

VI-023 - BALNEABILIDADE DAS PRAIAS DO RIO GRANDE DO NORTE: AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA NO PERÍODO 2012-2016

André Luís Calado Araújo

Engenheiro Civil (UFPA), Mestre em Engenharia Sanitária (UFPB) e Doutor em Engenharia Sanitária pela University of Leeds (UK). Professor da Diretoria de Recursos Naturais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – PPgES/UFRN.

Ronaldo Fernandes Diniz

Doutor em Geologia Sedimentar pela Universidade Federal da Bahia-UFBA, Mestre em Geociências pela École Nationale Supérieure de Géologie Appliquée et de Prospection de Nancy (França), Geólogo pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte e Professor da Área de Recursos Naturais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN.

Marcus Alexandre Nunes

Bacharel em Matemática Aplicada e Computacional (UFRGS), Mestre em Matemática Pura (UFRGS) e Doutor em Estatística pela Pennsylvania State University (US). Professor do Departamento de Estatística da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Endereço⁽¹⁾: Rua Jerônimo de Albuquerque, 3613, Candelária, 59064-650, Natal-RN-Brasil, e-mail: acalado@ifrn.edu.br

RESUMO

A Balneabilidade das Praias do Estado do Rio Grande do Norte vem sendo desenvolvido ininterruptamente, semanalmente, desde 2001. Este trabalho apresenta uma avaliação estatística dos resultados obtidos em 31 estações de coleta localizadas em praias da região metropolitana de Natal durante o período de 2012 a 2016 e faz uma comparação entre os resultados baseados em enquadramento para balneabilidade baseados na legislação do Brasil e da Comunidade Europeia. As amostras foram coletadas semanalmente e analisadas para a determinação de coliformes termotolerantes. Com base nos resultados obtidos e na legislação brasileira a 27 das 31 estações de coleta foram classificadas como Excelentes, apresentando concentrações medianas muito baixas de coliformes. Durante o período chuvoso existe uma tendência de diminuição na qualidade das estações avaliadas, no entanto, sem significância estatística. Realizando o enquadramento dos pontos de monitoramento pelas duas legislações foi possível constatar que a da Comunidade Europeia é bem mais restritiva que a adotada no Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Balneabilidade, Qualidade ambiental, Qualidade das praias, Resolução Conama 274.

INTRODUÇÃO

A classificação das águas para balneabilidade das principais praias da zona costeira norte-rio-grandense é parte integrante do projeto “Estudo de Balneabilidade das Praias do Estado do Rio Grande do Norte”, e vem sendo desenvolvido ininterruptamente, semanalmente, desde 2001, em 31 estações de coleta na região metropolitana de Natal. Durante os períodos de veraneio (dezembro-fevereiro) o estudo é ampliado contemplando 50 estações de coleta em todo o litoral potiguar assim como são realizadas campanhas de educação ambiental para conscientização dos banhistas sobre a importância da qualidade ambiental. Balneabilidade é a medida das condições sanitárias, objetivando a classificação de águas destinadas à recreação de contato primário, sendo este entendido como um contato direto e prolongado com a água com possibilidade de ingerir quantidades significativas de água.

Os padrões de balneabilidade são baseados em estudos epidemiológicos para estabelecer o limite para um determinado indicador bacteriológico visando manter o risco de contrair certa doença dentro de limites considerados aceitáveis (Kay *et al.*, 2004). A partir de 2003 os critérios estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS) determinaram que os Enterococci são os indicadores mais apropriados para as águas marinhas (Pruss, 1998; Kay *et al.*, 2004). A Diretiva da Comunidade Europeia (EU, 2006) ainda recomenda dois indicadores, Enterococci e *Escherichia coli*.

A OMS adota um limite máximo em função da distribuição dos resultados baseado no percentil de 95% (WHO, 2003) enquanto a Comunidade Europeia adota os percentis de 90% e 95% (EC, 2006), ambos para um período de monitoramento de, no mínimo, 3 anos. Deve ser destacado que em ambas as recomendações, os percentis devem ser estimados considerando que os resultados apresentem distribuição normal e, como dados microbiológicos geralmente não se ajustam a tal distribuição, os mesmos devem ser transformados para logaritmo. No Brasil, segundo as resoluções do CONAMA nos 020/86 e 274/00, as águas destinadas à recreação de contato primário são classificadas com base apenas no percentual de atendimento do indicador microbiológico adotado, coliformes termotolerantes, enterococci ou escherichia coli, em um número mínimo de 5 amostras (Tabela 1).

Este trabalho tem como objetivo principal avaliar as condições de balneabilidade das principais praias localizadas na região metropolitana de Natal/RN fazendo uma retrospectiva estatística dos 5 últimos anos de monitoramento (2012 e 2016) e apresentar uma comparação simplificada entre a classificação segundo a legislação nacional e da comunidade europeia.

Tabela 1. Padrões de classificação de água recreacionais no Brasil e na Comunidade Europeia.

Referência	Indicador bacteriológico (NMP/100 ml)					
	Enterococci Intestinal		Escherichia coli		Coliformes fecais	
	Classificação		Classificação		Classificação	
CONAMA 274/00	E	≤ 25 (≥ 80% *)	E	≤ 200 (≥ 80% *)	E	≤ 250 (≥ 80% *)
	B	≤ 50 (≥ 80% *)	B	≤ 400 (≥ 80% *)	B	≤ 500 (≥ 80% *)
	S	≤ 100 (≥ 80% *)	S	≤ 800 (≥ 80% *)	S	≤ 1000 (≥ 80% *)
	I	> 100 (> 20% *)	I	> 800 (> 20% *)	I	> 1000 (> 20% *)
EC Directive 2006/7/EC	E	percentil 95% ≤ 100	E	percentil 95% ≤ 250		
	B	percentil 95% ≤ 200	B	percentil 95% ≤ 500		
	S	percentil 90% ≤ 185	S	percentil 90% ≤ 500		
	I	percentil 90% ≥ 185	I	percentil 90% ≥ 500		

E – excelente; B – bom; S – satisfatório; I – impróprio; E, B, S – Próprio.

* total de amostras analisadas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os estudos envolveram levantamentos sistemáticos das condições de balneabilidade em 31 estações de monitoramento localizadas nas praias mais frequentadas na região metropolitana da Natal (Tabela 2 e Figura 1) durante os anos de 2012 e 2016, sendo 5 no município de Nísia Floresta (NF-01 a NF-05), 5 no município de Parnamirim (PA-01 a PA-05), 15 no município de Natal (NA-01 a NA-15) e 6 no município de Extremoz (EX-01 a EX-06).

As amostragens foram realizadas semanalmente em locais com lâmina d'água média de 1,0 m, que representam a principal faixa de uso das praias, e durante as marés baixas. Foram utilizados frascos de polietileno estéreis de 250 ml, sendo as amostras coletadas em uma profundidade de aproximadamente 30 cm abaixo da superfície da água e preservadas em recipiente refrigerado até a chegada ao laboratório. A metodologia utilizada para as análises coliformes termotolerantes na água seguiu a técnica dos tubos múltiplos, em meio de cultura apropriado para água salina (APHA, *et al.*, 2005).

Para a organização do banco de dados foram utilizadas planilhas do Excel, enquanto que as análises estatísticas foram realizadas através dos softwares Microsoft Excel, Past e R. Primeiramente foi avaliada a hipótese de normalidade (Shapiro e Wilk, 1965) e, quando a mesma era rejeitada os dados foram transformados para logaritmo. Para fazer uma análise temporal foi realizada a estatística descritiva anual assim como de todo o período de estudo. A análise de variância seguida do teste de Tukey foram utilizados para verificar se as condições de balneabilidade foram influenciadas pelas seguintes variáveis:

- a) Ano de coleta: os resultados foram agrupados por ano, resultando em 5 grupos para cada estação de coleta (2012, 2013, 2014, 2015 e 2016);
- b) Estação climática: os resultados de todos o período amostral (2012-2106) foram agrupados em função da estação climática, resultado em 2 grupos para cada estação de coleta, estação seca (agosto-fevereiro) e estação chuvosa (março-julho).

Para a comparação entre as diferentes legislações, os dados foram classificados segundo as mesmas e posteriormente foram realizadas comparações entre os respectivos percentuais de enquadramento em cada classe.

Tabela 2 - Localização dos pontos de coleta de amostras de água.

Ponto	Praia	Coordenadas UTM		Ponto	Praia	Coordenadas UTM	
		Este	Norte			Este	Norte
NF-01	Tabatinga	267510	9328042	NF-02	Búzios	267511	9328038
NF-03	Búzios	266395	9336092	NF-04	Pirangi do Sul	265398	9337990
NF-05	Foz do Rio Pium	264957	9337996	-	-	-	-
PA-01	Rio Pium	264611	9338124	PA-02	Pirangi do Norte	264971	9338824
PA-03	Pirangi do Norte	264577	9339500	PA-04	Cotovelo	262422	9340384
PA-05	Rio Pium	260627	9341446	-	-	-	-
NA-01	Ponta Negra	260046	9349179	NA-02	Ponta Negra	259680	9349347
NA-03	Ponta Negra	259152	9349887	NA-04	Ponta Negra	258698	9350841
NA-05	Via Costeira	258612	9351454	NA-06	Via Costeira	258376	9354778
NA-07	Via Costeira	258458	9358850	NA-08	Miami	257937	9359259
NA-09	Areia Preta	257590	9359784	NA-10	Artistas	257182	9360452
NA-11	Meio	256876	9361497	NA-12	Do Forte	256678	9362510
NA-13	Redinha	255996	9363613	NA-14	Redinha	256049	9363809
NA-15	Redinha	255859	9365009	-	-	-	-
EX-01	Redinha Nova	255936	9365628	EX-02	Redinha Nova	256257	9367460
EX-03	Genipabu	255707	9370202	EX-04	Barra do Rio	254248	9372516
EX-05	Graçandu	254441	9374320	EX-06	Pitangui	254206	9377110

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resultados gerais

A qualidade das praias da Região Metropolitana de Natal para balneabilidade foi avaliada com base no monitoramento semanal de 2012 a 2016. A hipótese de normalidade dos dados foi rejeitada para todas as estações de coleta ($p < 0,05$). Após a transformação logarítmica, histogramas e testes de Kolmogorov-Smirnov indicaram que todas as estações apresentaram ajustes a normalidade superiores a 90%. A estatística descritiva dos dados log transformados demonstrou que as concentrações medianas e as respectivas médias geométricas foram muito próximas e, dessa forma, a mediana foi utilizada para a caracterização do valor de tendência central. A Tabela 3 apresenta os resultados das medianas e o percentual de enquadramento considerando todo o período amostral enquanto que a Tabela 4 apresenta os pontos de coleta ranqueados pela concentração mediana de coliformes e pelo percentual de enquadramento na classe PRÓPRIA.

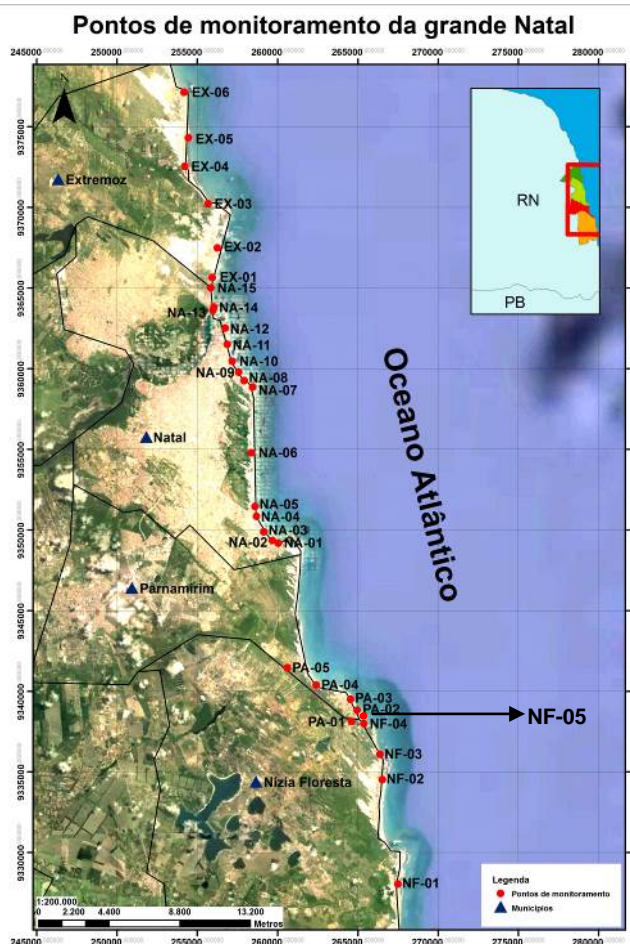


Figura 1. Mapa com a localização dos pontos de monitoramento (Fonte: Araújo et al., 2015).

Tabela 3. Medianas de coliformes fecais termotolerantes/100 ml e classificação das praias da Região Metropolitana de Natal durante os anos de 2012 a 2016 (52 coletas/ano).

Ponto de Coleta	Mediana	% Próprio	Classificação	Ponto de Coleta	Mediana	% Próprio	Classificação
NF-01	7	99	Excelente	PA-01	540	67	Impróprio
NF-02	5	99	Excelente	PA-02	130	92	Satisfatório
NF-03	5	99	Excelente	PA-03	79	97	Excelente
NF-04	33	93	Excelente	PA-04	11	97	Excelente
NF-05	920	64	Impróprio	PA-05	790	60	Impróprio
NA-01	33	97	Excelente	NA-09	17	90	Excelente
NA-02	49	94	Excelente	NA-10	17	97	Excelente
NA-03	37	97	Excelente	NA-11	19	94	Excelente
NA-04	23	93	Excelente	NA-12	17	96	Excelente
NA-05	23	97	Excelente	NA-13	350	76	Impróprio
NA-06	5	99	Excelente	NA-14	31	98	Excelente
NA-07	5	96	Excelente	NA-15	14	99	Excelente
NA-08	7	97	Excelente				
EX-01	11	99	Excelente	EX-04	33	98	Excelente
EX-02	8	99	Excelente	EX-05	11	100	Excelente
EX-03	8	100	Excelente	EX-06	13	98	Excelente

Tabela 4. Ordenação das concentrações medianas de coliformes fecais termotolerantes/100 ml e percentual de enquadramento na classe PRÓPRIA durante os anos de 2012 a 2016.

Ordem	Ponto de coleta	Mediana	Ponto de coleta	%	Ordem	Ponto de coleta	Mediana	Ponto de coleta	%
1	NF-02	5	EX-03	100	17	NA-11	19	NA-05	97
2	NF-03	5	EX-05	100	18	NA-04	23	NA-08	97
3	NA-06	5	NF-01	99	19	NA-05	23	NA-10	97
4	NA-07	5	NF-02	99	20	NA-14	31	NA-07	96
5	NF-01	7	NF-03	99	21	NF-04	33	NA-12	96
6	NA-08	7	NA-06	99	22	NA-01	33	NA-02	94
7	EX-02	8	NA-15	99	23	EX-04	33	NA-11	94
8	EX-03	8	EX-01	99	24	NA-03	37	NF-04	93
9	PA-04	11	EX-02	99	25	NA-02	49	NA-04	93
10	EX-01	11	NA-14	98	26	PA-03	79	PA-02	92
11	EX-05	11	EX-04	98	27	PA-02	130	NA-09	90
12	EX-06	13	EX-06	98	28	NA-13	350	NA-13	76
13	NA-15	14	PA-03	97	29	PA-01	540	PA-01	67
14	NA-09	17	PA-04	97	30	PA-05	790	NF-05	64
15	NA-10	17	NA-01	97	31	NF-05	920	PA-05	60
16	NA-12	17	NA-03	97					

Em todos os anos as maiores concentrações medianas foram verificadas nos pontos NF-05, PA-01, PA-05, e NA-13, que estão localizados em rios, sendo sempre superiores a 250 NMP/100 ml. Isso demonstra que a bacia do Rio Pirangi-Pium e o estuário do Rio Potengi, contribuem de forma significativa na qualidade das praias próximas as suas fozes, e fica bem evidente ao observarmos que as concentrações vão decrescendo, por exemplo, de NF-05 (foz do Rio Pirangi-Pium) para PA-02, PA-03 e PA-04, localizados a jusante no sentido das correntes predominantes (sul para norte), respectivamente (Figura 2). Em determinados períodos, quando ocorrem inversões nas correntes (norte-sul), a dispersão ocorre no sentido de NF-04, que apresentou as maiores medianas dentre as praias oceânicas monitoradas no município de Nísia Floresta.

Apenas NF-05, PA-01, PA-05, e NA-13, com as maiores concentrações medianas, foram classificados como IMPRÓPRIOS em todos os anos de monitoramento. Considerando todo o período amostral, com exceção dos quatro pontos anteriormente citados, os demais foram classificados como PRÓPRIOS em mais de 90% das semanas, predominantemente, na subcategoria EXCELENTE. O único ponto “próprio” enquadrado em outra subcategoria foi o PA-02 que recebeu a classificação SATISFATÓRIA. A Figura 3 apresenta a relação entre as medianas de coliformes fecais e o percentual de classificação “próprio”. A partir da análise dessa relação é possível esperar que uma praia seja classificada como “imprópria” para concentrações medianas acima de 340 NMP/100 ml.

A análise de variância ao nível de 0,05 demonstrou que em 24 dos 31 pontos monitorados as concentrações médias dos dados log transformados foram semelhantes para todos os anos de coleta. Para a maioria dos pontos de coleta as concentrações de coliformes foram inferiores a 250 NMP/100 ml e as medianas inferiores a 50 NMP/100 ml. Eventualmente foram observadas concentrações mais elevadas, em alguns períodos, geralmente associados a alguma fonte pontual ou um período de chuvas mais intenso, mas que não chegaram a comprometer as suas qualidades de forma geral.

Considerando todo o período de monitoramento foi utilizado o Teste de Tukey (0,05) para fazer a comparação entre as médias dos dados log transformados de cada estação de coleta, por municípios. Nas Tabelas 5, 6 e 7 é possível verificar quais os grupos de médias que não diferem significativamente entre si ao nível de 5%.

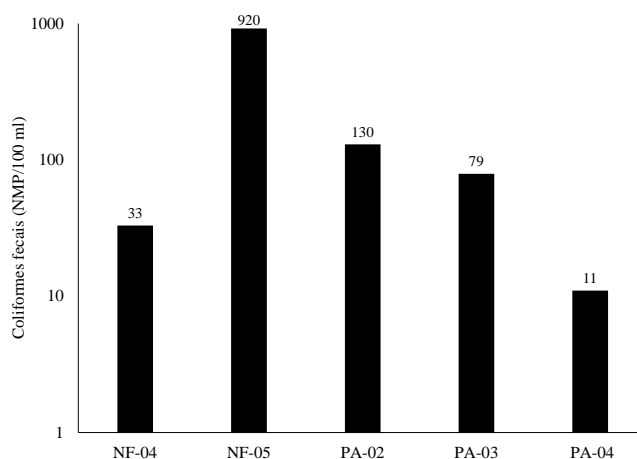


Figura 2. Medianas de coliformes nas estações de coleta próximas a foz do Rio Pirangi-Pium (NF-05).

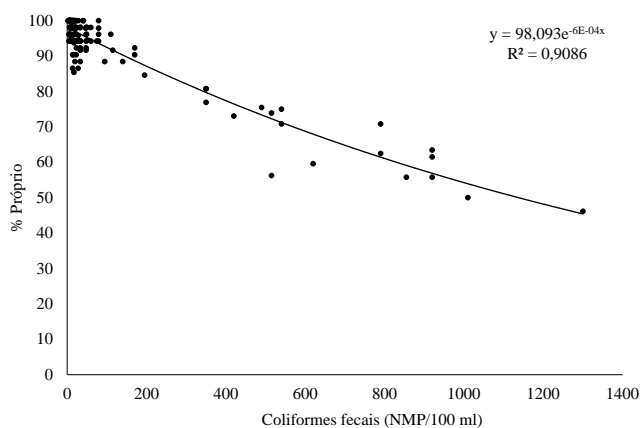


Figura 3. Relação entre as medianas de coliformes e percentual de classificação “próprio”.

Tabela 5. Comparação entre os pontos de monitoramento nos municípios de Nísia Floresta e Parnamirim.

Medianas	5	5	7	33	920	Medianas	11	79	130	540	790
	NF-02	NF-03	NF-01	NF-04	NF-05		PA-04	PA-03	PA-02	PA-01	PA-05
NF-02		0,99	0,77	0	0	PA-04	0	0	0	0	0
NF-03	0,99		0,89	0	0	PA-03	0	0	0	0	0
NF-01	0,77	0,89		0	0	PA-02	0	0	0	0	0
NF-04	0	0	0		0	PA-01	0	0	0	0,83	0
NF-05	0	0	0	0		PA-05	0	0	0	0,83	0

Tabela 6. Comparação entre os pontos de monitoramento no município de Natal.

Medianas	5	5	7	14	17	17	17	19	23	23	31	33	37	49	350
	NA-06	NA-07	NA-08	NA-15	NA-12	NA-10	NA-09	NA-11	NA-05	NA-04	NA-14	NA-01	NA-03	NA-02	NA-13
NA-06		0,99	0,97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NA-08	0,99		1,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NA-07	0,97	1,00		0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NA-15	0	0	0,01		1,00	0,96	0,79	0,71	0,14	0,08	0,01	0	0	0	0
NA-12	0	0	0	1,00		1,00	1,00	1,00	0,81	0,67	0,31	0,01	0	0	0
NA-10	0	0	0	0,96	1,00		1,00	1,00	0,98	0,95	0,70	0,08	0,01	0	0
NA-11	0	0	0	0,79	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	0,92	0,24	0,04	0	0
NA-05	0	0	0	0,71	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	0,96	0,31	0,05	0	0
NA-09	0	0	0	0,14	0,81	0,98	1,00	1,00		1,00	1,00	0,90	0,46	0	0
NA-04	0	0	0	0,08	0,67	0,95	1,00	1,00	1,00		1,00	0,96	0,62	0	0
NA-14	0	0	0	0,01	0,31	0,70	0,92	0,96	1,00	1,00		1,00	0,92	0,01	0
NA-01	0	0	0	0	0,01	0,08	0,24	0,31	0,90	0,96	1,00		1,00	0,33	0
NA-03	0	0	0	0	0	0,01	0,04	0,05	0,46	0,62	0,92	1,00		0,80	0
NA-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,33	0,80		0
NA-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tabela 7. Comparação entre os pontos de monitoramento no município de Extremoz.

Medianas	8	8	11	11	13	33
	EX-03	EX-02	EX-05	EX-01	EX-06	EX-04
EX-03		0,98	0,28	0,09	0	0
EX-02	0,98		0,69	0,09	0	0
EX-05	0,28	0,69		0,84	0,28	0
EX-01	0,09	0,09	0,84		0,28	0
EX-06	0	0	0,28	0,28		0
EX-04	0	0	0	0	0	

Comparação entre classificações baseada na Resolução Conama e Diretiva Europeia

Cada estação de coleta foi classificada de acordo com Resolução CONAMA 274/2000, baseada no percentual de atendimento de um determinado padrão, e comparada com a classificação da Diretiva Europeia, baseada nos percentis de 90% e 95% dos dados após transformação logarítmica, considerando cada período anual. Para a comparação entre as duas diretivas os resultados de coliformes termotolerantes foram considerados como sendo 100% *E coli*. A Tabela 5 apresenta os percentuais de classificação para cada diretiva considerando todo o período amostral enquanto que a Tabela 6 apresenta a comparação entre as classificações anuais.

Pela Tabela 5 é possível verificar que a classificação com base na Resolução CONAMA 274 resulta no predomínio das classes “Excelente” e “Bom”, representando 85% de todos os resultados, e apenas 13% dos pontos foram classificados como “Impróprio”. Por outro lado, considerando a diretiva da Comunidade Europeia, as classes “Imprópria” e “Satisfatório” representaram cerca de 50% dos resultados, indicando a grande diferença entre os critérios para enquadramento entre as legislações consideradas.

Observando os resultados apresentados na Tabela 6 constata-se que os critérios de enquadramento da Diretiva Europeia são mais restritivos que os adotados pela legislação brasileira. Dos 154 enquadramentos realizados, 73 (48% - destaque em vermelho na tabela) resultaram na mesma classificação sendo predominantemente nas classes “Excelente” (34%) e “Imprópria” (13%). Nos demais 81 enquadramentos as classes pioraram quando baseadas na legislação europeia. Destaca-se que 57 pontos enquadrados na classe “Excelente” pela Resolução Conama tiveram sua classe rebaixada para “Bom” (23 pontos), “Satisfatório” (27 pontos) e até mesmo “Impróprio” (7 pontos). Não ocorreu nenhum caso de melhora na classificação pela legislação europeia quando comparada a legislação brasileira.

Tabela 5. Percentual de classificação das estações de monitoramento na região metropolitana de Natal-RN entre 2012 e 2016 com base na resolução brasileira e da comunidade europeia (CE).

Classe	Legislações	
	CE	BRASIL
E - Excelente	34	71
B - Bom	16	14
S - Satisfatório	20	3
I - Impróprio	31	13

Posteriormente foi realizada uma simulação para verificar em qual percentual de atendimento pela legislação brasileira resultaria no maior percentual de concordância de enquadramento pelas duas legislações. Foi verificado que a maior concordância entre os enquadramentos pelas duas legislações (78%) ocorreu quando o percentual de atendimento aos limites pela legislação brasileira foi aumentado de 80% para a faixa de 90-95%.

Tabela 6. Comparação entre as classificações anuais com base nas resoluções brasileira e da comunidade europeia.

Legislações	Brasil: CONAMA 274/00											
	Total de pontos					% de pontos						
	CLASSES	E	B	S	I	Total	CLASSES	E	B	S	I	Total
Comunidade Europeia: EC Directive 2006/7/EC	E	52	0	0	0	52	E	34	0	0	0	34
	B	23	1	0	0	24	B	15	1	0	0	16
	S	27	4	0	0	31	S	18	3	0	0	20
	I	7	16	4	20	47	I	5	10	3	13	31
	Total	109	21	4	20	154	Total	71	14	3	13	100

E – Excelente; B – Bom; S – Satisfatório; I – Impróprio.

Comparação entre o período seco e chuvoso

De maneira geral, através da análise de variância com nível de significância de 5%, não foram observadas diferenças significativas entre as concentrações médias (dados log transformados) de coliformes entre os períodos de chuva (março-julho) e seco (agosto-fevereiro), fazendo a comparação a cada ano (2012, 2013, 2014, 2015 e 2016).

A Figura 4 apresenta as concentrações medianas obtidas nos períodos seco e chuvoso, considerando todo o período de monitoramento em que pode ser observado que em 20 estações de coleta o valor foi mais elevado no período chuvoso. Destaca-se que destas 20 estações, em 11 (NA-08, NA-09, NA-11, NA-12, NA-13, NA-14, EX-01, EX-02, EX-04, EX-05, EX-06) as médias do período chuvoso foi significativamente superior aquelas obtidas no período seco. Os resultados atestam que, de uma maneira geral, a qualidade ambiental das praias tem uma tendência de queda durante os períodos chuvosos.

As precipitações médias mensais entre 2012-2016 estão destacadas na Tabela 7. Não foi obtida nenhuma correlação significativa entre a precipitação com as concentrações medianas. No entanto, a influência da precipitação pode mais uma vez observada na Figura 5 que faz a comparação entre as medianas obtidas nos dois meses mais secos (outubro/novembro) com os dois meses mais chuvosos (junho/julho). Em 27 das 31 estações de coleta as concentrações medianas foram maiores no período mais chuvoso.

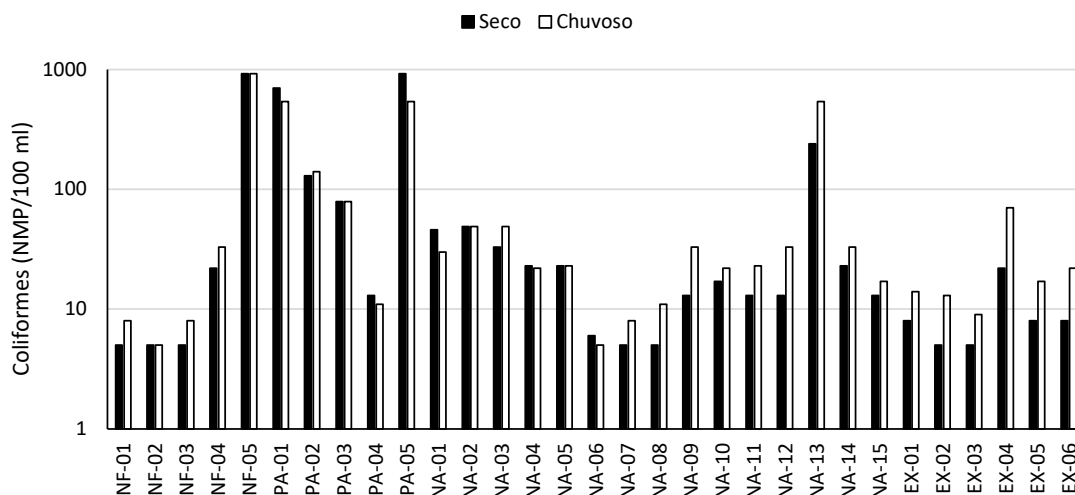


Figura 4. Medianas de coliformes nas estações seca (agosto-fevereiro) e chuvosa (março-julho) no período entre 2012-2016.

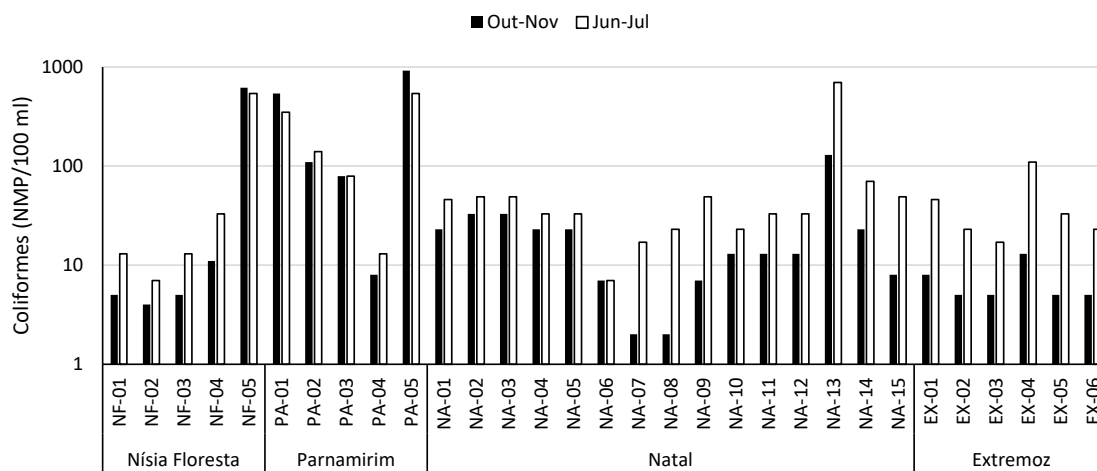


Figura 5. Medianas de coliformes nos meses de junho/julho (chuvoso) e outubro/novembro (seco) no período entre 2012-2016.

Tabela 7. Precipitações médias mensais (mm) entre 2012-2016 nos municípios avaliados.

	Nísia Floresta	Parnamirim	Natal	Extremoz
Janeiro	63	47	42	49
Fevereiro	82	73	67	46
Março	132	163	189	109
Abril	72	89	105	85
Mai	155	165	160	145
Junho	255	318	406	184
Julho	260	262	314	182
Agosto	84	83	102	40
Setembro	111	87	96	70
Outubro	17	15	7	2
Novembro	16	13	7	0
Dezembro	17	17	22	5
Total	1265	1333	1518	919

CONCLUSÕES

A maioria das 31 praias avaliadas na região metropolitana de Natal-RN, durante o período de 2012-2016, apresentaram elevada qualidade ambiental sendo enquadradas como “Excelente” de acordo com a Resolução Conama 274. Apenas as quatro estações localizadas em rios foram classificadas como “Imprópria” destacando a influência negativa dos rios na qualidade das praias próximas as suas fozes. Uma praia oceânica localizada próxima a foz de um rio foi enquadrada como “Satisfatória”.

A ampliação da rede de esgotamento sanitário, as contínuas fiscalizações em busca de lançamentos clandestinos de esgotos nas praias e a contínua divulgação dos resultados para os usuários, estão entre os fatores que contribuem para que os índices de coliformes nos pontos monitorados permaneçam dentro dos limites para o enquadramento na classe “Própria”.

A legislação adotada pela comunidade europeia para a classificação de águas recreacionais é bem mais restritiva que a brasileira. Foram observadas concordâncias de enquadramento apenas em 48% dos resultados e somente para pontos de excelente ou péssima qualidade. A maior concordância dos enquadramentos (78%) foi verificada quando o percentual de atendimento pela legislação brasileira é aumentado de 80% para a faixa de 90-95%.

De maneira geral a qualidade ambiental das praias tende a ser diminuída durante os períodos do ano em que as precipitações são mais elevadas

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th ed., Washington, DC, 1998.
2. CONAMA, 1986. Resolução CONAMA Nº 20, de 18 de junho de 1986. Brasília-DF (Brasil), Conselho Nacional de Meio Ambiente, Ministério do Meio Ambiente.
3. CONAMA, 2000. Resolução CONAMA Nº 274, de 29 de novembro de 2000. Brasília-DF (Brasil), Conselho Nacional de Meio Ambiente, Ministério do Meio Ambiente.
4. Directive 2006/7/EC. The European Parliament and of the Council of 15 February 2006 concerning the management of bathing water quality and repealing. Directive 76/160/EEC. Official Journal of the European Union, 4.3.2006, L64/37.
5. Kay, D., Bartram, J., Pruss, A., Ashbolt, N., Wyer, M.D., Fleisher, J.M., Fewtrell, L., Rogers, A., Rees, G. Derivation of numerical values for the World Health Organization guidelines for recreational waters. Water Research, 2004, 38 (5), 1296–1304.
6. Pruss, A. Review of epidemiological studies on health effects from exposure to recreational water. International Journal of Epidemiology, 1998, 27, 1-9.
7. Shapiro, S.S., Wilk, M.B. An analysis of variance test for normality (complete samples). Biometrika, 1965, 52 (3–4), 591–611.
8. USEPA. Recreational Water Quality Criteria. Office of Water 820-F-12-058. 2012. Available on: <http://water.epa.gov/scitech/swguidance/standards/criteria/health/recreation/upload/RWQC2012.pdf>
9. WHO. Guidelines for safe recreational water environment. Volume 1, Coastal and Fresh-waters. World Health Organization. Geneva, 2003.