

Variação de pH, salinidade e temperatura viabilizantes para estabelecimento do *Vibrio cholerae* nas águas portuárias da cidade do Rio de Janeiro, Brasil

Variation of pH, salinity and temperature for the establishment of *Vibrio cholerae* in the city of Rio de Janeiro (Brazil)

RESUMO

Everaldo de Santana Silva^{I,*} 

Marcos Antonio dos Santos
Fernandez^{II} 

Amanda Pontes Lopes^{III} 

Bárbara Silva Costa^{IV} 

Sidharta Soares Pereira^{II} 

Matheus Ventura Pereira^V 

Introdução: O *Vibrio cholerae* toxigênico, causador da cólera, possui tolerância ambiental definida quanto ao pH, temperatura e salinidade, o que não o impede de entrar em estado viável, mas não cultivável (VNC), quando as faixas destes parâmetros não lhe são propícias. As zonas portuárias são áreas vulneráveis de introdução do patógeno, devido ao aporte de efluentes urbanos e descarte de água de lastro. **Objetivo:** O trabalho avaliou se as águas portuárias da cidade do Rio de Janeiro apresentam condições de pH, salinidade e temperatura que possibilitam o estabelecimento do microrganismo. **Método:** Foram realizadas 22 campanhas de monitoramento em nove pontos, no período de março de 2017 a fevereiro de 2018, buscando sempre diferentes condições climáticas e de maré. **Resultados:** A maré apresentou ligeira influência na salinidade, enquanto o clima interagiu com todos os fatores. A temperatura e o pH se mantiveram dentro da faixa considerada ótima para o estabelecimento do patógeno, enquanto a salinidade se apresentou, na maioria das vezes, fora da variação ideal. **Conclusões:** Analisando somente estes fatores, podemos sugerir que, caso estes padrões se mantenham, a região apresenta um risco de sobrevida do microrganismo.

PALAVRAS-CHAVE: Espécie Invasora; Água Portuária; *Vibrio cholerae*; Água de Lastro

ABSTRACT

Introduction: The toxigenic *Vibrio cholerae*, which causes Cholera, have a defined environmental tolerance regarding pH, temperature and salinity which does not prevent it from entering viable-but-nonculturable (VBNC) state, when the ranges of these parameters are not favorable. Port areas are vulnerable places for pathogen introduction, due to the contribution of urban effluents and the disposal of ballast water. **Objective:** The work evaluated whether the port of Rio de Janeiro present pH, salinity and temperature conditions that allow the microorganism establishment. **Method:** Twenty-two monitoring campaigns were carried out in 9 points, from March 2017 to February 2018, always searching for different climatic and tidal conditions. **Results:** The tide had a slight influence on the salinity, while the climate interacted with all the factors. The temperature and pH remained within the optimal range for the pathogen establishment, while the salinity was outside the ideal range most of the times. **Conclusions:** Analyzing only these factors, we can suggest that, if these standards are maintained, the region could present a risk of the microorganism survival.

KEYWORDS: Invasive Species; Port Water; *Vibrio cholerae*; Ballast Water

^I Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

^{II} Faculdade de Oceanografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

^{III} Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

^{IV} Faculdade de Oceanografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil

^V Faculdade de Ciências Biológicas, Instituto Brasileiro de Medicina e Reabilitação, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

* E-mail: everaldo.desantana@gmail.com



INTRODUÇÃO

Durante toda historicidade das relações humanas, as doenças sempre estiveram intimamente relacionadas a questões da vida em sociedade e ao meio ambiente¹. Desta forma, a causalidade de flagelos extrapola as análises mecanicistas, descritivas e analíticas, fundamentadas em noções de causa e linearidade da medicina clássica de interação hospedeiro-parasita², e adquire uma visão muito mais complexa da realidade e com multifatores, interagindo com condicionantes sociais e ambientais, nas quais esta construção está diretamente ligada com o contexto político vigente³. Esta visão ocorre na contramão de uma política de saúde pautada na correção de agravo, cedendo lugar a uma visão mais ampla e centrada no resguardo: a Vigilância em Saúde, que preza por ações em monitoramento e construção de medidas de contingência em caso de ocorrência do agravo⁴.

A atenção a doenças, principalmente as infectocontagiosas, não deve ser somente direcionada para ações corretivas, mas também para práticas preventivas, com melhorias em questões socioambientais. A cólera enquadra-se nitidamente neste cenário, já que é uma patologia ligada a populações negligenciadas, principalmente no tocante ao saneamento⁵. Esta doença de grave sintomatologia entérica, causada pelas cepas toxigênicas dos sorogrupos O1 e O139 do *Vibrio cholerae*, segundo dados da Organização Mundial da Saúde⁶ e do Banco Mundial⁷, apresenta relação negativa entre os indicadores de IDH/Acesso ao saneamento básico e sua incidência, com destaque para o subcontinente africano.

Os organismos da família Vibrionacea são abundantes em ambientes aquáticos, presentes de forma suspensa na coluna d'água, em vida livre ou parasitando plâncton ou tecido de vários organismos marinhos^{8,9}. Apresentam função ecológica de degradação da quitina, presente na carapaça da maioria dos organismos zooplânctônicos abundantes em zonas portuárias, podendo ser patogênicos tanto para invertebrados como para vertebrados¹⁰.

A quitina, presente nestes hospedeiros, pode conferir maior proteção quanto à ação ácida do suco gástrico no trato digestório humano que se alimenta de crustáceos¹¹ e causar uma maior resistência microbiana a agentes químicos, tais como sais de cloro e alumínio⁸.

Alguns organismos bacterianos, entre eles o vibrio colérico, podem sobreviver em ambientes com condições ambientais desfavoráveis por um dado período de tempo, como por exemplo, o estado de *viable but non-culturable* (VNC) que pode ser um fenômeno de adaptação ao ambiente, onde fatores como salinidade, temperatura e pH podem influenciar no processo¹². Segundo Mai et al.¹³, em estudos laboratoriais, as células em estado de VNC podem continuar viáveis por anos e são encontradas geralmente na superfície de copépodos, porém, em contato com o intestino humano, estas passam para o estado de viável (VC).

O organismo possui tolerância ambiental bem definida. Miller et al.¹⁴ sugerem que ambientes com salinidade entre 0,25 e

3‰, tipicamente quentes, com temperaturas superiores a 5°C por períodos longos e pH entre 7,0 e 9,0, são prováveis reservatórios naturais de *V. cholerae* O1, produtor de toxina colérica. Huq et al.¹⁵ examinaram cepas em condições de salinidade, temperatura e pH alternados *in situ* e apontam uma faixa ideal de salinidade até 15‰ (com uma maior tolerância - cerca 20‰ - quando associados a copépodos) e temperaturas acima de 30°C. Contudo, Silva et al.⁵ identificaram cepas não toxigênicas em águas da Baía de Guanabara (Rio de Janeiro, Brasil), em condições de salinidade acima dos 25‰, temperaturas entre 20°C a 30°C e pH variando de 7,0 a 9,0. Em ambientes estuarinos, estes parâmetros podem variar conforme o aporte de sedimentos, o clima e a maré.

Segundo Gerolamo e Penna¹⁶, até 1991 o Brasil era uma área indene para a cólera, contudo, a epidemia assolou o país, oriunda da sétima pandemia iniciada em 1961, com epicentro na Indonésia, disseminando-se para países da Ásia, Oriente Médio, África e regiões da Europa, com casos eventuais nos Estados Unidos desde 1970. Esta epidemia chegou ao solo latino-americano pela costa do Peru em 1991 e, posteriormente, a 14 países sul-americanos, entre eles o Brasil, onde a introdução se deu pela região da Amazônia, no Alto Solimões, se alastrando progressivamente pela Região Norte¹⁷.

Os primeiros casos da doença referentes a esse evento são registrados em abril de 1991, nos municípios de Benjamin Constant e Tabatinga (Amazonas, Brasil)¹⁸. Na ocasião, duas cepas distintas do sorotipo *El tor* foram identificadas, assim como formas não toxigênicas, porém patogênicas variantes da cepa amazônica¹⁹.

Após sua introdução, a doença atingiu o grau de surto na Região Nordeste, principalmente pelas condições precárias de saneamento e qualidade de vida da população¹⁸.

Como qualquer grande corpo d'água, a Baía de Guanabara está sujeita ao fenômeno das marés, que é a principal forçante para a circulação de águas na região. Sendo assim, também influencia na renovação das águas de seu interior. Sua maré é mista, com predominância semidiurna (ocorrência de duas preamares e duas baixa-mares durante o dia) e desigualdades diurnas, com ocorrência de uma preia-mar e uma baixa-mar durante o dia²⁰. Em situação de maré enchente, há uma maior penetração da água marinha, aumentando a salinidade da água no interior da baía. Em situação de maré vazante, a salinidade diminui, podendo atingir seus menores valores, indicando a interferência da salinidade pelas marés²¹.

A entrada de água salgada na Baía de Guanabara, advinda do Oceano Atlântico, atinge primeiramente a margem leste e tende a se propagar com orientação preferencial do canal de navegação, onde as maiores amplitudes são observadas na porção interior leste da Baía. Este processo traz mudanças não apenas na oscilação vertical do nível da água, mas também nas condições físico-químicas de acordo com o regime de maré²⁰.



Além das influências marinhas, a Baía de Guanabara também recebe o deságue de água doce oriunda dos rios pertencentes a sua bacia hidrográfica, com média de 200 mil litros/seg^{21,22,23}. Existem cerca de 55 rios que escoam em sua direção, entre eles, os mais importantes com maior nível de escoamento, destacam-se: Iguaçú, Caceribu, Macacu, Guapimirim, Estrela, Sarapuú e o São João de Meriti²⁴. Essa influência da água doce reduz a salinidade média oriunda do oceano, podendo facilitar a permanência do vibrio⁵.

Segundo Valentin et al.²⁵, a salinidade da Baía de Guanabara se apresenta com valores mais baixos nas áreas internas devido à interferência dos efluentes continentais (magnificados no período de chuvas). Porém, ocorre uma relação positiva com a profundidade, devido ao aporte de água da plataforma continental em ocasiões de maré enchente, causando uma forte estratificação vertical na coluna d'água. Já segundo a temperatura, ainda pelos mesmos autores, a padronagem é inversa, com variações conforme as estações do ano.

As zonas portuárias localizam-se em áreas costeiras abrigadas, frequentemente estuários, que na maioria das vezes são regiões de grande produtividade biológica, ameaçadas pelo intenso aporte de sedimentos oriundos das zonas urbanas do seu entorno. Isso requer a realização periódica de atividade de dragagem, para limpeza, desobstrução, remoção, derrocamento ou escavação de material sedimentado²⁶, que por sua vez acaba por gerar sérios problemas ambientais, tais como: alteração das condições hidráulicas, de sedimentologias, de escoamento, químicas, físicas e biológicas do local²⁷. Assim, intensos e constantes movimentos desenvolvidos pela atividade portuária ocasionam perturbações no meio ambiente, exigindo cada vez mais mecanismos de gestão portuária e ambiental mais eficazes²⁶.

Como o aumento da demanda comercial e, portanto, a necessidade de escoamento das mercadorias, a movimentação naval toma uma posição de destaque, sendo o principal modal utilizado para este tipo de finalidade. Sem transporte marítimo, o comércio intercontinental, o transporte a granel de matérias-primas, a importação/exportação de alimentos a preços acessíveis e produtos manufaturados simplesmente não seria possível. Este tipo de modal responde por cerca de 90% de todo transporte comercial mundial, e movimentam cerca de 600 milhões de toneladas/ano²⁸.

Consequentemente, com aumento do tráfego marinho, aumenta também a movimentação de água de lastro, armazenada em tanques distribuídos por toda embarcação, que é utilizada para manter maior estabilidade, equilíbrio e melhor penetração do casco da embarcação na água, gerando maior segurança ao navegar²⁹.

A cada ano cerca de 10 bilhões de metros cúbicos de toneladas de água de lastro são transportadas em todo mundo, com cerca de 7.000 espécies sendo carreadas diariamente³⁰ entre grandes distâncias (entre continentes) e pequenos espaços geográficos como, por exemplo, entre regiões dentro de um mesmo país³¹.

A água de lastro tem sido considerada mundialmente como o principal meio de transferência de espécies aquáticas, animais e/ou vegetais entre ambientes costeiros³², onde destacamos o *Vibrio cholerae*³³, favorecendo a promoção de mecanismos de adaptação como resistência a antibióticos³⁴, transferência horizontal de genes³⁵ e a formação de células em estado viável, mas não cultivável³⁶.

O porto da cidade do Rio de Janeiro está localizado na zona costeira da Baía de Guanabara, que é uma das mais importantes baías do litoral brasileiro. Esta região é de extrema importância econômica para o Brasil, com alta atividade de extrativismo pesqueiro e de intensa movimentação portuária³⁷. As águas da região apresentam um intenso histórico de degradação ambiental, devido aos constantes aterramentos, drenagens e recepção de efluentes urbanos, tornando assim o sistema propício à hospedagem de microrganismos patogênicos^{5,38,39}, os quais podem afetar as populações humanas por veiculação hídrica, seja pela recreação, águas servidas ou alimentação⁴⁰.

No que tange ao fluxo do Porto, no primeiro semestre de 2017, foram movimentados cerca de 2,7 milhões de toneladas (aumento de 9,4%, em comparação com igual período do ano anterior), sendo que cerca de 5% das embarcações visitantes neste período, foram oriundas de locais com acometimento de cólera entre 2010 a 2017⁶.

O monitoramento rotineiro de fatores ambientais magníficos para sobrevida, assim como a própria ocorrência do organismo, é uma medida primária para estabelecimento de um processo de vigilância ativa, que acaba por ocasionar uma rede preparada para uma possível emergência de cólera.

De acordo com o Manual "Orientações técnicas para o monitoramento ambiental do *Vibrio cholerae*", do Ministério da Saúde⁴¹, medidas de monitoramento e prevenção em cólera têm como objetivos: (i) mapear o(s) local(is) com identificação, isolamento e detecção do *Vibrio cholerae* O1 e O139 no meio ambiente; (ii) identificar e monitorar áreas vulneráveis para a transmissão da doença e (iii) subsidiar as ações da vigilância epidemiológica nas áreas de risco.

Desta forma, este trabalho tem como objetivo detectar se a variação de pH, salinidade e temperatura, da zona portuária do Rio de Janeiro se apresenta dentro das faixas ideais de sobrevida do organismo, caso venha a ser introduzido no local de estudo.

MÉTODO

O monitoramento foi realizado em 22 campanhas, em que se buscou a maior alternância entre maré e condições climáticas (Tabela), durante o período de março de 2017 a fevereiro de 2018. Os pontos P1 (22° 51' 54.55" S/43° 12' 33.70" W/profundidade média: 8 m) e P3 (22° 53' 49.04" S/43° 12' 36.04" W/profundidade média: 5 m) foram selecionados por se tratarem de locais de desembocadura de efluentes urbanos; os pontos P2 (22° 53' 20.84" S/43° 11' 37.90" W/profundidade média: 12 m),



Tabela. Datas das campanhas de monitoramento.

Camp	Data	Temp	UR	VM	Condições Climáticas	Vento
C01	20.03.2016	***	***	0,4-1.1	Ensolarado	***
C02	02.05.2016	***	***	0.4-1.0	Nublado	NE 1,6km/h
C03	24.06.2016	18°C-21°C	82%	1.1-0.3	Parcialmente Nublado	SO 3,3km/h
C04	22.07.2016	16°C-21°C	75%	1.1-0.2	Parcialmente Nublado	NE 9km/h
C05	30.08.2016	20°C-29°C	62%	0.3-0.9	Parcialmente Nublado	SO 1,1km/h
C06	29.09.2016	15°C-31°C	49%	1.9-0.2	Parcialmente Nublado	SO 11km/h
C07	21.10.2016	22°C-28°C	81%	0.6-0.8	Parcialmente Nublado	SW 12 km/h
C08	23.11.2016	22°C-26°C	65%	1.2-0.4	Nublado	ESE 2,9 km/h
C09	21.12.2016	27°C-37°C	49%	0.2-0.8	Ensolarado	***
C10	23.01.2017	22°C-35°C	53%	0.5-0.4	Parcialmente Nublado	NNE 10km/h
C11	22.02.2017	20°C-37°C	32%	0.4-1.0	Nublado	NE 8,7 km/h
C12	21.03.2017	21°C-27°C	71%	0.8-0.6	Chuvoso	W 11 km/h
C13	26.04.2017	21°C-34°C	88%	0.3-0.9	Parcialmente Nublado	NNE 10,2 km/h
C14	24.05.2017	18°C-26°C	94%	0.1-1.1	Parcialmente Nublado	NE 8,3 km/h
C15	21.06.2017	17°C-21°C	70%	0.2-1.2	Nublado	ESE 2,5 km/h
C16	20.06.2017	12°C-23°C	94%	0.1-1.1	Chuvoso	NE 5 hm/h
C17	19.09.2017	20°C-30°C	82%	1.2-0.0	Nublado	N 10 km/h
C18	25.10.2017	18°C-30°C	93%	1.0-0.6	Nublado	E 6,2 km/h
C19	28.11.2017	15°C-26°C	96%	0.3-1.0	Nublado	S 6,9 km/h
C20	20.12.2017	21°C-36°C	98%	1.2-0.4	Nublado	SE 8 km/h
C21	30.01.2018	22°C-27°C	89%	0.8-0.7	Nublado	SW 6,7 km/h
C22	28.02.2018	24°C-29°C	74%	0.3-1.0	Ensolarado	N 3,2 km/h

Camp: campanha; Temp: temperatura com mínima e máxima do dia; UR: umidade relativa do ar; VM: variação de maré do início ao fim da campanha; Vento: com direção e velocidade; SW: sudoeste; ESSE: este-nordeste; NNE: norte-nordeste; NE: nordeste; W: oeste; N: norte; E: leste; S: sul e SE: sudeste.

(***) Dados não aferidos

P4 (22° 53' 20.84" S/43° 11' 37.90" W/profundidade média: 8 m), P5 (22° 52' 49.91" S/43° 12' 16.83" W/profundidade média: 10 m) e P9 (22° 53' 14.53" S/43° 12' 44.80" W/profundidade média: 9 m), por cobrirem toda área da zona portuária; o ponto P8 (22° 49' 52.41" S/43° 9' 5.95" W/profundidade média: 15 m), por ser uma área de ancoragem externa; o ponto P7 (22° 52' 6.61" S/43° 9' 20.69" W/profundidade média: 14 m), por ser área de rota marítima e P6 (22° 53' 21.50" S/43° 8' 22.50" W/profundidade média: 12 m), com finalidade de fechar um quadrante da Baía de Guanabara (Figura 1).

As amostras foram colhidas utilizando garrafa de Niskin, à profundidade de 1 metro da superfície e a 1 metro do substrato, procedidas de quantificação de pH, temperatura (Phmetro multiprocessado AT-315 ALFAKIT®) e salinidade (Conduvímetero 8306 AZ®). Os dados foram tabulados e analisados, estatística e graficamente, no *software* de editor de planilhas (Microsoft Excel 2007®). Para a relação dos parâmetros com a maré, os monitoramentos foram classificados por tipo de maré (enchente ou vazante) e adotaram-se os valores mínimos e máximos de cada parâmetro detectado (por ponto/monitoramento). Na análise de cada parâmetro, foram relacionados os valores obtidos, tanto de superfície como de fundo, com as campanhas/pontos.

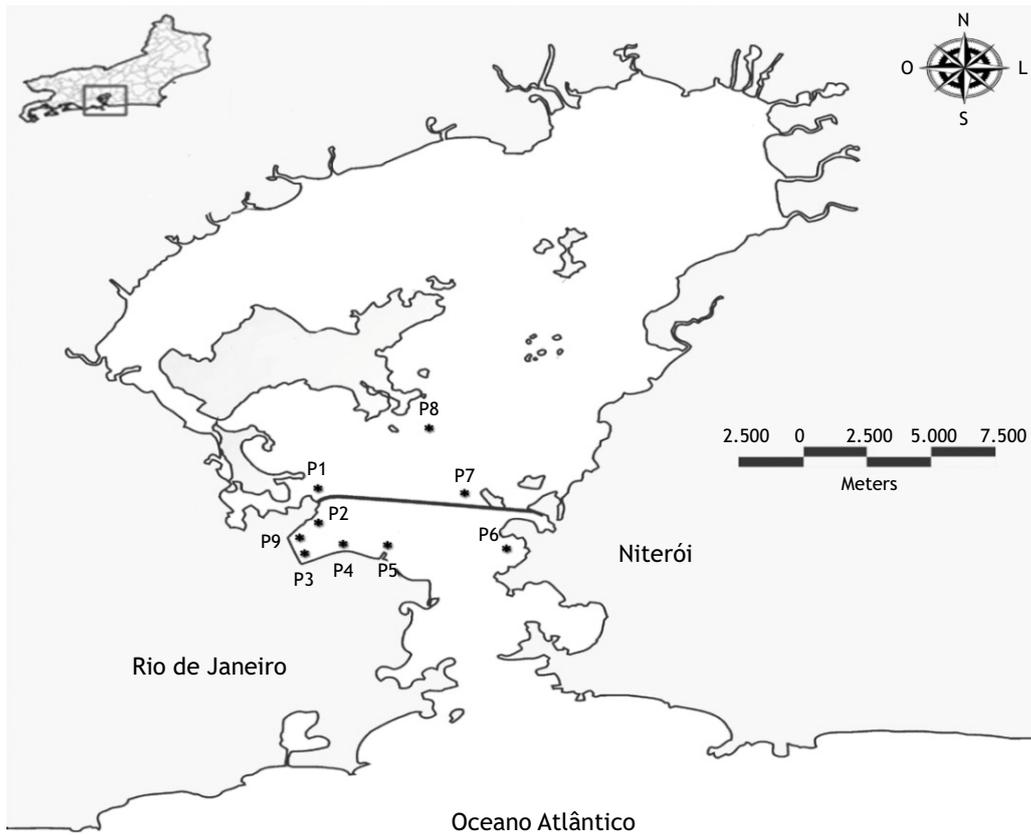
RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período verificado, percebeu-se uma baixa influência do regime de maré nos fatores monitorados, indicando assim uma característica bem definida quanto a valores de máxima e mínima destes elementos. Entretanto, nota-se uma variação destes parâmetros, em relação à umidade relativa do ar da região, principalmente quando ocorrem chuvas constantes em dias precedentes ao monitoramento.

No tocante à temperatura (Figura 2), com valores observados entre 20°C a 33°C, ela se manteve dentro das condições ideais para o organismo. Foram registradas pequenas variações entre as condições de superfície e fundo durante todo o monitoramento, com maiores valores entre as amostragens oito a 15 (novembro 2016 a junho de 2017). Nota-se uma tendência de ascensão a partir da amostragem 17 (setembro 2017).

Quanto ao pH, este também se manteve dentro da faixa ideal (entre 7,0‰ e 9,0‰) durante todo o monitoramento, com poucas variações entre os valores encontrados na superfície e no fundo (Figura 3).

A salinidade apresentou-se como único fator fora da faixa ótima (sempre acima, com exceção das amostragens de superfície das



Fonte: Autor.

Figura 1. Localização dos pontos de monitoramento: Baía de Guanabara (Rio de Janeiro, Brasil).

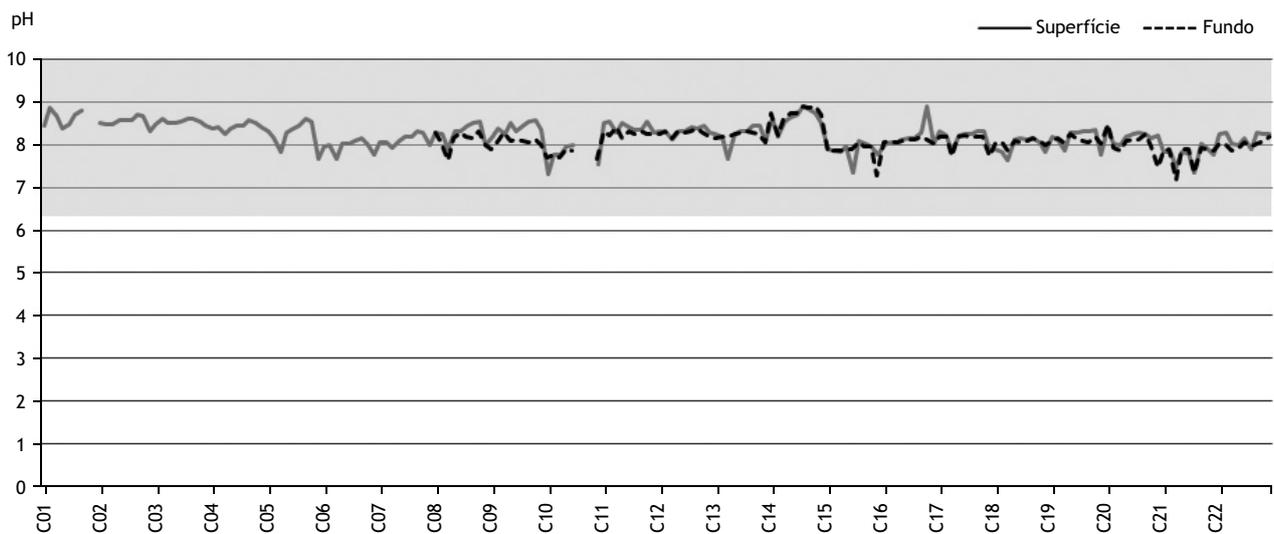


Fonte: Autor.

Figura 2. Variação de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) entre os diversos pontos/campanhas: superfície e fundo. As amostragens de fundo só iniciaram a partir da campanha 8 (C08). Na campanha 1 (C01) não ocorreu amostragem dos pontos 8 e 9. A área hachurada compreende a variação ideal para sobrevivência do vibrião.

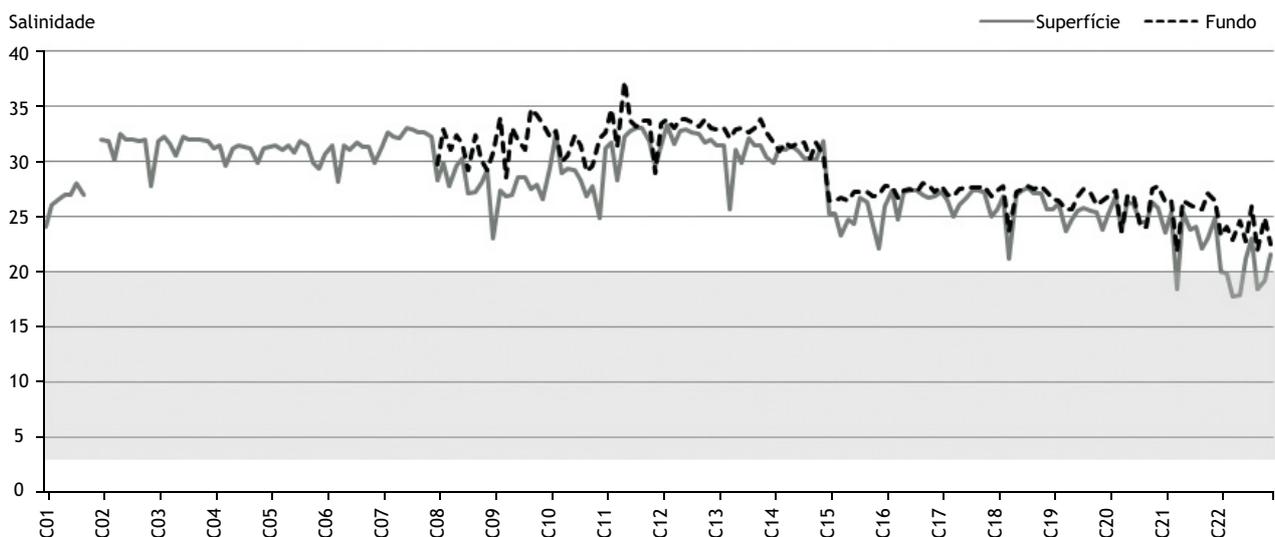
campanhas 21 e 22), com diferenças significativas entre as profundidades e as coletas: baixas de salinidade em dias precedidos de chuva e maré vazante (Figura 4), em conformidade com

resultados obtidos por Kjerfve et al.⁴² e Ribeiro e Kjerfve⁴³ e que apontam valores variando entre 20 a 35 ups. A variação ficou entre 17,70% a 35,00%, observando uma tendência de declínio,



Fonte: Autor.

Figura 3. Variação de pH (%) entre os diversos pontos/campanhas. As amostragens de fundo só iniciaram a partir da campanha 8 (C08). Na campanha 1 (C01) não ocorreu amostragem dos pontos 8 e 9. O mesmo ocorreu nos pontos 6, 7 e 8 na campanha 10 (C10). A área hachurada compreende a variação ideal para sobrevida do vibrio.



Fonte: Autor.

Figura 4. Variação de salinidade (‰) entre os diversos pontos/coletas: superfície e fundo. As amostragens de fundo só iniciaram a partir da campanha 8 (C08). Na campanha 1 (C01) não ocorreu amostragem dos pontos 8 e 9. A área hachurada compreende a variação ideal para sobrevida do vibrio.

deste parâmetro, a partir da campanha 20 (dezembro 2017 a fevereiro de 2018).

Apesar de o organismo possuir uma tolerância ambiental bem definida quanto aos parâmetros analisados, Rivera et al.⁴⁴ isolaram cepas O1 e não O1, em amostras de tanques de lastro, com salinidade superior a 30‰, o que nos mostra uma maior resistência do organismo aos seus limitantes ambientais.

Além dos reservatórios vivos quitinosos, abundantes na região portuária, outros reservatórios importantes são os substratos

quitinosos formando os chamados biofilmes bentônicos, que podem ser vistos como uma vantagem ecológica, uma vez que nestes ambientes existe uma grande quantidade de nutrientes, condição esta que as tornam aptas à sobrevivência por longos períodos⁴⁵, provendo proteção e nutrientes⁴⁶, favorecendo assim seu ciclo de vida, principalmente em ambientes estuarinos, que podem ser facilmente emergidos por processos de dragagens portuárias⁴⁷.

O conhecimento da dinâmica das águas em um determinado ambiente marinho costeiro também é fundamental para o



manejo de estruturas urbanas, como o Porto do Rio de Janeiro. Este conhecimento subsidia medidas que visam minimizar o impacto ambiental e social sobre este ambiente.

Como a região é rica em aporte de efluentes urbanos, entrada de correntes marinhas e receptora de grande tráfego de embarcações, que interagem diretamente nestes fatores, o monitoramento permanente se faz uma importante e imprescindível ferramenta na construção de medidas preventivas à introdução do *V.cholerae* e, assim, da salvaguarda humana de futuros surtos da doença.

CONCLUSÕES

Na preocupação do sucesso do estabelecimento do organismo, a área de estudo, segundo os dados analisados (pH, salinidade

e temperatura), aponta risco de sucesso de estabelecimento de uma possível introdução do organismo via lastro, precedente de ocorrências de agravos à saúde humana pelo agente infectante.

Os resultados elucidam uma preocupação em outras regiões portuárias brasileiras, que apresentem os fatores analisados mais próximos da faixa ideal (principalmente locais com baixa salinidade). Este fato requer maior atenção nacional, já que o transporte marítimo nacional (cabotagem) responde por cerca de 90% de toda movimentação de mercadorias no Brasil.

Desta forma, trabalhos mais aprofundados, reconhecendo e monitorando todos os fatores magnificantes, se fazem necessários como medidas primárias na elaboração de políticas públicas de prevenção e controle de futuros acometimentos da doença em solo brasileiro.

REFERÊNCIAS

1. Rosen G. Uma história da saúde pública. 2a ed. São Paulo: Unesp; 2000.
2. Camargo Júnior KR. Racionalidades médicas: a medicina ocidental contemporânea. Rio de Janeiro: Instituto Médico Social da Universidade Estadual do Rio de Janeiro; 1993.
3. Barata RB. Epidemiologia e políticas públicas. Rev Bras Epidemiol. 2013;16(1):3-17. <https://doi.org/10.1590/S1415-790X2013000100001>
4. Silva ES, Lins GA, Castro EMNV. Historicidade e olhares sobre o processo saúde-doença: uma nova percepção. Revista Sustinere. 2016;4(2):171-86. <https://doi.org/10.12957/sustinere.2016.25976>
5. Silva ES, Viana CM, Rivera ING, Wedekind ES. Verificação de *V. cholerae* em águas portuárias da cidade do Rio de Janeiro, Brasil: um ensaio metodológico. Vigil Sanit Debate. 2016;4(1):13-9. <https://doi.org/10.3395/2317-269x.00553>
6. World Health Organization-WHO. Cholerae: numbers cases reported 2016. Genebra: WHO; 2017[acesso 20 out 2018]. Disponível em http://gamapserver.who.int/gho/interactive_charts/cholera/atlas.html
7. World Bank. Data bank and databases. Washington, DC: The World Bank Group; 2017[acesso 10 set 2018]. Disponível em <http://databank.worldbank.org/>
8. Chowdhury MAR, Huq A, Madeira FJB, Colwell RR. Effect of alum on free-living and copepod-associated *Vibrio cholerae* O1 and O139. Appl Environ Microbiol. 1997;63(8):3323-6.
9. Kokashvili T, Whitehouse CA, Tskhvediani A, Grim CJ, Elbakidze T, Mitaishvili N et al. Occurrence and diversity of clinically important vibrio species in the aquatic environment of Georgia. Front Public Health. 2015;3:1-12. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2015.00232>
10. Campos LC, Ferreira EO. *Vibrio cholerae*. In: Trabuasi LR, Alterthum F. Microbiologia. 5a ed. Rio de Janeiro: Atheneu; 2008. p. 347-54.
11. Nalin DR, Daya V, Reid A, Levine MM, Cisneros L. Absorption and growth of *Vibrio cholerae* on chitin. Infect Immun. 1979;25(2):768-70.
12. Martinelli JEM. A associação entre o zooplâncton e o *Vibrio cholerae* no complexo estuarino de Santos - Bertioga e plataforma adjacente [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2007.
13. Mai UEH, Shahamat M, Colwell RR. Survival of *Helicobacter pylori* in the aquatic environment. In: Menge H. *Helicobacter pylori*. New York: Springer; 1990. p. 76.
14. Miller CJ, Drasar BS, Feachem RG. Response of toxigenic *V. cholerae* O1 to physico-chemical stresses in aquatic environments. J Hyg. 1984;93(3):475-95.
15. Huq A, West PA, Small EB, Huq ML, Colwell RR. Influence of water temperature, salinity, and pH on survival and growth of toxigenic *Vibrio cholera* serovar O1 associated with live copepods in laboratory microcosms. Appl Environ Microbiol. 1984;48(2):420-4.
16. Gerolamo M, Penna MLF. Cólera e condições de vida da população. Rev Saude Publica. 2000;34(4):342-7. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102000000400005>
17. Passos ADC. Epidemia de cólera no sul do Brasil. Cad Saude Publica. 1999;15(2):426-7. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X1999000200030>
18. Gerolamo M, Penna MLF. Os primeiros cinco anos da sétima pandemia de cólera no Brasil. Inf Epidemiol Sus. 1999;8(3):49-58. <https://doi.org/10.5123/S0104-16731999000300003>
19. Sá LLC, Vale ERV, Garza DR, Vicente ACP. *Vibrio cholerae* O1 from superficial water of the Tucunba stream, Brazilian Amazon. Braz J Microbiol. 2012;43(2):635-8. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822012000200027>
20. Japan International Cooperation Agency - JICA. The study on recuperation of the Guanabara Bay ecosystem. Tokyo: Kokusai Kogyo; 1994.



21. Kjerfve B, Ribeiro CHA, Dias GTM, Filippo AM, Quaresma VS. Oceanographic characteristics of impacted coastal bay: Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brazil. *Continental Shelf Research*. 1997;17(13):1609-43. [https://doi.org/10.1016/S0278-4343\(97\)00028-9](https://doi.org/10.1016/S0278-4343(97)00028-9)
22. Negreiros DH, Araújo FP, Coreixas MA. Nossos rios. Niterói: Instituto Baía de Guanabara; 2002 [acesso 10 set 2018]. Disponível em: http://www.comitebaiadeguanabara.org.br/publication/nossos-rios-estudo-do-instituto-baia-de-guanabara-ibg/wppa_open/
23. Fistarol GO, Coutinho FH, Moreira AP, Venas T, Cánovas A, Paula Junior SE et al. Environmental and sanitary conditions of Guanabara Bay, Rio de Janeiro. *Front Microbiol*. 2015;6:1232. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01232>
24. Coelho V. Baía de Guanabara: uma história de agressão ambiental. Rio de Janeiro: Casa da Palavra; 2007.
25. Valentin JL, Tenenbaum DR, Bonecker ACT, Bonecker SLC, Nogueira CR, Villac MC. O sistema planctônico da Baía de Guanabara: síntese do conhecimento. In: Silva SHG, Lavrado HP, editores. *Ecologia dos ambientes costeiros do Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: UFRJ; 1999. p. 35-9 [Série Ecologia Brasiliensis, Vol. 7.]
26. Castro SM, Almeida JR. Dragagem e conflitos ambientais em portos clássicos e modernos: uma revisão. *Soc Nat*. 2012;24(3):519-34. <https://doi.org/10.1590/S1982-45132012000300011>
27. Torres RJ. Uma análise preliminar dos processos de dragagem no porto do Rio Grande, RS [dissertação]. Rio Grande: Universidade Federal do Rio Grande; 2000.
28. Challinot S, Godwin J, Davison D, Crowder E, Vercoe J, editores. *Ballast water management: infrastructure investment guidance*. Amersfoort: Royal HaskoningDHV; 2014.
29. Silva ES. Possibilidade de emergência de cólera no porto do Rio de Janeiro [dissertação]. Niterói: Universidade Federal Fluminense; 2012.
30. Werschkun B, Banerji S, Basurko OC, David M, Fuhr F, Gollasch SE et al. Emerging risks from ballast water treatment: the run-up to the International Ballast Water Management Convention. *Chemosphere*. 2014;112:256-66. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.03.135>
31. Dengo-Baloi LC, Semá-Baltazar CA, Manhique LV, Chitio JE, Inguane DL, Langa JP. Antibiotics resistance in El Tor *Vibrio cholerae* O1 isolated during cholera outbreaks in Mozambique from 2012 to 2015. *PLoS ONE*, 2017;12(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181496>
32. Ministério do Meio Ambiente (BR). Informe sobre as espécies exóticas invasoras marinhas no Brasil. Brasília, DF: Fundação Nacional de Saúde; 2009.
33. Thongchankaew U, Mittraparp-Arthorn P, Sukhumungoon P, Tansila N, Nuidate T, Nishibuchi M et al. Occurrence of potentially pathogenic vibrios and related environmental factors in Songkhla Lake, Thailand. *Can J Microbiol*. 2011;57(11):867-73. <https://doi.org/10.1139/w11-084>
34. Altug G, Gurun S, Cardak M, Ciftci PS, Kalkan S. The occurrence of pathogenic bacteria in some ships ballast water incoming from various marine regions to the Sea of Marmara, Turkey. *Mar Environ Res*. 2012;81:35-42. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2012.08.005>
35. Ferdous J, Sultana R, Rashid RB, Tasnimuzzaman M, Nordland A, Begum A et al. A comparative analysis of *Vibrio cholerae* contamination in point-of-drinking and source water in a low-income urban community, Bangladesh. *Front Microbiol*. 2018;9:489. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00489>
36. Agência Nacional de Transporte Aquaviário - Antaq. Anuário de movimentação portuária. Brasília, DF: Antaq; 2009 [acesso 10 set 2018]. Disponível em: <http://www.antaq.gov.br/Portal/Anuarios/Portuario2009/pdf%5CMovimentacao%5C RiodeJaneiro%5Ccarga%5C377PortodoRiodeJaneiro.pdf>
37. Silva FS, Pereira DC, Nunez LS, Krepsk N, Fontana LF, Baptista Neto JA. Bacteriological study of the superficial sediments of Guanabara Bay, RJ, Brazil. *Braz J Oceanography*. 2008;56(1):13-22. <https://doi.org/10.1590/S1679-87592008000100002>
38. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa. Estudo exploratório e caracterização de espécies patogênicas em água de lastro em portos selecionados no Brasil: relatório técnico projeto GGPAF. Brasília, DF: Anvisa; 2002.
39. Pereira CS, Possas CA, Vianna CM, Rodrigues DP. *Vibrio* spp isolados a partir de mexilhões (*Perna perna*) in natura e pré-cozidos de estação experimental de cultivo, Rio de Janeiro, Brasil. *Cienc Tecnol Aliment*. 2007;27(2):387-90. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000200030>
40. Ministério da Saúde (BR). Orientações técnicas para o monitoramento ambiental do *Vibrio cholerae*. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2016.
41. Kjerfve B, Lacerda LD, Dias GTM. Coastal marine ecosystems of Latin America. New York: Springer; 2001.
42. Rivera ING, Lipp EK, Gil A, Choopun N, Huq A, Colwell R.R. Method of DNA extraction and application of multiplex polymerase chain reaction to detect toxigenic *Vibrio cholerae* O1 and O139 from aquatic ecosystems. *Environ Microbiol*. 2003;5(7):599-606. <https://doi.org/10.1046/j.1462-2920.2003.00443.x>
43. Nogueira JMR, Rodrigues DP, Hofer E. Viabilidade de *Vibrio cholerae* O1 em diferentes tipos de águas em condições experimentais. *Cad Saude Publica*. 2002;18(5):1339-45. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2002000500027>



44. Fernández-Delgado M, Garcia-Amado MA, Contreras M, Inscanio RN, Chirinos H, Rojas H, et al. Survival, induction and resuscitation of *Vibrio cholerae* from the viable but non-culturable state in the southern Caribbean sea. Rev. Inst Med Trop S. 2015;57(1): 21-6. <https://doi.org/10.1590/S0036-46652015000100003>

45. Sultana M, Nusrin S, Hasan NA, Sadique A, Ahmed KU, Islam A et al. Biofilms comprise a component of the annual cycle of *Vibrio cholerae* in the Bay of Bengal Estuary. Mbio. 2018;9(2):e00483-18. <https://doi.org/10.1128/mBio.00483-18>

Conflito de Interesse

Os autores informam não haver qualquer potencial conflito de interesse com pares e instituições, políticos ou financeiros deste estudo.



Esta publicação está sob a licença Creative Commons Atribuição 3.0 não Adaptada.

Para ver uma cópia desta licença, visite http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.pt_BR.