

Correlação entre salinidade, temperatura e pH na área de influência do Porto da Cidade do Rio de Janeiro (Brasil) entre 2016 a 2018

Everaldo de Santana Silva

Doutor em Meio Ambiente (PPGMA) Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
Rio de Janeiro (RJ): Brasil.

✉ everaldo.desantana@gmail.com

Deloar Duda de Oliveira

Doutora em Meio Ambiente (PPGMA) Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
Rio de Janeiro (RJ): Brasil.

✉ deloar.oliveira@gmail.com

Marcos Antônio dos Santos Fernandez

Docente Titular da Faculdade de Oceanografia. Departamento de Oceanografia Química.
Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Rio de Janeiro (RJ): Brasil.

✉ hallfz@terra.com.br

Gustavo Aveiro Lins

Doutor em Meio Ambiente (PPGMA) Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
Rio de Janeiro (RJ): Brasil.

✉ gustavoaveiro@gmail.com

Recebido em 18 de dezembro de 2020

Aceito em 25 de janeiro de 2022

Resumo:

A Baía de Guanabara (BG), localizado no município do Rio de Janeiro (Rio de Janeiro/Brasil) é um dos mais importantes estuários do país apresentando intensa atividade portuária e desde o início do século XIX um intenso quadro de degradação devido à poluição causada principalmente pelo despejo de resíduos industriais e domésticos. Entre todos os passivos ambientais promovidos pela atividade portuária, destacam-se a perda de biodiversidade, a introdução de espécies exóticas, assim como alterações dos níveis de pH, temperatura e salinidade. O presente estudo, tem como objetivo analisar possíveis correlações nos padrões de salinidade, temperatura e pH da zona portuária da Cidade do Rio de Janeiro entre os anos de 2016 a 2018. Foram realizadas 22 campanhas de amostragens de águas superficiais, em cinco pontos. A salinidade e pH variaram significativamente entre os pontos amostrados, enquanto para a temperatura não apresentou diferença significativa. As variações nos parâmetros podem ser explicadas pelo regime de marés e pelo padrão pluviométrico na época das coletas. As correlações ocorreram entre a salinidade e o pH de forma positiva nos pontos P2, P3 e P5. O contínuo monitoramento deva ser realizado para detecção de possíveis flutuações uma vez que pH, salinidade e temperatura influenciam a biodiversidade local.

Palavras-chave: Baía de Guanabara, Fatores físico-químicos, Salinidade, Estuário.

Correlation between salinity, temperature and pH in the area of influence of the Port of the City of Rio de Janeiro (Brazil) between 2016 and 2018

Abstract:

The Guanabara Bay (BG) localized in Rio de Janeiro city (Rio de Janeiro/Brazil) is one of the most important estuaries of the country showed intense port activity and from the start of century XIX a picture of intense

degradation due mainly to the eversion of domestic and industrial waste. Between all the environmental passives promoted per port activity stand out the biodiversity loss and exotic species introduction as alterations of levels of salinity, temperature, and pH. The present study has the objective to analyze possible correlations on standards of pH, temperature, and salinity in the port area of Rio de Janeiro from 2006 to 2018. 22 surface water sampling campaigns were carried out at five points. The salinity and pH varied significantly between the points sampled while for the temperature not showed significant difference. The variations in the parameters can be explained by the tidal regime and by the pluviometric standard shown in the time. The correlations occurred between the salinity and pH in a positive way at points P2, P3, and P5. Continuous monitoring should be carried out to detect possible fluctuations since pH, salinity and temperature influence local biodiversity.

Keywords: Guanabara Bay, Physicochemical factors, Salinity, Estuary.

Correlación entre salinidad, temperatura y pH en la zona de influencia del Puerto de la Ciudad de Río de Janeiro (Brasil) entre 2016 y 2018

Resumen:

La Bahía de Guanabara (BG) localizada en la ciudad de Río de Janeiro (Río de Janeiro/Brasil) es la más importante de los estuarios del país mostró una intensa actividad portuaria y mostró desde principios del siglo XIX una imagen de intensa degradación debido principalmente al desalojo de pieles de residuos domésticos e industriales. Entre todas las pasivas ambientales promovidas por actividad portuaria destacan la pérdida de biodiversidad y la introducción de especies exóticas como alteraciones de los niveles de salinidad, temperatura y pH. El presente estudio tiene como objetivo analizar posibles correlaciones sobre estándares de pH, temperatura y salinidad en la zona portuaria de Río de Janeiro de 2006 a 2018. Realizamos 22 empresas que tomaron muestras de aguas superficiales en cinco puntos. La salinidad y el pH variaron significativamente entre los puntos muestreados, mientras que para la temperatura no mostraron diferencias significativas. Las variaciones en los parámetros pueden explicarse por el régimen de mareas y por las precipitaciones estándar mostradas en la época. Las correlaciones ocurrieron entre la salinidad y el pH de la forma positiva en los puntos P2, P3 y P5. Se debe realizar un seguimiento continuo para detectar posibles fluctuaciones, ya que el pH, la salinidad y la temperatura influyen en la biodiversidad local.

Palabras clave: Bahía de Guanabara, Factores fisicoquímicos, Salinidad, Estuario.

INTRODUÇÃO

Os estuários são ecossistemas extremamente complexos com grande importância econômica, social e ecológica (DOLBETH *et al.* 2008), pois apresentam (i) alta biodiversidade, que serve de fonte de recursos essenciais para humanidade; (ii) variabilidade física química (muito maior que em qualquer outro ambiente aquático) e (iii) a presença de gradientes, sendo a salinidade um deles (WHITFIELD e ELLIOTT, 2011). Carter (1988) relata que os estuários são ambientes híbridos que incorporam os ambientes marinhos e terrestres e apresentam ampla importância para toda biota e dinâmica abiótica destes ambientes enquanto Attrill e Rundel (2002) descrevem que estes ambientes aquáticos, são locais onde ocorrem dois ecótonos de forma combinada: rio e mar.

Estes ambientes, geralmente, apresentam uma estratificação quanto à salinidade em toda sua extensão (tabela 1), mas em geral são considerados como ambientes Oligohalino/Mesohalinos, pois são fortemente influenciados pelo regime de maré e por interferências de águas de efluentes do interior e águas, mais oxigenadas e salinas, do oceano adjacente (ELLIOTTA e MCLUSKYB, 2002).

O ambiente marinho representa aproximadamente 71% de toda superfície terrestre, oferecendo cerca de três vezes mais espaço do que os promovidos pelos sistemas terrestres (SOARES-GOMES e FIGUEIREDO, 2002). Os primeiros estudos sobre este ambiente foram focados nas atividades pesqueiras, que é um dos seus principais serviços oferecidos à humanidade por este ambiente (SCHMIEGELOW, 2004).

Uma das características abióticas e fator de grande importância ao ambiente aquático é a salinidade, que se apresenta como agente limitante para ocorrência de diversas espécies, podendo favorecer a sobrevivência ou eliminar organismos dependendo da sua resiliência a quantidade de sais dissolvidos na coluna d'água (SILVA *et al.*, 2019).

A quantidade de sais dissolvidos na água pode variar de acordo com o tipo de ambiente, podendo apresentar diferentes concentrações mesmo dentro de um único corpo hídrico (NASSER, 2001). A salinidade pode variar espacial e sazonalmente, principalmente de acordo com o aporte de substâncias orgânicas e inorgânicas e com as taxas de evaporação e pluviosidade da região (STEWART, 2004). As alterações climáticas se apresentam como um elemento importante, na influência da salinidade nos diversos corpos aquáticos, ocasionando mudanças nos padrões habituais e assim intervindo em todo ecossistema vulnerável a este tipo de oscilação (SILVA *et al.*, 2015). Sendo a salinidade uma das principais variáveis que influenciam no processo de circulação oceânica (LIBES, 2009; TAKANOHASHI, 2014) e pode sofrer influência de outros fatores físicoquímicos, tais como temperatura e pH, conforme comentado por Silva *et al.*, (2019).

Segundo Bulger *et al.*, (1998) os ambientes aquáticos podem ser classificados quanto à salinidade, partículas por milhão (ppm) em: oligohalinos (entre 0,5 e 5,0), mesohalinos (entre 5 e 18), polihalino (entre 18 e 30) e euhalinos (entre 30 e 40) e hiperalinos (salinidade superior a 40).

Tabela 1 – Classificação da divisão dos estuários quanto à salinidade

| Divisão do estuário | Presença de Maré | Salinidade | Sistema de Veneza (1958) | Kinne (1971) |
|-----------------------|------------------|------------|--------------------------|----------------|
| Rio | Ausente | <0,5 | Limético | * |
| Cabeceira do estuário | Presente | | * | * |
| Área Fluvial | Presente | < 0,5 | Limético | * |
| Acima | Presente | 0,5- 5 | Oligohalino | Ologohalinício |
| Interno | Presente | 5-18 | Mesohalino | * |
| | | 5-8 | * | Horohalinício |
| Meio | Presente | 8-18 | * | Mesohalinício |
| | | 18- 25 | Polihalino | * |
| Abaixo | Presente | 18-30 | * | Polihalinício |
| | | 25-30 | Polihalino | * |
| Desembocadura | Presente | >30 | Eurihalino | * |
| Mar | Presente | 30-40 | * | Talássico |

Legenda: (*) Não se aplica

Fonte: Traduzido de ELLIOTTA; MCLUSKYB, 2002.

Os ambientes aquáticos, e entre eles os estuários, apresentam intenso quadro de degradação devido a pressões externas derivadas das ações antrópicas (ELLIOTTA e MCLUSKYB, 2002) que acabam por gerar alterações em seus padrões de salinidade e outros parâmetros físicoquímicos ocasionando assim alterações em toda dinâmica do ambiente. Neste contexto podemos exemplificar: (i) O processo de acidificação ocasionado pelas altas taxas de CO₂ atmosférico (COTOVICZ JR. *et al.*, 2016), (ii) O incremento do pH oriundo do aporte da matéria orgânica (KIM e LEE, 2009; KOEVE E OSCHLIES, 2012) e (iii) o aumento da salinidade ocasionado pelo aporte de matéria orgânica advindo de refugos urbanos (FISTAROL *et al.*, 2015).

Ao longo da história, a Baía de Guanabara (Rio de Janeiro, Brasil) reuniu condições favoráveis à fixação da população humana apresentando, em 2019, uma população de cerca de 6,8 milhões de habitantes no município do Rio de Janeiro e de aproximadamente 1,1

milhões de pessoas no município de São Gonçalo, que são os dois mais populosos municípios que margeiam a Baía (IBGE, 2019). Esta situação acabou por favorecer o desenvolvimento de portos, áreas pesqueiras, zonas de recreação e outros fins, aprestando desde o início do século XIX, uma intensa degradação ambiental principalmente devido ao despejo de efluentes industriais e domésticos (KEHRIG *et al.* 2002).

O ecossistema encontra-se altamente impactado por derivados de processos antrópicos (SANTOS *et al.* 2007; GUIMARÃES *et al.* 2011; KEHRIG *et al.* 2011), introduzidos principalmente por efluentes domésticos e industriais, que contribuem para o aporte de nutrientes, hidrocarbonetos, metais pesados e sólidos em suspensão, onde a matéria orgânica responde por uma intensa influência nos padrões físicoquímicos do ambiente, assim como é uma importante fonte de entrada de microrganismos patogênicos (FISTAROL *et al.*, 2015).

Todos estes contaminantes pode interagir diretamente, ou indiretamente, com os elementos abióticos e bióticos do estuário ou se sedimentarem formando uma importante fonte de contaminação em processos futuros de dragagem (FONSECA *et al.*, 2013).

Entre os passivos ambientais ocasionados pela atividade portuária, destacam-se a perda de biodiversidade, a introdução de espécies exóticas, assim como alterações dos níveis de pH, temperatura e salinidade (DIAS, 2001).

Desta forma este trabalho teve como objetivo levantar os valores de salinidade e os correlacioná-los com a temperatura e pH na área de influência do Porto da Cidade do Rio de Janeiro (Brasil) entre os anos de 2016 a 2018.

METODOLOGIA

Área de estudo

A Baía de Guanabara (BG) está localizada no litoral do Estado do Rio de Janeiro (Brasil) e é considerada um dos estuários mais importantes do país, com uma área total de 384 km² (FISTAROL *et al.*, 2015). Seus efluentes descarregam em média 200.000 L³ de água por

segundo provenientes de uma bacia hidrográfica de aproximadamente 4080 km² (IBGE, 2002; MIRANDA *et al.* 2002; GUIMARÃES *et al.* 2011).

A BG apresenta cerca de 55 rios que escoam para seu interior, sendo os rios Iguaçu, Caceribu, Macacu, Guapimirim, Estrela, Sarapuí e o São João de Meriti os maiores contribuintes. Grandes partes desses mananciais exibem intensas modificações em suas características naturais por ações antrópicas, tais como canalização e coberturas por ruas se tornando assim parte do sistema de drenagem e esgotamento dos municípios, apresentando assim, águas de péssima qualidade (IBGE, 2002; COELHO, 2007).

O Porto da Cidade do Rio de Janeiro (PCRJ) está localizado na costa ocidental da Baía de Guanabara (Rio de Janeiro, Brasil) e possui 6.740m² de estruturas de cais contínuo e mais 883 metros de instalações e apresentando uma profundidade de 10 a 73 metros (PORTOSRIO, 2019). A sua estrutura portuária está subdividida em: cais Gamboa, São Cristóvão e Caju e outros dois de (Mauá e Manguinhos) com finalidades específicas, onde cada trecho é zoneado conforme sua área de atividade. O PCRJ movimentou em 2017 cerca de 6 bilhões de toneladas em carga classificando-se assim, como o 12º maior porto em movimentação nacional (ANTAQ, 2018).

Procedimentos

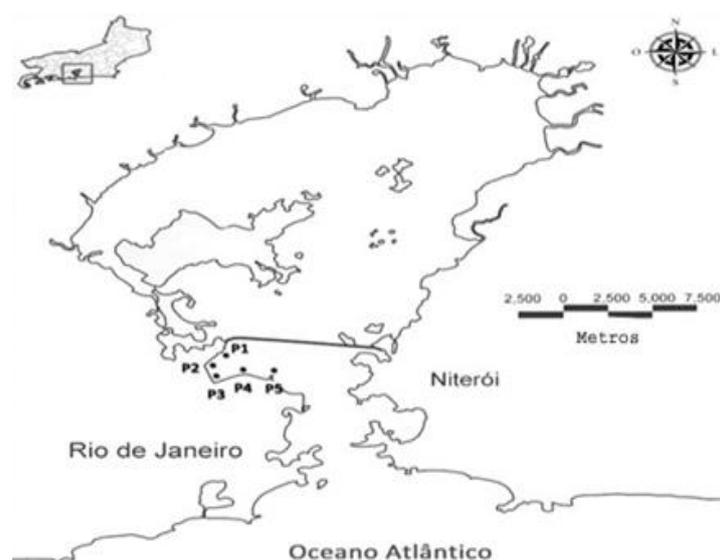
Foram selecionados pontos de amostragem, dentro da zona portuária da Cidade do Rio de Janeiro, definidos com a finalidade de cobrir a área de influência da zona portuária do Rio de Janeiro. Estes, estabelecidos anteriormente por SILVA *et al.*, (2019) conforme representados na Figura 1. Os pontos P1 - Cais São Cristóvão (22°52'49.91"S / 43°12'16.83"W), P2 - Cais Caju (22°53'14.53"S / 43°12'44.80"W) e P4 - Cais Gamboa (22°53'20.84" S / 43°11'37.90" W) foram selecionados como representantes de cada trecho do porto por fazerem parte da área de manobra de embarcações e recebimento de aporte de lavagem dos berços de atracagem. O ponto P3 - Canal do Mangue (22°53'49.04" S / 43°12'36.04" W) foi selecionado por ser um do ponto de desembocadura de efluentes interno que deságuam na área de estudo e o P5 - Museus do Amanhã (22°53'26.05" S / 43°10'40.90" W) por ser apresentar uma construção turística que ocasionou um aterramento para dentro da baía influenciado a movimentação da água no local.

Para quantificação da salinidade, foram realizadas campanhas entre o período de março de 2016 a fevereiro de 2018 (25 meses), seguindo a tábua de maré e variações climáticas. Foram amostrados 500mL de água superficial (1 metro de profundidade) com auxílio de corda milimetrada amarrada junto a uma garrafa de Niskin horizontal (capacidade total de 3 litros). A medição do parâmetro foi realizada com condutivímetro (8306, AZ® Brasil). Os demais parâmetros temperatura e potencial hidrogeniônico (pH) foram quantificados com um pHmetro multiprocessado (AT-315 ALFAKIT® Brasil), com faixa entre -1,99 a 19,99 e resolução de $\pm 0,01$ pH. As amostras ficaram em contato com os equipamentos pelo menos 20s para que houvesse uma estabilidade de medição.

Tratamento dos dados

Os resultados obtidos para os três parâmetros, físico-químicos monitorados, tiveram a sua distribuição analisada através do teste de *Kolmogorov-Smirnov*. Posteriormente o teste “t” Student foi aplicado, para comparação entre os pontos amostrais, a análises de correlação de Kendall foi realizada para identificar possíveis relações entre os parâmetros avaliados no presente estudo. Por fim, a Análise de Componentes Principais foi aplicada para observar como os parâmetros estão distribuídos espaço temporalmente. Todos os testes estatísticos tiveram como nível de significância $\alpha = 0,05$.

Figura 1. Localização espacial dos pontos de amostragem no Porto do Rio de Janeiro.



Fonte: Adaptado de SILVA *et al.*, 2019.

RESULTADOS

Ao longo dos 25 meses de monitoramento foram realizadas 22 campanhas, onde a variação de marés observadas foi de 0,0 a 1,2m (tabela 2). A maré é considerada uma variável de possível influência direta nos parâmetros monitorados, conforme já observado anteriormente por Silva *et al.*, 2019. Os valores de temperatura, pH e salinidade encontrados nas campanhas estão representados na tabela 3. Todos os dados coletados para os parâmetros foram considerados normais quando submetidos ao teste de normalidade - *Kolmogorov-Smirnov*.

Tabela 2 – Dados das condições ambientais nas campanhas de monitoramento realizadas na zona portuária da Cidade do Rio de Janeiro (Brasil).

| CP | Data | Início / Término (horas) | Condições climáticas | | | | Maré (Metros)* |
|----|------------|--------------------------------|----------------------|--------------|-----------|-----------|-------------------|
| | | | Tempo | Temp (°C) | UR (%) | TPA ** | |
| 01 | 20.03.2016 | 07:30 - 10:44 | PN | 25 - 35 | 78 | 0,4 | 0.4 - 1.1 |
| 02 | 20.05.2016 | 07:49 - 12:07 | PN | 26 - 37 | 75 | 31,2 | 0.4 - 1.0 |
| 03 | 24.06.2016 | 07:12 - 10:59 | PN | 18 - 21 | 82 | 0,6 | 1.1 - 0.3 |
| 04 | 22.07.2016 | 07:32 - 11:10 | PN | 16 - 21 | 78 | 5,0 | 1.1 - 0.2 |
| 05 | 30.08.2016 | 07:26 - 11:45 | PN | 20 - 29 | 83 | 0,0 | 0.3 - 0.1 |
| 06 | 29.09.2016 | 07:26 - 10:46 | PN | 15 - 31 | 49 | 3,2 | 2.0 - 0.2 |
| 07 | 21.10.2016 | 07:28 - 10:10 | PN | 22 - 28 | 80 | 0,8 | 0.6 - 0.8 |
| 08 | 23.11.2016 | 09:09 - 12:55 | NB | 22 - 29 | 65 | 0,6 | 1.2 - 0.4 |
| 09 | 21.12.2016 | 07:15 - 10:15 | ES | 22 - 35 | 72 | 0,0 | 0.4 - 0.9 |
| 10 | 24.01.2017 | 07:15 - 10:24 | PN | 22 - 35 | 53 | 0,0 | 0.5 - 0.4 |
| 11 | 22.02.2017 | 07:20 - 10:45 | NB | 20 - 37 | 32 | 0,0 | 0.4 - 1.0 |
| 12 | 21.03.2017 | 07:10 - 09:59 | NB | 21 - 27 | 71 | 42,6 | 0.8 - 0.6 |
| 13 | 21.04.2017 | 07:10 - 10:20 | NB | 21 - 34 | 88 | 0,0 | 0.3 - 0.9 |
| 14 | 24.05.2017 | 07:16 - 10:21 | NB | 18 - 26 | 94 | 3,0 | 0.1 - 1.1 |
| 15 | 21.06.2017 | 07:16 - 09:52 | NB | 17 - 21 | 70 | 30,8 | 0.2 - 1.2 |
| 16 | 20.07.2017 | 07:30 - 10:11 | NB | 12 - 23 | 94 | 6,4 | 0.1 - 1.1 |
| 17 | 19.08.2017 | 07:16 - 09:59 | NB | 20 - 30 | 82 | 11,6 | 1.2 - 0.0 |
| 18 | 25.10.2017 | 07:18 - 09:48 | NB | 18 - 30 | 93 | 32,2 | 1.0 - 0.6 |
| 19 | 28.11.2017 | 06:35 - 09:33 | NB | 19 - 26 | 98 | 6,0 | 0.3 - 0.8 |
| 20 | 20.12.2017 | 07:31 - 10:00 | NB | 21 - 36 | 81 | 0,0 | 1.2 - 0.4 |
| 21 | 31.01.2018 | 08:15 - 11:02 | NB | 22 - 27 | 89 | 26,4 | 0.8 - 0.7 |
| 22 | 28.02.2018 | 07:16 - 10:21 | ES | 22 - 29 | 74 | 9,2 | 0.3 - 1.0 |

Legenda: CP = Campanha; TPA = Total de precipitação acumulada (dois dias anteriores mais o dia da coleta).; PN = Parcialmente Nublado; NB = Nublado; ES - Ensolarado; *Dados em metros extraídos do site do Marinha do Brasil (BRASIL, 2020). Valores relativos do início ao final da amostragem; **Dados em milímetros extraídos do site do IMET (2020) para a região.

Fonte: Própria.

Tabela 3 – Valores de Temperatura, pH e salinidade encontrados nos pontos de estudo pelas campanhas de monitoramento.

| Campanha | Ponto | Temp | pH | Salin | Campanha | Ponto | Temp | pH | Salin |
|----------|-------|-------|------|-------|----------|-------|-------|------|-------|
| 1 | 1 | 27,60 | 8,86 | 26,00 | 2 | 1 | 20,00 | 8,47 | 31,80 |
| | 2 | * | * | * | | 2 | 20,40 | 8,33 | 27,80 |
| | 3 | 28,10 | 8,67 | 26,50 | | 3 | 20,30 | 8,47 | 30,10 |
| | 4 | 28,20 | 8,39 | 27,00 | | 4 | 20,00 | 8,57 | 32,50 |
| | 5 | 27,90 | 8,47 | 27,00 | | 5 | 19,60 | 8,57 | 32,00 |
| 3 | 1 | 21,40 | 8,61 | 32,30 | 4 | 1 | 21,20 | 8,40 | 31,50 |
| | 2 | 21,40 | 8,44 | 31,90 | | 2 | 21,10 | 8,40 | 31,20 |
| | 3 | 21,10 | 8,51 | 31,60 | | 3 | 20,60 | 8,25 | 29,60 |
| | 4 | 20,70 | 8,50 | 30,50 | | 4 | 20,80 | 8,38 | 31,20 |
| | 5 | 20,70 | 8,53 | 32,30 | | 5 | 20,70 | 8,45 | 31,40 |
| 5 | 1 | 23,40 | 8,14 | 31,40 | 6 | 1 | 23,50 | 7,99 | 31,40 |
| | 2 | 23,20 | 7,66 | 29,40 | | 2 | 23,10 | 7,75 | 29,90 |
| | 3 | 22,80 | 7,82 | 31,00 | | 3 | 22,90 | 7,66 | 28,20 |
| | 4 | 23,70 | 8,29 | 31,40 | | 4 | 23,00 | 8,02 | 31,50 |
| | 5 | 23,80 | 8,38 | 30,80 | | 5 | 22,90 | 8,03 | 31,00 |
| 7 | 1 | 25,40 | 8,06 | 32,70 | 8 | 1 | 25,00 | 8,25 | 29,80 |
| | 2 | 25,50 | 8,00 | 32,20 | | 2 | 24,90 | 8,00 | 29,20 |
| | 3 | 25,10 | 7,94 | 32,30 | | 3 | 25,10 | 7,91 | 27,80 |
| | 4 | 25,40 | 8,10 | 32,10 | | 4 | 24,80 | 8,33 | 29,60 |
| | 5 | 25,20 | 8,17 | 33,10 | | 5 | 24,50 | 8,31 | 30,30 |
| 9 | 1 | 28,60 | 8,39 | 27,40 | 10 | 1 | 28,10 | 7,77 | 32,50 |
| | 2 | 28,60 | 8,34 | 26,50 | | 2 | 29,60 | 7,55 | 24,80 |
| | 3 | 28,10 | 8,26 | 26,80 | | 3 | 29,90 | 7,76 | 28,90 |
| | 4 | 27,70 | 8,52 | 27,00 | | 4 | 29,50 | 7,95 | 29,40 |
| | 5 | 27,30 | 8,31 | 28,50 | | 5 | 29,70 | 7,99 | 29,20 |
| 11 | 1 | 26,90 | 8,53 | 31,70 | 12 | 1 | 23,90 | 8,28 | 33,30 |
| | 2 | 25,40 | 8,27 | 29,60 | | 2 | 24,10 | 8,27 | 32,00 |
| | 3 | 25,90 | 8,27 | 38,30 | | 3 | 24,00 | 8,12 | 31,60 |
| | 4 | 27,20 | 8,52 | 32,30 | | 4 | 24,10 | 8,33 | 32,80 |
| | 5 | 26,60 | 8,41 | 32,80 | | 5 | 24,20 | 8,33 | 32,90 |
| 13 | 1 | 23,80 | 8,18 | 31,50 | 14 | 1 | 21,80 | 8,18 | 31,30 |
| | 2 | 23,80 | 8,10 | 30,40 | | 2 | 22,40 | 8,51 | 31,80 |

Correlação entre salinidade, temperatura e pH na área de influência do Porto da Cidade do Rio de Janeiro (Brasil) entre 2016 a 2018

| | | | | | | | | | |
|----|---|-------|------|-------|----|---|-------|------|-------|
| | 3 | 24,20 | 7,68 | 25,60 | | 3 | 22,20 | 8,54 | 31,00 |
| | 4 | 23,80 | 8,24 | 31,00 | | 4 | 20,50 | 8,65 | 31,50 |
| | 5 | 24,30 | 8,30 | 29,90 | | 5 | 22,00 | 8,71 | 30,90 |
| 15 | 1 | 21,70 | 7,86 | 25,20 | 16 | 1 | 19,40 | 8,06 | 27,30 |
| | 2 | 21,50 | 7,75 | 22,10 | | 2 | 19,20 | 8,03 | 26,80 |
| | 3 | 21,30 | 7,83 | 23,30 | | 3 | 19,40 | 8,01 | 24,70 |
| | 4 | 21,70 | 7,97 | 24,70 | | 4 | 19,70 | 8,12 | 27,20 |
| | 5 | 21,50 | 7,33 | 24,30 | | 5 | 19,50 | 8,14 | 27,30 |
| 13 | 1 | 23,80 | 8,18 | 31,50 | 14 | 1 | 21,80 | 8,18 | 31,30 |
| | 2 | 23,80 | 8,10 | 30,40 | | 2 | 22,40 | 8,51 | 31,80 |
| | 3 | 24,20 | 7,68 | 25,60 | | 3 | 22,20 | 8,54 | 31,00 |
| | 4 | 23,80 | 8,24 | 31,00 | | 4 | 20,50 | 8,65 | 31,50 |
| | 5 | 24,30 | 8,30 | 29,90 | | 5 | 22,00 | 8,71 | 30,90 |
| 15 | 1 | 21,70 | 7,86 | 25,20 | 16 | 1 | 19,40 | 8,06 | 27,30 |
| | 2 | 21,50 | 7,75 | 22,10 | | 2 | 19,20 | 8,03 | 26,80 |
| | 3 | 21,30 | 7,83 | 23,30 | | 3 | 19,40 | 8,01 | 24,70 |
| | 4 | 21,70 | 7,97 | 24,70 | | 4 | 19,70 | 8,12 | 27,20 |
| | 5 | 21,50 | 7,33 | 24,30 | | 5 | 19,50 | 8,14 | 27,30 |
| 17 | 1 | 20,60 | 8,23 | 26,40 | 18 | 1 | 21,00 | 7,84 | 26,80 |
| | 2 | 20,50 | 7,86 | 25,00 | | 2 | 20,80 | 7,84 | 25,60 |
| | 3 | 20,20 | 7,84 | 25,00 | | 3 | 20,90 | 7,65 | 21,10 |
| | 4 | 21,20 | 8,21 | 26,00 | | 4 | 21,50 | 8,13 | 27,00 |
| | 5 | 20,80 | 8,24 | 26,70 | | 5 | 21,00 | 8,15 | 27,30 |
| 19 | 1 | 22,70 | 8,12 | 26,10 | 20 | 1 | 22,40 | 8,04 | 26,80 |
| | 2 | 22,50 | 7,76 | 23,80 | | 2 | 21,30 | 8,23 | 25,70 |
| | 3 | 22,90 | 7,85 | 23,70 | | 3 | 23,90 | 7,98 | 23,70 |
| | 4 | 23,40 | 8,27 | 24,70 | | 4 | 23,20 | 8,19 | 26,30 |
| | 5 | 23,30 | 8,29 | 23,80 | | 5 | 24,00 | 8,24 | 25,70 |
| 21 | 1 | 25,20 | 7,84 | 25,40 | 22 | 1 | 27,20 | 8,15 | 21,80 |
| | 2 | 25,50 | 7,78 | 24,80 | | 2 | 27,00 | 7,99 | 17,80 |
| | 3 | 25,60 | 7,47 | 18,40 | | 3 | 27,00 | 8,01 | 17,70 |
| | 4 | 25,00 | 7,84 | 25,40 | | 4 | 27,10 | 8,28 | 19,80 |
| | 5 | 25,00 | 7,81 | 23,80 | | 5 | 27,30 | 8,25 | 19,90 |

Legenda: (*) Ponto não inserido no monitoramento até a presente amostragem
Fonte: Própria.

Dados gerais

A salinidade média observada durante as 22 campanhas das amostras de água superficial na estação P1 foi $29,09 \pm 3,21$, o valor máximo observado foi 33,3, já o mínimo foi 21,8. Para a estação P2 a salinidade média foi de $27,47 \pm 3,719$, o valor máximo mensurado foi de 32,2, já a salinidade mínima observada durante o período amostrado foi de 17,8. Já em P3, a salinidade média foi $26,76 \pm 4,25$, a concentração máxima observada 32,3 e a mínima 17,7, sendo esta a menor salinidade observada em todos os pontos amostrados ao longo das 22 campanhas. No que tange o ponto amostral P4, a salinidade média observada foi $28,6 \pm 3,34$, a concentração máxima foi de 32,8, já a mínima 19,8. Por fim, o P5 apresentou salinidade média de $28,76 \pm 3,459$, sendo a concentração mais elevada 33,1 e a menor concentração observada no ponto, 19,9. Quando avaliadas as salinidades observadas ao longo das 22 campanhas nos cinco pontos amostrais, houve diferença significativa entre os pontos, P1 foi considerado diferente estatisticamente de P3, $t= 2,04$; $p= 0,046$.

A temperatura média observada da água superficial ao longo das coletas para o P1 foi de $23,6^{\circ}\text{C} \pm 2,75$, a máxima de $28,6^{\circ}\text{C}$ e, mínima de $19,4^{\circ}\text{C}$. Para P2, a temperatura média foi de $23,41^{\circ}\text{C} \pm 2,78$, sendo a máxima de 29°C , e a mínima de $19,2^{\circ}\text{C}$. Em P3 observou-se temperatura média de $23,7^{\circ}\text{C} \pm 2,90$, a máxima foi de $29,9^{\circ}\text{C}$, já a mínima, $19,4^{\circ}\text{C}$. Já na estação de amostragem P4, a temperatura média mensurada foi $23,7^{\circ}\text{C} \pm 2,86$, a máxima $29,5^{\circ}\text{C}$ e a mínima, $19,7^{\circ}\text{C}$. Por fim, o P5 apresentou temperatura média de $23,7^{\circ}\text{C} \pm 2,84$. A temperatura máxima registrada durante as 22 campanhas foi de $29,7^{\circ}\text{C}$, já a mínima foi de $19,5^{\circ}\text{C}$. Quando aplicado o teste “t”, não foram detectadas diferenças significativas entre os pontos amostrados

Quando observamos os dados de pH para os cinco pontos de amostragem na área do Porto do Rio de Janeiro das amostras superficiais, P1, o pH médio observado foi $8,19 \pm 0,27$, sendo o máximo 8,76, e o mínimo 7,77. Para o ponto P2 pH $8,04 \pm 0,28$, a concentração máxima foi 8,51, a mínima 7,55. Já em P3 pH $8,022 \pm 0,32$, a concentração máxima mensurada foi de 8,67 e a mínima de 7,47. O P4 apresentou pH médio de $8,26 \pm 0,21$, as concentrações máxima 8,57 e mínima de 7,84. Para P5 a concentração média mensurada foi de $8,24 \pm 0,286$, a máxima foi de 8,71, já a mínima 7,33. Na realização do teste “t”, diferenças significativas entre os pontos de amostragem foram observadas, P2 e P4 $t= 2,91$; $p= 0,0057$, e P2 e P5 $t=$

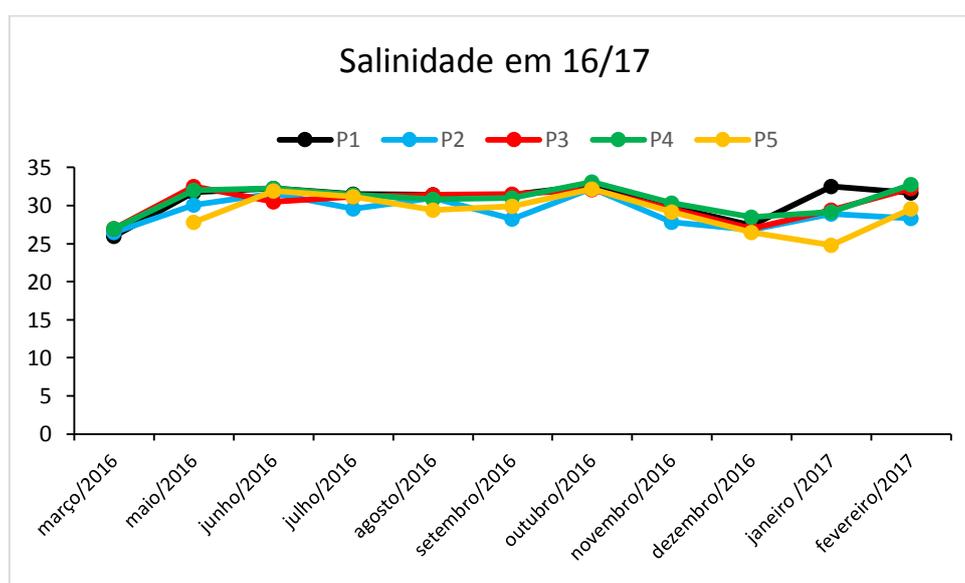
2,35; $p=0,023$. Diferenças significativas também foram observadas para os pontos P3 e P4, $t=2,89$; $p=0,005$, e P3 e P5 $t=2,41$; $p=0,02$.

Quanto às possíveis correlações entre os três parâmetros aqui estudados, houve correlação positiva entre Salinidade e pH. As correlações ocorreram nos pontos P2 $\tau=0,394$; $p=0,012$, P3 $\tau=0,301$; $p=0,049$ e P5 $\tau=0,348$; $p=0,023$. Já para salinidade e temperatura não houve correlação.

Dados sazonais

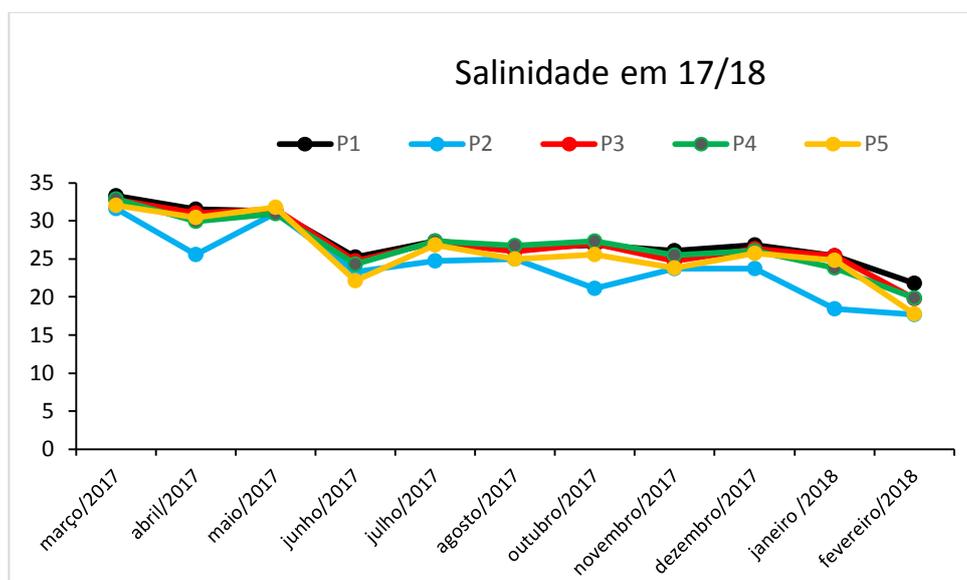
Quando analisados separadamente, foi possível observar uma sazonalidade entre os dados da salinidade. Sendo a salinidade observada na campanha de 2016/2017, diferente estatisticamente da observada na campanha 2017/2018. Todos os pontos amostrados apresentaram diferenças significativas entre as campanhas amostrais. Para P1 $t=2,77$, $p=0,01$, P2 $t=3,49$, $p=0,002$, P3 $t=2,74$, $p=0,012$, P4 $t=3,25$, $p=0,004$ e P5 $t=2,15$, $p=0,044$, sendo a primeira campanha com as maiores salinidades (Figuras 2 e 3). Nos demais parâmetros de temperatura (Figuras 4 e 5) e pH (Figuras 6 e 7) não houve diferenças significativas entre os dois períodos estudados. Quanto à distribuição espacial dos dados, o pH ficou agrupado nas duas campanhas. Salinidade e Temperatura mostraram distribuição heterogênea (Figura 8).

Figura 2. Salinidade observada durante o período de 2016 e 2017 nos pontos amostrados.



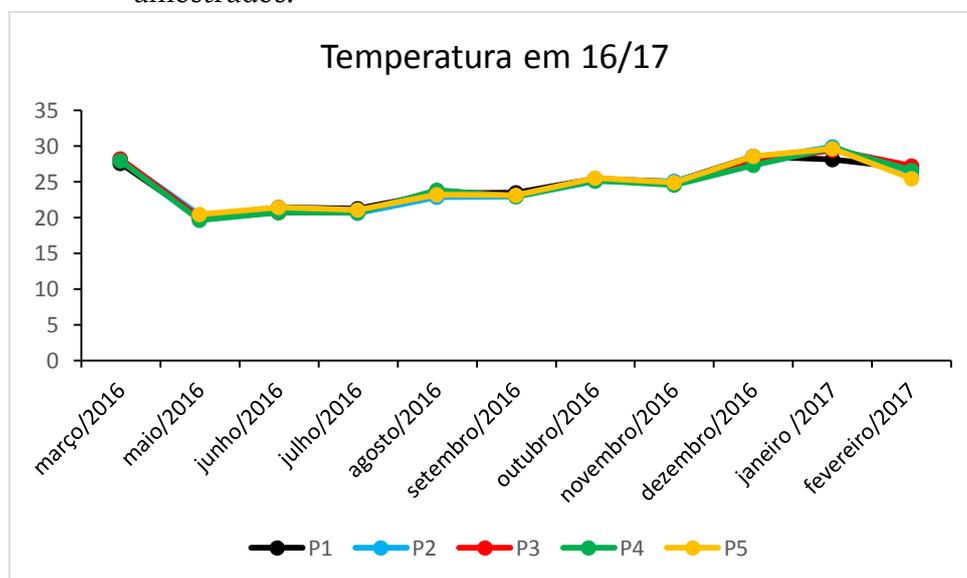
Fonte: Própria.

Figura 3. Salinidade observada durante o período de 2017 e 2018 nos pontos amostrados.



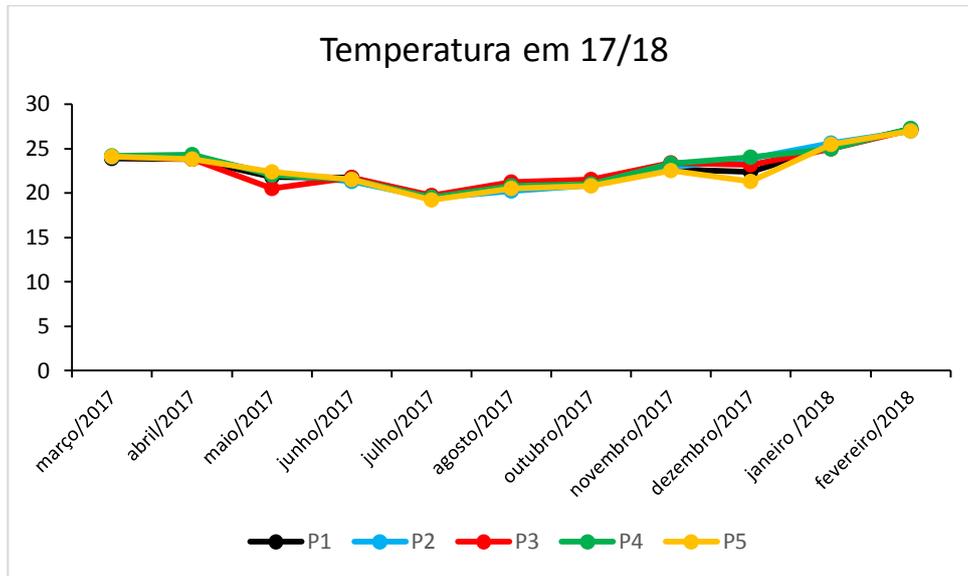
Fonte: Própria.

Figura 4. Temperatura observada durante o período de 2016 e 2017 nos pontos amostrados.



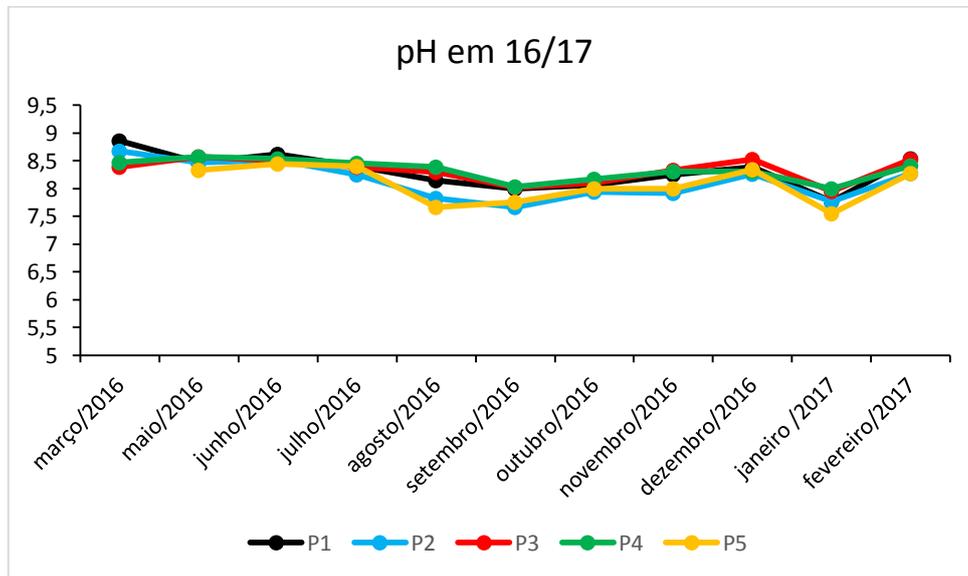
Fonte: Própria.

Figura 5. Temperatura observada durante o período de 2017 e 2018 nos pontos amostrados.

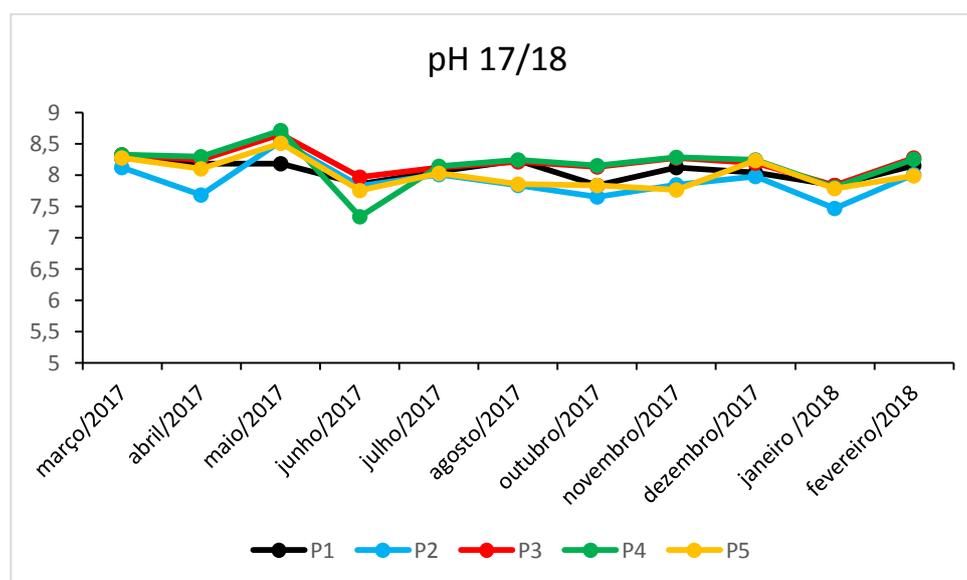


Fonte: Própria.

Figura 6. pH observado durante o período de 2016 e 2017 nos pontos amostrados.



Fonte: Própria.

Figura 7. pH observada durante o período de 2017 e 2018 nos pontos amostrados.

Fonte: Própria.

DISCUSSÃO

O monitoramento realizado no presente estudo observou valores para salinidade de mínima de 17,7 (Cais Caju na campanha 22) e de máxima de 33,3 (Cais São Cristóvão na campanha 12), com valor médio de 28,3 e valores mais observados entre 25 a 30. A zona portuária, de acordo com os dados coletados, pode ser considerada um ambiente polihalino, com tendência de ambiente mesohalino.

As baixas salinidades observadas em P2 e P3 na campanha 22 (17,8 e 17,7 respectivamente) podem ser atribuídas às intensas chuvas de verão que ocorreram na cidade do Rio de Janeiro. Os dados do sistema Alerta Rio da Prefeitura do Rio de Janeiro (RIO, 2018), indicaram cerca de 24 dias de chuvas durante todo mês de Fevereiro de 2018, com um índice pluviométrico superior à média histórica observada para o período. As precipitações acumuladas anuais na área da Baía de Guanabara podem variar entre 1220 - 1800mm/ano (STOCKER *et al*, 2013; BARBIERI e COE-NETO, 1999). Entre os pontos amostrados a salinidade foi diferente estatisticamente entre P1 e P3, sendo P1 a salinidade máxima, e P3 a salinidade mínima observada durante todo o período de amostragem.

A salinidade nas águas da Baía de Guanabara podem apresentar uma ampla faixa de variação de 13 a 36, devido à influência das marés e do aporte fluvial dos rios que fazem parte da baía. O gradiente durante a estação seca (Outubro a Março) salinidade variando entre 29 e 34, e na estação chuvosa (Abril a Novembro) variação entre 13 e 33 (MAYR *et al.*, 1989; PARANHOS *et al.*, 1993; PARANHOS; MAYR, 1993).

Kjerfve *et al.*, (2012), observou a variação de salinidade entre 21,0 a 34,5 com média de $29,5 \pm 4,8$, em conformidade com Soares-Gomes *et al.*, (2015), nas águas da Baía de Guanabara. Cotovicz Jr *et al.*, 2016, reportaram salinidade média de 29, sendo a mínima 15,6 e a máxima 34,7. Desta forma, os dados de salinidade encontrados no presente estudo, encontram-se dentro da variação anteriormente reportada nos estudos supracitados.

A média anual da descarga fluvial na BG é de $100 \pm 59 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, e varia de aproximadamente $40 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ no inverno a $190 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ no verão. O baixo aporte fluvial comparado com o volume de água da baía que participa na circulação resulta em uma forte predominância de condições salinas nas águas (Kjerfve *et al.*, 1997).

Quanto à temperatura superficial da água, o estudo observou uma média de $23,4^\circ\text{C}$, com mínima de $19,2^\circ\text{C}$ no P2 na campanha 16 e máxima de $29,9^\circ\text{C}$ no P3 na campanha 10, valores estes em consonância com estudo de Fistarol *et al.*, 2015 que reportou uma faixa de variação de 21 a 26°C na Baía de Guanabara. Cotovicz Jr, *et al.*, (2016) observaram temperatura média de $25,8^\circ\text{C}$ (com mínima de $21,6^\circ\text{C}$ e máxima de $33,6^\circ\text{C}$). Os dados apresentados no presente estudo durante as 22 campanhas de amostragem estão em consonância com o observado anteriormente por outros grupos de pesquisa.

A localização do Porto do Rio de Janeiro (área externa da Baía de Guanabara), aliada a influência de águas geladas advindas do processo de ressurgência da Ilha de Cabo Frio (SOARES-GOMES *et al.*, 2016) e condições climáticas ocorrentes na ocasião, pode ser responsável pelas temperaturas encontradas abaixo do esperado nas campanhas 2 (P1, P4 e P5) e 16 (todos os pontos) com variação entre $19,2^\circ\text{C}$ a $20,0^\circ\text{C}$. Não foram detectadas diferenças significativas entre os pontos amostrados, as variações observadas ao longo das 22 campanhas flutuaram de modo semelhante na área de estudo.

Quanto ao pH, o valor mínimo observado em todo monitoramento do estudo foi de 7,33 no P5 na 15ª campanha e o valor máximo foi de 8,86 no P1 na campanha 1, com média

de 8,18. Os dados aqui apresentados encontram-se em conformidade com o que foi observado anteriormente por Cotovicz Jr *et al.*, (2016), onde o pH da BG variou entre 7,45 e 9,22. As diferenças significativas foram detectadas entre P2 e P3 em relação à P4 e P5. Os pontos P2 e P3 foram os que apresentaram menores médias para o pH, as variações ao longo do período amostrado não foram muito pronunciadas, no entanto, o suficiente para serem consideradas diferentes estatisticamente. Não foram identificadas variações significativas quando os dados foram analisados sazonalmente.

Quanto às correlações entre os parâmetros, houve interação positiva entre a Salinidade e o pH observado, a correlação de Kendall nos pontos em que houve significância pode ser considerada fraca, pois o valor de τ foi inferior a 0,5. O pH em águas naturais aumenta de acordo com a salinidade até que a saturação do CaCO_3 (carbonato de cálcio) seja atingida (RADKE *et al.*, 2002).

A faixa de pH é importante para inúmeras espécies aquáticas pois atua diretamente na fisiologia dos organismos. As alterações de pH causam impactos indiretos nos organismos, podendo haver alteração na biodisponibilidade de metais, especiação de nutrientes, toxicidade de compostos como a amônia (ANZECC/ARMCANZ, 2000). A manutenção deste parâmetro é importante para a solubilidade do carbonato de cálcio, pois é de extrema importância para a formação da concha dos moluscos.

A salinidade não esteve correlacionada com a temperatura mensurada ao longo das campanhas realizadas, demonstrando que não há dependência entre estes parâmetros.

CONCLUSÕES

A Baía de Guanabara, onde a zona portuária da Cidade do Rio de Janeiro está situada, apesar de apresentar valores de salinidade definidos (altas taxas) segundo vários estudos, se mostrou neste trabalho, com eventuais flutuações. Mesmo com pequenas variações, os resultados sugerem que a maré e a pluviosidade podem influenciar não somente na salinidade, como também na temperatura e pH da água, conforme estudos anteriores.

A salinidade apresentou diferença sazonal significativa e salinidade mínima que provavelmente podem estar relacionadas a fortes chuvas durante a época de amostragem.

Não houve variação de temperatura estatisticamente significativa para o período total, quando avaliamos sazonalmente também não houve diferença entre períodos. Para o pH, mesmo havendo uma pequena variação, houve diferença significativa entre os pontos amostrados durante a avaliação geral, no entanto sem diferenças sazonais.

Quanto às correlações entre os parâmetros observados, a relação salinidade e pH se mostrou positiva e ocorreu nos pontos P2, P3 e P5. Os parâmetros físico-químicos da Baía de Guanabara podem variar de acordo com as condições climáticas, os padrões encontrados anteriormente em outros estudos, também foram observados.

O monitoramento da área deve ser frequente a fim de observar, se os parâmetros estão dentro do intervalo estabelecido por estudos pretéritos assim como observar possíveis flutuações que possam interferir na realidade da biota local.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTAQ. 2018. Agência Nacional de Transportes Aquaviários. *Estatístico Aquaviário 2018*. Disponível em <http://web.antaq.gov.br/Anuario/>. Acessado em 05 de maio de 2018.
- ANZECC/ARMCANZ. 2000. **Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality**. In: National Water Quality Management Strategy, Paper n. 4, 1 (1-7), ANZECC e ARMCANZ, Canberra, 29 p. Out. 2000.
- BARBIERI, E.; COE-NETO, R. 1999. Em **Environmental Geochemistry of Coastal Lagoon Systems, Rio de Janeiro, Brazil**; Knoppers, B. A.; Bidone, E. D.; Abrão, J. J., eds.; UFF/FINEP: Rio de Janeiro, 1999, cap. 4.
- BRASIL. 2020. Marinha do Brasil. Centro de Hidrografia da Marinha. **Tabuás de Maré: Rio de Janeiro**. Disponível em <https://www.marinha.mil.br/chm/tabuas-de-mare>. Acessado sempre no dia da amostragem.
- BULGER, AJ; HAYDEN, BP; MONACO, ME; NELSON DM; MCCORMICK-RAY, MG. 1998. **Biologically-Based Estuarine salinity zones derived from a Multivariate Analysis**. Estuaries. 16: 311-322.
- CIDE. 2005. *Anuário Estatístico do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro*.
- COELHO, V. 2007. *Baía de Guanabara: Uma história de agressão ambiental*. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 278 p.
- COTOVICZ Jr., LC; LIBARDONI, BG; BRANDINI, N; KNOPPERS, BA; ABRIL, G. 2016. **Comparações entre medições em tempo real da pCO₂ aquática com estimativas indiretas em dois estuários tropicais contrastantes: O estuário eutrofizado da Baía de Guanabara (RJ) e o estuário oligotrófico do Rio São Francisco (AL)**. Química Nova, 39:10, 1206-1214.
- DOLBETH, M; MARTINHO, F; VIEGAS, I; CABRAL, H; PARDAL, M. 2008. **Estuarine production of resident and nursery fish species: Conditioning by drought events**. Coast and She Scien, 78, 51-60.

ELIOTA, M; MCLUSKYB, DS. 2002. *The Need for Definitions in Understanding Estuaries*. Estuarine, Coastal and Shelf Science. doi:10.1006/ecss.2002.1031.

FISTAROL, GO; COUTINHO, FH; MOREIRA, AP; VENAS, T; CÁNOVAS, A; DE PAULA JR, SE; DEMOURA, RL; VALENTIN, JL; TENENBAUM, DR; PARANHOS, R; DO VALLE, RA; VICENTE, AC; AMADO FILHO, GM; PEREIRA, RC; KRUGER, R; REZENDE, CE; THOMPSON, CC; SALOMON, OS; THOMPSON, FL. 2015. *Environmental and sanitary conditions of Guanabara Bay, Rio de Janeiro*. Front. Microbiol., 6. Glossário Zonas Úmidas.<Disponível em: <http://www2.icnf.pt/portal/agir/resource/doc/sab-ma/zh/gloss-ZH-2012> . Acessado em: agosto de 2018.

FONSECA, EM; NETO, JAB; SILVA, CG; MCALISTER, JJ; SMITH, BJ; FERNANDEZ, MA 2013. *Stormwater impact in Guanabara Bay (Rio de Janeiro): Evidences of seasonal variability in the dynamic of the sediment heavy metals*. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 1-8p.

GUIMARÃES, GP; SIGNORI, CN; REGO, BC; TENÓRIO, MMB; POLLERY, RCG; TENENBAUM, D R; PRAST, AE. 2011. *Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD) – Guanabara: Perfilagem de fatores físicos, físico-químicos e químicos em três estações na Baía de Guanabara*.

IBG. 2002. Instituto Baía De Guanabara, 2002. *Nossos Rios*. Niterói, 31p.

IBGE. 2019. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais. *Panorama populacional 2019*. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/rio-de-janeiro/panorama>. Acessado 05 de setembro de 2019.

IMET. 2020. Instituto Nacional de Meteorologia. *Bando de Dados Meteorológico*. Disponível em <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acessado em 07 de Setembro de 2020.

KEHRIG, HÁ; COSTA, M; MOREIRA, I; MALM, O. 2002. *Total and methylmercury in a Brazilian estuary*, Rio de Janeiro. Mar. Pollut. Bull., 44 (10), 1018-1023.

KEHRIG, HÁ; MALM, O; PALERMO, EFA; SEIXAS, TG; BAÊTA, AP; MOREIRA, I. 2011. *Bioconcentração e Biomagnificação de Metilmercúrio na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro*. QuíNov, 34(3), 377-384.

KIM, HCV; LEE, K. 2009. *Significant controbution of dissolved organic matter to seawater alkalinity*. Geophysical research letters. Vol (36) L20603.

KJERFVE, B; RIBEIRO, CHA; DIAS, GTM; FILIPPO, AM; QUARESMA, VS. 1997. *Oceanographic characteristics of na impacted coastal bay: Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brazil*. Cont. She. Res, 17(13): 1609-1643.

LABTRANS. 2014. Secretaria de Portos da Presidência da República. Universidade Federal de Santa Catarina. Laboratório de Transportes e Logística. Cooperação Técnica para Apoio à SEP/PR no Planejamento do Setor Portuário Brasileiro e na Implantação dos Projetos de Inteligência Logística Portuária. Plano Mestre: *O Porto do Rio de Janeiro*. Florianópolis (SC), 385pp.

LIBES, SM. 2009. *Introduction to Marine Biogeochemistry*. Second Edition, Academic Press Elsevier.

MAYR, LM; TENENBAUM, DR; VILLAC, MC; PARANHOS, R; NOGUEIRA, CR; BONECKER, SLC; BONECKER, ACT. 1989. *Hydrobiological characterization of Guanabara Bay*. Coastlines of Brazil, eds. American Society of Civil Engineers, pp. 124-138.

MIRANDA, LB; CASTRO, BM; KJERFVE, B. 2002. *Princípios de oceanografia física de estuários*. Edusp. 411p.

NASSER, VL. 2001. *Estudo da qualidade de água na Baía de Guanabara utilizando técnicas de sensoriamento remoto e análise geoestatística*. Rio de Janeiro.

PARANHOS, R; MAYR, LM. 1993. *Seasonal patterns of temperature and salinity in Guanabara Bay, Brazil*. Fresenius Environ. Bull. 2, 647-652.

Correlação entre salinidade, temperatura e pH na área de influência
do Porto da Cidade do Rio de Janeiro (Brasil) entre 2016 a 2018

PARANHOS, R; MAYR, LM; LAVRADO, HP; CASTILHO, PC. 1993. *Temperature and salinity trends in Guanabara Bay (Brazil) from 1980 to 1990*. Arq.Biol. Technol. 36, 685-694.

PEREIRA NN. 2012. *Alternativas de tratamento de água de lastro em portos exportadores de minério de ferro*. Universidade de São Paulo: Escola Politécnica. Tese de Doutorado em Engenharia.

PORTOSRIO. 2019. *Docas do Rio de Janeiro: Autoridade Portuária*. Disponível em <http://www.portosrio.gov.br/node/show/102>. Acessado em 17 de Maio de 2019.

RADKE, L.C., HOWARD, K.W.F., GELL, P.A. 2002. Chemical diversity in southeastern Australian saline lakes I. Geochemical causes. *Marine and Freshwater Research*. 53, 1-19.

RIO. 2018. *Sistema Alerta Rio de Janeiro* - <http://www.sistema-alerta-rio.com.br/dados-meteorologicos/maiores-chuvas/>. Acessado em 28 de junho de 2020.

SANTOS, PT; VILELA, CG; BAPTISTA, NJA; SANJINÉS, AES; ALDANA, YCP; PUGIRÁ, MS. 2007. *Análise multivariada de dados ecológicos da Baía De Guanabara- RJ, com base em foraminíferos bentônicos*. Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ. ISSN 0101-9759 e-ISSN 1982-3908 - Vol. 30 - 1 / 2007. 109-115p.

SILVA, ES; FERNANDEZ, MAS; LOPES, AP; COSTA, BS; PEREIRA, SS; PEREIRA, MV. 2019. *Varição de pH, salinidade e temperatura viabilizantes para estabelecimento do Vibrio cholerae nas águas portuárias da cidade do Rio de Janeiro, Brasil*. Vigil. sanit. debate 2019;7(1):14-22.

SISTEMA DE VENEZA. 1958. *Symposium On The Classification Of Brackish Waters*. Arch.Lim.Ocean.11: 1-248.

SOARES, AG; GAMA, BAP; BAPTISTA NETO, JÁ; FREIRE, DG; CORDEIRO, RC; MACHADO, W; BERNARDES, MC; COUTINHO, R; THOMPSON, FL; PEREIRA, RC. 2016. *Environmental overview of Guanabara Bay, Rio de Janeiro*. Reg. Stu. Mar. Sci., 2352-4855.

SOARES-GOMES, A; FIGUEIREDO, AG; PEREIRA RC; SOARES GOMES, A. 2002. *O Ambiente Marinho: Biologia Marinha*, Editora Interciências, Rio de Janeiro, 1ª Edição, 1-33, 363 pp.

STEWART, RH. 2004. Introduction to Physical Oceanography: Chapter 6 - *Temperature, Salinity, and Density*. Definition of Temperature.

STOCKER, T. F.; QIN, D.; PLATTNER, G.-K.; TIGNOR, M.; ALLEN, S. K.; BOSCHUNG, J.; NAUELS, A.; XIA, Y.; V. BEX, V.; MIDGLEY, P. M.; IPCC, 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press: New York, 2013.

TAKANOHASHI, RA. 2014. *Varição de curta escala temporal do fitoplâncton na Baía De Guanabara (RJ)*. UERJ.

USUPORTRJ. 2020. *Associação dos usuários dos portos do Rio de Janeiro*. Disponível em <http://www.usuportrj.org/portos-e-terminais-do-rj.html>. Acessado em 20 de abril de 2020.

VALENTIN JL; TENENBAUM, DR; BONECKER, ACT; BONECKER SLC; NOGUEIRA CR; VILLAC MC. 1999. *O Sistema Planctônico da Baía de Guanabara: Síntese do Conhecimento*. pp. 35-39. In: SILVA SHG, LAVRADO HP (eds). Série Ecologia Brasiliensis, vol. VII. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil- Ecologia dos Ambientes Costeiros do Estado do Rio de Janeiro.

VARGAS, CIC; VAZ, N; DIAS, JM. 2017. *An evaluation of climate change effects in estuarine salinity patterns: Application to Rio de Aveiro shallow water system*, Est.Coa. She. Sci.,189,(33).



Este trabalho está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).