderam aos limites para Classe 2. Os resultados de Nitrato (NO₃⁻) foram satisfatórios, com todos os pontos monitorados em conformidade com a normativa (Figura 7).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conjunto de dados analisados nesta campanha demonstra que a qualidade da água em 30% dos pontos da vertente litorânea não atendeu a um ou mais padrões estabelecidos para Classe 2 (Tabela 1). Destacam-se os pontos P2 e P3 por não atenderem a referida resolução em razão do pH, associados a influência histórica da região, caracterizada por processos de mineração e suscetíveis ao fenômeno de drenagem ácida. Ademais, os pontos P7 e P18 apresentaram teores de coliformes fecais acima do recomendado, possivelmente devido a ocorrência de despejos de esgotamento sanitário na baixa vazão durante a estiagem prolongada.

A qualidade global das águas, avaliada pelo IQA, apresentou 87,5% dos pontos classificados na condição Razoável, indicando necessidade de ações de controle e fiscalização tanto das fontes poluidoras pontuais quanto das difusas. Embora a maioria dos cursos d'água analisados tenha apresentado classificação razoável, existem cursos d'água com qualidade Ruim, de acordo com o IQA: os rios Urussanga (P2), Mãe Luzia (P3) e Timbó (P15), localizados nas Regiões Hidrográficas Araranguá (RH10) e Itajaí (RH7), respectivamente. Os rios que apresentaram condição boa (5%) estão localizados na RH 6.

O monitoramento contínuo da qualidade da água é necessário para que a efetividade e o avanço do processo de gestão de recursos hídricos sejam alcançados. A construção da série histórica de dados possibilita a compreensão acerca da evolução da qualidade da água e a identificação das medidas necessárias para atingimento de metas estabelecidas nos planos de recursos hídricos.

Anexo I: Lista dos pontos de monitoramento

Ponto	Município	IQA	Atendimento CONAMA 357/05 - Laudo Técnico
P1	Araranguá	60	Não
P2	Içara	44	Não
P3	Forquilha	49	Não
P4	Tubarão	61	Não
P5	São Ludgero	61	Sim
P6	Palhoça	56	Não
P7	Ituporanga	51	Não
P8	Major Gercino	65	Sim
P9	São João Batista	61	Sim
P10	Taió	62	Sim
P11	Brusque	52	Não
P12	Ibirama	62	Sim
P13	Blumenau	63	Sim
P14	Ilhota	60	Não
P15	Timbó	48	Não
P16	Blumenau	55	Não
P17	Guaramirim	62	Sim
P18	Jaraguá do Sul	60	Não
P19	Joinville	60	Sim
P20	Joinville	73	Sim
P21	Guaramirim/Massaranduba	59	Sim
P22	Meleiro	65	Sim
P23	Gravatal	54	Sim
P24	Itaiópolis	68	Sim
P25	Taió	66	Sim

P26	Indaial	65	Sim
P27	Ibirama	64	Sim
P28	Blumenau	68	Sim
P29	Apiúna	64	Sim
P30	Alfredo Wagner	63	Sim
P31	Biguaçu	61	Sim
P32	Braço do Norte	59	Sim
P33	São João do Sul	69	Sim
P34	Joinville	74	Sim
P35	Santo Amaro da Imperatriz/Águas Mornas	63	Sim
P36	Imaruí	65	Sim
P37	Paulo Lopes	69	Sim
P38	Paulo Lopes	63	Sim
P39	São Bonifácio	65	Sim
P40	Camboriú	57	Não