Fatores de influência sobre a balneabilidade das praias de Santos – SP

Daniela Colin Lima[1], Jean Pierre de Moraes Créte[2], Walter Barrella[3]

[1] Mestranda em Ecologia pela Universidade Santa Cecília - UNISANTA. Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP - Bauru. E-mail: abcdaflor@gmail.com.

[2] Mestrando em Ecologia pela Universidade Santa Cecília - UNISANTA. Graduado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP.

[3] Doutor em Ciências Biológicas (Zoologia) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP - Rio Claro. Docente pesquisador do Mestrado em Ecologia do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos da Universidade Santa Cecília - UNISANTA - Santos - São Paulo - Brasil.

Resumo

O presente artigo tem a finalidade de verificar qual a influência de alguns fatores abióticos sobre a balneabilidade das praias de Santos - SP. Os fatores abióticos estudados foram quatro: nível do mar, intensidade e condição da maré (enchente, vazante, estofa de preamar e estofa de baixa-mar) e pluviosidade no município. A análise da influência entre estes fatores foi realizada através do coeficiente de correlação de Pearson. Os resultados deste estudo apontam para uma correlação desprezível entre a quantidade de enterococos e os dados relacionados às marés e uma correlação baixa entre a quantidade de enterococos e a pluviosidade.

Palavras-chave: poluição, contaminação, precipitação, maré, fases lunares.

Abstract

This article is intended to check the influence of some abiotic factors on the bathing beaches of Santos - SP. The studied abiotic factors were four: sea level, tide intensity and its condition (flood, ebb, high and low) and the accumulated rainfall in the city. The analysis of the influence of these factors was performed by using the Pearson correlation coefficient. The results of this study point to a negligible correlation between the amount of enterococci and the data related to the tides and to a low correlation between the amount of enterococci and the accumulated rainfall.

Keywords: bathing beaches, water pollution, rain, ocean tides, moon phases.

Introdução

Santos é uma cidade litorânea que tem sua orla como um importante atrativo turístico. Contudo, a poluição das águas de suas praias pode comprometer a saúde e o bem-estar dos banhistas e usuários. De acordo com a CETESB (2016), no ano de 2015, das sete praias de Santos, seis tiveram classificação anual "Péssima" e uma, "Ruim". Em 2014, todas as sete praias apresentaram classificação anual "Ruim" (CETESB, 2015) e em 2013, cinco apresentaram classificação "Péssima" e as outras duas, "Ruim" (CETESB, 2014).

Segundo a Resolução nº 274 de 2000 do CONAMA, quando existe o contato direto do usuário com as águas de recreação, como ocorre nestas praias, trata-se de "recreação de contato primário" (CONAMA, 2000).

> A qualidade da água para fins de recreação de contato primário constitui a balneabilidade, sendo necessário para sua avaliação o estabelecimento de critérios objetivos. Esses critérios estão baseados em microrganismos indicadores de contaminação fecal a serem monitorados e seus valores confrontados com padrões preestabelecidos, para que se possam identificar as condições de balneabilidade em um determinado local. (CETESB, 2016, p. 27).

De acordo com as análises da CETESB (2016), a principal fonte de poluição das praias do município são os canais pluviais. Adotados como solução para drenagem urbana, os "canais de Santos" foram criados pelo engenheiro sanitarista Saturnino de Brito no início do século XX e tiveram seu projeto inspirado nas técnicas urbanísticas holandesas (FARIA; QUINTO JUNIOR, 2012). Atualmente, os canais normalmente têm suas águas direcionadas para a Estação de Pré-Condicionamento de Esgotos (EPC) da Sabesp, no bairro do José Menino (FERRAZ *et al*., 2012) através de uma rede de interceptores paralelos à orla (BRAGA *et al*., 2000). Contudo, quando ocorrem chuvas fortes, as comportas dos canais – as quais, quando fechadas, impedem a disposição direta de suas águas no mar - precisam ser abertas. Nestes casos, as águas drenadas pelos canais – que, além da poluição difusa veiculada com as águas de escoamento superficial, recebem contribuições clandestinas de esgoto doméstico - tornam-se, segundo a CETESB, a principal fonte de poluição das praias do município (CETESB, 2016).

Além da análise semanal de contaminação das praias feitas pela CETESB, o município de Santos conta as análises do laboratório da Seção de Controle de Balneabilidade - SECOMB - da Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura de Santos. De acordo com os técnicos deste laboratório, suas coletas são feitas duas vezes por semana, às segundas e quartas-feiras, nos mesmos pontos de coleta da CETESB, e são considerados na classificação da balneabilidade e na sinalização das praias por meio de bandeiras. Segundo o engenheiro Márcio Paulo[*], a experiência prática demonstra ser claramente perceptível que as amostras de águas do mar coletadas após a ocorrência de fortes chuvas apresentam grande contaminação, normalmente representando, portanto, prejuízo à balneabilidade. Sendo assim, convencionamos verificar através da análise do coeficiente de Pearson, qual é a correlação entre a pluviosidade semanal acumulada no município de Santos e a balneabilidade de suas praias, segundo a classificação publicada pela CETESB (2014, 2015, 2016).

Outros elementos considerados neste estudo para avaliação de interferência na balneabilidade das praias foram: o nível do mar; a condição do movimento da maré, ou seja, se ela está "subindo" (enchente), "descendo" (vazante) ou se está "parada" no nível mais alto (estofo de preamar) ou "parada" no nível mais baixo (estofo de baixa-mar); e a

[*] Comunicação pessoal com Engenheiro Márcio Goncalves Paulo, da Secretaria de Meio Ambiente de Santos, em palestra ministrada aos servidores da Secretaria de Turismo de Santos em 21/03/2016.

amplitude da maré, ou seja, se ela representa maré de sizígia – que ocorre durante os períodos de lua cheia ou nova (maré viva) – ou de quadratura - que ocorre durante os períodos de lua crescente ou minguante (maré morta).

O objetivo deste estudo é verificar quais, entre estes elementos citados - pluviosidade e três fatores relacionados à maré - interferem na balneabilidade das praias de Santos – SP. Esta verificação foi feita através do coeficiente de correlação de Pearson, utilizando-se o programa PAST (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001). O período estudado neste artigo foram os anos de 2013, 2014 e 2015.

Metodologia

Os dados sobre a balneabilidade das praias de Santos, foram obtidos através do "Relatório de Qualidade das Praias Litorâneas no Estado de São Paulo 2015" publicado pela CETESB (2016) e pautados nos termos da Resolução nº 274 de 2000 do CONAMA (2000). Para estabelecer as condições de balneabilidade, a CETESB baseia-se na quantificação de microrganismos existentes em material fecal, principalmente pelo fato de serem numerosos e variados neste tipo de material. Segundo a Companhia, a estratégia tem apresentado resultados satisfatórios. Além disso, o método utilizado para a detecção destes microrganismos, em comparação com os métodos para detecção de outros microrganismos nocivos à saúde, é mais simples, rápido e barato (CETESB, 2016):

> Por esses motivos, adotou-se há cerca de 100 anos a estratégia de avaliar-se a presença de material fecal na água utilizando-se microrganismos constantemente presentes nas fezes, denominados assim de indicadores de contaminação fecal e, portanto, da potencial presença de microrganismos patogênicos causadores de gastroenterites de transmissão fecal-oral (CETESB, 2016, p. 28).

Os microrganismos considerados pela CETESB para a avaliação da balneabilidade são os enterococos:

> Enterococos: bactérias do grupo dos estreptococos fecais, pertencentes ao gênero *Enterococcus* (previamente considerados estreptococos do grupo D), o qual se caracteriza pela alta tolerância às condições adversas de crescimento, tais como: capacidade de crescer na presença de 6,5% de cloreto de sódio, a pH 9,6 e nas temperaturas de 10° e 45°C. A maioria das espécies dos *Enterococcus* são de origem fecal humana, embora possam ser isolados de fezes de animais (CONAMA, 2000).

Baseada nos termos da Resolução CONAMA nº 274 de 2000, a CETESB determina os parâmetros para a classificação da balneabilidade das praias:

> O critério adotado pela CETESB para águas marinhas é baseado na densidade de enterococos superiores a 100 UFC/100 ml, em duas ou mais amostras de um conjunto de cinco semanas, ou valores superiores a 400 UFC/100 ml na última amostragem. Estes caracterizam a impropriedade da praia para recreação de contato primário. [...] sua classificação, como imprópria, indica, portanto, um comprometimento na qualidade sanitária das águas, implicando em um aumento no risco à saúde do banhista e tornando desaconselhável a sua utilização para o banho (CETESB, 2016, p. 31).

Os locais utilizados pela Companhia para a coleta das amostras de água para análise da balneabilidade são sete: Ponta da Praia, na direção do Aquário Municipal; Aparecida, na direção da Rua Marechal Rondon; Embaré, na direção do Orfanato Casa da Vovó Anita; Boqueirão, na direção da Rua Ângelo Guerra; Gonzaga, na direção da Av. Ana Costa; José Menino, na direção da Rua Olavo Bilac; José Menino, na direção da Rua Frederico Ozanan. Todos os locais de coleta de Santos estão identificados na Figura 1.

As amostras de água do mar são coletadas na região de profundidade aproximada de um

metro, que representa a seção mais utilizada para a recreação, e aos domingos, dia com maior número de banhistas nas praias. As coletas são feitas preferencialmente na maré vazante, "na qual, em princípio, observa-se maior contribuição e menor diluição dos efluentes" (CETESB, 2016). Para sistematizar o cálculo, foi utilizada a média entre os registros da presença de enterococos das sete localidades para cada dia de coleta.

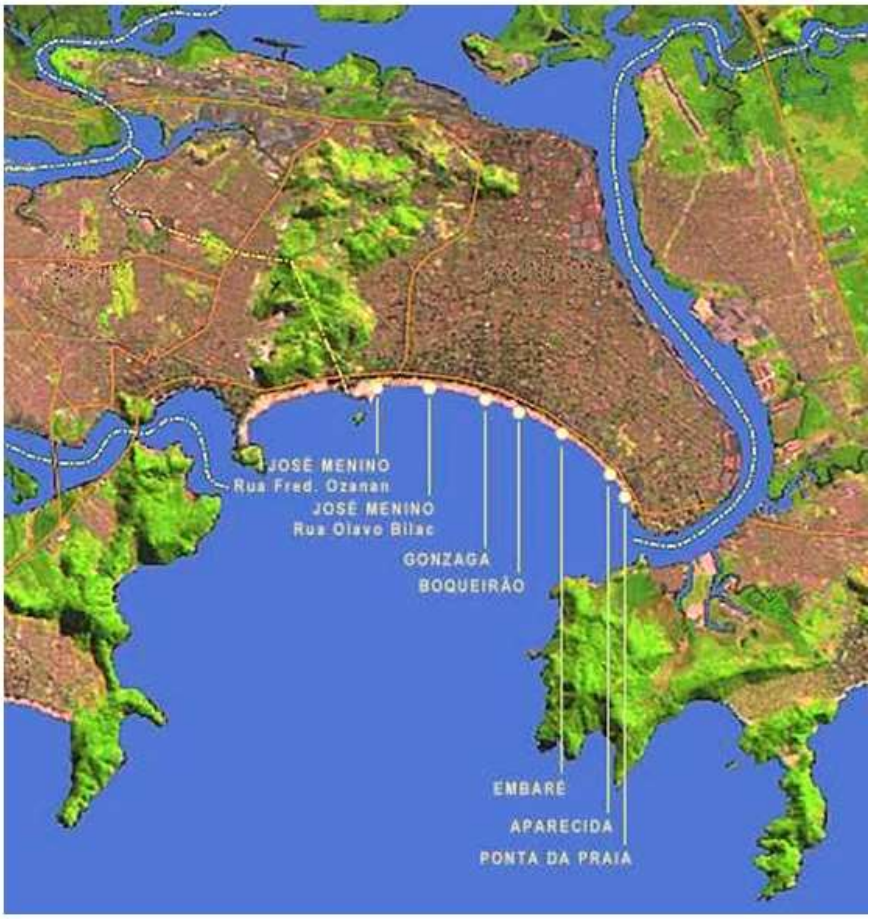

Figura 1: Localização dos pontos de coleta de água para análise de concentração por enterococos nas praias de Santos. Fonte: CETESB. Disponível em: <http://qualipraia.cetesb.sp.gov.br/media/imagens-satelite-praias/satelite_santos.htm>.

Quanto aos dados de pluviosidade no município de Santos, foram utilizados para a análise de que trata este estudo, os levantamentos feitos pelo Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas – CIIAGRO (2016). O Centro realiza o balanço hídrico semanal de diversas localidades do Estado de São Paulo:

> Diariamente os dados meteorológicos, através de um sistema web, são incorporados ao banco de dados [...]. Os principais dados inseridos são a temperaturas máxima e mínima do ar e precipitação diária [...]. O CIIAGRO incorpora informações das Estações Meteorológicas Mecânicas, assim como de uma Rede de Estações Meteorológicas Automatizadas. (CIIAGRO, 2016).

Para este estudo, foram utilizados os dados do CIIAGRO referentes ao balanço hídrico semanal para a cidade de Santos, registrados a partir da primeira medição do ano de 2013 – realizada no dia 6 de janeiro - até a última medição do ano de 2015 – realizada no dia 27 de dezembro. Todas as amostras para cálculo do balanço hídrico consideradas neste estudo, iniciaram às segundas-feiras e foram finalizadas nos domingos imediatamente subsequentes. A data de todas as coletas de amostras para quantificação de enterococos, realizadas pela CETESB, coincidiram com os

últimos dias da quantificação do balanço hídrico semanal – exceto a coleta de amostras de 04/09/2014, realizada com três dias de antecedência. Sendo assim, considerou-se que todas as amostras foram coletadas pela CETESB em período sujeito à possível influência do índice pluviométrico registrado pelo CIIAGRO.

Para a consideração do nível do mar e da sua condição - se está na enchente, vazante, em estofo de preamar ou em estofo de baixa-mar - foram considerados os dados e orientações fornecidos pelo Núcleo de Pesquisas Hidrodinâmicas - NPH da Universidade Santa Cecília - UNISANTA. Entre os dados fornecidos, estão os registros obtidos através da Plataforma AQUASAFE (LEITÃO *et al*., 2015) implementada para a região do Estuário de Santos (RIBEIRO *et al*., 2016). Até o final de novembro de 2014, foram considerados os dados os dados históricos brutos enviados pela própria Praticagem para o NPH. A partir de dezembro de 2015, foram considerados os dados que o NPH UNISANTA obteve automaticamente, a partir da base de dados da Praticagem.

Para determinação da condição da maré, foram consideradas as medições do marégrafo (Figura 2) nos dias coincidentes com os dias de coleta das amostras de água do mar para análise de quantidade de enterococos. Considerou-se, especialmente, o período entre as 8 e as 9 horas da manhã, que é o horário que normalmente, tanto a CETESB quanto os agentes da própria Prefeitura, fazem as coletas de água do mar para análise de quantidade de contaminantes (informação verbal)[†].



Figura 2: Localização da estação maregráfica da Praticagem de Santos.
Fonte: Google Maps (adaptado). Acesso em 15 de junho de 2016.

Para efeito de análise de correlação, convencionou-se adotar os seguintes valores para as condições da maré: "1" para maré de enchente, "2" para estofo de preamar, "-1" para maré vazante, "-2" para estofo de baixa-mar e "0" para uma condição indeterminada. A condição foi considerada indeterminada quando não correspondeu às características comumente encontradas nas marés de enchente, vazante ou estofo. Os níveis muito próximos da preamar da baixa-mar foram considerados estofo.

Quanto à medição do nível do mar, adotou-se a medição realizada em horário mais próximo possível das 8:30h. Em caso de coincidência,

[†] Comunicação pessoal com Engenheiro Márcio Goncalves Paulo, da Secretaria de Meio Ambiente de Santos, em palestra ministrada aos servidores da Secretaria de Turismo de Santos em 21/03/2016.

convencionou-se adotar a primeira coleta posterior a este horário. Não havendo dados registrados até 9:30h, foi considerado "dado indisponível". Para as amostras de código 01-2015 e 26-2015, não foram disponibilizados os registros dos níveis do mar realizados pela Praticagem e, portanto, foram adotados os valores divulgados na tábua de previsões de marés do Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO) do Centro de Hidrografia da Marinha – CHM (MARINHA DO BRASIL, 2016).

Para verificação da fase da lua, foram também considerados os dados publicados pela Diretoria de Hidrografia e Navegação - DHN (MARINHA DO BRASIL, 2016). As fases da lua foram observadas neste estudo para verificação quanto à amplitude da maré, ou seja, se no momento da coleta das amostras, tratava-se de maré de sizígia, ou "maré viva" – que ocorre durante os períodos de lua cheia ou nova – ou de maré de quadratura, "maré morta" - que ocorre durante os períodos de lua crescente ou minguante. Para efeito de análise de correlação, convencionou se adotar o valor "1" para as amostras coletadas na maré de sizígia e "0" para aquelas coletadas em maré de quadratura.

Resultados

Após a tabulação dos dados, foram geradas três tabelas separadas por anos. A Tabela 1 corresponde aos dados de maré, pluviosidade e concentração de enterococos das praias de Santos obtidos no ano de 2013. A Tabela 2 corresponde aos dados referentes ao ano de 2014 e a Tabela 3, ao ano de 2015. As amostras com quaisquer dados faltantes foram retiradas da tabela e desconsideradas na análise de correlação. A partir desta tabela, foi calculada a média aritmética da concentração de enterococos entre os sete locais de coleta. Esta média foi calculada para cada uma das datas de coleta consideradas na tabela. Posteriormente, foi feito o cálculo para verificar a correlação entre cinco variáveis: nível, condição e intensidade da maré, pluviosidade acumulada na semana imediatamente anterior a cada coleta e a média de concentração de enterococos. O cálculo foi feito através do coeficiente de correlação de Pearson utilizando-se o programa PAST (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001). Desta análise de correlação, foi gerada a Tabela 4, que apresenta os valores de correlação entre as variáveis.

CÓDIGO	MARÉ			PLUVIO-SIDADE	CONCENTRAÇÃO - ENTEROCOCOS (UFC/100ml)						
SEMANA-ANO	NÍVEL	CONDIÇÃO	INTENSIDADE (LUA)	VOLUME (mm)	P. DA PRAIA	APARECIDA	EMBARÉ	BOQUEIRÃO	GONZAGA	J. MENINO - OLAVO BILAC	J. MENINO - FREDERICO OZANAN
01–2013	0,6	1	0	113,4	33	96	80	10	27	10	256
02–2013	0,7	-1	1	84,7	460	452	480	43	92	64	320
03–2013	1,2	2	0	35,8	23	33	21	6	3	7	4
04–2013	0,8	-2	1	77,5	192	59	35	37	176	320	288
05–2013	1,0	2	0	4,3	200	27	7	11	4	9	28
06–2013	0,6	-2	1	38,6	51	144	45	23	12	92	80
07–2013	0,7	-1	0	38,2	16	19	16	10	14	17	27
08–2013	0,2	-2	0	124,8	72	6	21	4	3	72	36
09–2013	0,6	-1	1	52,5	13	8	14	12	27	8	21
10–2013	0,6	1	0	31,7	176	72	96	40	49	44	37
11–2013	1,1	-1	1	121,2	1200	840	740	620	660	1040	1100
12–2013	0,6	1	0	107,5	72	27	148	216	240	248	212
13–2013	0,7	-1	1	47,5	220	88	80	16	14	18	84
14–2013	0,8	-2	0	8,5	25	100	72	148	140	72	92
15–2013	1,0	-1	1	86,3	340	460	400	540	300	320	380
16–2013	0,9	1	0	1,1	45	24	3	1	1	6	10
17–2013	0,9	-1	1	0,5	6	8	1	1	6	28	6
18–2013	1,1	1	0	0	48	57	68	6	12	1	9
19–2013	0,3	-2	1	24,9	49	43	10	2	4	11	2
20–2013	1,0	1	0	55,7	88	104	120	84	63	108	48
21–2013	0,3	-1	1	36,2	348	152	140	37	55	10	3
22–2013	0,9	0	0	6,2	31	32	28	392	508	33	31
23–2013	0,3	-2	1	16,3	18	6	19	13	16	22	35
24–2013	1,4	2	0	2,9	29	23	18	16	18	24	7
25–2013	0,2	-2	1	12,7	5	5	4	1	3	4	5
26–2013	1,0	0	0	72,8	460	420	600	520	560	740	640
27–2013	0,3	-2	0	55,3	80	61	67	84	48	53	44
28–2013	1,1	-1	1	28,7	76	49	21	10	2	1	12
29–2013	0,6	-2	0	10,9	15	29	16	29	40	188	37
30–2013	1,0	-1	1	53,7	45	35	43	20	36	40	56
31–2013	0,7	-2	0	0	23	64	31	101	47	8	11
32–2013	1,2	-1	1	3,1	29	31	81	9	27	17	16
33–2013	0,3	1	0	24,7	408	412	428	416	52	39	48
34–2013	1,3	-1	1	2,6	68	67	80	100	88	180	104
35–2013	0,5	1	0	2,8	31	53	136	404	4	2	3
36–2013	0,4	-1	1	19,1	9	10	22	8	11	19	17
37–2013	0,7	1	0	0	56	35	104	7	31	40	51
38–2013	0,9	-1	1	38,8	72	76	84	76	72	88	18
39–2013	0,7	-2	0	51,1	48	33	196	9	80	100	72
40–2013	0,6	-2	1	41,7	19	33	80	28	21	10	15
41–2013	0,8	1	0	10,4	36	41	31	15	35	2	4
42–2013	0,4	-2	1	110,3	116	88	36	61	56	39	39
43–2013	0,9	1	0	73,2	124	108	108	79	21	40	35
44–2013	-0,1	-2	1	1,8	55	18	21	18	12	92	27
45–2013	1,0	0	0	61	4	4	13	19	5	2	16

Tabela 1: Dados de maré, pluviosidade e concentração de enterococos das praias de Santos em 2013.

CÓDIGO	MARÉ			PLUVIO-SIDADE	CONCENTRAÇÃO - ENTEROCOCOS (UFC/100ml)						
SEMANA-ANO	NÍVEL	CONDIÇÃO	INTENSIDADE (LUA)	VOLUME (mm)	P. DA PRAIA	APARECIDA	EMBARÉ	BOQUEIRÃO	GONZAGA	J. MENINO - OLAVO BILAC	J. MENINO - FREDERICO OZANAN
01–2014	1,1	-1	1	116,5	23	484	436	296	460	412	436
02–2014	0,8	1	0	6,8	120	32	96	68	116	29	372
03–2014	0,7	-1	1	126,4	6	12	5	2	6	8	84
04–2014	1,0	1	0	0	73	9	8	6	5	3	9
05–2014	0,7	-1	1	8,2	14	1	8	24	9	5	2
06–2014	0,9	1	0	0	11	2	144	6	11	1	6
07–2014	0,6	-2	1	140,8	344	396	400	468	484	492	480
08–2014	0,9	0	0	50,2	4	5	15	1	76	37	28
09–2014	0,6	-2	1	70,7	19	88	33	14	10	120	18
10–2014	1,0	0	0	71,6	16	10	18	3	49	15	2
11–2014	0,2	-2	1	44	44	2	17	13	8	2	16
12–2014	1,4	0	0	140	480	472	412	460	416	248	348
13–2014	0,3	-2	1	7,8	100	100	76	29	13	29	76
17–2014	0,6	-2	0	109,4	55	14	93	72	52	60	28
18–2014	0,6	-1	1	0,2	1	23	8	9	11	29	2
19–2014	0,5	1	0	53,2	416	428	436	412	420	432	136
20–2014	0,9	-1	1	35,2	6	7	28	15	12	31	8
21–2014	0,9	-2	0	116,3	456	440	460	312	392	404	416
22–2014	0,3	-1	1	77,8	152	96	108	72	45	27	48
23–2014	0,8	1	0	60,3	47	252	108	416	124	188	27
24–2014	0,8	-1	1	23,4	1	252	96	9	6	4	1
25–2014	0,7	-2	0	59,5	6	20	9	4	16	14	6
26–2014	0,5	-1	1	0	21	1	1	3	2	5	8
27–2014	0,9	2	0	0,3	2	1	18	1	1	2	4
28–2014	0,2	-1	1	45,8	156	128	100	84	108	49	22
29–2014	1,0	0	0	1,1	9	7	8	3	12	5	29
30–2014	0,3	-2	1	18	100	236	324	296	376	212	108
31–2014	0,9	2	0	30,5	17	88	7	1	5	1	2
32–2014	0,0	-1	1	35,4	84	81	21	44	24	32	37
33–2014	0,7	0	0	48,7	352	332	272	180	228	132	128
34–2014	0,0	-2	0	0,3	2	2	4	4	2	1	1
35–2014	0,1	-1	1	9,7	39	84	10	288	132	2	7
36–2014	0,6	1	0	51	20	5	80	13	8	8	7
37–2014	0,9	-1	1	0	24	16	4	7	12	10	35
38–2014	-0,6	1	0	28,7	356	484	465	428	440	492	524
39–2014	0,8	-1	1	47,1	39	18	304	512	524	508	500
40–2014	0,0	1	0	11,6	13	2	1	4	1	4	11
42–2014	0,9	1	0	1,1	20	1	15	16	3	1	124
43–2014	0,4	-1	1	12,5	57	32	43	33	41	25	28
44–2014	0,8	1	0	1,1	10	10	21	25	4	3	27
45–2014	0,4	-1	1	22,5	2	4	2	1	2	4	18
46–2014	0,8	1	0	21,8	3	5	3	9	3	3	1
47–2014	0,4	-1	1	0,8	28	7	4	36	148	148	35
48–2014	0,7	1	0	29,8	1	1	1	1	1	1	6
49–2014	0,2	-1	1	33,5	15	28	20	4	6	19	13

Tabela 2: Dados de maré, pluviosidade e concentração de enterococos das praias de Santos em 2014.

CÓDIGO	MARÉ			PLUVIO-SIDADE	CONCENTRAÇÃO - ENTEROCOCOS (UFC/100ml)						
SEMANA-ANO	NÍVEL	CONDIÇÃO	INTENSIDADE (LUA)	VOLUME (mm)	P. DA PRAIA	APARECIDA	EMBARÉ	BOQUEIRÃO	GONZAGA	J. MENINO - OLAVO BILAC	J. MENINO - FREDERICO OZANAN
02–2015	1,1	-1	1	30,5	4	16	5	40	72	80	41
03–2015	0,5	1	0	1	18	12	12	2	13	96	11
04–2015	0,9	-1	1	279	39	27	6	5	14	112	84
05–2015	0,7	1	0	67	468	500	520	616	452	416	440
06–2015	0,9	-1	1	91	24	7	11	24	11	43	76
07–2015	0,8	1	0	79,1	436	400	340	124	296	248	364
08–2015	0,8	-1	1	66,8	328	24	6	2	2	10	1
09–2015	0,9	1	0	71,7	25	32	29	32	10	37	39
10–2015	0,5	-1	1	20,1	144	72	80	65	100	188	120
11–2015	0,8	1	0	51,3	112	136	132	168	228	120	188
12–2015	0,8	-1	1	128,6	176	128	148	88	100	80	35
13–2015	1,0	1	0	35	5	72	1	6	2	25	28
14–2015	0,3	-1	1	5,6	23	1	3	4	5	4	3
15–2015	0,9	1	0	55,1	72	40	3	6	31	29	3
16–2015	0,4	-1	1	16,8	44	49	83	57	25	36	29
17–2015	1,1	2	0	39,7	63	49	10	27	4	27	19
18–2015	-0,1	-1	0	39	76	65	88	51	68	56	44
19–2015	0,8	1	1	35,6	140	108	80	104	8	16	18
20–2015	0,0	-2	0	74,5	15	18	15	7	5	49	53
21–2015	0,7	-1	1	0,4	3	5	7	2	1	1	1
22–2015	0,5	1	0	15,3	168	188	212	188	132	112	156
23–2015	0,8	2	1	10,2	4	19	7	4	1	1	3
24–2015	0,8	1	0	32	32	15	14	7	16	17	33
25–2015	0,7	-1	1	137,1	164	52	156	88	80	128	212
27–2015	1,3	-1	1	52,8	304	336	356	316	488	432	188
28–2015	0,6	1	0	0,4	39	47	31	36	80	33	24
29–2015	0,6	-1	1	0,5	28	13	39	18	10	4	10
30–2015	1,1	1	0	40,2	80	63	96	32	136	156	188
31–2015	0,0	-1	1	0	24	14	29	18	12	9	16
32–2015	0,4	1	0	0	4	16	18	24	8	21	220
33–2015	0,2	-1	1	0	156	3	1	2	104	6	14
34–2015	0,5	-2	0	2,4	9	16	5	9	1	3	9
35–2015	-0,3	-1	1	8,6	412	7	92	33	52	32	51
36–2015	0,8	0	0	10,8	116	124	120	120	152	152	156
37–2015	0,4	-1	1	62,6	432	452	476	496	440	484	460
38–2015	1,0	-1	1	0,2	37	14	5	1	3	17	9
39–2015	-0,1	-2	1	8,2	12	17	16	17	17	18	45
40–2015	1,3	2	0	27,4	252	232	176	212	436	84	104
41–2015	0,6	1	0	13,1	100	84	72	92	80	108	80
42–2015	1,5	-1	1	24,2	72	45	39	49	37	108	72
43–2015	0,5	-2	0	30,1	9	10	17	8	11	24	14
44–2015	1,2	2	1	16,8	100	75	104	188	284	376	324
46–2015	1,0	-1	1	16	9	7	7	336	320	29	26
48–2015	1,0	-1	1	54,8	440	412	460	408	444	436	480
49–2015	0,8	1	0	35,5	212	196	248	228	208	268	184
50–2015	0,8	-1	1	52,2	4	64	28	6	80	18	108
51–2015	1,0	1	0	98,2	148	120	276	204	164	308	324
52–2015	0,9	-1	1	66,6	15	27	19	19	32	63	22

Tabela 3: Dados de maré, pluviosidade e concentração de enterococos das praias de Santos em 2015.

	NÍVEL DO MAR	CONDIÇÃO	INTENSIDADE
NÍVEL DO MAR	–	–	–
CONDIÇÃO	0,35	–	–
INTENSIDADE	-0,13	-0,57	–
PLUVIOSIDADE	0,14	-0,16	0,06
ENTEROCOCOS	0,13	0,03	0,00

Tabela 4: Coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis relacionadas à maré: nível, condição e intensidade; pluviosidade acumulada e média de concentração de enterococos, e os sete pontos de coleta nas praias de Santos.

Discussão

De acordo com Hinkle, Wiersma e Jurs (2003, apud MUKAKA, 2012), a correlação, seja ela negativa ou positiva, pode ser considerada muito alta se seu valor absoluto estiver entre 0,90 e 1,00; se estiver entre 0,70 e 0,90, pode ser considerada alta; entre 0,50 e 0,70, pode ser considerada moderada; entre, 0,30 e 0,50, pode ser considerada baixa e entre 0,00 e 0,30, desprezível. Sendo assim, podemos dizer, a partir da análise dos dados apresentados, que as correlações entre a concentração de enterococos e os dados relacionado a maré - nível, condição e intensidade - podem ser considerados desprezíveis e a correlação entre a presença de enterococos e a pluviosidade, pode ser considerada baixa.

Em Santos, diferentemente de outros municípios, a poluição proveniente do escoamento superficial urbano, normalmente transportada pelas chuvas, não é diretamente despejada no mar, mas direcionadas aos canais. Estes, por sua vez, têm suas águas normalmente conduzidas para a EPC e, após receberem o mesmo tratamento que os demais efluentes, são despejadas em mar aberto através do emissário submarino (informação verbal). Contudo, quando ocorrem chuvas fortes, as comportas são abertas e as águas dos canais, contaminadas pela poluição difusa, são despejadas no mar. Segundo o engenheiro Márcio Paulo‡, além de serem abertas as comportas dos canais em situação de chuvas intensas, elas também podem ser abertas para manutenção ou, ainda, em caso de defeito do sistema. Entende-se que, por estas razões, o estudo apresenta baixa correlação entre a pluviosidade no município e a balneabilidade nas praias de Santos.

Ainda segundo CETESB, "durante as marés de enchente, o grande volume de água afluente [...] age no sentido de barrar cursos d'água eventualmente contaminados" e "nas marés vazantes, ocorre o fenômeno inverso [...], levando maior quantidade de esgotos à praia" (CETESB, 2016). Entretanto, os resultados deste estudo apresentaram, entre todos os fatores analisados relacionados à maré, correlação desprezível em relação à balneabilidade, o que também pode ter sido influenciado em Santos pelas comportas dos canais.

Conclusão

Normalmente, em áreas urbanas onde o grau de impermeabilização do solo é elevado, o escoamento das águas pluviais é o maior responsável pela contaminação proveniente da poluição difusa e as chuvas estão relacionadas diretamente a índices insatisfatórios de balneabilidade. Contudo, os resultados deste estudo apontam para uma correlação baixa entre o acumulado semanal de chuvas e a concentração de enterococos, como indicadores de contaminação, nas praias de Santos. Quanto aos fatores relacionados à maré: nível, condição e intensidade; os

‡ Comunicação pessoal com Engenheiro Márcio Goncalves Paulo, da Secretaria de Meio Ambiente de Santos, em palestra ministrada aos servidores da Secretaria de Turismo de Santos em 21/03/2016.

mesmos apresentaram correlação desprezível com a balneabilidade. Em virtude destes resultados, entendemos ser necessários maiores estudos, para que se aprofunde o conhecimento quanto aos fatores que interferem diretamente na balneabilidade das praias de Santos, em especial, referentes à vazão e abertura das comportas dos canais de drenagem, às concentrações de contaminantes destes afluentes e ao decaimento bacteriano em função da diluição e dispersão; além de análises relacionadas à poluição proveniente do canal estuarino e suas correlações com a qualidade das águas nas praias de Santos.

Agradecimentos

Aos integrantes do Núcleo de Pesquisas Hidrodinâmicas da UNISANTA: Renan Braga Ribeiro, pela solicitude e atenção; Alexandra Sampaio, pela gentileza e colaboração; e Matheus Ruiz, pela disposição e entusiasmo. A Márcio Gonçalves Paulo, engenheiro da Secretaria de Meio-Ambiente da Prefeitura de Santos, pela paciência e prestatividade. A todos vocês, nosso muito obrigado!

Referências

BRAGA, E.S.; BONETTI, C.V.D.H.; BURONE, L.; BONETTI FILHO, J. Eutrophication and bacterial pollution caused by industrial and domestic wastes at the Baixada Santista Estuarine System-Brazil. *Marine Pollution Bulletin*. v.40, n. 2, p. 165-173, fev. 2000. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Leticia_Burone/publication/222649949_Eutrophication_and_Bacterial_Pollution_Caused_by_Industrial_and_Domestic_Wastes_at_the_Baixada_Santista_Estuarine_System_-_Brazil/links/00b49516d3633b404f000000.pdf>. Acesso em: 8 jul. 2016.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Relatório de qualidade das praias litorâneas no estado de São Paulo 2013*. São Paulo: CETESB, 2014. 213 p. (Série Relatórios / CETESB, ISSN 0103-4103). Disponível em: <http://praias.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/26/2013/11/relatorio_balneabilidade_2013.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2016.

_____. *Relatório de qualidade das praias litorâneas no estado de São Paulo 2014*. São Paulo: CETESB, 2015. 224 p. (Série Relatórios / CETESB, ISSN 0103-4103). Disponível em: <http://praias.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/26/2013/11/Relat%C3%B3rioQualidade PraiasLitor%C3%A2neas_2014.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2016.

_____. *Relatório de qualidade das praias litorâneas no estado de São Paulo 2015*. São Paulo: CETESB, 2016. 188 p. (Série Relatórios / CETESB, ISSN 0103-4103). Disponível em: <http://praias.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/26/2013/11/praias-2015.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2016.

CIIAGRO - CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS. *Balanço Hídrico Local*. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/Listagens/BH/LBalancoHidricoLocal.asp>. Acesso em: 10 jun. 2016.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. *Diário Oficial da União*, Brasília, 25 jan. 2001, n. 18, seção 1, p. 70-71. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=272>. Acesso em 08 jul. 2016.

FARIA, T.J.P.; QUINTO JÚNIOR, L.P. Os canais como estruturadores do espaço urbano: os projetos de Saturnino de Brito para as cidades de Campos dos Goytacazes/RJ e Santos/SP. In: SEMINÁRIO DE HISTÓRIA

DA CIDADE E DO URBANISMO, v. 10, n. 2, 2012. 12 p. *Anais*... Disponível em: <http://unuhospedagem.com.br/revista/rbeur/index.php/shcu/article/viewFile/1204/1179>. Acesso em 10 jul. 2016.

FERRAZ, M.A.; CHOUERI, R.B.; FIORI, E.F.; NOBRE, C.R.; CÉSAR, A.; PEREIRA, C.D.S. Avaliação da qualidade dos sedimentos da orla de Santos empregando-se ensaios de toxicidade e caracterização da estrutura da comunidade macro bentônica. *O Mundo da Saúde*, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 625-634, 2012. Disponível em: <http://www.saocamilo-sp.br/pdf/mundo_saude/97/12.pdf>. Acesso em 9 jul. 2016.

HAMMER, Ø; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. PAST: Palaeontological Statistics software package for education and data analysis, v. 2.10. *Palaeontologia Eletronica*. v. 4, n.1, 9 p. 2001.

HINKLE, D.E.; WIERSMA, W.; JURS, S.G. Applied statistics for the behavioral sciences, 2003. In: MUKAKA M.M. A guide to appropriate use of Correlation coefficient in medical research. *Malawi Medical Journal*. v. 24, n.3, p. 69-71, set. 2012. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3576830/>. Acesso em 12 jul. 2016.

LEITÃO, P.; LEITÃO, J.; RIBEIRO, R.; SAMPAIO, A.; GALVÃO, P.; RIBEIRO, J.; SILVA, A. Serviços de Previsão de Alta Resolução de Condições Meteo-Oceanográficas e de Eventos de Poluição Costeira. In: VIII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA, Aveiro, n. 8, 2015. *Anais*... Lisboa: APRH, 2015. 15 p. Disponível em: <http://www.aprh.pt/ZonasCosteiras2015/pdf/5A2_Artigo_080.pdf>. Acesso em 10 jul. 2016.

MARINHA DO BRASIL. Diretoria de Hidrografia e Navegação – DHN. Centro de Hidrografia da Marinha - CHM. BANCO NACIONAL DE DADOS OCEANOGRÁFICOS – BNDO. *Tábua de Previsão de Marés*. Disponível em: <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/box-previsao-mare/tabuas/>. Acesso em 15 jun. 2016.

RIBEIRO, R.B.; LEITÃO, J.C.; LEITÃO, P.C.; PUIA, H.L.; SAMPAIO, A.F.P. Integration of high-resolution metocean forecast and observing systems at Port of Santos. In: NINTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON COASTAL AND PORT ENGINEERING IN DEVELOPING COUNTRIES, 2016, Rio de Janeiro. *Proceedings*... IX PIANC-COPEDEC, 2016, 13 p. Disponível em <http://www.gapcongressos.com.br/trabalhos/z0167/20151130341_full.pdf>. Acesso em 10 jul. 2016.