Qualidade das águas pluviais dos canais de drenagem de Santos no período de 2005 a 2013

Leydy Viviana Flórez Mosquera[1], Ana Beatriz Carollo Rocha Lima[1]

1 - Instituto de Ciências da Saúde – Universidade Paulista-UNIP (campus Jundiaí), Jundiaí – SP, Brasil.
Endereço: Universidade Paulista - UNIP, campus Jundiaí, Instituto de Ciências da Saúde. Avenida Armando Giassetti, 577 – Vila Hortolândia – Trevo Itu/Itatiba – Jundiaí-SP, CEP 13214-525.
Telefone: (11) 4815-2333

Autor de Correspondência: Ana Beatriz Carollo Rocha Lima;
E-mail: abeatrizcrl@gmail.com

Os autores não utilizaram fontes de auxílio e bolsas.
Os autores declaram não haver conflito de interesses.
Estudo desenvolvido na área de Saneamento e Análise Ambiental.

Resumo

O município de Santos é referência nacional em saneamento básico. O presente estudo avaliou a evolução da qualidade das águas pluviais dos sete canais de Santos, com base em estudos realizados entre 2005 e 2013. Com base em resultados de 3 trabalhos previamente publicados, foi feita uma análise comparativa nos parâmetros de qualidade das águas. Em todos os canais foram observadas alterações significativas e consistentes entre as campanhas de amostras, sendo a última (maio/2013) a que indica os piores índices. Também se observou que períodos de baixa pluviosidade apresentam condições pioradas em diversos parâmetros, uma vez que a renovação das águas nos canais não é favorecida nessas épocas. Medições da enterococos nas praias, por outro lado, mostram maior contaminação em épocas coincidentes com períodos de férias (mesmo com alta pluviosidade). Com isso, tomando-se como base as amostras observadas, nota-se claramente uma degradação progressiva da qualidade das águas no período de amostragem e, apesar de Santos ser considerada uma referência em saneamento, os níveis de contaminantes sugerem indícios de esgotos clandestinos na região.

Palavras-chave: Análises Físico-químicas e Microbiológicas; Parâmetros de Qualidade de Água; Potabilidade; Saneamento.

Quality of stormwater of the drainage channels in Santos in the 2005-2013 period

Abstract

The municipality of Santos is a national reference in basic sanitation. The present study evaluated the evolution of the quality of rainwater in the seven channels of Santos, based on studies carried out between 2005 and 2013. Based on the results of 3 previously published works, a comparative analysis was made on the water quality parameters. In all channels, significant and consistent changes were observed between the sample campaigns, the last (May / 2013) being the one that indicates the worst indexes. It was also observed that periods of low rainfall present worsened conditions in several parameters, since the renewal of the water in the channels is not favored in these seasons. Measurements of enterococci on the beaches, on the other hand, show greater contamination at times coinciding with vacation

periods (even with high rainfall). With this, taking as a base the observed samples, there is clearly a progressive degradation of water quality in the sampling period and, although Santos is considered a reference in sanitation, the levels of contaminants suggest evidence of illegal sewage in the region.

Keywords: Physico-chemical and Microbiological Analysis; Water Quality Parameters; Potability; Sanitation.

INTRODUÇÃO

História dos Canais de Drenagem de Santos

Santos é uma das maiores cidades do estado de São Paulo, contando atualmente com aproximadamente 433 mil habitantes[1]. O município é a sede do principal porto de América Latina, o que o posiciona como uma cidade estratégica para o comércio da região, já que cerca de 50% do PIB nacional passa por lá[2]. No passado, a cidade foi atingida por pestes e epidemias por conta das condições precárias de higiene, pela falta de saneamento básico e por conta de fatores climáticos adversos. A cidade sofreu surtos de doenças como varíola, peste bubônica, malária, disenterias, febre tifoide e um grande surto de febre amarela ocorrido entre 1890 e 1900, que foi responsável pela morte de praticamente metade da população santista naquela época (correspondendo a aproximadamente sete mil óbitos). Além disso, o município também sofreu no passado com alagamentos e inundações constantes, culminando na necessidade de implementação de um sistema de canais de drenagem como uma forma eficaz para tratar e eliminar esses problemas[3].

Os canais de Santos foram idealizados pelo engenheiro sanitarista Francisco Saturnino Rodrigues de Brito, sendo um dos projetos mais audaciosos da época e inclusive influenciando projetos similares em outros países como Inglaterra, França e Estados Unidos[4]. A estratégia de Brito baseava-se em fazer as águas circularem pelos canais, evitando, dessa forma, que o seu acúmulo promovesse a proliferação de doenças. No projeto, um sistema de comportas seria implementado para que, quando aberto, permitisse o escoamento das águas para o mar, levando junto os sedimentos acumulados nos leitos dos canais[5]. Dos canais implementados na cidade, somente sete deles ficam à superfície e desembocam nas praias, sendo o maior deles o canal 1, inaugurado em 1907 (embora finalizado apenas em 1910), contando com mais de 5 km de extensão. Os demais foram construídos ao longo do tempo: canal 2 em 1910, canal 6 em 1919, canais 3 e 4 em 1923, canal 5 em 1927 e por último o canal 7, em 1968[6].

A crescente situação demográfica de Santos ao longo do século também teve forte influência no desenvolvimento de projetos para viabilizar uma urbanização bem estruturada. No começo do século XX, a área de urbanização na Baixada Santista limitava-se à Zona Leste da cidade de Santos e à área central de São Vicente. No entanto, após o término da Segunda Guerra Mundial na década de 1940, a região sudeste começou a industrializar-se fortemente, fomentando grandes investimentos como a ampliação do Porto, a implantação de indústrias de base na cidade vizinha (Cubatão) e a inauguração da Via Anchieta, via de ligação entre São Paulo e o litoral sul. O resultado disso foi, invariavelmente, um crescimento acelerado da cidade até os anos 1970, praticamente quadruplicando o quadro demográfico da cidade no início do século, que passou de 90 mil para cerca de 340 mil habitantes[5].

Com o grande crescimento econômico e urbano, observou-se também o aumento do valor imobiliário nas regiões à beira-mar, o que levou boa parcela da população a ocupar irregularmente áreas de preservação permanente. Essa situação promoveu agravamento da

situação sanitária nas décadas de 1970 e 1980, já que essas ocupações ocorriam sem nenhum planejamento e em locais onde não havia serviços de saneamento público, como manguezais e encostas de morros. As péssimas condições sanitárias da época eram frequentemente divulgadas pela imprensa, colocando em risco o turismo balneário[5]. Durante o final da década de 1980 foi comprovado que uma das principais fontes de poluição das praias era o fato de as saídas dos canais de drenagem estarem conectadas a estas, o que comprometia as condições de balneabilidade, deteriorando a qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário (contato direto e prolongado com a água como em esportes estilo natação, mergulho e afins)[7].

Somente no início da década de 1990 a prefeitura de Santos começou a discutir ações em conjunto com a Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo (SABESP), empresa concessionária de serviços de saneamento do estado de São Paulo. A intenção era discutir mudanças na gestão do saneamento da cidade de forma a ampliar a área de cobertura da concessionária, passando a atender as regiões ocupadas irregularmente, e rever o funcionamento do sistema de macrodrenagem implantado no início do século. Algumas decisões tomadas alteraram parcialmente o projeto inicial do sistema de canais de Brito, que separava completamente os sistemas de esgoto e de drenagem. Após as mudanças, essa separação acabou sendo eliminada na parte final do sistema de coleta, que passou a direcionar os efluentes para a Estação de Pré-Condicionamento (EPC) de Esgotos do José Menino. Além disso, as comportas também passaram por reformas e seu acionamento agora passou a ser menos recorrente, represando as águas por períodos mais longos[5].

Esse novo modo de operação favorece o aparecimento de vegetação aquática, geralmente indicando eutrofização devido à presença de efluentes domésticos, além de acarretar sedimentação excessiva e mau cheiro, o que deixa os canais com um aspecto desagradável à população. Essa situação resultou em pressões sociais exigindo a cobertura dos canais, ideia apoiada inclusive pela prefeitura no início do século XXI, sob o pretexto de aumentar as vias e as vagas para estacionamento de carros na região. Contudo, embora o aumento de fluxo de pessoas devido ao turismo balneário possa ser obtido com a cobertura dos canais, o mascaramento da aparência deles não atacaria na resolução da fonte dos problemas sanitários e na possível contaminação por esgotos. Com isso, uma vertente contrária à cobertura dos canais também se encontra ativa, promovendo recuperar a importância cultural histórica, urbanística, sanitária e ambiental dos canais[5].

Em 2009, um novo convênio entre a prefeitura de Santos e a SABESP originou o programa “Canal Limpo”, que objetiva a limpeza dos 22,5km de extensão dos canais através da remoção de despejos clandestinos de efluentes, do desassoreamento e dos consertos da rede, onde aplicáveis[8, 9].

Atualmente a cidade de Santos é classificada entre as primeiras colocadas do Brasil e do mundo em termos de saneamento. De acordo com dados de 2017 do instituto Trata Brasil, Santos atende a 100% da população com água tratada, com 99,93% possuindo coleta de esgoto, e 97,64% desse esgoto sendo tratado[10]. Em 2019, a cidade foi classificada em primeiro lugar no ranking da Agência Nacional de Águas (ANA), que indicaram os mesmos índices de 100% de abastecimento de água e coleta de esgoto acima de 99%, além do baixo índice de perda de água, em torno de 14% (a terceira melhor média do país)[11].

Estes resultados são fruto de grandes investimentos por parte da gestão pública e da SABESP, que investiram cerca de 490 milhões de reais em melhorias e expansões dos sistemas água e esgoto de Santos nos últimos 10 anos, fazendo com que a cidade alcançasse um padrão europeu de saneamento. Mais de 2 bilhões de reais foram aplicados na ampliação do acesso às redes de esgotos na Baixada Santista, em redes coletoras, em estações de bombeamento e em sistemas de tratamento para que as águas possam retornar ao meio ambiente em condições adequadas, contribuindo no controle de poluição de rios e praias da

região e, dessa forma, contribuindo também para uma melhor qualidade de vida da população[11].

Legislação ambiental aplicada ao controle de qualidade das águas

No âmbito da legislação, existem no Brasil diversos agentes que atuam na legislação e regulação dos recursos hídricos no país. A Agência Nacional das Águas (ANA) foi criada pela lei nº 9.984 de 2000 e é a agência reguladora dedicada a fazer cumprir os objetivos e diretrizes da Lei das Águas do Brasil (Lei nº 9.433/1997) através de basicamente quatro linhas de ação: regulação, monitoramento, aplicação da lei e planejamento[12].

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) é constituído por câmaras técnicas, grupos de trabalho e plenárias, e o seu principal objetivo é a elaboração de normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente, conhecidas como Resoluções. A Resolução CONAMA 274/2000 especifica critérios sobre a balneabilidade de águas, classificando as mesmas em próprias ou impróprias para banho. Tal classificação baseia-se, entre outros parâmetros, nos limites de coliformes, *Escherichia coli* ou enterococos encontrados nas águas destinadas à recreação de contato primário. Já a Resolução CONAMA 357/2005 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento. Essa legislação foi atualizada, posteriormente, pelas resoluções 370/06, 397/08, 410/09 e 430/11. Esta Resolução foi responsável por definições comumente usadas em trabalhos acadêmicos e leis, tais como a classificação do tipo de água do território nacional em águas doces (salinidade $\leq$ 0,5‰), salobras (salinidade entre 0,5‰ e 30‰) e salinas (salinidade $\geq$ 30‰). Convém observar-se que a classificação do tipo de água como doce poderá sofrer alteração de acordo com a salinidade aferida em cada amostra, nas diferentes épocas e condições climáticas do ano[13, 14, 15].

As águas dos canais de Santos enquadram-se, majoritariamente, como águas doces de classe 2, conforme Decreto Estadual nº 10755/1977 (SP), e que de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; à aquicultura e à pesca[15].

O Ministério de Saúde (MS) é um órgão do Poder Executivo Federal responsável pela organização e elaboração de planos e políticas públicas voltados para a promoção, a prevenção e a assistência à saúde dos brasileiros, e tem como missão promover a saúde da população mediante a integração e a construção de parcerias com os órgãos federais, as unidades da Federação, os municípios, a iniciativa privada e a sociedade, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida e para o exercício da cidadania. O órgão é responsável pela elaboração de portarias, como a Portaria nº 2.914/2011, que dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Esta portaria revoga e substitui integralmente a Portaria nº 518/2004, que estabelecia os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. A Portaria MS nº 2.914/2011 foi revogada e seus parâmetros foram incorporados integralmente ao Anexo XX da Portaria de Consolidação MS nº 5/2017[16, 17, 18, 19].

Através da identificação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos é possível classificar a água por seu conteúdo mineral, bem como identificar o grau de contaminação do recurso hídrico avaliado e a sua adequação aos parâmetros necessários para a manutenção da vida aquática. Estes parâmetros normalmente são determinados com metodologias e técnicas

científicas, através do uso de equipamentos e reagentes em laboratório. As análises são fundamentais para avaliar a qualidade e potabilidade da água[20].

As variantes físicas dos indicadores de qualidade da água são obtidas em escalas próprias, com os principais indicadores sendo a cor, a turbidez, o sabor e o odor, a existência ou não de sólidos e a temperatura. As variantes químicas, por sua vez, são normalmente apresentadas em miligramas por litro (mg/L) ou partes por milhão (ppm) e os principais indicadores são salinidade, dureza, alcalinidade, corrosividade, ferro e manganês, impurezas orgânicas, nitrogênio, cloreto, compostos tóxicos, fenóis, detergentes, agrotóxicos e radioatividade[20].

Além disso, a água não deve conter componentes tóxicos como arsênio, cádmio, cromo, mercúrio, níquel, chumbo, praguicidas, entre outros, e também não deve conter altos índices de componentes como nitratos, nitritos, amônio, ferro, manganês, cobre, zinco, detergentes, flúor e matéria de suspensão. Se há alterações da qualidade da água, alteram-se as suas características organolépticas como odor, sabor, cor e turbidez[20].

A análise biológica das amostras de água indica, por sua vez, qual a quantidade de microrganismos fecais, microrganismos patogênicos. As variantes biológicas são obtidas por avaliação de densidade populacional do organismo de interesse, com os principais indicadores biológicos sendo algas e microrganismos patogênicos.

Tabela 1 - Lista dos principais parâmetros avaliados e suas possíveis fontes de poluição urbana[20, 21]

Parâmetro	Possíveis fontes de poluição urbana
Cor	A cor da água é influenciada principalmente por processos de decomposição que ocorrem no meio ambiente. Isso explica o motivo de as águas superficiais estarem mais sujeitas a sofrer alterações de cor do que as águas subterrâneas. Outros fatores que influenciam na tonalidade da água são a presença de íons metálicos, plâncton, macrófitas e despejos industriais.
Nitrogênio Amoniacal	Índices elevados de amônia indicam potencialmente poluição recente, uma vez que é proveniente da redução de nitrato por bactérias ou íons ferrosos.
Nitrato	O nitrato é encontrado nas águas e é originário principalmente de fertilizantes nitrogenados, esterco animal, decomposição atmosférica, esgoto doméstico e lixiviação de lixões.
Nitrato	O nitrito é outro componente tóxico encontrado em águas contaminadas. Pode ser resultado de redução de nitrato e, com isso, as mesmas potenciais fontes daquele componente químico seguem válidas para o nitrito.
Ph	O potencial hidrogeniônico das águas pode ser alterado pelas variações de temperatura, atividade biológica e lançamento de efluentes, sendo, portanto, mais um indicador de poluição e esgotos clandestinos ligados ao local de coleta da amostra.
Temperatura	A temperatura pode influenciar nos processos biológicos, reações químicas e bioquímicas que ocorrem na água, afetando também componentes como solubilidade de gases dissolvidos.
Turbidez	Define-se turbidez como uma propriedade física da água diretamente proporcional à redução da transparência do fluido por causa de materiais em suspensão e que afetam a propagação da luz através do meio. Altos níveis de turbidez indicam grande quantidade de substâncias constituídas por plâncton, bactérias, argilas e matéria orgânica, remetendo novamente à presença de poluição urbana e esgotos clandestinos na região.
Análises bacteriológicas	A água analisada pode apresentar diferentes tipos de bactérias patogênicas, sendo o foco do estudo em questão a determinação da quantidade de coliformes termotolerantes, *E. coli* e enterococos, uma vez que esses organismos são mapeados com respectivos limites nas resoluções do CONAMA e portarias do Ministério de Saúde.

O presente estudo teve o objetivo geral de avaliar a qualidade das águas dos sete canais de drenagem da cidade de Santos, estado de São Paulo, com base em medições efetuadas em 2005[22], 2012[23] e 2013[7]. Os objetivos específicos foram (i) comparar as características físico-químicas e microbiológicas dos corpos hídricos supracitados entre os anos de 2005 e 2013; (ii) inferir a presença de efluentes domésticos a partir dos principais parâmetros indicadores de contaminação nos sete canais de Santos; e (iii) determinar o enquadramento das águas aos parâmetros especificados pelo Anexo XX da Portaria de Consolidação MS nº 5/2017 e aos parâmetros indicados na Resolução CONAMA n° 357/05 para a Classe 2 de águas salinas, salobras e doces.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostras e análise de dados

A qualidade das águas foi avaliada com base em dados de amostragem obtidos através de pesquisa bibliográfica. Foram comparados os resultados de 4 amostragens realizadas no ano de 2005[22], 1 amostragem realizada em 2012[23] e 2 amostragens realizadas em 2013[7]. Cada amostragem avaliou parâmetros de todos os 7 canais, conforme tabela 2.

Tabela 2 - Amostragens realizadas em 2005[22], 2012[23] e 2013[7]

Campanha de Amostragem	Data das coletas	Referência
#1	Março/2005	AMBROZEVICIUS, 2005
#2	Abril/2005	AMBROZEVICIUS, 2005
#3	Junho/2005	AMBROZEVICIUS, 2005
#4	Agosto/2005	AMBROZEVICIUS, 2005
#5	Setembro/2012	COELHO, 2012
#6	Janeiro/2013	COELHO, 2013
#7	Maio/2013	COELHO, 2013

A localização da saída de cada canal no mar está indicada na tabela 3.

Tabela 3 - Canais de Drenagem e suas respectivas saídas ao mar.

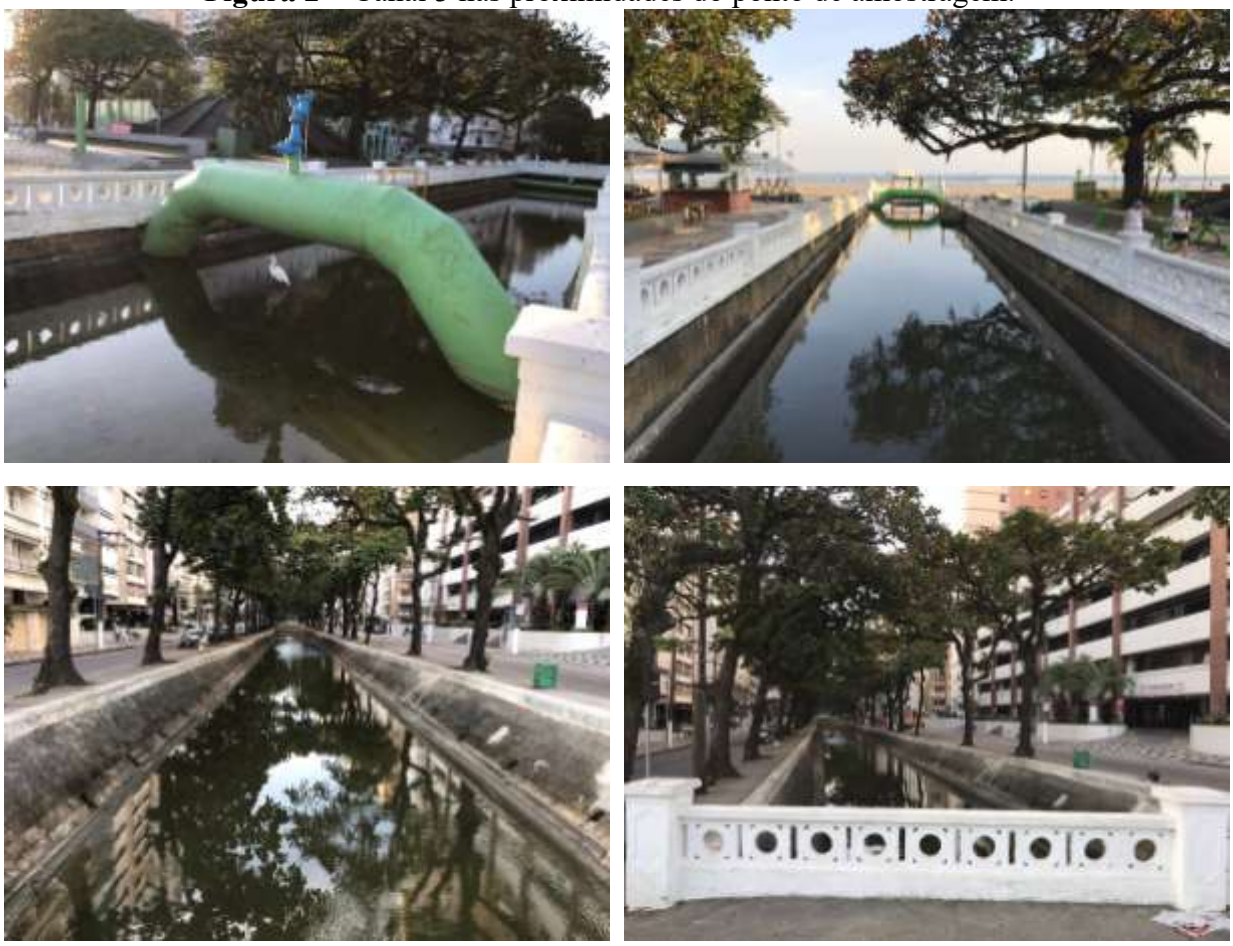
Canal	Saída	Coordenadas
Canal 1	Praia José Menino	S 23,968739; O 46,345731
Canal 2	Entre as praias José Menino e do Gonzaga	S 23,969231; O 46,339311
Canal 3	Entre as praias do Gonzaga e Boqueirão	S 23,971381; O 46,329414
Canal 4	Entre as praias Boqueirão e do Embaré	S 23,974517; O 46,3217
Canal 5	Entre as praias do Embaré e Aparecida	S 23,978203; O 46,315817
Canal 6	Entre as praias Aparecida e Ponta da Praia	S 23,984117; O 46,309694
Canal 7	Ponta da Praia	S 23,989692; O 46,299275

Figura 1 - Mapa com localização dos canais, identificação das praias e localização dos pontos de amostragem



Fonte: elaborado pela autora.

Figura 2 – Canal 3 nas proximidades do ponto de amostragem.



Fonte: Imagens cedidas por André Carollo Rocha Lima.

As análises das amostras de 2005[22] foram feitas segundo os seguintes métodos: o pH foi determinado através de pHmetro digital; a salinidade por meio de refratômetro manual; a condutividade por meio de condutivímetro digital; O2 dissolvido (método de Winckler – APHA/AWWA/WEF, 1998, modificado para pequenas amostras), teores de cloro total (APHA/AWWA/WEF, 1998) e nitrogênio amoniacal total (método de Koroleff, 1970), por meio de colorimetria. Os testes de toxicidade seguiram a Norma CETESB L5.018[22].

Já as análises das amostras de 2012 e 2013 foram realizadas através do Ecokit II da Alfakit®, que consiste em um kit de reagentes amplamente utilizado para avaliações de qualidade e preservação da água. O método é recomendado pela Embrapa, dado que é uma ferramenta simples, prática, portátil, de baixo custo e utilizada mesmo em países desenvolvidos, propiciando um "mínimo necessário" para o conhecimento do estado das águas[7, 24].

Parâmetros avaliados

A seguir são apresentados os índices de normalidade de cada parâmetro para que a água seja considerada potável, segundo a Portaria n° 2.914/2011 do Ministério de Saúde e a Resolução CONAMA 357/05 – Classe 2, para águas doces, salobras e salinas.

Tabela 4 - Limites de referência para parâmetros segundo Portaria nº 2.914/11 do Ministério de Saúde e Resolução CONAMA 357/05, para águas doces, salobras e salinas de Classe 2.

Parâmetro	**Unidade**	**Portaria MS nº 2.914/2011**[17]	**RESOLUÇÃO CONAMA n° 357/05 - Classe 2 - águas doces**[15]	**RESOLUÇÃO CONAMA n° 357/05 - Classe 2 - águas salobras**[15]	**RESOLUÇÃO CONAMA n° 357/05 - Classe 2 - águas salinas**[15]
Nitrato	mg/L	10	10	0,7	0,7
Nitrito	mg/L	1	1	0,02	0,2
pH	-	6 a 9,5	6 a 9	6,5 a 8,5	6,5 a 8,5
O2 dissolvido	mg/L	-	≥ 5	≥ 4	≥ 5
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	1,5	3,7 (pH ≤ 7,5) 2,0 (7,5 < pH ≤ 8,0) 1,0 (8,0 < pH ≤ 8,5) 0,5 (pH > 8,5)	0,7	0,7
Cloro residual	mg/L	0,2 a 2,0	0,01	0,019	0,019
Flúor/fluoreto	mg/L	1,5	1,4	1,4	1,4
Fosfato	mg/L	0,1	0,03 (ambientes lênticos) 0,05 (ambientes intermediários)	0,093	0,0465
Turbidez	uT, NTU	5	100	virtualmente ausentes	virtualmente ausentes
Cor aparente	mg Pt/L	15	75	virtualmente ausentes	virtualmente ausentes
Sólidos dissolvidos	mg/L	1000	virtualmente ausentes	virtualmente ausentes	virtualmente ausentes
Condutividade	µs/cm	-	≤ 100 *	≤ 100 *	≤ 100 *
Coliformes fecais / (*E. coli*)	UFC/100mL	Ausência em 100 mL	2000 UFC/100mL, conforme res. CONAMA 274/2000	2000 UFC/100mL, conforme res. CONAMA 274/2000	2000 UFC/100mL, conforme res. CONAMA 274/2000
Surfactantes	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,5
Salinidade	‰	-	≤ 0,5	0,5 < salinidade < 30,0	≥ 30

*Cetesb, 2013

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das medições aferidas nos períodos de 2005[22], 2012[23] e 2013[7] foram organizados em ordem cronológica, por canal. Os valores destacados estão em desacordo com os limites estabelecidos pelo CONAMA resolução n° 357/05.

Resultados do Canal 1

Tabela 5 - Valores de medições realizadas nas amostras do Canal 1

Parâmetro	Unidade	Valor de ref. CONAMA res. 357/05 - Classe 2[15]	Mar/05[22]	Abr/05[22]	Jun/05[22]	Aug/05[22]	Set/12[23]	Jan/13[7]	Mai/13[7]
Nitrato	mg/L	água doce (D) ≤ 10 água salobra (S) ≤ 0,7	-	-	-	-	-	0,50	0,05
Nitrito	mg/L	≤ 1 D ≤ 0,02 S	-	-	-	-	-	0,04	0,14
pH	-	6 a 9 D 6,5 a 8,5 S	7,300	7,450	7,450	7,550	7,933	7,570	7,580
O_2 dissolvido	mg/L	≥ 5 D ≥ 4 S	11,0	11,0	11,0	11,0	8,6	8,2	7,7
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	3,7 (pH ≤ 7,5) D 2,0 (7,5 < pH ≤ 8,0) D 0,7 S	1,0	1,5	1,5	>1,5	-	0,8	3,0
Cloro residual	mg/L	≤ 0,01 D ≤ 0,019 S	(+)	(+)	(+)	(+)	-	-	-
Fosfato	mg/L	≤ 0,05 (amb. Interm.) D ≤ 0,093 S	-	-	-	-	-	0,6	12,0
Turbidez	uT, NTU	≤ 100	-	-	-	-	-	339,0	378,6
Cor aparente	mg Pt/L	≤ 75	-	-	-	-	-	60	80
Condutividade	µS/cm	≤ 100 *	-	-	-	-	-	14,84	277,30
Coliformes (*E. coli*) fecais	UFC/100mL ($x10^4$)	≤ 0,2 x 10^4 (2000 UFC/100mL, conforme res. CONAMA 274/2000)	-	-	-	-	1133,0	31,0	4300,0
Coliformes (*E. coli*) totais	UFC/100mL ($x10^4$)	≤ 0,2 x 10^4 (2000 UFC/100mL, conforme res. CONAMA 274/2000)	-	-	-	-	23567,0	280,0	22500,0
Temperatura	°C	-	26,0	27,5	22,5	22,0	22,0	25,0	23,0
Surfactantes	mg/L	≤ 0,5	-	-	-	-	1,592	0,000	2,300
Salinidade	‰	≤ 0,5 D entre 0,5 e 30 S	0,00 Doce	1,00 Salobra	0,00 Doce	0,00 Doce	1,00 Salobra	0,00 Doce	1,00 Salobra

* Cetesb, 2013

No Canal 1 foram observadas alterações significativas na última amostra, realizada em maio de 2013. O período corresponde a uma época de baixa pluviosidade, em contraste com as medições realizadas em janeiro do mesmo ano (alta pluviosidade). Nota-se redução do O_2 dissolvido na água com o passar do tempo entre as amostras de 2005 e 2012, indicando possível degradação progressiva da qualidade da água no local. Além disso, índices muito elevados de coliformes encontrados acusam presença de esgotos clandestinos ligados ao canal, especialmente nos períodos de baixa pluviosidade, quando há pouco movimentação e renovação das águas no local.

Resultados do Canal 2

Tabela 6 - Valores de medições realizadas nas amostras do Canal 2

Parâmetro	Unidade	Valor de ref. CONAMA res. 357/05 - Classe 2[15]	Mar/05[22]	Abr/05[22]	Jun/05[22]	Aug/05[22]	Set/12[23]	Jan/13[7]	Mai/13[7]
Nitrato	mg/L	água doce (D) ≤ 10 água salobra (S) ≤ 0,7	-	-	-	-	-	0,57	0,04
Nitrito	mg/L	≤ 1 D ≤ 0,02 S	-	-	-	-	-	0,03	0,04
pH	-	6 a 9 D 6,5 a 8,5 S	7,320	7,430	7,500	7,600	7,793	7,320	7,560
O_2 dissolvido	mg/L	≥ 5 D ≥ 4 S	11,0	9,0	6,0	11,0	5,5	6,4	4,8
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	3,7 (pH ≤ 7,5) D 2,0 (7,5 < pH ≤ 8,0) D 0,7 S	1,5	>1,5	>1,5	>1,5	-	1,8	10,5
Cloro residual	mg/L	≤ 0,01 D ≤ 0,019 S	(+)	(+)	0	0	-	-	-
Fosfato	mg/L	≤ 0,05 (amb. Interm.) D ≤ 0,093 S	-	-	-	-	-	0,8	18,9
Turbidez	uT, NTU	≤ 100	-	-	-	-	-	217,0	317,0
Cor aparente	mg Pt/L	≤ 75	-	-	-	-	-	40	60
Condutividade	µS/cm	≤ 100 *	-	-	-	-	-	21,93	384,00
Coliformes (*E. coli*) fecais	UFC/100 mL ($x10^4$)	≤ 0,2 x 10^4 (2000 UFC/100mL, conforme res. CONAMA 274/2000)	-	-	-	-	-	41,0	4250,0
Coliformes (*E. coli*) totais	UFC/100 mL ($x10^4$)	≤ 0,2 x 10^4 (2000 UFC/100mL, conforme res. CONAMA 274/2000)	-	-	-	-	-	300,0	22000,0
Temperatura	°C	-	26,0	28,0	23,0	23,0	23,0	25,5	24,0
Surfactantes	mg/L	≤ 0,5	-	-	-	-	3,272	1,300	2,200
Salinidade	‰	≤ 0,5 D entre 0,5 e 30 S	0,00 Doce	2,00 Salobra	0,00 Doce	0,50 Doce	2,00 Salobra	0,00 Doce	2,00 Salobra

* Cetesb, 2013

No Canal 2, dentre os parâmetros alterados com relação ao padrão especificado pelo CONAMA na resolução 357/05, destacam-se a quantidade de coliformes fecais e totais, o oxigênio dissolvido na água na última campanha (além de valores significativamente inferiores aos das campanhas de 2005), o alto nível de turbidez e alto nível de nitrogênio amoniacal (ambos na última campanha), além da presença de surfactantes mesmo em época de alta pluviosidade. Índices de cloro residual mostram variação entre as campanhas de 2005.

Resultados do Canal 3

Tabela 7 - Valores de medições realizadas nas amostras do Canal 3

Parâmetro	Unidade	Valor de ref. CONAMA res. 357/05 - Classe 2[15]	Mar/05[22]	Abr/05[22]	Jun/05[22]	Aug/05[22]	Set/12[23]	Jan/13[7]	Mai/13[7]
Nitrato	mg/L	água doce (D) ≤ 10 água salobra (S) ≤ 0,7	-	-	-	-	-	0,65	0,04
Nitrito	mg/L	≤ 1 D ≤ 0,02 S	-	-	-	-	-	0,03	0,08
pH	-	6 a 9 D 6,5 a 8,5 S	7,380	7,600	7,520	7,370	7,853	7,220	7,510
O_2 dissolvido	mg/L	≥ 5 D ≥ 4 S	11,0	10,0	6,0	11,0	6,6	7,3	5,0
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	3,7 (pH ≤ 7,5) D 2,0 (7,5 < pH ≤ 8,0) D 0,7 S	>1,5	1,5	>1,5	1,5	-	0,8	6,8
Cloro residual	mg/L	≤ 0,01 D ≤ 0,019 S	(+)	(+)	(+)	(+)	-	-	-
Fosfato	mg/L	≤ 0,05 (amb. Interm.) D ≤ 0,093 S	-	-	-	-	-	0,4	18,1
Turbidez	uT, NTU	≤ 100	-	-	-	-	-	168,3	368,3
Cor aparente	mg Pt/L	≤ 75	-	-	-	-	-	20	80
Condutividade	µS/cm	≤ 100 *	-	-	-	-	-	15,79	455,00
Coliformes (*E. coli*) fecais	UFC/100mL (x10^4)	≤ 0,2 x 10^4 (2000 UFC/100mL, conforme res. CONAMA 274/2000)	-	-	-	-	467,0	72,0	3450,0
Coliformes (*E. coli*) totais	UFC/100mL (x10^4)	≤ 0,2 x 10^4 (2000 UFC/100mL, conforme res. CONAMA 274/2000)	-	-	-	-	5600,0	1350,0	19000,0
Temperatura	°C	-	25,5	27,5	23,0	23,0	23,0	25,5	24,0
Surfactantes	mg/L	≤ 0,5	-	-	-	-	2,992	1,100	1,200
Salinidade	‰	≤ 0,5 D entre 0,5 e 30 S	0,00 Doce	0,00 Doce	0,50 Doce	1,00 Salobra	2,00 Salobra	0,00 Doce	2,00 Salobra

* Cetesb, 2013

No Canal 3, dentre os parâmetros alterados com relação ao padrão especificado pelo CONAMA na resolução 357/05, destacam-se a quantidade de coliformes fecais e totais, alto nível de turbidez, cor aparente, condutividade e nitrogênio amoniacal (na última campanha), além da presença de surfactantes mesmo em época de alta pluviosidade e da presença de cloro residual em todas as campanhas de 2005.

Resultados do Canal 4

Tabela 8 - Valores de medições realizadas nas amostras do Canal 4

Parâmetro	Unidade	Valor de ref. CONAMA res. 357/05 - Classe 2[15]	Mar/05[22]	Abr/05[22]	Jun/05[22]	Aug/05[22]	Set/12[23]	Jan/13[7]	Mai/13[7]
Nitrato	mg/L	água doce (D) ≤ 10 água salobra (S) ≤ 0,7	-	-	-	-	-	0,83	0,07
Nitrito	mg/L	≤ 1 D ≤ 0,02 S	-	-	-	-	-	0,06	0,08
pH	-	6 a 9 D 6,5 a 8,5 S	7,420	7,540	7,560	7,560	7,640	7,370	7,460
O_2 dissolvido	mg/L	≥ 5 D ≥ 4 S	11,0	6,0	6,0	8,0	3,1	6,8	7,6
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	3,7 (pH ≤ 7,5) D 2,0 (7,5 < pH ≤ 8,0) D 0,7 S	>1,5	>1,5	>1,5	>1,5	-	1,9	2,2
Cloro residual	mg/L	≤ 0,01 D ≤ 0,019 S	(+)	0	0	(+)	-	-	-
Fosfato	mg/L	≤ 0,05 (amb. Interm.) D ≤ 0,093 S	-	-	-	-	-	0,6	13,1
Turbidez	uT, NTU	≤ 100	-	-	-	-	-	159,3	466,6
Cor aparente	mg Pt/L	≤ 75	-	-	-	-	-	30	80
Condutividade	µS/cm	≤ 100 *	-	-	-	-	-	37,3	537,70
Coliformes (*E. coli*) fecais	UFC/100mL ($x10^4$)	≤ 0,2 x 10^4 (2000 UFC/100mL, conforme res. CONAMA 274/2000)	-	-	-	-	16133,0	15,0	5733,0
Coliformes (*E. coli*) totais	UFC/100mL ($x10^4$)	≤ 0,2 x 10^4 (2000 UFC/100mL, conforme res. CONAMA 274/2000)	-	-	-	-	-	310,0	23500,0
Temperatura	°C	-	25,5	27,5	23,0	22,5	23,0	26,0	23,0
Surfactantes	mg/L	≤ 0,5	-	-	-	-	2,872	0,600	1,200
Salinidade	‰	≤ 0,5 D entre 0,5 e 30 S	0,00 Doce	0,50 Doce	0,00 Doce	3,00 Salobra	6,67 Salobra	0,33 Doce	3,30 Salobra

* Cetesb, 2013

No Canal 4, dentre os parâmetros alterados com relação ao padrão especificado pelo CONAMA na resolução 357/05, destacam-se a quantidade de coliformes fecais e totais, o oxigênio dissolvido na água na campanha de 2012, o alto nível de turbidez, condutividade e nitrogênio amoniacal (na última campanha), além da presença de surfactantes mesmo em época de alta pluviosidade, embora levemente superior ao limite de 0,5mg/L neste período. Índices de cloro residual também variaram entre as campanhas de 2005.

Resultados do Canal 5

Tabela 9 - Valores de medições realizadas nas amostras do Canal 5

Parâmetro	Unidade	Valor de ref. CONAMA res. 357/05 - Classe 2[15]	Mar/05[22]	Abr/05[22]	Jun/05[22]	Aug/05[22]	Set/12[23]	Jan/13[7]	Mai/13[7]
Nitrato	mg/L	água doce (D) ≤ 10 água salobra (S) ≤ 0,7	-	-	-	-	-	0,68	0,06
Nitrito	mg/L	≤ 1 D ≤ 0,02 S	-	-	-	-	-	0,05	0,12
pH	-	6 a 9 D 6,5 a 8,5 S	7,570	7,690	7,580	7,250	7,827	7,310	7,370
O_2 dissolvido	mg/L	≥ 5 D ≥ 4 S	11,0	9,0	8,0	11,0	7,8	8,8	1,9
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	3,7 (pH ≤ 7,5) D 2,0 (7,5 < pH ≤ 8,0) D 0,7 S	0,8	0,8	1,5	1,5	-	1,4	4,2
Cloro residual	mg/L	≤ 0,01 D ≤ 0,019 S	(+)	(+)	(+)	0	-	-	-
Fosfato	mg/L	≤ 0,05 (amb. Interm.) D ≤ 0,093 S	-	-	-	-	-	3,0	18,8
Turbidez	uT, NTU	≤ 100	-	-	-	-	-	131,1	447,0
Cor aparente	mg Pt/L	≤ 75	-	-	-	-	-	20	80
Condutividade	µS/cm	≤ 100 *	-	-	-	-	-	45,77	586,70
Coliformes (*E. coli*) fecais	UFC/100mL ($x10^4$)	≤ 0,2 x 10^4 (2000 UFC/100mL, conforme res. CONAMA 274/2000)	-	-	-	-	2100,0	16,0	3000,0
Coliformes (*E. coli*) totais	UFC/100mL ($x10^4$)	≤ 0,2 x 10^4 (2000 UFC/100mL, conforme res. CONAMA 274/2000)	-	-	-	-	45033,0	350,0	17500,0
Temperatura	°C	-	26,0	28,5	23,0	22,0	23,0	26,0	24,0
Surfactantes	mg/L	≤ 0,5	-	-	-	-	1,752	0,800	1,700
Salinidade	‰	≤ 0,5 D entre 0,5 e 30 S	1,00 Salobra	0,50 Doce	5,00 Salobra	5,00 Salobra	4,33 Salobra	0,00 Doce	1,60 Salobra

* Cetesb, 2013

No Canal 5, dentre os parâmetros alterados com relação ao padrão especificado pelo CONAMA na resolução 357/05, destacam-se a quantidade de coliformes fecais e totais, o oxigênio dissolvido na água, nível de turbidez, condutividade e nitrogênio amoniacal (especialmente na última campanha) e presença de surfactantes mesmo em época de alta pluviosidade. Índices de cloro residual indicam campanha livre de presença apenas na última campanha de 2005, dentre as medições existentes.

Resultados do Canal 6

Tabela 10 - Valores de medições realizadas nas amostras do Canal 6

Parâmetro	Unidade	Valor de ref. CONAMA res. 357/05 - Classe 2[15]	Mar/05[22]	Abr/05[22]	Jun/05[22]	Aug/05[22]	Set/12[23]	Jan/13[7]	Mai/13[7]
Nitrato	mg/L	água doce (D) ≤ 10 água salobra (S) ≤ 0,7	-	-	-	-	-	0,68	0,06
Nitrito	mg/L	≤ 1 D ≤ 0,02 S	-	-	-	-	-	0,09	0,09
pH	-	6 a 9 D 6,5 a 8,5 S	7,420	7,630	7,230	7,380	8,323	7,570	7,680
O_2 dissolvido	mg/L	≥ 5 D ≥ 4 S	11,0	8,0	8,0	11,0	8,8	9,8	6,7
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	3,7 (pH ≤ 7,5) D 2,0 (7,5 < pH ≤ 8,0) D 0,7 S	1,0	1,0	1,5	1,5	-	1,5	4,6
Cloro residual	mg/L	≤ 0,01 D ≤ 0,019 S	(+)	0	(+)	(+)	-	-	-
Fosfato	mg/L	≤ 0,05 (amb. Interm.) D ≤ 0,093 S	-	-	-	-	-	0,9	20,1
Turbidez	uT, NTU	≤ 100	-	-	-	-	-	139,7	449,6
Cor aparente	mg Pt/L	≤ 75	-	-	-	-	-	20	80
Condutividade	µS/cm	≤ 100 *	-	-	-	-	-	66,17	554,70
Coliformes (*E. coli*) fecais	UFC/100mL ($x10^4$)	≤ 0,2 x 10^4 (2000 UFC/100mL, conforme res. CONAMA 274/2000)	-	-	-	-	600,0	19,0	2600,0
Coliformes (*E. coli*) totais	UFC/100mL ($x10^4$)	≤ 0,2 x 10^4 (2000 UFC/100mL, conforme res. CONAMA 274/2000)	-	-	-	-	7150,0	300,0	18000,0
Temperatura	°C	-	25,0	28,5	23,5	23,0	25,0	26,5	24,0
Surfactantes	mg/L	≤ 0,5	-	-	-	-	1,192	0,600	3,230
Salinidade	‰	≤ 0,5 D entre 0,5 e 30 S	0,00 Doce	0,50 Doce	0,50 Doce	0,50 Doce	2,00 Salobra	0,00 Doce	3,30 Salobra

* Cetesb, 2013

No Canal 6, dentre os parâmetros observados com relação ao padrão especificado pelo CONAMA na resolução 357/05, observa-se normalidade (à exceção do cloro residual) em todas as campanhas de 2005. Ressaltam-se medições não conformes com a resolução as campanhas de 2012 e 2013, quanto à quantidade de coliformes fecais e totais, o oxigênio dissolvido na água, o alto nível de turbidez, condutividade e nitrogênio amoniacal (especialmente na última campanha) e presença de surfactantes mesmo em época de alta pluviosidade, apesar de levemente acima do limite de 0,5 mg/L neste período.

Resultados do Canal 7

Tabela 11 - Valores de medições realizadas nas amostras do Canal 7

Parâmetro	Unidade	Valor de ref. CONAMA res. 357/05 - Classe 2[15]	Mar/05[22]	Abr/05[22]	Jun/05[22]	Aug/05[22]	Set/12[23]	Jan/13[7]	Mai/13[7]
Nitrato	mg/L	água doce (D) ≤ 10 água salobra (S) ≤ 0,7	-	-	-	-	-	0,00	0,22
Nitrito	mg/L	≤ 1 D ≤ 0,02 S	-	-	-	-	-	0,23	0,32
pH	-	6 a 9 D 6,5 a 8,5 S	7,380	7,710	7,960	7,120	8,080	7,720	7,660
O_2 dissolvido	mg/L	≥ 5 D ≥ 4 S	11,0	11,0	11,0	11,0	7,6	9,2	8,0
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	3,7 (pH ≤ 7,5) D 2,0 (7,5 < pH ≤ 8,0) D 0,7 S	1,5	1,5	0,3	1,5	-	1,0	1,4
Cloro residual	mg/L	≤ 0,01 D ≤ 0,019 S	(+)	(+)	0	(+)	-	-	-
Fosfato	mg/L	≤ 0,05 (amb. Interm.) D ≤ 0,093 S	-	-	-	-	-	0,7	16,2
Turbidez	uT, NTU	≤ 100	-	-	-	-	-	148,3	156,0
Cor aparente	mg Pt/L	≤ 75	-	-	-	-	-	20	40
Condutividade	µS/cm	≤ 100 *	-	-	-	-	-	191,5	220,30
Coliformes (*E. coli*) fecais	UFC/100mL (x10^4)	≤ 0,2 x 10^4 (2000 UFC/100mL, conforme res. CONAMA 274/2000)	-	-	-	-	267,0	14,0	2200,0
Coliformes (*E. coli*) totais	UFC/100mL (x10^4)	≤ 0,2 x 10^4 (2000 UFC/100mL, conforme res. CONAMA 274/2000)	-	-	-	-	500,0	800,0	12000,0
Temperatura	°C	-	25,0	27,0	23,5	22,0	22,0	25,5	23,0
Surfactantes	mg/L	≤ 0,5	-	-	-	-	0,992	0,800	3,030
Salinidade	‰	≤ 0,5 D entre 0,5 e 30 S ≥ 30 Sal.	5,00 Salobra	2,00 Salobra	28,00 Salobra	20,00 Salobra	34,67 Salina	1,00 Salobra	18,30 Salobra

* Cetesb, 2013

No Canal 7, diferentemente dos canais anteriores, a classificação do tipo de água enquadrou-se como salobra em quase todas as campanhas, chegando a uma classificação de salina na campanha de setembro de 2012. Com isso, os níveis de nitrogênio amoniacal (cujo limite depende da salinidade) tiveram indicação majoritariamente não conforme para este tipo de água. A razão para esta maior salinidade deve-se ao fato de este canal não possuir sistema de comportas, permitindo que haja refluxo de água do mar.

Dentre os parâmetros alterados com relação ao padrão especificado pelo CONAMA na resolução 357/05, destacam-se a quantidade de coliformes fecais e totais, o oxigênio dissolvido na água, o alto nível de turbidez, condutividade e nitrogênio amoniacal (especialmente na última campanha), além da presença de surfactantes mesmo em época de alta pluviosidade.

Medições de enterococos (CETESB)

Foram levantadas também as medições históricas de enterococos feitas semanalmente pela CETESB[25], nas praias região. A tabela 12 indica os valores aferidos nas épocas coincidentes com as campanhas de amostras de 2012 e 2013.

Tabela 12 - Histórico de medições semanais realizadas pela CETESB. Os períodos na tabela correspondem apenas aos coincidentes com as campanhas de 2012 e 2013.

Data	Ponta da Praia	Aparecida	Embaré	Boqueirão	Gonzaga	José Menino (R. Olavo Bilac)	José Menino (R. Fred. Ozanam)
02/09/2012	88	4	112	17	3	1	23
09/09/2012	6	13	36	9	27	15	4
16/09/2012	47	11	7	27	10	21	25
23/09/2012	88	65	39	19	9	13	16
30/09/2012	41	37	25	17	15	72	29
...							
06/01/2013	33	96	80	10	27	10	256
13/01/2013	460	452	480	43	92	64	320
20/01/2013	23	33	21	6	3	7	4
27/01/2013	192	59	35	37	176	320	288
...							
05/05/2013	48	57	68	6	12	1	9
12/05/2013	49	43	10	2	4	11	2
19/05/2013	88	104	120	84	63	108	48
26/05/2013	348	152	140	37	55	10	3

As médias aritméticas dos valores acima, em cada mês, estão consolidadas na tabela 13.

Tabela 13 - Média aritmética dos valores aferidos pela CETESB em cada mês.

Praia	Praia entre canais		Mar 05	Abr 05	Jun 05	Aug 05	Set 12	Jan 13	Mai 13
José Menino (R. Fred. Ozanam)	Canal 1	-	-	-	-	-	19,4	217,0	15,5
José Menino (R. Olavo Bilac)	Canal 2	Canal 1	-	-	-	-	24,4	100,3	32,5
Gonzaga	Canal 3	Canal 2	-	-	-	-	12,8	74,5	33,5
Boqueirão	Canal 4	Canal 3	-	-	-	-	17,8	24,0	32,3
Embaré	Canal 5	Canal 4	-	-	-	-	43,8	154,0	84,5
Aparecida	Canal 6	Canal 5	-	-	-	-	26,0	160,0	89,0
Ponta da Praia	Canal 7	Canal 6	-	-	-	-	54,0	177,0	133,3

Observa-se que as medições de enterococos nas praias não seguem as indicações das campanhas de alta e baixa pluviosidade. Uma possível razão para esta discrepância é a maior quantidade de turistas utilizando as praias no período janeiro, devido às férias.

4. CONCLUSÕES

Em todos os canais foram observadas alterações significativas e consistentes entre as campanhas de amostras tomadas nos anos 2005[22], 2012[23] e 2013[7], sendo a última campanha (maio/13) a que indica os piores índices.

As medições de Setembro/2012 e Maio/2013 correspondem a épocas de baixa pluviosidade, em contraste com as medições realizadas em Janeiro/2013 (alta pluviosidade). É possível observar índices muito elevados de coliformes encontrados, sugerindo a presença de esgotos clandestinos ligados aos canais, especialmente nos períodos de baixa pluviosidade, quando há pouca movimentação das águas no local. Em todos os casos a presença desses microrganismos ultrapassa os limites especificados pelo CONAMA. Nesses mesmos períodos de baixa pluviosidade também se notam alterações nos índices de surfactantes, condutividade, cor e turbidez, coerentes com o cenário de pouca renovação de água nos canais.

Com relação aos índices de nitrato e nitrito, todos os canais apresentam pelo menos um valor fora do especificado pelo CONAMA na resolução 357/05 – Classe 2. No entanto, vale observar-se que os limites para esses parâmetros indicados pela portaria 2.914/11 do Ministério de Saúde são menos restritivos, e as amostras das águas em todos os canais enquadram-se em conformidade com relação a este padrão.

Em todo caso, como análise geral, especialmente em parâmetros que estão presentes em todas as amostras, como o O2 dissolvido na água, nitrogênio amoniacal e pH, observa-se que com o passar do tempo entre as amostras de 2005 e 2012/2013 ocorreu degradação progressiva da qualidade da água no local.

Dessa forma, apesar de a cidade de Santos ser considerada referência em saneamento, é possível observar ainda indícios de esgotos clandestinos ligados a rede de canais de drenagem, o que afeta a qualidade ambiental das praias do local e demanda sistemas de tratamento de água bastante eficazes para evitar riscos à população. Além disso, medições mais recentes devem ser tomadas para avaliar o progresso do controle da qualidade das águas nos últimos anos.

REFERÊNCIAS

1. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estadística; Panorama da população de Santos. [Online]. [citado 2019] Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/santos/panorama>. Acesso em: out. 2019.
2. Allog IT. O gigantismo do Porto de Santos: O maior de América Latina. [Online]. [citado 2018] Disponível em: <https://www.allog.com.br/blog/novidades/o-gigantismo-do-porto-de-santos-o-maior-da-america-latina/>. Acesso em: out. 2019.
3. Veiga T. Orgulho de ser Paulista. Canais de Santos: A História de Um Engenheiro que Salvou a Cidade. [Online]. [citado 2017]. Disponível em: <https://orgulhodeserpaulista.blogspot.com/2017/08/canais-de-santos-historia-de-um.html>. Acesso em: out 2019.
4. Rey F. Boqnews; Saturnino de Brito: Um homem à frente do seu tempo. [Online]. 2018 Disponível em: <https://www.boqnews.com/cidades/saturnino-de-brito-um-homem-a-frente-do-seu-tempo/> Acesso em: out 2019.
5. Carriço JM. O Plano de Saneamento de Saturnino de Brito para Santos: construção e crise da cidade moderna. 2015.
6. Xavel. Os Canais de Santos. [Online]. [citado 2013]. Disponível em: <http://www.xavel.com.br/noticias/os-canais-de-santos/> Acesso em: out 2019.
7. Coelho FR. Caracterização Físico-Química, Microbiológica e Ecotoxicológica das Águas dos Canais de Drenagem Urbana de Santos São Paulo, Brasil. Programa de Pós-graduação, Mestrado em Ecologia Universidade Santa Cecília, Santos, SP, Brasil. 2013.
8. Santos. Prefeitura e Sabesp Iniciam Programa Canal Limpo. [Online]. [citado 2009]. Disponível em: <https://www.santos.sp.gov.br/?q=noticia/prefeitura-e-sabesp-iniciam-programa-canal-limpo>. Acesso em: abril 2020.
9. Governo de São Paulo, Governo e Prefeitura de Santos assinam Programa Canal Limpo. [Online]. [citado: 2009]. Disponível em: <http://www.saopaulo.sp.gov.br/ultimas-noticias/governo-e-prefeitura-de-santos-assinam-programa-canal-limpo>. Acesso em: nov 2019.
10. Trata Brasil Saneamento e Saúde. [Online]. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/santos-atinge-quase-100-de-coleta-de-esgoto-em-cinco-anos>. Acesso em: nov 2019.
11. ANA. Agência Nacional de Águas: Santos é a primeira cidade do País em saneamento básico. [Online]. [citado 2019] Disponível em: <https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/santos-a-c-a-primeira-cidade-do-paas-em-saneamento.2019-03-15.3783551010>. Acesso em: abril 2020.
12. ANA. Agência Nacional de Águas - Sobre a ANA. [Online]. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/acesso-a-informacao/institucional/sobre-a-ana>. Acesso em: abril 2020.
13. OECO. O que é o CONAMA, Dicionário Ambiental. [Online]. 2014 Disponível em: <https://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/27961-o-que-e-o-conama/>. Acesso em: maio 2020.
14. CONAMA. Resolução N° 274. Conselho Nacional do Meio Ambiente, Brasília, Diário Oficial da União, de 29 de novembro de 2000.
15. CONAMA. Resolução N° 357. Conselho Nacional do Meio Ambiente, Brasília, Diário Oficial da União, de 17 de março de 2005.
16. MS. Ministério da Saúde Institucional. [Online]. Disponível em: <http://saude.gov.br/acesso-a-informacao/institucional >. Acesso em: maio 2020.
17. MS. Ministério da Saúde - Portaria N° 2.914. Gabinete do Ministro, de 12 de dezembro de 2011.

18. MS. Ministério da Saúde - Portaria N° 518. Gabinete do Ministro, de 25 de março de 2004.
19. MS. Ministério da Saúde - Anexo XX da Portaria de Consolidação Nº 5 do MS de 03 de outubro de 2017.
20. CETESB. Qualidade das Águas Superficiais - Apêndice D - Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade. [Online]. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/Cetesb_QualidadeAguasSuperficiais2014_ParteI_vers%C3%A3o2015_Web.pdf> 2015. Acesso em: maio 2020.
21. Neira DF, Terra VR, Pratte-Santos R, Barbiéri RS. Impactos do necrochorume nas águas subterrâneas do cemitério de Santa Inês, Espírito Santo, Brasil. Monografia (graduação). 2008. Acesso em: maio 2020.
22. Ambrozevicios AP. Estudo da Contribuição Tóxica de Corpos d'Água Afluentes para as Praia de Santos e São Vicente, Litoral Sudeste do Estado de São Paulo. Universidade Estadual Paulista. Monografia (graduação). 2005. Acesso em: maio 2020.
23. Coelho FR, Santos AR, Cortez FS, Pusceddu FH, Toma W, Guimarães LL. Caracterização da qualidade das águas dos canais de Santos (São Paulo, Brasil). Programa de Mestrado em Ecologia, Universidade Santa Cecília, Santos, SP, Brasil. 2012. Acesso em: maio 2020
24. Alfakit. Alfakit Ecokit II. [Online]. Disponível em: <https://alfakit.com.br/produtos/ecokit-ii-2/>. Acesso em: maio 2020.
25. CETESB. Resultados Microbiológicos Semanais - Qualidade das Águas das Praias. [Online]. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/praias/resultados-microbiologicos-semanais/>. Acesso em: maio 2020.