DANIEL ASSIS BARROSO

DIAGNÓSTICO DA BALNEABILIDADE DO LITORAL NORTE DO RIO GRANDE DO SUL NO PERÍODO DE 2007 A 2017

CANOAS, 2019

DANIEL ASSIS BARROSO

DIAGNÓSTICO DA BALNEABILIDADE DO LITORAL NORTE DO RIO GRANDE DO SUL NO PERÍODO DE 2007 A 2017

Dissertação de Mestrado Acadêmico apresentada para a banca examinadora do Curso de Mestrado em Avaliação de Impactos Ambientais da Universidade La Salle, como exigência parcial para obtenção do grau de Mestre.

Orientadora: Profª Drª Anelise Beneduzi da Silveira.

Co-orientador: Prof. Dr. Sydney Sabedot.

CANOAS, 2019

DANIEL ASSIS BARROSO

DIAGNÓSTICO DA BALNEABILIDADE DO LITORAL NORTE DO RIO GRANDE DO SUL NO PERÍODO DE 2007 A 2017

Dissertação de Mestrado Acadêmico apresentada para a banca examinadora do Curso de Mestrado em Avaliação de Impactos Ambientais da Universidade La Salle, como exigência parcial para obtenção do grau de Mestre.

Aprovado pela banca examinadora em 04 de dezembro de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof.ª Dr.ª Janice Botelho Souza Hamm
Universidade La Salle

Prof.ª Dr.ª Rute Ferreira
Universidade La Salle

Prof. Dr. Jackson Freitas Brilhante de São José
SEAPDR

AGRADECIMENTOS

“Agradeço a todos os acontecimentos que me trouxeram até aqui e todas as pessoas que me ensinaram algo novo nessa trajetória... Agradeço especialmente as pessoas que me apoiaram.”

Resumo

O Litoral do Rio Grande do Sul (RS) apresenta uma praia arenosa extensa, contínua e com ambientes geologicamente recentes, extremamente frágeis e muito ricos em biodiversidade. Na sua porção norte é constituído por oito municípios costeiros: Torres, Arroio do Sal, Capão da Canoa, Xangri-lá, Imbé, Tramandaí, Cidreira e Balneário Pinhal. Os turistas oriundos em sua maioria de outros municípios do RS deslocam-se para o Litoral Norte/RS, sendo o período da primeira semana de janeiro onde ocorre o maior aumento demográfico e impacto ambiental com a falta de saneamento básico sendo uma das principais fontes de contaminação biológica da margem hídrica costeira. Devido a isso, o objetivo deste trabalho foi elaborar um diagnóstico da balneabilidade do Litoral Norte/RS a partir dos dados públicos da FEPAM, no período de veraneio entre os anos de 2007 a 2017. Pode-se constatar que o número de semanas e pontos com a balneabilidade imprópria foi muito baixa, sendo que Torres apesar de ter a melhor infraestrutura sanitária do Litoral Norte foi o que mais apresentou semanas críticas, destacando uma possível interferência relacionada à dinâmica da linha de costa, pois é o único município com praias não retilíneas. O ponto da Prainha em Torres teve o maior número de semanas impróprias, por dois anos consecutivos, 2014 e 2015, na primeira semana de janeiro. A questão do aumento demográfico no verão apresenta-se pelos níveis mais altos de coliformes termotolerantes encontrados na primeira semana de janeiro e fevereiro. Magistério no município de Balneário Pinhal obteve o maior valor de coliformes termotolerantes encontrado (7000), na primeira semana de fevereiro do ano de 2014. Pode-se observar neste estudo que a precipitação foi um fator não relevante para a quantidade de coliformes acima dos níveis nos pontos e semanas analisados. Portanto, de todo o período analisado, 2007-2017, referente à quantidade de coliformes termotolerantes dos pontos analisados pode-se concluir que o Litoral Norte/RS tem uma excelente qualidade ambiental, mesmo possuindo uma estrutura precária de saneamento básico, apresentando apenas 72 semanas acima do limite de 1000 coliformes termotolerantes/100 ml de água das 2196 semanas analisadas no total.

Palavras-chave: coliformes termotolerantes, qualidade ambiental, avaliação de impacto ambiental.

Abstract

The coast of Rio Grande do Sul (RS) has an extensive sandy beach, continuous and with geologically recent environments, extremely fragile and very rich in biodiversity. In its northern portion consists of eight coastal municipalities: Torres, Arroio do Sal, Capão da Canoa, Xangri-lá, Imbé, Tramandaí, Cidreira and Balneário Pinhal. Most tourists from other municipalities of RS travel to the North Coast / RS, being the period of the first week of January where there is the largest demographic increase and environmental impact with the lack of sanitation being one of the main sources of biological contamination of the coastal water margin. Because of this, the objective of this work was to elaborate a diagnosis of the North Coast / RS coastal bathing from the public data of FEPAM, in the summer period from 2007 to 2017. It can be seen that the number of weeks and points with improper bathing was very low, and Torres, despite having the best sanitary infrastructure of the North Coast, presented the most critical weeks, highlighting a possible interference related to the dynamics of the line. coast as it is the only municipality with non rectilinear beach. Prainha's point in Torres had the most inappropriate weeks, for two consecutive years, 2014 and 2015, in the first week of January. The issue of demographic increase in summer is the higher levels of thermotolerant coliforms found in the first week of January and February. Magistério in the municipality of Balneário Pinhal obtained the highest value of thermotolerant coliforms found (7000), in the first week of February of 2014. It can be observed in this study that precipitation was not relevant for the amount of coliforms above the levels. at the points and weeks analyzed. Therefore, from the whole period, 2007-2017, referring to the amount of thermotolerant coliforms of the analyzed points, it can be concluded that the Litoral Norte / RS has excellent environmental quality, even having a poor basic sanitation structure, presenting only 72 weeks. above the limit of 1000 thermotolerant coliforms / 100 ml of water from the 2196 weeks analyzed in total.

Keywords: thermotolerant coliforms, environmental quality, environmental impact assessment.

.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Regiões hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul.....14
Figura 2: Aglomerações urbanas do Estado do Rio Grande do Sul.....15
Figura 3: Distribuição percentual das formas de esgotamento sanitário nas áreas urbana e rural dos municípios do Litoral Norte do RS.....18
Figura 4: Quantidade de coliformes termotolerantes com classificações diferentes.....21
Figura 5: Pontos de coleta da FEPAM.....23
Figura 6: Padrão utilizado pala FEPAM do banco de dados referente à quantidade de coliformes termotolerantes por 100mL de água.....24
Figura 7: Dados referentes à quantidade de coliformes termotolerantes analisados em continuidade nas praias do município de Torres.....30
Figura 8: Dados referentes à quantidade de coliformes termotolerantes analisados em continuidade nas praias do município de Arroio do Sal.....32
Figura 9: Dados referentes à quantidade de coliformes termotolerantes analisados em continuidade nas praias do município de Capão da Canoa.....37
Figura 10: Dados referentes à quantidade de coliformes termotolerantes analisados em continuidade nas praias do município de Xangri-lá.....41
Figura 11: Dados referentes à quantidade de coliformes termotolerantes analisados em continuidade nas praias do município de Imbé.....45
Figura 12: Dados referentes à quantidade de coliformes termotolerantes analisados em continuidade nas praias do município de Tramandaí.....49
Figura 13: Dados referentes à quantidade de coliformes termotolerantes analisados em continuidade nas praias do município de Cidreira.....52
Figura 14: Dados referentes à quantidade de coliformes termotolerantes analisados em continuidade nas praias do município de Balneário Pinhal.....55
Figura 15: Total de semanas críticas e/ou impróprias do Litoral Norte.....56
Figura 16: Total de semanas críticas e/ou impróprias por semana.....57
Figura 17: Total de semanas críticas e/ou impróprias por municípios.....57
Figura 18: Comparação dos dados com a Resolução CONAMA nº274/00 por semanas.....58
Figura 19: Comparação dos dados com a Resolução CONAMA nº274/00 por municípios.....59
Figura 20: Correlação entre volume e precipitação no dia da coleta.....61
Figura 21: Correlação entre volume e precipitação um dia antes da coleta.....62
Figura 22: Porcentagem de semanas acima do próprio e com precipitação.....67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Quantidade de coliformes termotolerantes analisados na Praia dos Molhes no período entre 2007 e 2017.....26
Tabela 2: Quantidade de coliformes termotolerantes analisados na Praia Grande no período entre 2007 e 2017.....27
Tabela 3: Quantidade de coliformes termotolerantes analisados na Prainha no período entre 2007 e 2017.....28
Tabela 4: Quantidade de coliformes termotolerantes analisados na Praia da Cal no período entre 2007 e 2017.....29
Tabela 5: Quantidade de coliformes termotolerantes analisados na Praia de Arroio do Sal no período entre 2007 e 2017.....31
Tabela 6: Quantidade de coliformes termotolerantes analisados na Praia Balneário de Araçá no período entre 2007 e 2017.....33
Tabela 7: Quantidade de coliformes termotolerantes analisados na Praia Arroio Teixeira no período entre 2007 e 2017.....35
Tabela 8: Quantidade de coliformes termotolerantes analisados na Praia Capão da Canoa no período entre 2007 e 2017.....36
Tabela 9: Quantidade de coliformes termotolerantes analisados na Praia Capão Novo no período entre 2007 e 2017.....35
Tabela 10: Quantidade de coliformes termotolerantes analisados na Praia Xangri-lá no período entre 2007 e 2017.....38
Tabela 11: Quantidade de coliformes termotolerantes analisados na Praia Atlântida no período entre 2007 e 2017.....40
Tabela 12: Quantidade de coliformes termotolerantes analisados na Praia Rainha do Mar no período entre 2007 e 2017.....39
Tabela 13: Quantidade de coliformes termotolerantes analisados na Praia Imbé no período entre 2007 e 2017.....42
Tabela 14: Quantidade de coliformes termotolerantes analisados na Praia Mariluz no período entre 2007 e 2017.....44
Tabela 15: Quantidade de coliformes termotolerantes analisados na Praia Santa Terezinha no período entre 2007 e 2017.....43
Tabela 16: Quantidade de coliformes termotolerantes analisados na Praia Jardim Atlântico no período entre 2007 e 2017.....46
Tabela 17: Quantidade de coliformes termotolerantes analisados na Praia Nova Tramandaí no período entre 2007 e 2017.....47
Tabela 18: Quantidade de coliformes termotolerantes analisados na Praia Tramandaí no período entre 2007 e 2017.....48
Tabela 19: Quantidade de coliformes termotolerantes analisados na Praia Cidreira no período entre 2007 e 2017.....49
Tabela 20: Quantidade de coliformes termotolerantes analisados na Praia Costa do Sal no período entre 2007 e 2017.....51
Tabela 21: Quantidade de coliformes termotolerantes analisados na Praia Balneário Pinhal no período entre 2007 e 2017.....53
Tabela 22: Quantidade de coliformes termotolerantes analisados na Praia Magistério no período entre 2007 e 2017.....54
Tabela 23 - Precipitação (mm) no período de 2007 a 2017 por semana nos pontos de coleta que apresentaram > 1000 coliformes termotolerantes nos municípios do Litoral Norte/RS....69

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....10
2. OBJETIVOS.....12
2.1. Objetivo geral.....12
2.2. Objetivos específicos.....12
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....13
3.1. Litoral Norte do Estado do Rio Grande do Sul.....13
3.2. Balneabilidade.....19
4. METODOLOGIA.....21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO 25
5.1. Torres.....25
5.2. Arroio do Sal.....30
5.3. Capão da Canoa.....32
5.4. Xangri-lá.....37
5.5. Imbé.....41
5.6. Tramandaí.....45
5.7. Cidreira.....49
5.8. Balneário Pinhal.....52
5.9. Litoral Norte.....55
5.10. Precipitação.....62
6. CONCLUSÃO.....63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....64
ANEXO.....69

1. INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos fazem parte do desenvolvimento e lazer social da civilização humana há milênios, sendo que os egípcios por volta de 3000 a.C. foram os primeiros a relatar o uso da água voltado à balneabilidade (VON SPERLING; VON SPERLING, 2010). Foi no final do século XIX que a sociedade científica passou a relacionar a contaminação da água com os microrganismos patógenos, devido à evolução das análises microbiológicas (LOPES, 2011).

Atividades de recreação como banho, natação e esportes aquáticos são classificados como de contato primário. Para um monitoramento eficiente da qualidade da água costeira, com a finalidade de recreação de contato primário, os índices microbiológicos de coliformes termotolerantes são a ferramenta de verificação qualitativa e quantitativa para a balneabilidade. Os coliformes termotolerantes são bactérias que habitam o intestino de animais de sangue quente e sua presença na água indica contaminação por fezes e possíveis microrganismos patogênicos. A gastroenterite é a doença mais comum associada com águas contaminadas (SALES, 2006), sendo os idosos e as crianças mais suscetíveis a doenças de veiculação hídrica (WHO, 2003).

As águas de recreação foram primeiramente monitoradas no quesito de balneabilidade nos Estados Unidos em 1968, através do *National Technical Advisory Committee* (NTAC), fundamentando-se nos estudos realizados entre 1940 a 1950 pelo *United States Public Health Service* (USPHS), onde adotou-se como bioindicador de qualidade da água o grupo dos coliformes termotolerantes, ao invés dos coliformes totais, por estes não sofrerem alterações com a água da chuva, tendo a primeira estimativa limitante de 200 NMP/100 mL, passando atualmente a utilizar os padrões indicados pela *Enviromental Protection Agency Method 1600* (EPA) que são 1600 NMP/100 mL (USEPA, 1986). Em 1976 a Europa por meio da Diretiva 76/160/EEC (*European Economic Community*), normatizou os critérios de balneabilidade para águas de recreação, sendo o valor limitante de 2000 NMP/100 mL em uma frequência quinzenal (ECC, 1975; ECE, 2011).

No Brasil, os critérios para a balneabilidade foram primeiramente estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 20 de 1986 e CONAMA nº 274 de 2000 onde, para águas de recreação foi estabelecido o limite de 5000 NMP/100 mL de coliformes totais ou 1000 NMP/100 mL de coliformes termotolerantes, sendo futuramente revogada pela Resolução

CONAMA nº 357 de 2005, onde se estabelece que as águas sejam consideradas impróprias quando no trecho avaliado o valor obtido na última amostragem for superior a 2500 coliformes termotolerantes por 100 mL.

O Litoral Norte do Estado do Rio Grande do Sul (RS) é a região do RS mais procurada para a recreação de contato primário e por estar inserida em um compartimento geológico de idade mais recente, os sistemas ecológicos encontrados ainda são frágeis, desde os contrafortes da Serra Geral aos banhados, dunas e sistema de lagoas. Essa região costeira passou a ser progressivamente urbanizada após a década de 1940, sendo antes ocupada por fazendas. Assim, o litoral passou a ter uma ocupação sazonal de turistas, fazendo com que se originassem impactos ambientais devido à ocupação desordenada. Essa população transitória faz com que os municípios litorâneos tenham que se adequar a um gerenciamento costeiro eficiente e planejado, para conter a degradação ambiental, pois o ambiente preservado é o atrativo para o turismo, sendo a sua maior fonte de renda (ARAUJO, 2013). O aporte hídrico, despejado nos oceanos por intermédio dos rios, estuários, e a drenagem pluvial, aliada ao transbordamento das fossas das habitações, carrega dejetos de origem fecal sem tratamento, pela falta de um saneamento básico eficiente nesses municípios costeiros. O efeito dessa ação antrópica é o impacto na qualidade da água costeira pela contaminação por coliformes termotolerantes (MARQUEZI, 2010). Cada vez mais vem crescendo no Brasil e no mundo a necessidade de monitoramento da qualidade ambiental das águas costeiras, que está diretamente relacionada à saúde, turismo, biodiversidade marinha costeira e estuarina, saneamento e a economia. Neste contexto, foram compilados os dados de balneabilidade divulgados pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM) e foi elaborado um diagnóstico da balneabilidade do Litoral Norte do RS no período de veraneio dos anos de 2007 a 2017.

2. **OBJETIVOS**

2.1. **Objetivo geral**

O objetivo geral deste trabalho foi elaborar um diagnóstico da balneabilidade do Litoral Norte do Rio Grande do Sul a partir dos dados públicos da FEPAM, no período de veraneio entre os anos de 2007 a 2017.

2.2. Objetivos específicos

- Organizar os dados públicos obtidos no *site* da FEPAM referentes à quantidade de coliformes termotolerantes por 100 mL de água, compreendidos entre os anos de 2007 a 2017 das praias do Litoral Norte do RS;
- Enquadrar as praias amostradas, adaptando os critérios de balneabilidade de acordo com a Resolução CONAMA nº 274 de 2000;
- Realizar as análises estatísticas, incluindo uma linha de tendência de séries temporais;
- Verificar a influência da precipitação na quantidade de coliformes termotolerantes encontrados nas praias do Litoral Norte/RS, utilizando a metodologia do coeficiente de correlação.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Litoral Norte do Estado do Rio Grande do Sul

O Litoral do Rio Grande do Sul é uma vasta planície sedimentar Cenozoica, de idade Quaternária, que abrange 618 km, sendo o litoral norte 120 km, e que possui um aspecto de mistura do contraforte da Serra Geral, dos banhados, das barreiras de dunas e do sistema de lagoas. Apresenta como característica uma praia arenosa extensa e contínua e ambientes geologicamente recentes, extremamente frágeis e muito ricos em biodiversidade. Observa-se uma sucessão de ecossistemas que se desenvolvem paralelamente à faixa de praia, constituída por dunas móveis, lagoas costeiras interligadas, banhados, marismas e dunas vegetadas. O clima subtropical úmido costeiro define suas feições geomorfológicas, sendo o limite norte delimitado pelo rio Mampituba e o sul pela cidade de Balneário Pinhal, com o seu ambiente longitudinal chegando até a borda da Serra Geral (FEPAM, 2000).

O Litoral Norte do RS é constituído por dezenove municípios, sendo oito cidades costeiras: Torres, Arroio do Sal, Capão da Canoa, Xangri-lá, Imbé, Tramandaí, Cidreira e Balneário Pinhal (Figura 1). As demais cidades compreendem os municípios Dom Pedro de Alcântara, Mampituba, Morrinhos do Sul, Itati, Três Cachoeiras, Terra de Areia, Maquiné, Osório, São Francisco de Paula, Riozinho, Caraá. O Litoral Norte teve um acréscimo populacional de 37,28%, e cidades como Capão da Canoa, Imbé e Arroio do Sal dobraram sua população, enquanto os municípios não praianos do Litoral Norte tiveram um crescimento de apenas 6,87%, no período de 1991 até 2000 (RAMOS, 2016). Na maioria dos municípios do Litoral Norte a economia é sustentada basicamente por atividades ligadas ao turismo de veraneio, como a construção civil e a prestação de serviços, além do desenvolvimento de atividades agrícolas em pequenas propriedades, como arroz, abacaxi, fumo e banana.

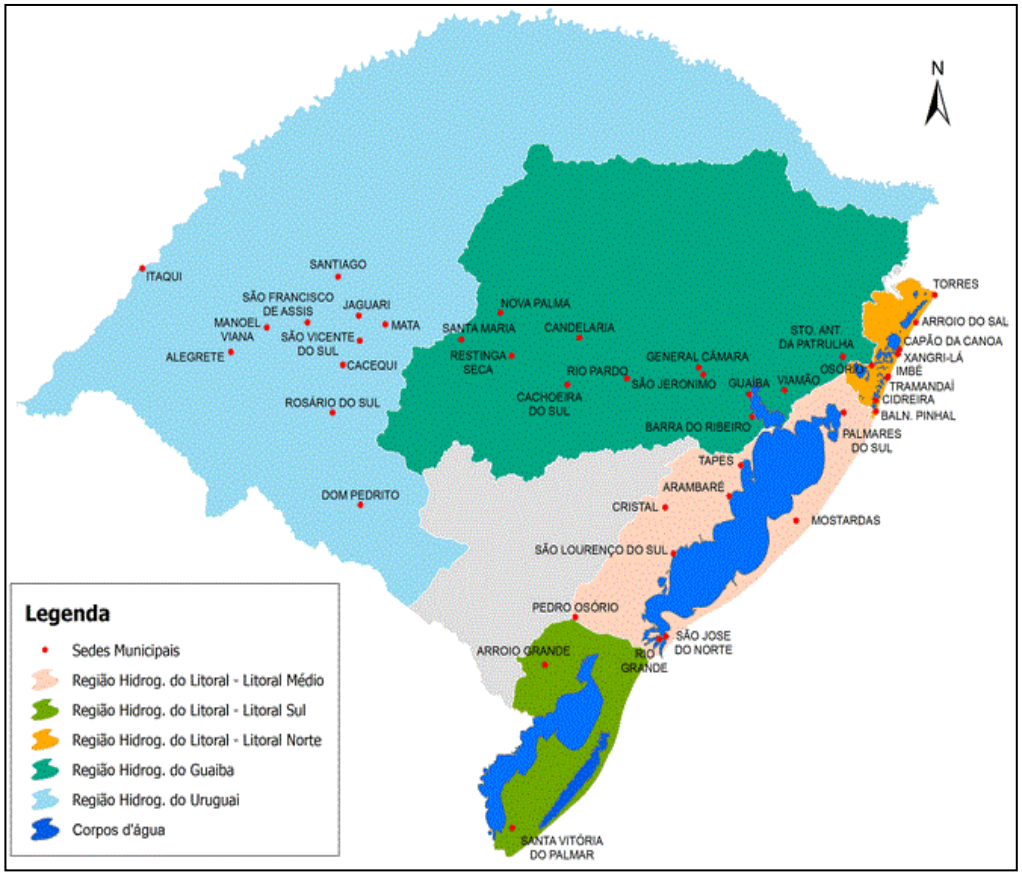


Figura 1 – Regiões hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul, sendo o Litoral Norte e seus municípios destacados na cor laranja (Fonte: FEPAM, 2000).

Os turistas oriundos em sua maioria de outros municípios do RS deslocam-se para as cidades do Litoral Norte no período de verão. Esse acréscimo populacional expressivo faz com que os municípios litorâneos se adaptem às novas necessidades referentes aos recursos privados e públicos (FEE, 2016). Segundo Rudzewicz (2015), devido ao aumento populacional ocorre uma intensa modificação nos locais costeiros, fazendo da sua interação um dos fatores mais significativos no impacto ambiental. Assim, o entendimento do padrão dessa população sazonal é importante para a compreensão dos parâmetros de balneabilidade e a qualidade do saneamento básico. Conforme o estudo realizado pela Fundação Estadual de Estatística (FEE, 2016), o Litoral Norte do RS apresenta um turismo relacionado aos finais de semana e feriados, sendo o período do ano novo onde ocorre o maior aumento demográfico, e devido a repetição anual acaba gerando uma sazonalidade. O município de Torres tem um acréscimo populacional em torno de 59,6%, Arroio do Sal 222,2%, Capão da Canoa 113,2%, Xangri-lá 183,3%, Imbé 188,8%, Tramandaí 113,2%, Cidreira 188,7% e Balneário Pinhal tem 182,7% (FEE, 2016). Segundo Rudzewicz (2015), devido a este aumento da população ocorre uma intensa modificação nas zonas costeiras, gerando significativo impacto ambiental. Assim,

o entendimento do padrão dessa população sazonal é importante para a análise dos parâmetros de balneabilidade e da qualidade do saneamento básico. Esse zoneamento próximo à costa é responsável por receber toda população flutuante, turistas e veranistas, oriundas de outras regiões, que muitas vezes recebem o triplo da sua população residente, o que afeta consideravelmente os recursos ambientais. Ainda segundo a FEPAM (2000), a vinda dos açorianos de Santa Catarina no passado tornou intensa a sua ocupação, por ter sido uma ocupação desordenada e a infraestrutura, o saneamento básico foram prejudicados ao longo do tempo, gerando impacto ambiental principalmente no período de veraneio. Outro fator responsável pelo crescimento do Litoral Norte foi à promulgação da Lei nº 12.100 de 2004), onde se instituiu a aglomeração urbana do Litoral Norte e a dispõe sob a gestão regional e dá outras providências (Figura 2) e também a proximidade com a Região Metropolitana de Porto Alegre (KOUCHER, 2006).

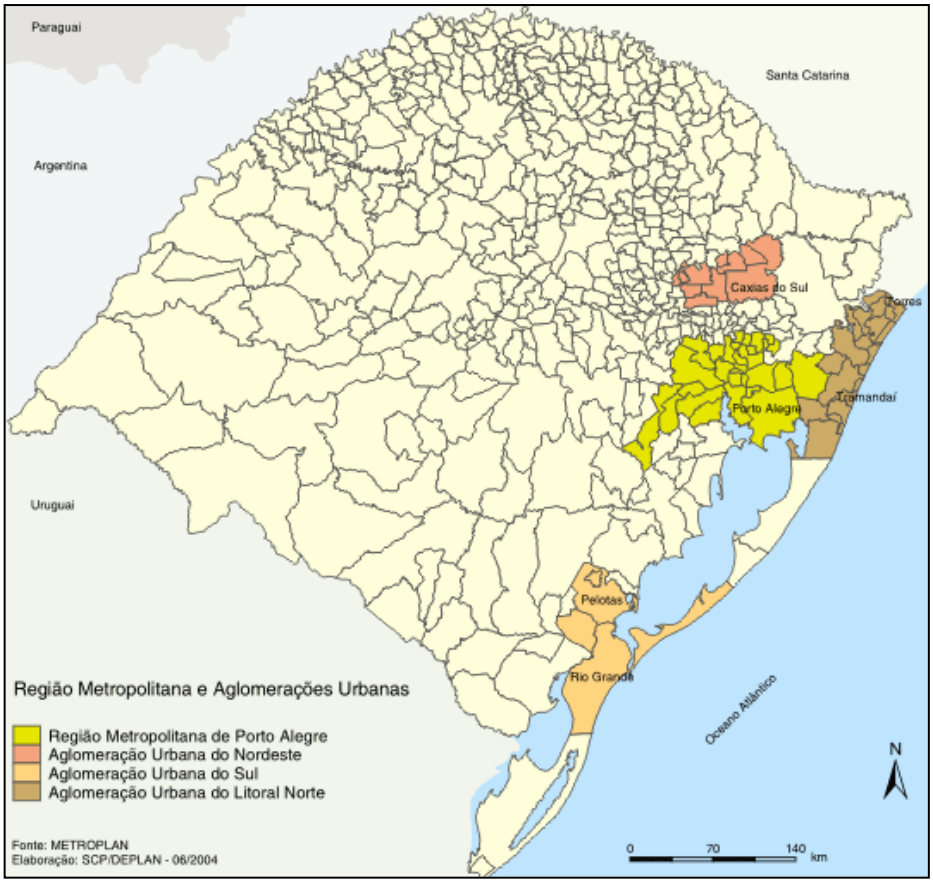


Figura 2 – Aglomerações urbanas do Estado do Rio Grande do Sul.

Os fatores de degradação da qualidade ambiental afetam diretamente o setor econômico destes municípios, assim, acompanhar os níveis de contaminação das águas

contribui para uma melhor gestão de qualidade dentro de um plano de gerenciamento costeiro eficiente. Conforme o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II de 1997, as atividades na zona costeira possuem uma estreita relação com as atividades antrópicas e estas com a qualidade do meio marinho. Devido sua importância, o PNGC ressalta como alguns de seus objetivos uma gestão proativa, utilizando instrumentos de controle, ordenando assim a ocupação dos espaços e a utilização dos recursos naturais, além de ter um controle efetivo em relação às fontes responsáveis por impactos ambientais, vindo para isso, aprimorar e desenvolver um gerenciamento costeiro e fazer a difusão do mesmo. Com base nas informações contidas no PNGC, a falta de saneamento básico é uma das principais fontes de contaminação biológica da margem hídrica costeira, e, assim, se faz necessário compreender seu funcionamento, capacidade suporte e eficiência. Segundo Lisboa et al. (2013), mesmo havendo uma rede de canalização e drenagem para o esgoto e o aporte hídrico local, existe a problemática da emissão de contaminantes biológico por ligações clandestinas e diretas, que não recebem tratamento sanitário e vão direto para as galerias pluviais. Com a falta de uma estrutura sanitária eficiente, é grande a chance de contaminação ambiental significativa nas praias, dificultando a implantação de um plano de gerenciamento costeiro que vise uma melhor qualidade ambiental.

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2019), os municípios de Torres, Arroio do Sal, Imbé, Tramandaí e Balneário Pinhal possuem uma Política Municipal de Saneamento Básico, enquanto os municípios de Capão da Canoa, Xangri-lá e Cidreira não possuem. Quanto ao Plano Municipal de Saneamento Básico apenas os municípios de Torres, Tramandaí e Balneário Pinhal possuem. O município de Torres apresenta em sua área urbana 60% de rede geral de esgoto ou pluvial, 23% de fossas rudimentares e 17% de fossas sépticas, enquanto a área rural possui 11% de rede geral de esgoto ou pluvial, 57% de fossas rudimentares, 29% de fossas sépticas e 3% de valas ou não possuíam nenhum tipo (Figura 3a). Em Arroio do Sal, a área urbana possui 58% de fossas sépticas e 42% de fossas rudimentares, enquanto na área rural são 55% de fossas sépticas e 45% de fossas rudimentares (Figura 3b). No município de Capão da Canoa, a zona urbana possui 46% de fossas sépticas, 31% de fossas rudimentares e 23% de rede geral de esgoto ou pluvial, enquanto a zona rural possui 44% de fossas sépticas, 50% de fossas rudimentares, 5% de rede geral de esgoto ou pluvial e 1% sem nenhum tipo (Figura 3c). No município de Imbé, a zona urbana possui 83% de fossas sépticas, 14% de fossas rudimentares e 3% de rede geral de esgoto ou pluvial, enquanto 82% possui fossas sépticas, 16% fossas rudimentares, 2% rede

geral de esgoto ou pluvial na zona rural (Figura 3d). Em Tramandaí, na área urbana 72% possuem fossas sépticas, 23% fossas rudimentares, 3% rede geral de esgoto ou pluvial e 2% de valas, enquanto na área rural 36% possuem fossas sépticas, 42% fossas rudimentares, 20% rede geral de esgoto e 2% de valas ou não possuíam (Figura 3e). Em Cidreira, 39% de fossas sépticas, 48% de fossas rudimentares, 13% de rede geral de esgoto ou pluvial, na zona urbana, enquanto 53% são fossas rudimentares, 43% fossas sépticas, 2% rede geral de esgoto ou pluvial, 2% valas na zona rural (Figura 3f). Em Balneário Pinhal (Figura 3g), na área urbana 64% possuem fossas sépticas, 35% fossas rudimentares e 1% rede geral de esgoto ou pluvial, enquanto a área rural apresenta 80% de fossas sépticas, 16% de fossas rudimentares, 3% de rede geral de esgoto ou pluvial e 1% não possuíam (IBGE, 2019). Xangri-lá possui na área urbana 63% de fossas rudimentares, 34% de fossas sépticas e 3% de rede geral de esgoto ou pluvial, enquanto a área rural possui 90% de fossas rudimentares, 7% de fossas sépticas e 3% de valas (Figura 3h). O município de Torres é o que apresenta maior porcentagem de rede geral de esgotamento ou pluvial, Imbé possui a maior porcentagem do esgotamento com fossa séptica e Xangri-lá com fossa rudimentar.

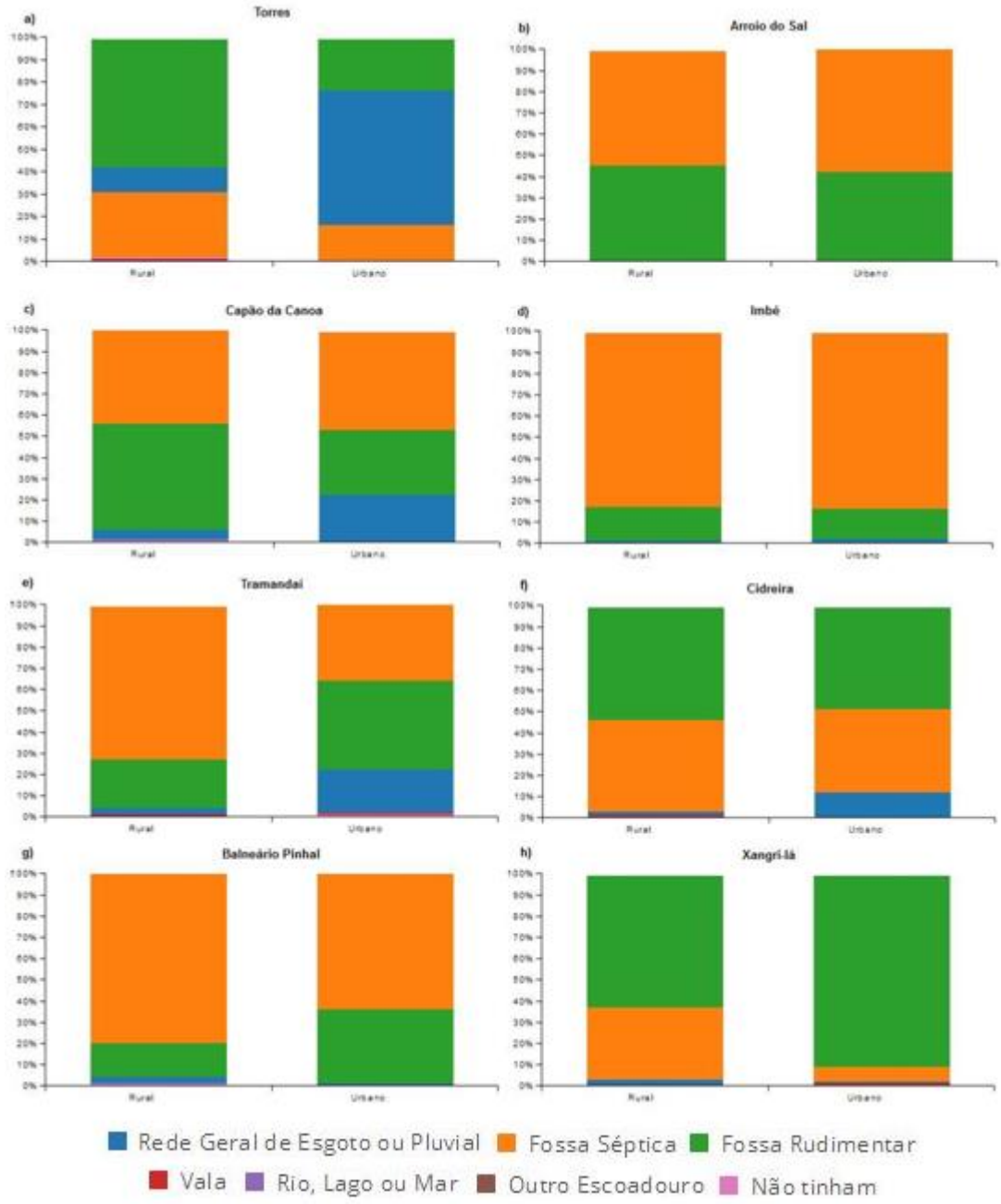


Figura 3 – Distribuição percentual das formas de esgotamento sanitário nas áreas urbana e rural dos municípios do Litoral Norte do RS: a) Torres, b) Arroio do Sal, c) Capão da Canoa, d) Imbé, e) Tramandaí, f) Cidreira, g) Balneário Pinhal e h) Xangri-lá. Adaptado da fonte: infosanbas.org.br.

3.2. **Balneabilidade**

A balneabilidade é uma medida da qualidade ambiental das águas utilizada principalmente na recreação de contato primário, sendo embasada em análises estatísticas de dados contínuos com a intenção de medir o risco potencial de contaminação por doenças infectocontagiosas (AURELIANO, 2000). Segundo Peleja (2015), a balneabilidade é uma forma de analisar o risco dos usuários se contaminarem com patógenos em um determinado tempo, de forma a se observar o intervalo de contaminação e o decaimento, servindo, assim, como um monitoramento para o estudo de uma política municipal de saneamento. A água recreativa de contato primário é definida como aquela em que há um contato direto e prolongado (tais como as atividades de natação, mergulho, esqui-aquático, etc.), onde a possibilidade de ingerir quantidades apreciáveis de água é elevada, e a sua qualidade é fundamental para a saúde pública (CETESB, 2011). Conforme Powell (1995), a balneabilidade é uma ferramenta de saneamento, indicando como as águas de recreação estão em relação a sua qualidade ambiental, e evitando a exposição dos usuários às doenças de veiculação hídrica, como as gastroenterites. Para a classificação da balneabilidade analisa-se a presença e a quantidade nas amostras de água coletadas de bactérias bioindicadoras, tais como os enterococos, a *Escherichia coli* e os coliformes termotolerantes, a fim de se determinar a qualidade ambiental destas águas (BERG, GUERCIO E ULBRICHT, 2013). As concentrações microbiológicas capazes de prejudicar a saúde humana são estabelecidas por níveis predeterminados que indicam contaminação. Além disso, fatores esporádicos, como a ocorrência de algas tóxicas e o derrame de petróleo, também afetam a balneabilidade costeira, no entanto o despejo de esgoto sem tratamento é considerado o fator principal que afeta a balneabilidade (CONAMA nº 20/1986; PARENTE, 2005).

Os municípios costeiros concentram a maior parte da sua economia na pesca e no turismo, e muitos sofrem com o descarte sanitário sem tratamento despejado diretamente em cursos d’água cujo destino é o mar, afetando diretamente a balneabilidade das praias (PARENTE, 2005). Os fatores considerados como atenuantes para uma melhor balneabilidade são as marés, as ondas e as correntes que agem como dispersores dos contaminantes (AURELIANO, 2000). Além disso, a salinidade interfere negativamente na proliferação de microrganismos patogênicos (AURELIANO, 2000). Ainda segundo Aureliano (2000) o Brasil dispõe de cerca de 55,2% de rede receptora de esgoto, sendo a ausência de saneamento

básico nos municípios litorâneos o fator responsável por alterar a balneabilidade costeira, afetando também o consumo de produtos provenientes do oceano e estuários.

Os principais bioindicadores para balneabilidade são as bactérias do grupo dos coliformes termotolerantes (ou anteriormente denominados coliformes fecais) que estão presentes em grande número nas fezes humanas e de animais de sangue quente, sendo a principal represente a *Escherichia coli*. No entanto também são utilizadas como bioindicadores as bactérias do grupo dos enterococos, por possuírem uma maior resistência no ambiente marinho. A detecção e a quantidade destas bactérias indicam a possibilidade da presença de microrganismos patogênicos na água (CETESB, 2012).

Segundo a Resolução CONAMA nº 274 de 2000, Silva (1997) e Forsythe (2002), os coliformes termotolerantes são bactérias que apresentam a enzima B-galactosidade e a característica de fermentar a lactose com produção de gás, quando introduzidos em meios com sais biliares ou tenso-ativos por 24 horas à temperatura de 44-45 °C. Essas bactérias podem ser anaeróbias facultativas ou aeróbias, apresentando-se como bastonetes não esporulados, Gram-negativos, da família *Enterobacteriaceae* sendo que a *Escherichia coli* possui a característica de ser unicamente de origem fecal. *E. coli* é uma bactéria anaeróbia facultativa que possui as enzimas B-glucuronidase e B-galactosidade, gerando ácido a partir da fermentação de manitol e lactose e produzindo indol. Segundo Marquezi (2010), aproximadamente 95% das bactérias encontradas nas fezes são *Escherichia coli*, podendo ser encontrada uma quantidade de 1.000.000.000 de bactérias por grama de fezes.

Conforme a Resolução CONAMA nº 274 de 2000, considera-se “satisfatória” para as águas de zonas marítimas os índices limitantes de 1000 coliformes termotolerantes, 800 *Escherichia coli* ou 100 enterococos por 100 mL de água em 80% ou mais de amostras em um período contínuo de cinco semanas. Considera-se “muito boa” as águas com 500 coliformes termotolerantes, 400 *Escherichia coli* ou 50 enterococos por 100 mL de água em 80% ou mais de amostras em um período contínuo de cinco semanas. Considera-se “excelente” as águas com 250 coliformes fecais, 200 *Escherichia coli* ou 25 enterococos por 100 mL de água em 80% ou mais de amostras em um período contínuo de cinco semanas. Para uma área ser classificada como imprópria é necessário ter índices superiores a 1000 coliformes termotolerantes ou 800 *Escherichia coli* por 100 mL de água em 20% das amostras em um período de cinco semanas, ou quando apresentar valores acima de 2500 coliformes termotolerantes ou 2000 *Escherichia coli* por 100 mL de água.

A Resolução CONAMA nº 274 de 2000 não apresenta uma classificação numérica fixa para a os valores de balneabilidade entre 1001 a 2449 coliformes termotolerantes por 100 mL de água, pois, segundo esta Resolução os valores de 1001 a 2449 NMP/100 mL acima de 20% no intervalo de cinco semanas são considerados impróprios e os mesmos valores abaixo de 20% no intervalo de cinco semanas são considerados próprios (Figura 4), fazendo com que tais valores fiquem sujeitos a uma variação percentual temporal.

Tabela 4 – Quantidade de coliformes termotolerantes por 100 ml de água analisados na Prainha/Torres no período entre 2007 e 2017 (Fonte: FEPAM, 2019).

Anos	Semanas									
	N4	D1	D2	D3	D4	J1	J2	J3	J4	F1
2008/2007	500	2	4	30	50	13	22	30	4	900
2009/2008	300	500	80	50	17	1600	130	1600	110	80

Próprio

Impróprio

Figura 4 – Quantidade de coliformes termotolerantes com classificações diferentes, segundo a Resolução CONAMA nº 274/00. N4: quarta semana de novembro, D1: primeira semana de dezembro, D2: segunda semana de dezembro, D3: terceira semana de dezembro, D4: quarta semana de dezembro, J1: primeira semana de janeiro, J2: segunda semana de janeiro, J3: terceira semana de janeiro, J4: quarta semana de janeiro e F1: primeira semana de fevereiro.

4. METODOLOGIA

Para a realização deste estudo foram utilizados os dados públicos referentes à balneabilidade retirados do *site* da FEPAM (http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/balneabilidade_historico.asp), compreendidos entre o período da quarta semana de novembro de 2007 até a primeira semana de fevereiro de 2017: N4 (quarta semana de novembro), D1 (primeira semana de dezembro), D2 (segunda semana de dezembro), D3 (terceira semana de dezembro), D4 (quarta semana de dezembro), J1 (primeira semana de janeiro), J2 (segunda semana de janeiro), J3 (terceira semana de janeiro), J4 (quarta semana de janeiro) e F1 (primeira semana de fevereiro). As coletas de água foram realizadas pelo Serviço de Amostragem da FEPAM seguindo normas adotadas pela

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 1987), sendo que a preservação e os métodos analíticos seguem os procedimentos definidos pelo *Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005).

Os dados coletados foram relativos ao número mais provável (NMP) de coliformes termotolerantes por 100 mL de água, que foram tabelados por município e por suas praias. Para a padronização do estudo utilizou-se apenas os municípios e suas respectivas praias que tivessem pelo menos 95% dos dados do período de 2007 a 2017, sendo elas:

- Torres: praia dos Molhes (Lat: -29,327558, Lon: -49,713771), Praia Grande (Lat: -29,338013, Lon: -49,723111), Prainha (Lat: -29,342685, Lon:-49,72563) e Para da Cal (Lat: -29,349033, Lon: -49,730731) (Figura 5);
- Arroio do Sal: praia de Arroio do Sal (Lat: -29,55101, Lon: -49,885165) (Figura 5);
- Capão da Canoa: Balneário de Araçá (Lat: -29,74175, Lon: -50,001729), Arroio Teixeira (Lat: -29,645596, Lon: -49,947335), praia de Capão da Canoa (Lat: -29,769589, Lon: -50,01756) e Capão Novo (Lat: -29,686329, Lon: -49,971351) (Figura 5);
- Xangri-lá: praia de Xangri-lá (Lat: -29,802048, Lon: -50,033798), Atlântida (Lat: -29,780799, Lon: -50,023061) e Rainha do Mar (Lat: -29,854779, Lon: -50,06131) (Figura 5);
- Imbé: praia de Imbé (Lat: -29,970115, Lon: -50,116096), Mariluz (Lat: -29,930654, Lon: -50,098395) e Santa Terezinha (Lat: -29,898226, Lon: -50,083169) (Figura 5);
- Tramandaí: Jardim Atlântico (Lat: -30,06014, Lon: -50,155887), Nova Tramandaí (Lat: -30,040436, Lon: -50,147493) e praia de Tramandaí (Lat: -29,991374, Lon: -50,125078) (Figura 5);
- Cidreira: praia de Cidreira (Lat: -30,192773, Lon: -50,208539) e Costa do Sol (Lat: -30,20459, Lon: -50,213254) (Figura 5);
- Balneário Pinhal: praia de Balneário Pinhal (Lat: -30,24872, Lon: -50,230256) e Magistério (Lat: -30,29427, Lon: -50,24863) (Figura 5).

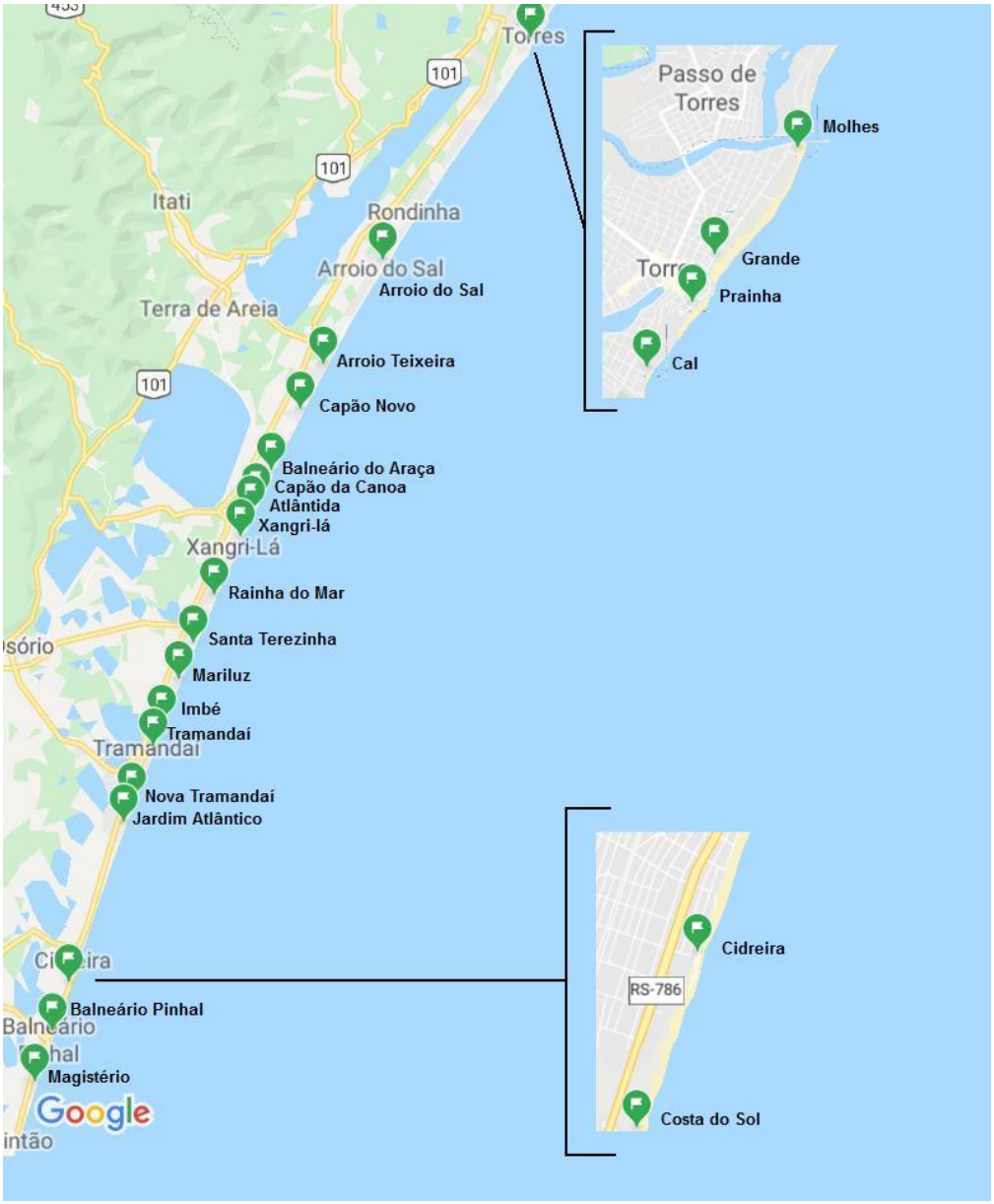
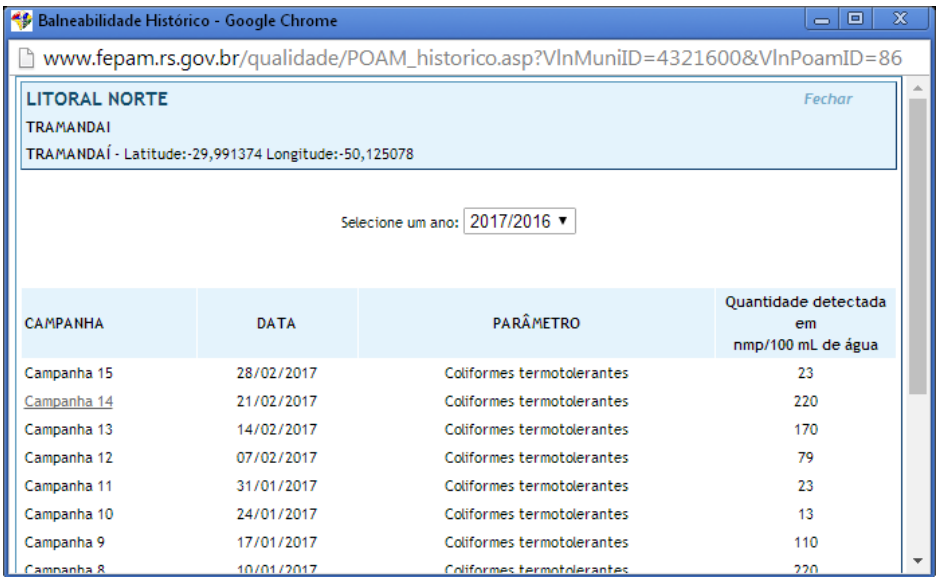


Figura 5 – Pontos de coleta da FEPAM. Fonte: Google Maps.

No total, somente em quatro semanas em que não houve dados referentes à quantidade de coliformes termotolerantes, nas seguintes praias: dos Molhes, em Torres (J3 de 2016/2015), Capão da Canoa, em Capão da Canoa (J4 de 2009/2008 e D1 de 2011/2010), e Jardim Atlântico, em Tramandaí (D4 de 2009/2008). Os dados para cada período de análise englobam dois anos: 2008/2007, 2009/2008, 2010/2009, 2011/2010, 2012/2011, 2013/2012, 2014/2013, 2015/2014, 2016/2015 e 2017/2016, padrão este utilizado pela FEPAM (Figura 6).



CAMPANHA	DATA	PARÂMETRO	Quantidade detectada em nmp/100 mL de água
Campanha 15	28/02/2017	Coliformes termotolerantes	23
Campanha 14	21/02/2017	Coliformes termotolerantes	220
Campanha 13	14/02/2017	Coliformes termotolerantes	170
Campanha 12	07/02/2017	Coliformes termotolerantes	79
Campanha 11	31/01/2017	Coliformes termotolerantes	23
Campanha 10	24/01/2017	Coliformes termotolerantes	13
Campanha 9	17/01/2017	Coliformes termotolerantes	110
Campanha 8	10/01/2017	Coliformes termotolerantes	220

Figura 6 – Padrão utilizado pela FEPAM do banco de dados referente à quantidade de coliformes termotolerantes por 100mL de águas. (Fonte: FEPAM, 2018).

A Resolução CONAMA nº 274 de 2000 foi utilizada para definição dos critérios de balneabilidade, sendo valores acima de 2500 coliformes termotolerantes/100 mL de água considerados impróprios e valores abaixo de 1000 coliformes termotolerantes/100 mL de água considerados próprios. O intervalo de 1001 a 2449 NMP/100 mL foi classificado como sendo crítico neste estudo, pois se encontra entre a classificação própria e imprópria para a balneabilidade, assumindo-se como um risco. Os gráficos, as análises estatísticas e a linha de tendência foram gerados utilizando a ferramenta Microsoft Excel 2010, sendo que a séries temporais foram feitas segundo Bastião (2014), onde se define como um conjunto de observações ordenadas no tempo.

Para a influência da precipitação na quantidade de coliformes termotolerantes acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 274 de 2000, nos pontos do Litoral Norte/RS amostrados, utilizaram-se as informações disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia, estabelecendo como critério os três dias anteriores à análise da balneabilidade, incluindo o dia da própria análise. Os dados do INMET são referentes à estação 83948, localizada no município de Torres (Latitude: -29,35; Longitude: -49,73; altitude: 4,66 m). Para a análise de correlação entre a quantidade de coliformes termotolerantes e o volume de precipitação utilizou a metodologia do coeficiente de

correlação apresentado por Padilha (2013), sendo aplicada nesse estudo para os valores acima de 1000 coliformes termotolerantes por 100ml de água.

5. RESULTADOS e DISCUSSÃO

Os dados analisados correspondem aos oito municípios litorâneos no Litoral Norte do RS: Torres, Arroio do Sal, Capão da Canoa, Xangri-lá, Imbé, Tramandaí, Cidreira e Balneário Pinhal, sendo no total 2196 dados distribuídos entre as vinte e duas praias que compõem estes municípios.

5.1. Torres

Os dados referentes à quantidade de coliformes termotolerantes (NMP por 100 mL de água) analisados no período 2007-2017 nas praias amostradas no município de Torres encontram-se nas tabelas 1 a 4 e na figura 5.

Pode-se observar na Praia dos Molhes, tabela 1 e figura 7, a presença de cinco semanas, entre as 99 semanas analisadas, consideradas críticas: 1600 em J1 de 2009, 1600 em J1 de 2011, 1600 em F1 de 2012, 1300 em J1 de 2014 e o maior valor encontrado neste ponto de 1700 em J1 de 2015. Nota-se, também, que quatro entre as cinco semanas consideradas críticas estão na primeira semana de janeiro.

Tabela 1 – Quantidade de coliformes termotolerantes (NMP por 100 mL de água) analisados na Praia dos Molhes/Torres no período entre 2007 e 2017.

Anos	**Semanas**									
	N4	**D1**	**D2**	**D3**	**D4**	**J1**	**J2**	**J3**	**J4**	**F1**
2008/2007	50	2	30	80	30	50	4	300	4	500
2009/2008	500	500	50	30	80	**1600**	300	300	80	80
2010/2009	8	23	130	13	130	300	4	300	110	22
2011/2010	13	22	11	23	80	**1600**	50	50	70	130
2012/2011	50	110	2	14	11	240	500	900	80	**1600**
2013/2012	2	50	6	2	30	300	2	8	50	50
2014/2013	17	20	49	49	110	**1300**	7,8	49	350	79
2015/2014	220	49	4,5	110	920	**1700**	46	13	79	11
2016/2015	8	30	4	170	2	350	4	-	170	23
2017/2016	2	140	7,8	220	110	240	79	17	17	46

N4: quarta semana de novembro, D1: primeira semana de dezembro, D2: segunda semana de dezembro, D3: terceira semana de dezembro, D4: quarta semana de dezembro, J1: primeira semana de janeiro, J2: segunda semana de janeiro, J3: terceira semana de janeiro, J4: quarta semana de janeiro e F1: primeira semana de fevereiro. (Fonte: FEPAM, 2019).

A tabela 2 e a figura 7 referem-se à Praia Grande, onde pode-se observar cinco semanas críticas: 1600 em N4 de 2008 e J1 de 2009, 1600 em J1 de 2011, 1600 em F1 de 2012 e o maior valor encontrado neste ponto de 1700 em J1 de 2014, entre as 100 semanas analisadas. Assim como na praia dos Molhes, três entre as quatro semanas críticas estão presentes na primeira semana de janeiro.

Tabela 2 – Quantidade de coliformes termotolerantes (NMP por 100 mL de água) analisados na Praia Grande/Torres no período entre 2007 e 2017.

Anos	**Semanas**									
	N4	**D1**	**D2**	**D3**	**D4**	**J1**	**J2**	**J3**	**J4**	**F1**
2008/2007	900	2	22	70	80	80	4	23	4	300
2009/2008	**1600**	500	70	50	30	**1600**	240	170	50	500
2010/2009	8	23	70	80	80	240	8	240	2	11
2011/2010	11	2	50	8	170	**1600**	130	240	240	30
2012/2011	11	17	8	8	11	240	300	900	130	**1600**
2013/2012	8	22	8	2	8	240	7	130	9	50
2014/2013	33	46	31	27	79	**1700**	14	33	540	110
2015/2014	170	110	6,8	110	540	350	13	2	33	4,5
2016/2015	8	110	2	130	4,5	240	13	130	280	70
2017/2016	4,5	350	1,8	33	240	920	79	33	26	4,5

N4: quarta semana de novembro, D1: primeira semana de dezembro, D2: segunda semana de dezembro, D3: terceira semana de dezembro, D4: quarta semana de dezembro, J1: primeira semana de janeiro, J2: segunda semana de janeiro, J3: terceira semana de janeiro, J4: quarta semana de janeiro e F1: primeira semana de fevereiro. (Fonte: FEPAM, 2019).

Quanto à análise de coliformes termotolerantes por 100 mL da Prainha, tabela 3 e figura 7, ocorre em um total de 100 semanas analisadas, quatro acima do limite: 1600 em J1 e J3 de 2009, 1600 em J2 de 2010, 1600 em F1 de 2012; e duas semanas consideradas impróprias com os maiores valores encontrados neste ponto: 3500 em J1 de 2014 e 5400 em J1 de 2015. Destas quatro semanas consideradas críticas e duas impróprias, três semanas estão na primeira semana de janeiro (incluindo as duas impróprias). Ressalta-se que as duas semanas impróprias apresentaram valores que ultrapassam o limite estabelecido de 2500 coliformes termotolerantes estipulados pela Resolução CONAMA nº 274 (BRASIL, 2000), sendo o segundo e o quarto maior valor encontrado, 5400 e 3500, respectivamente em todo o Litoral Norte/RS nos anos de 2015 e 2014. A Prainha também foi o ponto mais afetado no período 2007-2017 de todo o Litoral Norte/RS, duas semanas seguidas no J1 por dois anos consecutivos, 2014 e 2015.

Tabela 3 – Quantidade de coliformes termotolerantes (NMP por 100 ml de água) analisados na Prainha/Torres no período entre 2007 e 2017.

Anos	**Semanas**									
	N4	**D1**	**D2**	**D3**	**D4**	**J1**	**J2**	**J3**	**J4**	**F1**
2008/2007	500	2	4	30	50	13	22	30	4	900
2009/2008	300	500	80	50	17	**1600**	130	**1600**	110	80
2010/2009	2	23	50	50	50	240	**1600**	300	33	12
2011/2010	2	4	30	8	50	350	80	240	240	30
2012/2011	17	22	2	27	11	300	50	170	30	**1600**
2013/2012	8	22	11	50	17	240	2	50	30	80
2014/2013	13	33	22	33	240	**3500**	70	79	240	110
2015/2014	31	33	17	130	70	**5400**	14	11	17	4,5
2016/2015	8	170	17	79	13	130	94	23	79	13
2017/2016	2	540	2	130	540	540	13	49	17	9,3

N4: quarta semana de novembro, D1: primeira semana de dezembro, D2: segunda semana de dezembro, D3: terceira semana de dezembro, D4: quarta semana de dezembro, J1: primeira semana de janeiro, J2: segunda semana de janeiro, J3: terceira semana de janeiro, J4: quarta semana de janeiro e F1: primeira semana de fevereiro. (Fonte: FEPAM, 2019).

Na tabela 4 e figura 7, referente à Praia da Cal, ocorrem três semanas com 1600 coliformes termotolerantes das 100 semanas analisadas: J1 de 2009, D2 de 2010 e F1 de 2012.

Tabela 4 – Quantidade de coliformes termotolerantes (NMP por 100 ml de água) analisados na Praia da Cal/Torres no período entre 2007 e 2017.

Anos	**Semanas**									
	N4	**D1**	**D2**	**D3**	**D4**	**J1**	**J2**	**J3**	**J4**	**F1**
2008/2007	80	8	30	4	50	80	2	80	4	300
2009/2008	900	50	22	17	50	**1600**	50	300	80	500
2010/2009	2	2	23	23	21	500	240	240	2	170
2011/2010	8	80	**1600**	2	13	240	80	50	300	30
2012/2011	50	13	2	9	14	130	30	80	4	**1600**
2013/2012	8	17	2	11	13	300	2	30	50	80
2014/2013	5	22	13	22	350	790	7,8	31	350	13
2015/2014	79	79	4,5	350	49	330	49	2	70	2
2016/2015	13	23	8	130	2	170	170	1,8	23	11
2017/2016	9,3	350	4,5	33	350	700	49	46	4,5	4,5

N4: quarta semana de novembro, D1: primeira semana de dezembro, D2: segunda semana de dezembro, D3: terceira semana de dezembro, D4: quarta semana de dezembro, J1: primeira semana de janeiro, J2: segunda semana de janeiro, J3: terceira semana de janeiro, J4: quarta semana de janeiro e F1: primeira semana de fevereiro. (Fonte: FEPAM, 2019).

A figura 7 apresenta os dados referentes à quantidade de coliformes termotolerantes/100 mL analisados em continuidade da semana um à semana 100 compreendendo os anos de 2007 a 2017, obtendo-se, assim, a linha de tendência das praias analisadas do município de Torres.

Observa-se na Praia dos Molhes, figura 7a, que as semanas consideradas críticas estão em sua maioria na primeira semana de janeiro (quatro na J1) e apenas uma na primeira semana de fevereiro (F1). Na Praia Grande (Figura 7b), três semanas críticas estão na J1, uma semana na N4 e uma semana na F1. Na Prainha (Figura 7c) as semanas consideradas críticas estão na J1, J2, J3 e F1 e as consideradas impróprias estão apenas na J1, sendo duas semanas. Observa-se que na Praia da Cal 3 semanas foram consideradas críticas: J1, D2 e F1.

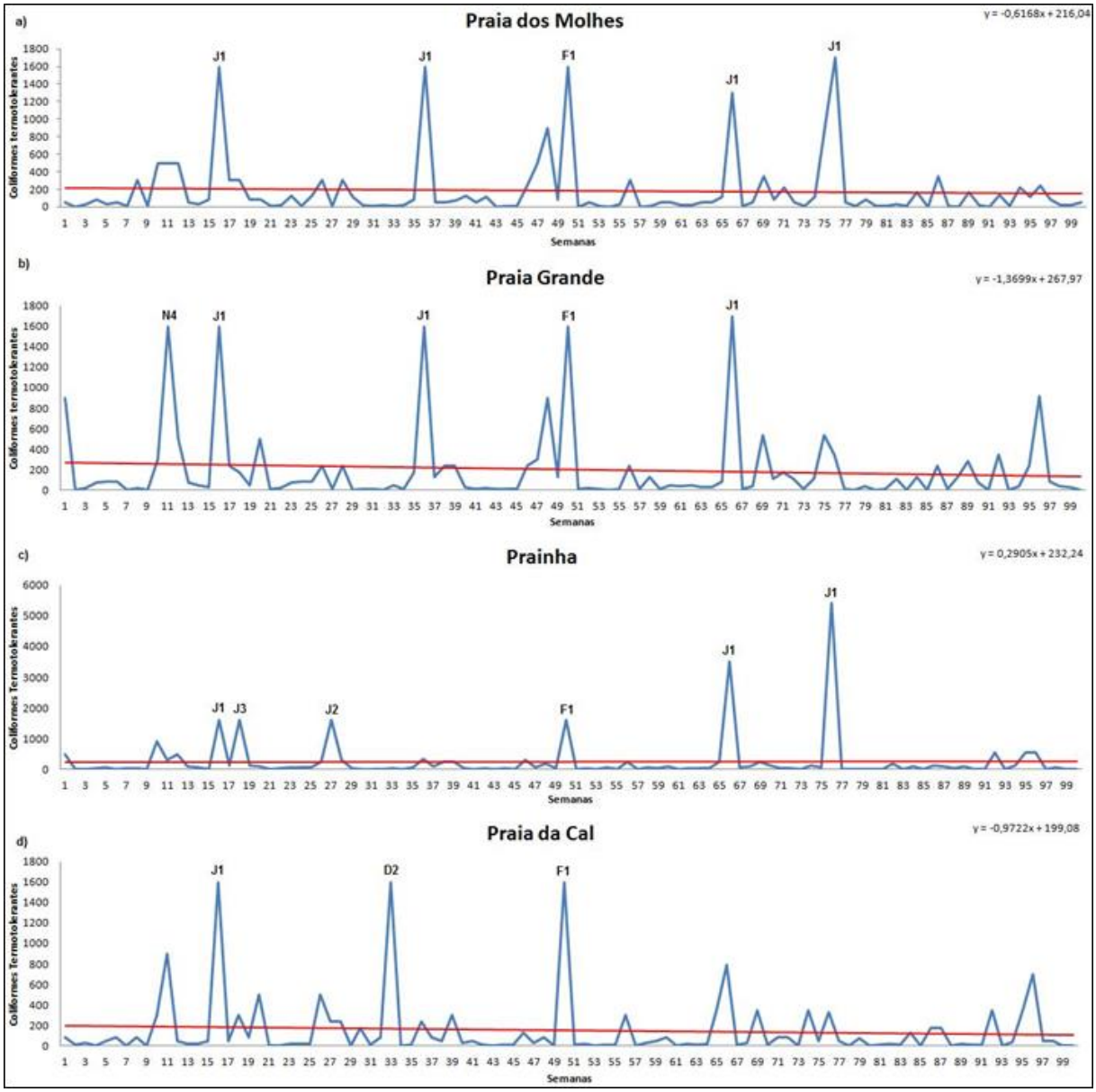


Figura 7 – Dados referentes à quantidade de coliformes termotolerantes/100mL analisados em continuidade da semana 1 à semana 100 compreendendo os anos de 2007 a 2017, no município de Torres: a) Praia dos Molhes, b) Praia Grande, c) Prainha e d) Praia da Cal.

5.2. Arroio do Sal

Na tabela 5 e na figura 8 observa-se que entre as 100 semanas analisadas para a balneabilidade no período de 2007-2017 referente à praia de Arroio do Sal, oito foram consideradas críticas: 1600 em J2 de 2009, J2 de 2010, J1 de 2011, J1 J3 e F1 de 2012, J1 de

2013 e 1300 em J1 de 2014. Uma semana foi considerada imprópria de acordo com a Resolução CONAMA nº 274 de 2000: 5400 em J2 de 2014, sendo o maior valor encontrado. Segundo o limite estabelecido de 2500 coliformes termotolerantes/100 mL água pela Resolução CONAMA nº 274 de 2000 este foi o ponto com o segundo maior valor encontrado no Litoral Norte/RS, 5400 coliformes termotolerantes/100 mL, no ano de 2014. Observa-se também que destas nove semanas, quatro estão na primeira semana de janeiro.

Tabela 5 – Quantidade de coliformes termotolerantes (NMP por 100 mL de água) analisados na Praia de Arroio do Sal no período entre 2007 e 2017.

Anos	**Semanas**									
	N4	**D1**	**D2**	**D3**	**D4**	**J1**	**J2**	**J3**	**J4**	**F1**
2008/2007	240	2	30	4	900	7	30	240	2	300
2009/2008	130	130	4	4	30	220	**1600**	23	50	300
2010/2009	2	4	80	30	13	80	**1600**	240	110	900
2011/2010	14	2	8	4	240	**1600**	50	80	900	2
2012/2011	13	500	17	240	240	**1600**	90	**1600**	22	**1600**
2013/2012	30	8	2	17	17	**1600**	27	170	130	240
2014/2013	49	70	9,2	11	17	**1300**	**5400**	7,8	79	630
2015/2014	17	2	79	240	79	230	33	13	33	11
2016/2015	30	300	30	2	920	350	11	11	79	4,6
2017/2016	79	46	2	23	17	33	79	4,5	2	11

N4: quarta semana de novembro, D1: primeira semana de dezembro, D2: segunda semana de dezembro, D3: terceira semana de dezembro, D4: quarta semana de dezembro, J1: primeira semana de janeiro, J2: segunda semana de janeiro, J3: terceira semana de janeiro, J4: quarta semana de janeiro e F1: primeira semana de fevereiro. (Fonte: FEPAM, 2019).

A figura 8 apresenta os dados referentes à quantidade de coliformes termotolerantes/100 mL analisados em continuidade da semana um à semana 100 compreendendo os anos de 2007 a 2017, obtendo-se, assim, a linha de tendência da praia de Arroio do Sal. Observa-se que as semanas consideradas críticas estão em sua maioria na primeira semana de janeiro (quatro na J1), três semanas na J2 sendo uma imprópria para a balneabilidade, uma na J3 e uma semana na F1.

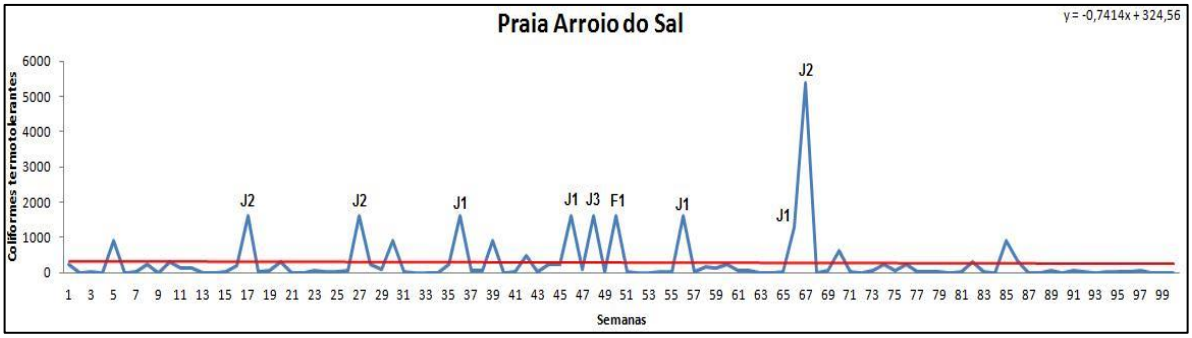


Figura 8 – Dados referentes à quantidade de coliformes termotolerantes/100 mL analisados em continuidade da semana 1 à semana 100 compreendendo os anos de 2007 a 2017, no município de Arroio do Sal.

5.3. Capão da Canoa

Os dados referentes à quantidade de coliformes termotolerantes (NMP por 100 mL de água) analisados no período 2007-2017 nas praias amostradas no município de Capão da Canoas encontram-se nas tabelas 6 a 9 e na figura 9.

O Balneário de Araçá tabela 6 e figura 9 apresenta todas as 100 semanas analisadas dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 274 (BRASIL, 2000), ou seja, valores < 1000 coliformes termotolerantes.

Tabela 6 – Quantidade de coliformes termotolerantes (NMP por 100 mL de água) analisados no Balneário de Araçá/Capão da Canoa no período entre 2007 e 2017.

Anos	**Semanas**									
	N4	**D1**	**D2**	**D3**	**D4**	**J1**	**J2**	**J3**	**J4**	**F1**
2008/2007	40	2	2	2	13	80	7	8	2	50
2009/2008	140	30	2	4	13	500	11	50	2	300
2010/2009	2	50	70	23	80	8	900	11	23	13
2011/2010	2	2	2	4	23	50	11	50	50	7
2012/2011	2	4	11	2	2	50	14	900	2	240
2013/2012	8	13	4	2	9	130	6	50	30	11
2014/2013	2	17	49	23	2	230	110	350	79	49
2015/2014	6,8	7,8	240	7,8	13	790	22	130	4,5	33
2016/2015	30	900	80	2	13	23	11	2	1,8	17
2017/2016	7,8	49	2	13	7,8	22	14	13	14	7,8

N4: quarta semana de novembro, D1: primeira semana de dezembro, D2: segunda semana de dezembro, D3: terceira semana de dezembro, D4: quarta semana de dezembro, J1: primeira semana de janeiro, J2: segunda semana de janeiro, J3: terceira semana de janeiro, J4: quarta semana de janeiro e F1: primeira semana de fevereiro. (Fonte: FEPAM, 2019).

Em Arroio Teixeira, tabela 7 e Figura 9, ocorrem duas semanas consideradas críticas das 100 semanas analisadas: 1600 coliformes termotolerantes em J3 e F1 de 2012.

Tabela 7 – Quantidade de coliformes termotolerantes (NMP por 100 mL de água) analisados em Arroio Teixeira/Capão da Canoa no período entre 2007 e 2017.

Anos	**Semanas**									
	N4	**D1**	**D2**	**D3**	**D4**	**J1**	**J2**	**J3**	**J4**	**F1**
2008/2007	13	2	2	2	2	23	70	130	2	80
2009/2008	23	17	8	2	50	500	900	300	80	110
2010/2009	2	2	50	50	541	12	80	240	4	110
2011/2010	23	2	7	6	23	80	240	22	8	500
2012/2011	2	2	50	4	8	170	23	**1600**	30	**1600**
2013/2012	22	7	9	6	8	240	8	130	50	17
2014/2013	22	17	33	13	17	110	79	17	350	49
2015/2014	22	1,8	170	350	22	230	33	11	4,5	23
2016/2015	30	110	23	27	130	13	1,8	2	6,8	1,8
2017/2016	23	79	1,8	9,3	6,8	4,5	17	11	1,8	6,8

N4: quarta semana de novembro, D1: primeira semana de dezembro, D2: segunda semana de dezembro, D3: terceira semana de dezembro, D4: quarta semana de dezembro, J1: primeira semana de janeiro, J2: segunda semana de janeiro, J3: terceira semana de janeiro, J4: quarta semana de janeiro e F1: primeira semana de fevereiro. (Fonte: FEPAM, 2019).

Na praia de Capão da Canoa, tabela 8 e Figura 9, duas semanas foram críticas entre as 98 verificadas: 1600 em J2 de 2009 e 1600 em J3 de 2012.

Tabela 8 – Quantidade de coliformes termotolerantes (NMP por 100 mL de água) analisados na praia de Capão da Canoa no período entre 2007 e 2017.

Anos	**Semanas**									
	N4	**D1**	**D2**	**D3**	**D4**	**J1**	**J2**	**J3**	**J4**	**F1**
2008/2007	300	2	2	7	7	30	30	170	6	130
2009/2008	240	110	2	2	8	500	**1600**	8	-	240
2010/2009	7	11	130	23	2	23	900	80	500	17
2011/2010	2	-	8	2	11	30	300	80	80	300
2012/2011	2	2	8	4	2	30	50	**1600**	23	900
2013/2012	23	4	4	2	11	50	23	80	80	240
2014/2013	2	33	240	33	13	460	490	7,8	11	14
2015/2014	1,8	20	920	79	49	490	170	49	49	13
2016/2015	30	900	240	2	11	23	4	7,8	1,8	49
2017/2016	49	46	2	2	9,2	2	17	33	1,8	33

N4: quarta semana de novembro, D1: primeira semana de dezembro, D2: segunda semana de dezembro, D3: terceira semana de dezembro, D4: quarta semana de dezembro, J1: primeira semana de janeiro, J2: segunda semana de janeiro, J3: terceira semana de janeiro, J4: quarta semana de janeiro e F1: primeira semana de fevereiro. (Fonte: FEPAM, 2019).

Referente à praia de Capão Novo, tabela 9 e figura 9, todas as semanas analisadas estão dentro do limite proposto pela Resolução CONAMA nº 274 (BRASIL, 2000), < 1000 coliformes termotolerantes.

Tabela 9 – Quantidade de coliformes termotolerantes (NMP por 100 mL de água) analisados na praia de Capão Novo/Capão da Canoa no período entre 2007 e 2017.

Anos	**Semanas**									
	N4	**D1**	**D2**	**D3**	**D4**	**J1**	**J2**	**J3**	**J4**	**F1**
2008/2007	50	4	9	2	2	50	13	17	2	300
2009/2008	110	8	2	2	80	500	50	240	50	170
2010/2009	7	2	30	50	8	50	4	30	2	50
2011/2010	11	30	2	2	2	17	17	14	80	4
2012/2011	2	8	4	11	2	130	8	900	4	240
2013/2012	2	4	4	2	9	50	14	8	80	23
2014/2013	2	49	7,8	17	11	330	13	2	49	26
2015/2014	4,5	1,8	240	79	7,8	130	13	23	4,5	9,3
2016/2015	30	170	23	2	2	23	1,8	17	2	7,8
2017/2016	49	130	4	11	1,8	13	3,7	2	7,8	11

N4: quarta semana de novembro, D1: primeira semana de dezembro, D2: segunda semana de dezembro, D3: terceira semana de dezembro, D4: quarta semana de dezembro, J1: primeira semana de janeiro, J2: segunda semana de janeiro, J3: terceira semana de janeiro, J4: quarta semana de janeiro e F1: primeira semana de fevereiro. (Fonte: FEPAM, 2019).

A figura 9 apresenta os dados referentes à quantidade de coliformes termotolerantes/100 mL analisados em continuidade da semana um à semana 100 compreendendo os anos de 2007 a 2017, obtendo-se assim, a linha de tendência das praias analisadas do município de Capão da Canoa.

Observa-se que em Arroio Teixeira, figura 9b, as semanas consideradas críticas estão na terceira semana de janeiro (1 na J3) e uma na primeira semana de fevereiro (F1). Na praia de Capão da Canoa, figura 9c, 1 semana crítica está na J2 e uma semana na J3. O Balneário de Araçá e a praia de Capão Novo não apresentaram nenhuma semana crítica ou imprópria para a balneabilidade (Figuras 9a e 9d).

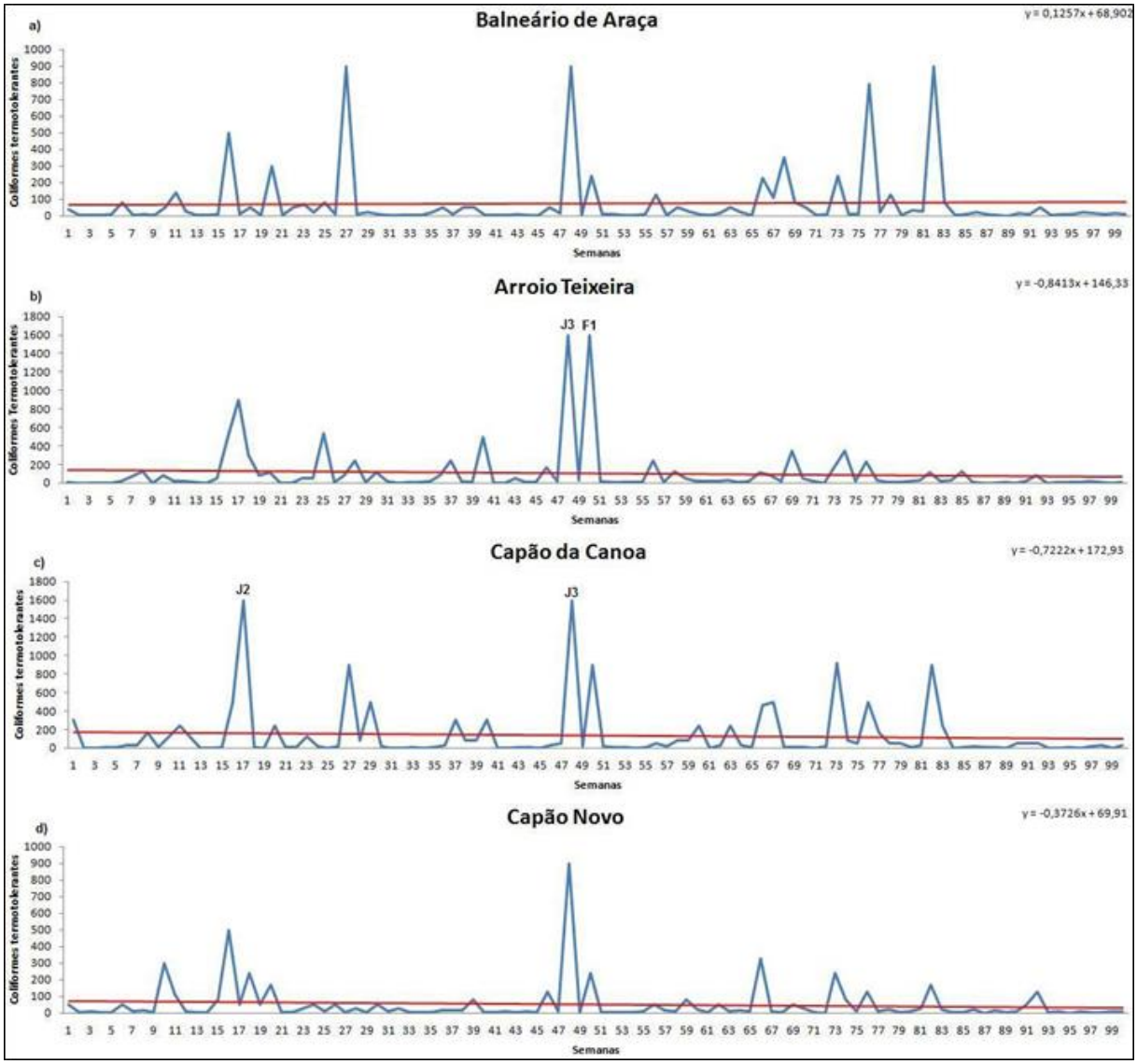


Figura 9 – Dados referentes à quantidade de coliformes termotolerantes/100 mL analisados em continuidade da semana 1 à semana 100 compreendendo os anos de 2007 a 2017, no município de Capão da Canoa: a) Balneário Araçá, b) Arroio Teixeira, c) praia de Capão da Canoa e d) Capão Novo.

5.4. Xangri-lá

Os dados referentes à quantidade de coliformes termotolerantes (NMP por 100 mL de água) analisados no período 2007-2017 nas praias amostradas no município de Xangri-lá encontram-se nas tabelas 10 a 12 e na figura 10.

Pode-se observar na praia de Xangri-lá, tabela 10 e Figura 10, a presença de quatro semanas consideradas críticas: 1600 em J3 de 2008, 1600 em F1 de 2012, 1600 em F1 de 2013 e 1300 em J2 de 2014, entre as 100 semanas analisadas.

Tabela 10 – Quantidade de coliformes termotolerantes (NMP por 100 mL de água) analisados na praia de Xangri-lá no período entre 2007 e 2017.

Anos	**Semanas**									
	N4	**D1**	**D2**	**D3**	**D4**	**J1**	**J2**	**J3**	**J4**	**F1**
2008/2007	50	2	4	2	2	110	50	**1600**	300	170
2009/2008	2	2	2	23	4	900	14	30	17	23
2010/2009	300	22	27	8	2	30	15	130	4	130
2011/2010	8	170	23	4	4	4	2	80	170	80
2012/2011	13	7	4	2	4	70	30	500	11	**1600**
2013/2012	50	2	240	80	130	22	4	130	280	**1600**
2014/2013	5	33	70	33	1,8	630	**1300**	920	540	11
2015/2014	79	11	1,8	140	460	33	330	14	230	49
2016/2015	50	170	50	2	23	4,5	4,5	1,8	2	13
2017/2016	33	49	4,5	23	9,2	7,8	31	4,5	2	14

N4: quarta semana de novembro, D1: primeira semana de dezembro, D2: segunda semana de dezembro, D3: terceira semana de dezembro, D4: quarta semana de dezembro, J1: primeira semana de janeiro, J2: segunda semana de janeiro, J3: terceira semana de janeiro, J4: quarta semana de janeiro e F1: primeira semana de fevereiro. (Fonte: FEPAM, 2019).

A tabela 11 e a Figura 10 referem-se à Atlântida, onde pode-se observar quatro semanas críticas: 1600 em J1 de 2009, 1700 em J1 e 1300 em J2 de 2014 e 2400 em D3 de 2015, entre as 100 semanas analisadas. Pode-se observar que, duas entre as quatro semanas críticas estão presentes na primeira semana de janeiro.

Tabela 11 – Quantidade de coliformes termotolerantes (NMP por 100 mL de água) analisados na praia de Atlântida/Xangri-lá no período entre 2007 e 2017.

Anos	**Semanas**									
	N4	**D1**	**D2**	**D3**	**D4**	**J1**	**J2**	**J3**	**J4**	**F1**
2008/2007	30	2	2	4	4	130	500	300	30	240
2009/2008	2	23	2	23	4	**1600**	240	7	33	4
2010/2009	17	50	23	7	13	23	17	30	2	170
2011/2010	30	23	30	2	2	110	2	900	240	9
2012/2011	2	2	23	2	2	30	13	300	14	500
2013/2012	13	2	300	2	240	8	4	50	23	300
2014/2013	4	22	4,5	4,5	2	**1700**	**1300**	33	13	23
2015/2014	17	2	46	**2400**	4,5	220	79	130	4,5	23
2016/2015	30	110	23	2	23	4,5	4	1,8	1,8	17
2017/2016	4,5	33	1,8	11	1,8	4	21	6,8	2	7,8

N4: quarta semana de novembro, D1: primeira semana de dezembro, D2: segunda semana de dezembro, D3: terceira semana de dezembro, D4: quarta semana de dezembro, J1: primeira semana de janeiro, J2: segunda semana de janeiro, J3: terceira semana de janeiro, J4: quarta semana de janeiro e F1: primeira semana de fevereiro. (Fonte: FEPAM, 2019).

Na praia de Rainha do Mar (Tabela 12 e Figura 10), três semanas foram críticas entre as 100 verificadas: 1600 em F1 de 2008, 1600 em J1 de 2010 e 1600 em F1 de 2012.

Tabela 12 – Quantidade de coliformes termotolerantes (NMP por 100 mL de água) analisados na praia de Rainha do Mar/Xangri-lá no período entre 2007 e 2017.

Anos	**Semanas**									
	N4	**D1**	**D2**	**D3**	**D4**	**J1**	**J2**	**J3**	**J4**	**F1**
2008/2007	130	4	2	50	240	50	300	17	8	**1600**
2009/2008	11	70	30	11	2	500	50	2	13	11
2010/2009	240	80	22	23	13	**1600**	50	170	11	22
2011/2010	130	14	170	50	2	80	11	130	500	50
2012/2011	4	7	17	2	23	7	8	170	4	**1600**
2013/2012	70	17	240	2	80	23	23	300	80	240
2014/2013	350	23	13	4,5	4,5	23	140	33	120	22
2015/2014	170	13	6,8	94	110	330	130	230	49	22
2016/2015	30	110	30	13	17	11	6,8	4	6,8	17
2017/2016	33	7,8	2	4,5	13	17	240	6,1	33	49

N4: quarta semana de novembro, D1: primeira semana de dezembro, D2: segunda semana de dezembro, D3: terceira semana de dezembro, D4: quarta semana de dezembro, J1: primeira semana de janeiro, J2: segunda semana de janeiro, J3: terceira semana de janeiro, J4: quarta semana de janeiro e F1: primeira semana de fevereiro. (Fonte: FEPAM, 2019).

A figura 10 apresenta os dados referentes à quantidade de coliformes termotolerantes/100 mL analisados em continuidade da semana um à semana 100 compreendendo os anos de 2007 a 2017, obtendo-se assim, a linha de tendência das praias analisadas do município de Xangri-lá.

Observa-se que na praia de Xangri-lá (Figura 10a), as semanas consideradas críticas estão na segunda e terceira semana de janeiro (1 na J3, 1 na J2) e duas na primeira semana de fevereiro (F1). Em Atlântida (Figura 10b), duas semanas crítica estão na J1, uma semana na J2 e uma semana na D3. Em Rainha do Mar (Figura 10c) duas semanas críticas estão na F1 e uma semana na J1.

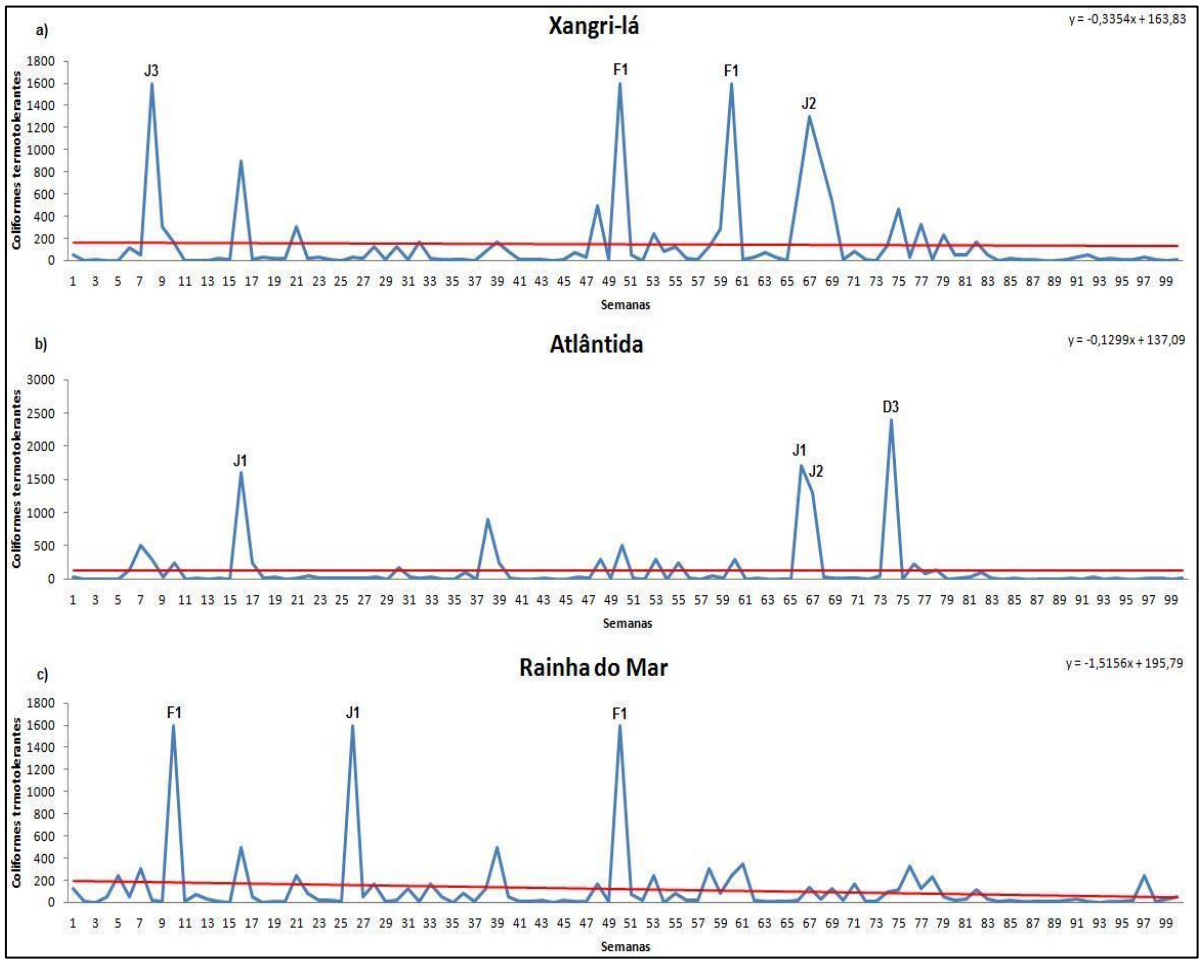


Figura 10- Dados referentes à quantidade de coliformes termotolerantes/100 mL analisados em continuidade da semana 1 à semana 100 compreendendo os anos de 2007 a 2017, no município de Xangri-lá: a) praia de Xangri-lá, b) Atlântida e c) Rainha do Mar.

5.5. Imbé

Os dados referentes à quantidade de coliformes termotolerantes (NMP por 100 mL de água) analisados no período 2007-2017 nas praias amostradas no município de Imbé encontram-se nas tabelas 13 a 15 e na figura 11.

Pode-se observar na praia de Imbé, tabela 13 e figura 11, a presença de três semanas consideradas críticas: 1600 em N4 de 2011, 1600 em F1 de 2012 e 1700 em J1 de 2017 (maior valor encontrado neste ponto), entre as 100 semanas analisadas.

Tabela 13 – Quantidade de coliformes termotolerantes (NMP por 100 mL de água) analisados na praia de Imbé no período entre 2007 e 2017.

Anos	**Semanas**									
	N4	**D1**	**D2**	**D3**	**D4**	**J1**	**J2**	**J3**	**J4**	**F1**
2008/2007	11	80	22	8	130	80	110	500	4	500
2009/2008	4	80	6	4	13	50	110	240	50	130
2010/2009	14	7	300	30	300	30	900	500	500	170
2011/2010	**1600**	4	30	2	500	130	13	300	240	23
2012/2011	2	2	8	4	2	50	7	300	7	**1600**
2013/2012	300	2	4	22	30	30	2	500	170	500
2014/2013	11	71	11	2	240	79	490	4,5	330	70
2015/2014	23	7,8	1,8	350	170	230	6,8	940	230	23
2016/2015	110	170	23	2	23	170	33	79	110	22
2017/2016	130	4	1,8	23	240	**1700**	130	4	49	240

N4: quarta semana de novembro, D1: primeira semana de dezembro, D2: segunda semana de dezembro, D3: terceira semana de dezembro, D4: quarta semana de dezembro, J1: primeira semana de janeiro, J2: segunda semana de janeiro, J3: terceira semana de janeiro, J4: quarta semana de janeiro e F1: primeira semana de fevereiro. (Fonte: FEPAM, 2019).

Na praia de Mariluz, tabela 14 Figura 11, das 100 semanas analisadas apenas duas apresentaram índices críticos: 1600 em N4 de 2011 e 1700 em J4 de 2014 (maior valor encontrado neste ponto).

Tabela 14 – Quantidade de coliformes termotolerantes (NMP por 100 mL de água) analisados na praia de Mariluz/Imbé no período entre 2007 e 2017.

Anos	**Semanas**									
	N4	**D1**	**D2**	**D3**	**D4**	**J1**	**J2**	**J3**	**J4**	**F1**
2008/2007	50	80	2	2	7	300	80	500	300	300
2009/2008	13	4	7	2	2	300	30	2	17	80
2010/2009	7	13	240	80	240	17	130	170	22	23
2011/2010	**1600**	13	50	2	2	900	11	240	130	13
2012/2011	8	4	4	22	2	50	17	900	30	300
2013/2012	2	4	50	130	50	500	240	80	2	500
2014/2013	2	79	9,3	8,2	4,5	79	700	17	**1700**	170
2015/2014	170	4	4,5	23	350	79	130	13	170	13
2016/2015	2	17	23	8	27	17	33	2	6,8	13
2017/2016	33	4,5	1,8	4,5	33	9,2	110	11	1,8	7,8

N4: quarta semana de novembro, D1: primeira semana de dezembro, D2: segunda semana de dezembro, D3: terceira semana de dezembro, D4: quarta semana de dezembro, J1: primeira semana de janeiro, J2: segunda semana de janeiro, J3: terceira semana de janeiro, J4: quarta semana de janeiro e F1: primeira semana de fevereiro. (Fonte: FEPAM, 2019).

Pode-se observar em Santa Terezinha, tabela 15 e figura 11, que entre as 100 semanas analisadas, apenas uma se mostrou crítica com um valor considerado alto: 2400 em J4 de 2014.

Tabela 15 – Quantidade de coliformes termotolerantes (NMP por 100 mL de água) analisados na praia de Santa Terezinha/Imbé no período entre 2007 e 2017.

Anos	**Semanas**									
	N4	**D1**	**D2**	**D3**	**D4**	**J1**	**J2**	**J3**	**J4**	**F1**
2008/2007	21	2	2	2	7	500	130	23	240	130
2009/2008	2	13	2	30	4	50	23	2	8	23
2010/2009	9	23	26	11	50	17	50	130	17	30
2011/2010	300	130	50	17	2	50	11	900	240	110
2012/2011	13	2	8	4	2	30	4	300	13	300
2013/2012	8	2	80	2	50	50	11	30	17	240
2014/2013	5	33	13	13	4,5	70	330	11	**2400**	79
2015/2014	79	1,8	1,8	130	350	330	33	110	2	17
2016/2015	2	12	30	2	22	7,8	4,5	1,8	7,8	33
2017/2016	49	7,8	130	1,8	49	11	220	7,8	1,8	33

N4: quarta semana de novembro, D1: primeira semana de dezembro, D2: segunda semana de dezembro, D3: terceira semana de dezembro, D4: quarta semana de dezembro, J1: primeira semana de janeiro, J2: segunda semana de janeiro, J3: terceira semana de janeiro, J4: quarta semana de janeiro e F1: primeira semana de fevereiro. (Fonte: FEPAM, 2019).

A figura 11 apresenta os dados referentes à quantidade de coliformes termotolerantes/100 mL analisados em continuidade da semana um à semana 100 compreendendo os anos de 2007 a 2017, obtendo-se, assim, a linha de tendência das praias analisadas do município de Imbé.

Observa-se que na praia de Imbé, figura 11a, as semanas consideradas críticas estão na quarta semana de novembro (uma na N4) e na primeira semana de fevereiro (uma na F1) e janeiro (uma na J1). Em Mariluz, figura 11b, duas semanas crítica estão na N4 e J1. Em Santa Terezinha, figura 11c, uma semana crítica está na J4.

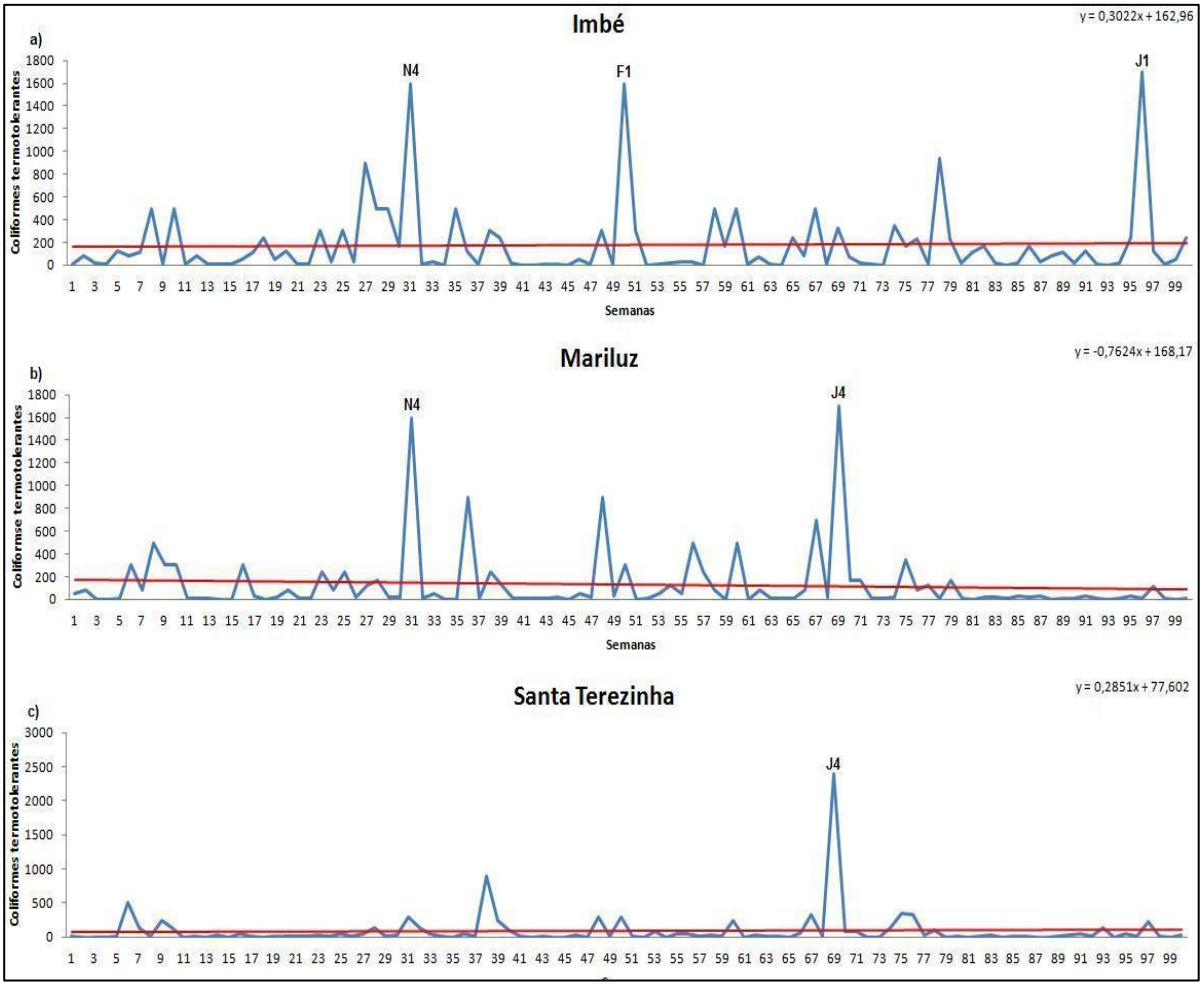


Figura 11 – Dados referentes à quantidade de coliformes termotolerantes/100mL analisados em continuidade da semana 1 à semana 100 compreendendo os anos de 2007 a 2017, no município de Imbé: a) praia de Imbé, b) Mariluz e c) Santa Terezinha.

5.6. Tramandaí

Os dados referentes à quantidade de coliformes termotolerantes (NMP por 100 mL de água) analisados no período 2007-2017 nas praias amostradas no município de Tramandaí encontram-se nas tabelas 16 a 18 e na figura 12.

Pode-se observar na praia de Jardim Atlântico, tabela 16 e figura 12, a presença de três semanas consideradas críticas: 1600 em J1 de 2009, 1600 em J3 de 2012 e 1300 em J3 de 2015, entre as 99 semanas analisadas, sendo o valor de 1600 o mais alto encontrado neste ponto.

Tabela 16 – Quantidade de coliformes termotolerantes (NMP por 100 mL de água) analisados na praia de Jardim Atlântico/Tramandaí no período entre 2007 e 2017.

Anos	**Semanas**									
	N4	**D1**	**D2**	**D3**	**D4**	**J1**	**J2**	**J3**	**J4**	**F1**
2008/2007	4	2	2	50	9	23	500	14	8	17
2009/2008	17	17	2	8	-	**1600**	900	7	2	17
2010/2009	80	23	300	80	80	240	500	240	11	130
2011/2010	30	2	30	2	220	50	30	30	30	50
2012/2011	7	4	4	7	4	80	23	**1600**	14	130
2013/2012	240	4	70	8	27	30	17	2	130	240
2014/2013	1,8	70	23	11	17	170	170	33	350	130
2015/2014	22	11	3,6	70	240	130	130	**1300**	22	79
2016/2015	30	130	23	33	79	23	1,8	4,5	4,5	23
2017/2016	110	13	2	13	22	79	920	33	13	33

N4: quarta semana de novembro, D1: primeira semana de dezembro, D2: segunda semana de dezembro, D3: terceira semana de dezembro, D4: quarta semana de dezembro, J1: primeira semana de janeiro, J2: segunda semana de janeiro, J3: terceira semana de janeiro, J4: quarta semana de janeiro e F1: primeira semana de fevereiro. (Fonte: FEPAM, 2019).

A tabela 17 e a figura 12 referente à praia de Nova Tramandaí, pode-se observar apenas uma semana crítica entre as 100 semanas analisadas: 1600 em J3 de 2012.

Tabela 17 – Quantidade de coliformes termotolerantes (NMP por 100 mL de água) analisados na praia de Nova Tramandaí/Tramandaí no período entre 2007 e 2017.

Anos	**Semanas**									
	N4	**D1**	**D2**	**D3**	**D4**	**J1**	**J2**	**J3**	**J4**	**F1**
2008/2007	4	2	2	2	14	23	240	17	30	170
2009/2008	30	2	8	13	13	170	30	30	17	4
2010/2009	30	50	240	50	300	110	300	17	7	240
2011/2010	2	8	50	2	280	23	30	30	23	17
2012/2011	2	11	2	2	23	900	30	**1600**	50	130
2013/2012	30	2	110	2	130	27	11	2	110	240
2014/2013	1,8	110	23	4,5	540	230	350	130	170	79
2015/2014	4,5	49	7,8	49	920	79	79	330	33	49
2016/2015	50	50	23	79	79	33	2	11	2	4,5
2017/2016	49	13	1,8	4,5	33	70	170	540	22	49

N4: quarta semana de novembro, D1: primeira semana de dezembro, D2: segunda semana de dezembro, D3: terceira semana de dezembro, D4: quarta semana de dezembro, J1: primeira semana de janeiro, J2: segunda semana de janeiro, J3: terceira semana de janeiro, J4: quarta semana de janeiro e F1: primeira semana de fevereiro. (Fonte: FEPAM, 2019).

Pode-se observar na praia de Tramandaí, tabela 18 e figura 12c, que das 100 semanas analisadas, foram encontradas cinco semanas críticas e uma imprópria para balneabilidade de acordo com a Resolução CONAMA nº 274 de 2000: 1600 em D3 e J1 de 2010, 1600 em J1 de 2011, 1600 em J3 de 2012, 5400 de J1 em 2014 e 1300 em J1 de 2015, sendo quatro das seis semanas localizadas na primeira semana de janeiro, entre elas a semana imprópria. Segundo o limite estabelecido de 2500 coliformes termotolerantes/100 mL água pela Resolução CONAMA nº 274 de 2000 este foi o ponto com o segundo maior valor encontrado no Litoral Norte/RS, 5400 coliformes termotolerantes/100 mL, no ano de 2014.

Tabela 18 – Quantidade de coliformes termotolerantes (NMP por 100 mL de água) analisados na praia de Tramandaí no período entre 2007 e 2017.

Anos	**Semanas**									
	N4	**D1**	**D2**	**D3**	**D4**	**J1**	**J2**	**J3**	**J4**	**F1**
2008/2007	170	11	2	13	300	170	900	30	300	240
2009/2008	240	110	4	30	240	300	50	50	130	13
2010/2009	300	500	500	**1600**	110	**1600**	300	500	300	900
2011/2010	2	2	170	220	130	**1600**	170	130	9	80
2012/2011	9	14	27	2	4	80	8	**1600**	7	130
2013/2012	130	110	50	4	130	50	30	300	50	80
2014/2013	49	240	46	6,8	110	**5400**	220	130	490	230
2015/2014	31	21	4,5	70	170	**1300**	79	130	23	14
2016/2015	80	50	50	110	79	49	2	33	33	13
2017/2016	33	23	11	79	350	220	110	13	23	79

N4: quarta semana de novembro, D1: primeira semana de dezembro, D2: segunda semana de dezembro, D3: terceira semana de dezembro, D4: quarta semana de dezembro, J1: primeira semana de janeiro, J2: segunda semana de janeiro, J3: terceira semana de janeiro, J4: quarta semana de janeiro e F1: primeira semana de fevereiro. (Fonte: FEPAM, 2019).

A figura 12 apresenta os dados referentes à quantidade de coliformes termotolerantes/100 mL analisados em continuidade da semana um à semana 100 compreendendo os anos de 2007 a 2017, obtendo-se assim, a linha de tendência das praias analisadas do município de Tramandaí.

Observa-se que na praia de Jardim Atlântico, figura 12, as semanas consideradas críticas estão na primeira semana de janeiro (1 na J1) e duas na terceira semana de janeiro. Em Nova Tramandaí, figura 12, apenas uma semana crítica na J3. Na praia de Tramandaí, figura 12, uma semana crítica está na D3 e J3 e três semanas críticas e uma imprópria no J1.

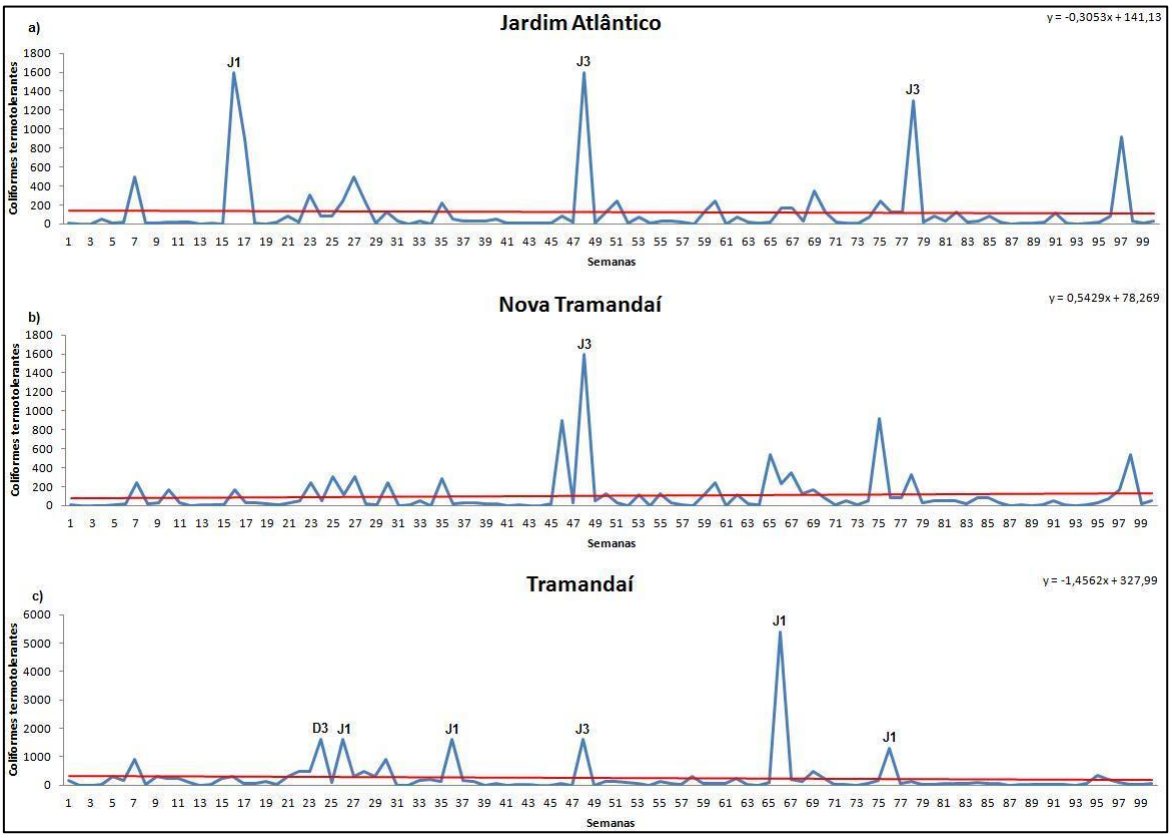


Figura 12 – Dados referentes à quantidade de coliformes termotolerantes/100mL analisados em continuidade da semana 1 à semana 100 compreendendo os anos de 2007 a 2017, no município de Tramandaí: a) Jardim Atlântico, b) Nova Tramandaí e c) praia de Tramandaí.

5.7. Cidreira

Os dados referentes à quantidade de coliformes termotolerantes (NMP por 100 mL de água) analisados no período 2007-2017 nas praias amostradas no município de Cidreira encontram-se nas tabelas 19 e 20 e na figura 13.

Pode-se observar na praia de Cidreira, tabela 19 e Figura 13, a presença de duas semanas consideradas críticas: 1600 em D4 de 2014 e 2300 em D4 de 2015 (o maior valor encontrado neste ponto), entre as 100 semanas analisadas.

Tabela 19 – Quantidade de coliformes termotolerantes (NMP por 100 ml de água) analisados na praia de Cidreira no período entre 2007 e 2017.

Anos	**Semanas**									
	N4	**D1**	**D2**	**D3**	**D4**	**J1**	**J2**	**J3**	**J4**	**F1**
2008/2007	2	2	40	2	4	4	23	14	13	130
2009/2008	11	2	2	2	2	500	900	30	80	22
2010/2009	4	70	500	240	2	80	900	26	11	11
2011/2010	13	4	300	2	240	30	30	14	140	13
2012/2011	70	6,8	1,8	1,8	2	49	17	23	41	23
2013/2012	2	130	11	2	790	11	1,8	130	7,8	2
2014/2013	6,8	4,5	13	7,8	**1600**	7,8	70	230	6,8	23
2015/2014	79	21	2	49	**2300**	130	49	49	17	23
2016/2015	130	240	23	130	13	49	4,5	13	49	70
2017/2016	70	6,8	1,8	23	14	130	70	26	4,5	49

N4: quarta semana de novembro, D1: primeira semana de dezembro, D2: segunda semana de dezembro, D3: terceira semana de dezembro, D4: quarta semana de dezembro, J1: primeira semana de janeiro, J2: segunda semana de janeiro, J3: terceira semana de janeiro, J4: quarta semana de janeiro e F1: primeira semana de fevereiro. (Fonte: FEPAM, 2019).

Na praia de Costa do Sol, tabela 20 e Figura 13, das 100 semanas analisadas, duas foram consideradas críticas (2300 em D4 e 2300 em D4 de 2015) e uma imprópria para balneabilidade (4900 em F1 de 2014). Segundo o limite estabelecido de 2500 coliformes termotolerantes/100 mL água pela Resolução CONAMA nº 274 de 2000 este foi o ponto com o terceiro maior valor encontrado no Litoral Norte/RS, 4900 coliformes termotolerantes/100 mL, no ano de 2014.

Tabela 20 – Quantidade de coliformes termotolerantes (NMP por 100 ml de água) analisados na praia de Costa do Sol/Cidreira no período entre 2007 e 2017.

Anos	**Semanas**									
	N4	**D1**	**D2**	**D3**	**D4**	**J1**	**J2**	**J3**	**J4**	**F1**
2008/2007	4	4	6	17	2	30	4	2	23	4
2009/2008	11	4	7	2	130	170	30	17	8	4
2010/2009	4	500	300	140	9	4	900	26	1,8	33
2011/2010	30	8	13	8	170	30	11	80	23	50
2012/2011	23	1,8	4	1,8	2	23	11	33	23	17
2013/2012	1,8	1,8	14	2	490	1,8	1,8	18	4,5	2
2014/2013	11	11	13	2	**2300**	79	70	130	2	**4900**
2015/2014	49	7,8	1,8	79	**2300**	79	33	7,8	27	33
2016/2015	80	130	80	79	33	11	2	4,5	23	33
2017/2016	130	2	1,8	7,8	49	33	350	23	4,5	33

N4: quarta semana de novembro, D1: primeira semana de dezembro, D2: segunda semana de dezembro, D3: terceira semana de dezembro, D4: quarta semana de dezembro, J1: primeira semana de janeiro, J2: segunda semana de janeiro, J3: terceira semana de janeiro, J4: quarta semana de janeiro e F1: primeira semana de fevereiro. (Fonte: FEPAM, 2019).

A figura 13 apresenta os dados referentes à quantidade de coliformes termotolerantes/100 mL analisados em continuidade da semana um à semana 100 compreendendo os anos de 2007 a 2017, obtendo-se assim, a linha de tendência das praias analisadas do município de Cidreira.

Observa-se que na praia de Cidreira, figura 13a, as semanas consideradas críticas estão na quarta semana de dezembro (2 na D4). Em Costa do Sol, figura 13b, duas semanas críticas estão na D4 e uma semana imprópria na F1.

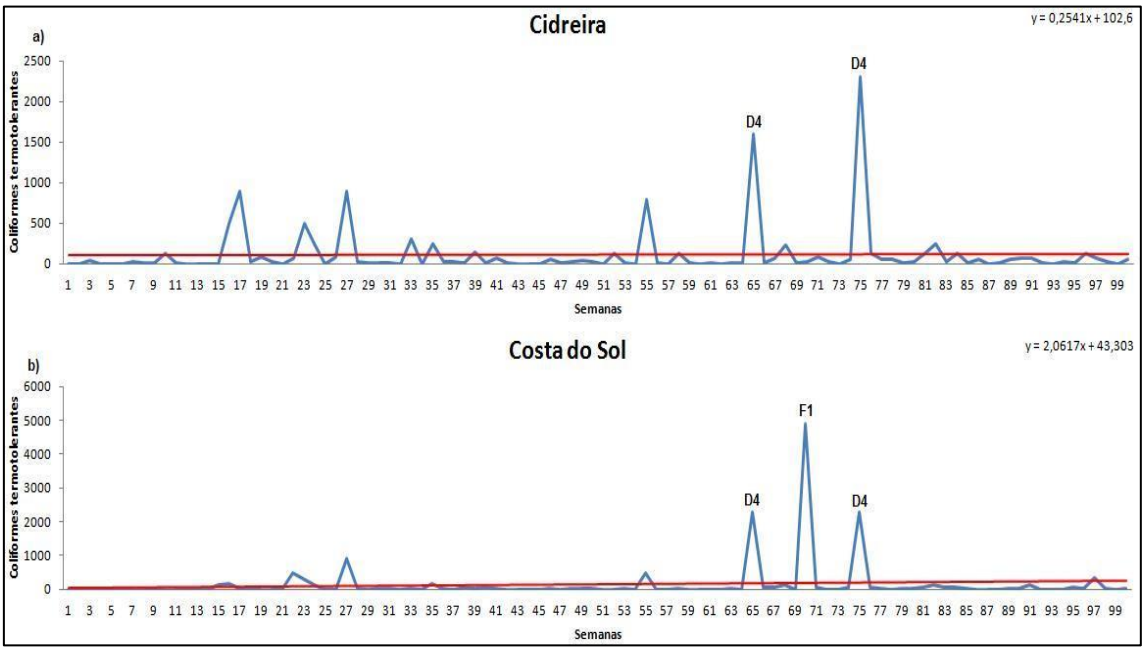


Figura 13 – Dados referentes à quantidade de coliformes termotolerantes/100 mL analisados em continuidade da semana 1 à semana 100 compreendendo os anos de 2007 a 2017, no município de Cidreira: a) praia de Cidreira e b) Costa do Sol.

5.8. Balneário Pinhal

Os dados referentes à quantidade de coliformes termotolerantes (NMP por 100 mL de água) analisados no período 2007-2017 nas praias amostradas no município de Balneário Pinhal encontram-se nas tabelas 21 e 22 e na figura 14.

Pode-se observar na praia de Balneário Pinhal, tabela 21 e figura 14, a presença de cinco semanas consideradas críticas: 1600 em J2 de 2010, 1300 em D4 de 2013, 1700 em F1 de 2014, 2300 em D4 de 2015 (o maior valor encontrado neste ponto) e 1600 em J3 de 2017, entre as 100 semanas analisadas.

Tabela 21 – Quantidade de coliformes termotolerantes (NMP por 100 mL de água) analisados na praia de Balneário Pinhal no período entre 2007 e 2017.

Anos	**Semanas**									
	N4	**D1**	**D2**	**D3**	**D4**	**J1**	**J2**	**J3**	**J4**	**F1**
2008/2007	23	2	13	2	4	23	2	2	8	17
2009/2008	8	2	2	2	17	300	80	8	30	2
2010/2009	6	240	240	23	4	30	**1600**	6,8	7,8	11
2011/2010	2	2	17	2	50	21	2	170	80	80
2012/2011	6,8	6,8	13	14	2	230	46	1,8	11	7,8
2013/2012	13	6	8	49	**1300**	1,8	1,8	1,8	7,8	170
2014/2013	13	1,8	4,5	2	920	49	130	2	13	**1700**
2015/2014	49	23	7,8	33	**2300**	49	14	23	7,8	33
2016/2015	230	300	130	23	33	79	13	6,8	17	49
2017/2016	49	7,8	1,8	4,5	13	33	130	**1600**	2	79

N4: quarta semana de novembro, D1: primeira semana de dezembro, D2: segunda semana de dezembro, D3: terceira semana de dezembro, D4: quarta semana de dezembro, J1: primeira semana de janeiro, J2: segunda semana de janeiro, J3: terceira semana de janeiro, J4: quarta semana de janeiro e F1: primeira semana de fevereiro. (Fonte: FEPAM, 2019).

Referente à praia de Magistério, tabela 22 e figura 14, entre as 100 semanas analisadas, duas foram consideradas críticas e uma imprópria: 1600 em J2 de 2010, 2300 em D4 de 2015 e 7000 em F1 de 2014. Segundo o limite estabelecido de 2500 coliformes termotolerantes/100 mL água pela Resolução CONAMA nº 274 de 2000 este foi o ponto com o maior valor encontrado no Litoral Norte/RS, 7900 coliformes termotolerantes/100 mL água no ano de 2014.

Tabela 22 – Quantidade de coliformes termotolerantes (NMP por 100 mL de água) analisados na praia de Magistério/Balneário Pinhal no período entre 2007 e 2017.

Anos	**Semanas**									
	N4	**D1**	**D2**	**D3**	**D4**	**J1**	**J2**	**J3**	**J4**	**F1**
2008/2007	23	2	2	7	50	2	23	2	4	7
2009/2008	27	11	2	2	4	50	50	11	23	2
2010/2009	8	50	500	23	50	130	**1600**	7,8	2	7,8
2011/2010	14	8	11	2	30	300	2	2	240	27
2012/2011	4,5	4	17	17	2	330	79	13	22	6,8
2013/2012	1,8	1,8	5	8	230	1,8	4	1,8	2	14
2014/2013	4,5	2	2	2	540	49	49	2	7,8	**7000**
2015/2014	13	23	2	13	**2300**	23	4,5	22	2	7,8
2016/2015	130	230	230	14	79	31	4,5	1,8	23	33
2017/2016	33	13	1,8	4,5	170	33	49	49	11	49

N4: quarta semana de novembro, D1: primeira semana de dezembro, D2: segunda semana de dezembro, D3: terceira semana de dezembro, D4: quarta semana de dezembro, J1: primeira semana de janeiro, J2: segunda semana de janeiro, J3: terceira semana de janeiro, J4: quarta semana de janeiro e F1: primeira semana de fevereiro. (Fonte: FEPAM, 2019).

A figura 14 apresenta os dados referentes à quantidade de coliformes termotolerantes/100 mL analisados em continuidade da semana um à semana 100 compreendendo os anos de 2007 a 2017, obtendo-se assim, a linha de tendência das praias analisadas do município de Balneário Pinhal.

Observa-se que na praia de Balneário Pinhal, figura 14a, as semanas consideradas críticas estão na quarta semana de dezembro (duas na D4), uma semana na J2 e J3 e uma semana na F1. Em Magistério, figura 14b, duas semanas críticas estão na D4 e J2 e uma semana imprópria na F1.

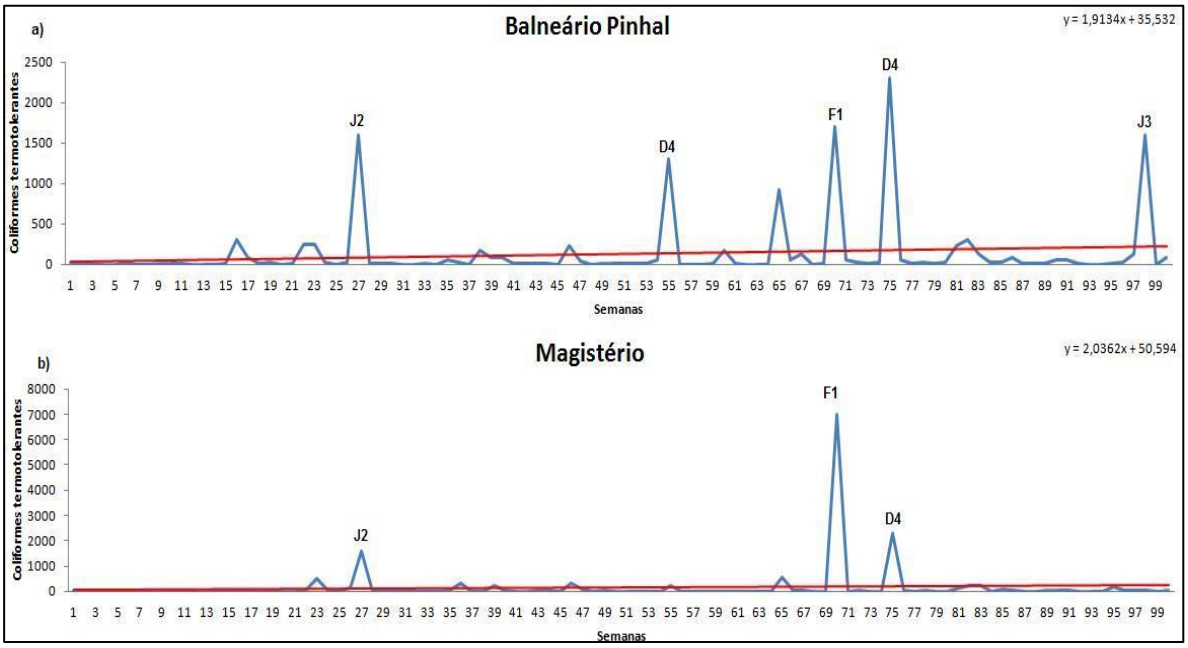


Figura 14 – Dados referentes à quantidade de coliformes termotolerantes/100 mL analisados em continuidade da semana 1 à semana 100 compreendendo os anos de 2007 a 2017, no município de Balneário Pinhal: a) praia de Balneário Pinhal e b) Magistério.

5.9. Litoral Norte

O total de todas as semanas críticas e/ou impróprias dos pontos analisados do Litoral Norte do RS quanto à quantidade de coliformes termotolerantes (NMP por 100 mL de água) no período de 2007 a 2017 encontra-se na figura 15. Na quarta semana de novembro (N4) observa-se os pontos críticos na praia Grande (1) no município de Torres e nas praias de Mariluz (1) e Imbé (1) no município de Imbé, totalizando três semanas. Na segunda semana de dezembro (D2) observa somente um ponto na Praia da Cal no município de Torres. Na terceira semana de dezembro (D3) observa-se a praia de Atlântida (1) no município de Xangri-lá e a praia de Tramandaí (1) em Tramandaí, totalizando duas semanas. Na quarta semana de dezembro: praias de Cidreira (2) e Costa do Sol (2) no município de Cidreira e as praias de Balneário Pinhal (2) e Magistério (1) em Balneário Pinhal, totalizando sete semanas. Na primeira semana de janeiro (J1) temos as praias dos Molhes (4), Grande (3), Prainha (3) e Cal (1) em Torres, a praia de Arroio do Sal (4) em Arroio do Sal, as praias de Atlântida (2) e Rainha do Mar (1) em Xangri-lá, a praia de Imbé (1) em Imbé e as praias Jardim Atlântico (1) e Tramandaí (4) no município de Tramandaí, totalizando 24 semanas. Na segunda semana de

janeiro (J2): Prainha em Torres (1), praia de Arroio do Sal (2), praia de Capão da Canoa (1), praia de Xangri-lá (1) e Atlântida (1) no município de Xangri-lá e praia de Balneário Pinhal (1) e Magistério (1) no município de Balneário Pinhal, totalizando oito semanas. Na terceira semana de janeiro (J3) ocorre a Prainha (1) em Torres, a praia de Arroio do Sal (1) em Arroio do Sal, as praias de Arroio Teixeira (1) e Capão da Canoa (1) em Capão da Canoa, a praia de Xangri-lá (1) em Xangri-lá, as praias de Jardim Atlântico (2), Nova Tramandaí (1) e Tramandaí (1) em Tramandaí e a praia de Balneário Pinhal (1) em Balneário Pinhal, totalizando 10 semanas. Na quarta semana de janeiro (J4) temos apenas o município de Imbé com as praias de Mariluz (1) e Santa Terezinha (1), totalizando duas semanas. Na primeira semana de fevereiro temos as praias de Molhes (1), Grande (1), Prainha (1) e Cal (1) no município de Torres, a praia de Arroio do Sal (1) em Arroio do Sal, a praia de Arroio Teixeira (1) em Capão da Canoa, as praias de Xangri-lá (2) e Rainha do Mar (2) em Xangri-lá, a praia de Imbé (1) em Imbé, a praia Costa do Sol (1) em Cidreira e as praia de Balneário Pinhal (1) e Magistério (1) em Balneário Pinhal, totalizando 14 semanas. A primeira semana de dezembro (D1) não apresentou nenhum valor crítico (Figura 15).

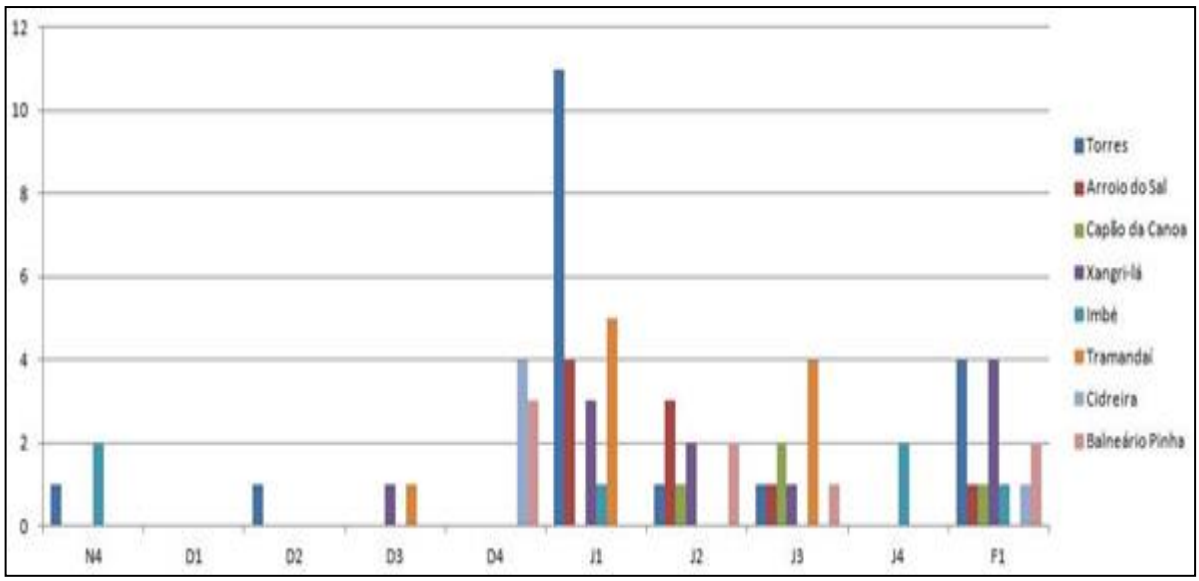


Figura 15 – Total de semanas críticas e/ou impróprias para balneabilidade no período de 2007 a 2017, abrangendo a quarta semana de novembro até a primeira semana de fevereiro, por município do Litoral Norte/RS. N4: quarta semana de novembro, D1: primeira semana de dezembro, D2: segunda semana de dezembro, D3: terceira semana de dezembro, D4: quarta semana de dezembro, J1: primeira semana de janeiro, J2: segunda semana de janeiro, J3: terceira semana de janeiro, J4: quarta semana de janeiro e F1: primeira semana de fevereiro.

De acordo com a figura 16, destaca-se a primeira semana de janeiro (J1) como a mais afetada com altas quantidades de coliformes termotolerantes em 24 semanas, seguido da primeira semana de fevereiro com 14 semanas.

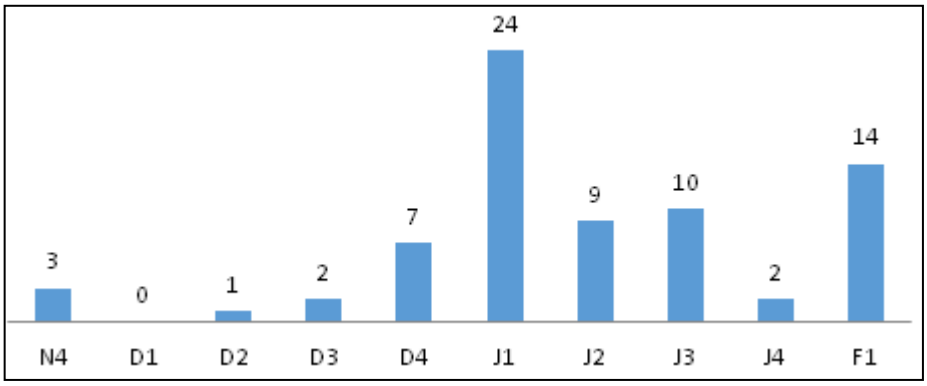


Figura 16 – Total de semanas críticas e/ou impróprias para balneabilidade no período de 2007 a 2017 no Litoral Norte/RS. N4: quarta semana de novembro, D1: primeira semana de dezembro, D2: segunda semana de dezembro, D3: terceira semana de dezembro, D4: quarta semana de dezembro, J1: primeira semana de janeiro, J2: segunda semana de janeiro, J3: terceira semana de janeiro, J4: quarta semana de janeiro e F1: primeira semana de fevereiro.

Na figura 17 observa-se que o município mais afetado por altas quantidades de coliformes termotolerantes foi Torres com 19 semanas, seguido por Xangri-lá e Tramandaí com 11 e 10 semanas, respectivamente. Capão da Canoa foi o município menos afetado, com apenas quatro semanas em todo o período de 2007 a 2017.

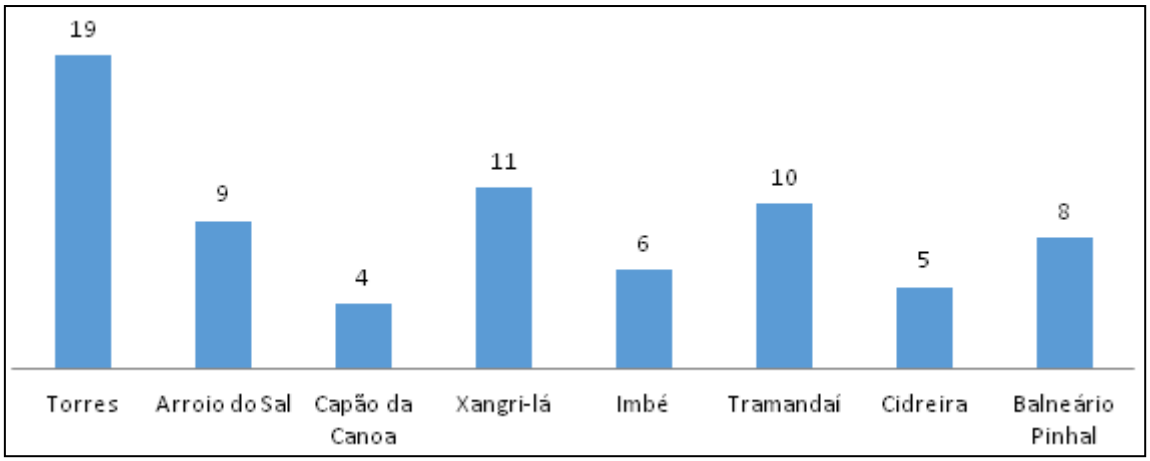


Figura 17 – Total de semanas críticas e/ou impróprias para balneabilidade no período de 2007 a 2017 por municípios do Litoral Norte/RS.

De acordo com as figuras 15, 16, 17, pode-se observar que a maioria dos municípios do Litoral Norte apresenta um acréscimo no nível de balneabilidade durante o mês de janeiro e a primeira semana de fevereiro, onde, a primeira semana de janeiro apresenta a maior quantidade de semanas acima do próprio, condizendo com o estudo da FEE (2016), onde além da população flutuante, no verão (janeiro e fevereiro), existe um acréscimo populacional nas datas comemorativas, como o ano novo, que atuam na balneabilidade. WHO (2001) também reporta a influência de aglomerados humanos, fixos e transitórios na balneabilidade.

Na figura 18 pode-se observar que das semanas acima de 2500 coliformes termotolerantes/100 ml de água, apenas cinco estão impróprias e são vistas apenas na primeira semana de janeiro (J1) e na primeira semana de fevereiro (F1), enquanto, segundo as normas estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 274 de 2000 observa-se onze semanas impróprias, sendo elas distribuídas entre J1, J2, J3 e F1.

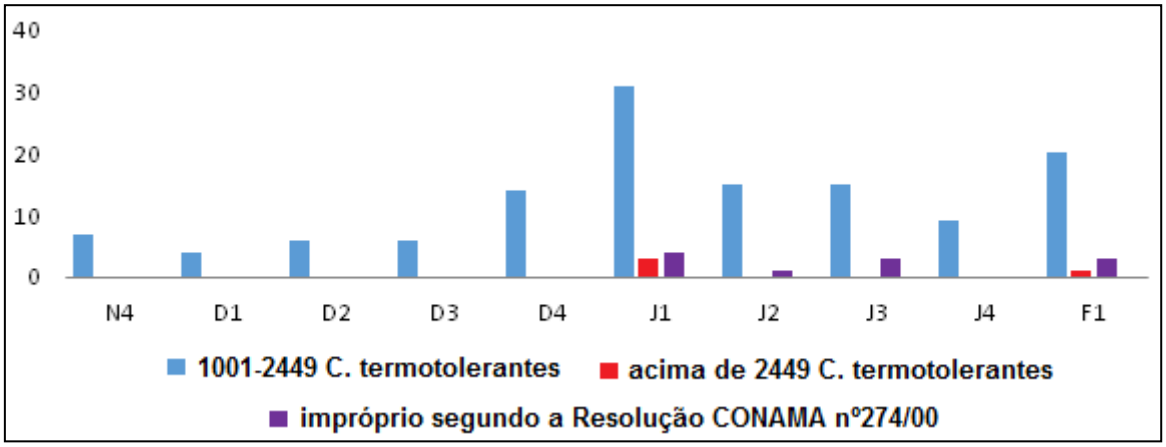


Figura 18 – Total de semanas críticas e/ou impróprias para balneabilidade no Litoral Norte/RS, de acordo com a Resolução CONAMA nº 274 (Brasil, 2000) no período de 2007 a 2017, abrangendo a quarta semana de novembro até a primeira semana de fevereiro. N4: quarta semana de novembro, D1: primeira semana de dezembro, D2: segunda semana de dezembro, D3: terceira semana de dezembro, D4: quarta semana de dezembro, J1: primeira semana de janeiro, J2: segunda semana de janeiro, J3: terceira semana de janeiro, J4: quarta semana de janeiro e F1: primeira semana de fevereiro.

Na figura 19 pode-se observar a balneabilidade por município do Litoral Norte/RS onde, destaca-se uma maior distribuição entre os pontos amostrados quando incluídos os dados acima de 1000 coliformes termotolerantes acima de 20% no intervalo contínuo de cinco semanas, sendo incluso os municípios de Arroio do Sal, Capão da Canoas e Xangri-lá. Os

municípios de Torres, Tramandaí, Cidreira e Balneário Pinhal já estão presentes por apresentarem valores acima de 2500 coliformes termotolerantes/1000 mL, e somente o município de Imbé não apresenta valores impróprios.

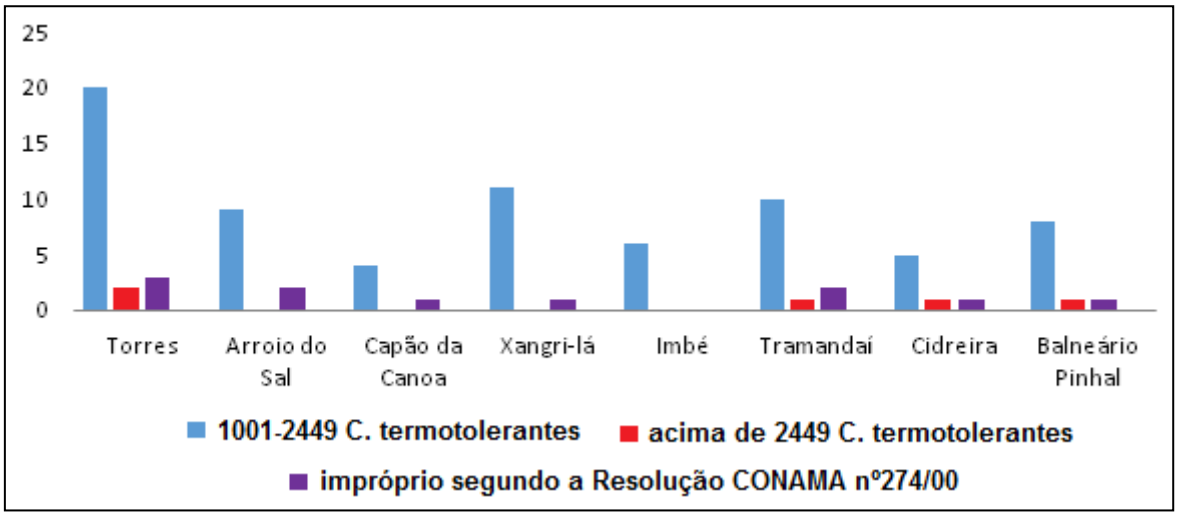


Figura 19 - Total de semanas críticas e/ou impróprias para balneabilidade, de acordo com a Resolução CONAMA nº 274 de 2000, no período de 2007 a 2017 por município do Litoral Norte/RS. N4: quarta semana de novembro, D1: primeira semana de dezembro, D2: segunda semana de dezembro, D3: terceira semana de dezembro, D4: quarta semana de dezembro, J1: primeira semana de janeiro, J2: segunda semana de janeiro, J3: terceira semana de janeiro, J4: quarta semana de janeiro e F1: primeira semana de fevereiro.

Quando se analisa as figuras 18 e 19, observa-se uma diferença muito significativa nos dados, pela não classificação da balneabilidade na quantidade de coliformes termotolerantes entre 1001 e 2449 por 100 mL de água, o que dificulta as análises da situação local. Outro fator importante é a existência deste nível de risco neste intervalo entre o próprio e o impróprio, não mencionado nas leituras de balneabilidade, onde, dependendo do município ou semana do mês pode-se ter um maior ou menor risco para a saúde humana.

Quando se observa o município de Torres nota-se uma maior quantidade de semanas acima do próprio, de 2007 a 2017, totalizando 19, sendo que este é o município com o menor acréscimo populacional turístico do Litoral Norte, correspondendo a 59,6% (FEE, 2016), e possui a maior rede geral de esgoto dos municípios do Litoral Norte (11% na área rural e 60% na área urbana). No entanto, Torres apresenta um fator litorâneo que o diferencia da continuidade costeira dos outros municípios do Litoral Norte do RS, que se caracteriza pela

sua morfologia, onde se encontra torres basálticas da Serra Geral em contato com o oceano Atlântico e essa característica acaba atribuindo a Torres uma barreira natural, que por sua vez influencia na concentração de contaminantes (IBGE, 2006). Segundo Souza (1997) a dispersão de resíduos, substâncias químicas e coliformes termotolerantes estão diretamente relacionados à dinâmica costeira de circulação, fazendo com que em determinados locais ocorra um espalhamento ou concentração, sendo essa situação já observada por Torgan (1989) no seu estudo com algas e Albino e Oliveira (2000), fazendo com que praias mais "fechadas" tenham uma maior concentração de contaminantes. Além deste tipo estrutura natural em Torres, tem-se uma estrutura artificial ao norte conhecida como molhes, estando as quatro praias analisadas entre essas barreiras físicas. Burns et al. (1999) também relata a influência direta de sistemas litorâneos protegidos das correntes costeiras na contenção de particulados em suspensão, corroborando com a afirmação de Torres apresentar a maior quantidade de semanas acima de 1000 coliformes termotolerantes devido sua singularidade geomorfológica costeira.

5.10. Precipitação

A tabela 23 (Anexo) apresenta os dados de precipitação (mm) publicados pelo INMET referente a cada semana com níveis encontrados de coliformes termotolerantes acima de 1000 NMP/100 mL de água, em que é considerado o dia da coleta como "dia 0" e seus dias anteriores como dias 1, 2 e 3, classificados por semana, praia e município.

Com a análise dos dados de precipitação (dia 0) observou-se que das 72 semanas de análise 49 semanas apresentaram precipitação, variando de 0,9 mm a 68,7 mm. Também observa-se que um dia antes (dia 1), 49 semanas tiveram precipitação, variando de 0,5 mm a 106,1 mm. No segundo dia anterior a coleta (dia 2) foram encontradas 41 semanas com precipitação, variando de 0,2 mm a 106,1 mm. No terceiro dia anterior a coleta (dia 3) ocorrem 42 semanas com precipitação, variando de 0,2 mm a 65,7 mm. Observa-se 36 semanas que apresentaram precipitação no dia da coleta (dia 0) e um dia antes (dia 1). Ao analisar três dias consecutivos (dia 0, dia 1 e dia 2) ocorrem 21 semanas com precipitação e para os quatro dias consecutivos (dia 0, dia 1, dia 2, dia 3) ocorrem apenas 8 semanas com precipitação. Das 72 semanas apenas duas apresentaram balneabilidade acima do próprio (>

1000 coliformes termotolerantes/100 mL), sem nenhuma precipitação nos quatro dias analisados, sendo elas, a praia da Cal em Torres e a praia de Balneário Pinhal em Balneário Pinhal.

Na figura 20 observa-se a correlação entre o volume de precipitação no dia da coleta (dia 0), e a quantidade de coliformes termotolerantes, onde o coeficiente de correlação apresentou valor igual a -0,20379, mostrando uma relação oposta entre os valores e com uma pouca correlação.

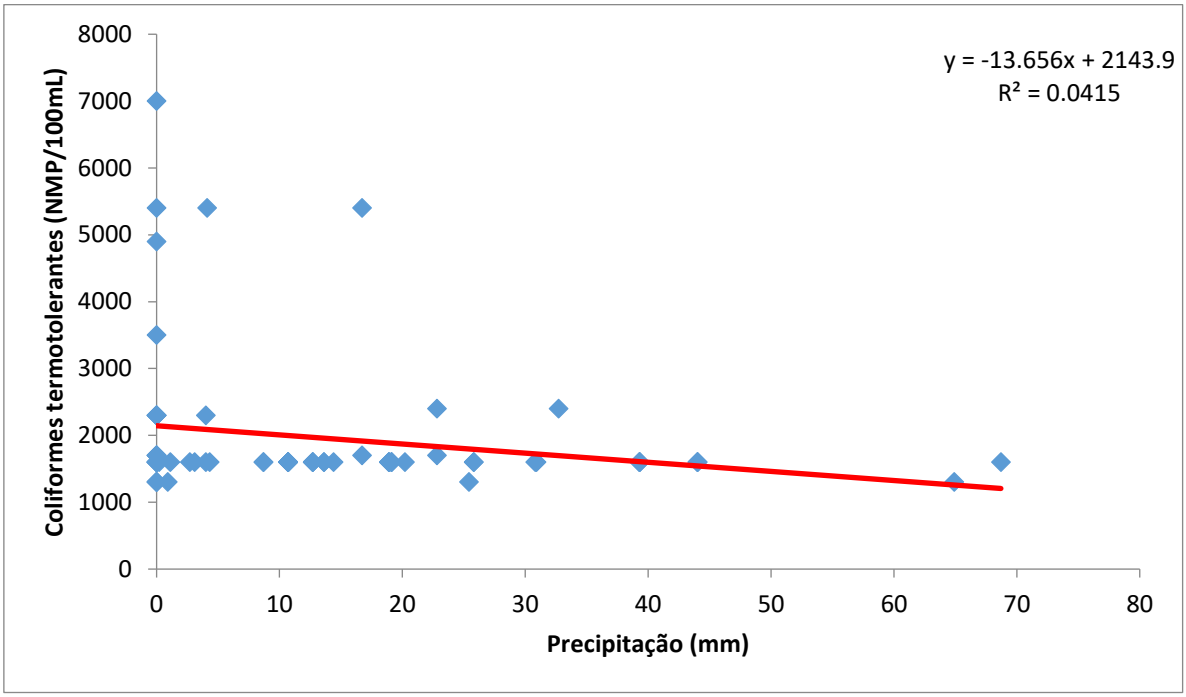


Figura 20 – Correlação entre o volume de precipitação no dia da coleta e a quantidade de coliformes termotolerantes encontrados no Litoral Norte/RS no período 2007-2017.

Na figura 21 observa-se a correlação entre o volume de precipitação no dia anterior à coleta (dia 1) onde o cálculo do seu coeficiente de correlação apresentou valor igual a -0,10415, mostrando uma relação oposta entre os valores e com pouca correlação, inferior ao observado no dia da coleta.

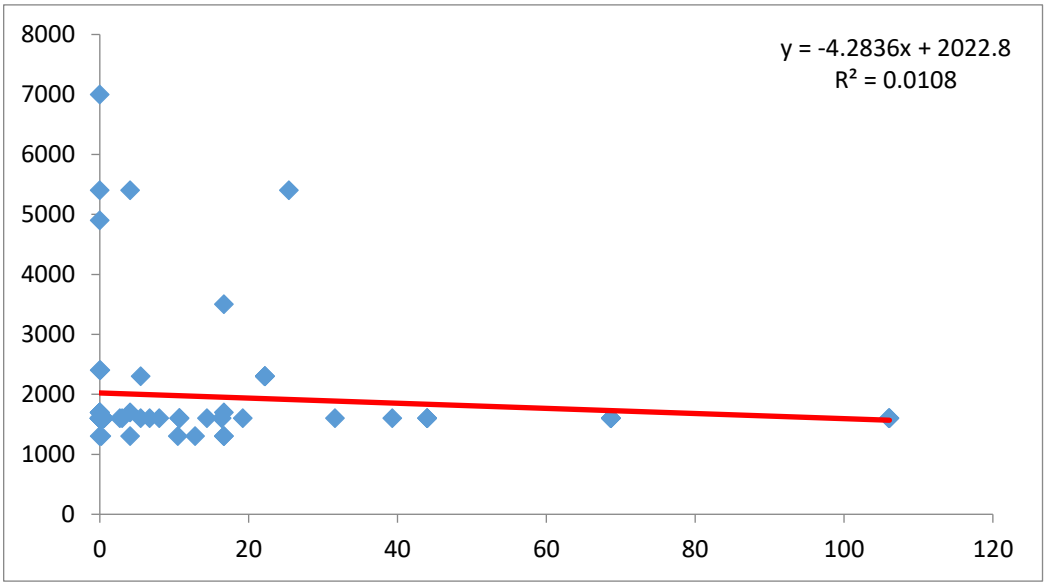


Figura 21 – Correlação entre o volume de precipitação no dia anterior a coleta (dia 1) e a quantidade de coliformes termotolerantes encontrados no Litoral Norte/RS no período 2007-2017.

As figuras 20 e 21 apresentaram um resultado oposto ao estudo de Padilha (2013), no entanto esse estudo se limitou a analisar apenas os dados superiores a 1000 coliformes termotolerantes/100 ml e correlacionar com a precipitação. Padilha (2013) no seu estudo utilizou todos os dados, e neste trabalho optou-se por usar apenas os 72 dados acima do limite de balneabilidade, ou seja, dados críticos e/ou impróprios, para que não ocorresse interferência dos dados considerados próprios. Nota-se que neste caso ocorre uma relação inversa entre a balneabilidade e a precipitação, indicando que uma alta precipitação acaba diluindo a quantidade de coliformes termotolerantes presentes na água, fenômeno observado por Curriero et al. (2001).

6. CONCLUSÃO

Através da compilação de dados sobre a quantidade de coliformes termotolerantes obtidos da FEPAM no período entre 2007 e 2017, pode-se concluir que o Litoral Norte do Rio Grande do Sul possui uma ótima balneabilidade no período de verão. A utilização do critério da semana "crítica" para os dados no intervalo de 1001 a 2449 NMP/100 mL de água não gerou uma interferência significativa no contexto geral da balneabilidade do Litoral Norte, quando comparado ao método utilizado pela resolução CONAMA nº 274 de 2000, mas foi importante para a identificação das semanas com um maior aporte de coliformes termotolerantes, assim como os municípios e as praias. Pode-se observar neste estudo que a precipitação foi um fator não relevante para a quantidade de coliformes acima dos níveis nos pontos e semanas analisados. Outra constatação foi que o número de semanas e pontos com a balneabilidade imprópria foi muito baixa. O município de Torres apesar de ter a melhor infraestrutura sanitária do Litoral Norte foi o que mais apresentou semanas críticas, destacando uma possível interferência relacionada a dinâmica da linha de costa, pois é o único município com praia não retilíneas. O ponto da Prainha no município de Torres teve o maior número de semanas impróprias, com valores acima de 2500 coliformes termotolerantes de acordo com a Resolução CONAMA nº 274 de 2000, por dois anos consecutivos, 2014 e 2015, na primeira semana de janeiro. Xangri-lá e Tramandaí tiveram 11 e 10 semanas afetadas, respectivamente. A questão da sazonalidade populacional de verão apresenta-se presente quando se analisa os dados críticos, sendo esse o fator responsável pela maior presença de coliformes termotolerantes principalmente na primeira semana de janeiro e fevereiro, quando ocorre o maior deslocamento de pessoas para o Litoral Norte/RS. A maior quantidade de semanas impróprias está no ano de 2014 (5 semanas) e 2015 (1 semana) e a praia de Magistério no município de Balneário Pinhal obteve o maior valor de coliformes termotolerantes encontrado (7000), na primeira semana de fevereiro do ano de 2014.

Portanto, de todo o período analisado, 2007-2017, referente à quantidade de coliformes termotolerantes dos pontos analisados pode-se concluir que o Litoral Norte/RS tem uma excelente qualidade ambiental, mesmo possuindo uma estrutura precária de saneamento básico, apresentando apenas 72 semanas acima do limite de 1000 coliformes termotolerantes/100 ml de água das 2196 semanas analisadas no total.

REFERÊNCIAS

ALBINO, J.; OLIVEIRA, R.; MAIA, L. P.; ALENCASTRE, K. **Processos atuais de sedimentação marinha e praial do litoral de Vitória, ES**. Relatório final da pesquisa Fundo de Amparo à Ciência e a Tecnologia (FACITEC) – Prefeitura de Vitória, número 198.2506/2000. 2001.

ANDERSON, D. R., **A Estatística aplicada à administração e economia**, 2 ed., São Paulo, Pioneira, 2002.

ARAUJO, D. M., **Gestão ambiental nos municípios do litoral norte do Rio Grande do Sul: um panorama,** Revista Mirante – FACOS/CNEC Osório, vol.3 – nº1 – dez/2013, p. 47-67.

AURERLIANO, J. T., **Balneabilidade das Praias de Pernambuco – 2000**, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2000.

BARBETTA, P. A., **Estatística aplicada às ciências sociais**, Florianópolis, Editora da UFSC, 1998.

BARROSO, D. A., **Estudo sobre a influência da população flutuante na balneabilidade do litoral norte do Rio Grande do Sul de 2008 a 2015**, XXX Semana Nacional de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2018.

BARROSO, D. A.; SILVA, L. P., **Estudo sobre a influência da corrente superficial costeira no transporte de coliformes na desembocadura do rio Tramandaí**, 11º **Simpósio** internacional da qualidade ambiental, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

BARROSO, D. A.; BRAGA, R. B., **Balneabilidade da praia da Guarita, Torres, RS: impacto antrópico e as condições oceanográficas costeiras de verão, de 2013 a 2015**, X Encontro Nacional de Gerenciamento Costeiro, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2017.

BATISTÃO, A. C. et al. 2014. **Distribuição temporal e probabilidade de ocorrência de chuva no município de Juína (MT)**. Revista Brasileira de Climatologia, 13:258-270.

BENSON, F., et al., **Climate and health in the Mid-Atlantic Region**, Climate Research 14, nº 5, 1999.

BERG, C. H., GUERCIO, M. J., ULBRICHT, V. R., **Indicadores de balneabilidade: a situação brasileira e as recomendações da World Health Organization**, International Journal of Knowledge Engineering and Management, v. 2, n. 3, p. 83-101, 2013.

BUSSAB, W., **A estatística básica**, 5 ed. São Paulo, Saraiva, 2002.

BURNS, M., et al., **Marine and Coastal Systems and Resources**, 1999.

CARVALHO, R. L. S et al. 2016. Comportamento das séries temporais de temperatura do ar, umidade e precipitação pluviométrica no município de Ariquemes (Rondônia-Brasil). **Revista Brasileira de Climatologia**, **18**:122-142.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, **Relatório de Qualidade das Água Litorâneas do Estado de São Paulo**, 2010, São Paulo, 2011, 188p.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, **Relatório de Qualidade das Água Litorâneas do Estado de São Paulo**, 2011, São Paulo, 2012, 193p.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, **Relatório de Qualidade das Água Litorâneas do Estado de São Paulo**, 2013, São Paulo, 2014, 213p.

CONAMA, **Resolução CONAMA n° 20, 18 de junho de 1986**, publicado no DOU de 30/07/1986.

CONAMA, **Resolução CONAMA n° 274, de 29 de novembro de 2000**, publicado no DOU nº 18, de 25 de janeiro de 2001, Seção 1, p.70-71.

CURRIERO, F. C., et al., **The association between extreme precipitation and waterborne disease outbreaks in the United States, 1949 – 1994,** American Journal of Public Health 91, nº 8, 2001.

ECE – EUROPEAN COMMISSION ENVIRONMENT, **Bathing water quality**, **http://ec.europa.eu/environment/water/water-bathing/,** acessado em: 10/04/2019.

EEC – EUROPEAN ECONOMIC COMMUNITY, **Directive 76/160/EEC**, of 8 december 1975, Concerning the quality of bathing water, Offucual Journal of the European Union, 1975.

ESPINOSA, M. M.; PRADO, S. M.; GHELLERE, M. 2010. Uso do modelo SARIMA na previsão do número de focos de calor para os meses de junho a outubro no Estado de Mato Grosso. **Ciência e Natura**, **32**(2): 7-21.

FEE – Fundação de Economia e Estatística, **Índice de desenvolvimento socioeconômico do RS**, Porto Alegre, 2013.

FEE – Fundação de Economia e Estatística, **Estimativa para a população flutuante do litoral norte do RS**, Governo do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, 2016.

FEPAM, Fundação Estadual de Proteção Ambiental, **http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/balneabilidade_historico.asp,** acessado em: 11/12/2018.

FEPAM, Fundação Estadual de Proteção Ambiental, **http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/litoral_norte.asp**, acessado em: 08/05/2019.

FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental, **Diretrizes ambientais para o desenvolvimento dos municípios do litoral norte**, Governo do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, 2000.

FORSYTHE, S. J., **Microbiologia da segurança alimentar**, Porto Alegre, Atheneu, 2005, p27-171.

FREUND, J. E., **Estatística aplicada: economia, administração e contabilidade**, 9 ed., Porto Alegre, Bookmam, 2000.

GIVEN, S. et al., **Regional public health cost estimates of contaminated coastal waters: a case study of gastroenteritis at southem California Beaches,** Environmental Science and Technology 40, nº 16, 2006.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Erosão e progradação do litoral brasileiro:** Rio Grande do Sul. Brasil, 2006. p. 437-474.

KOUCHER, A. B., **Migrações internas no Rio Grande do Sul: os novos cenários da desconcentração espacial urbano-regional**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, 2006.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Resultados_do_Universo/Agregados_por_Setores_Censitarios/**, acessado em 21 de outubro de 2019.

LOPES, F. W. A., **Proposta metodológica para avaliação de condições de balneabilidade em águas doce no Brasil**, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

MARCUZZO, F. F. N.; MELO, D.C.R.; Rocha, H.M. 2011b. Distribuição espaço-temporal e sazonalidade das chuvas no Estado do Mato Grosso. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, **16**(4):157-167.

MAGALHÃES, M. N., **Noções de probabilidade e estatística**, 6 ed., São Paulo, USP, 2004.

MARQUES, W. C. et al, **A dinâmica da pluma costeira da Lagoa dos Patos, Brasil,** Universidade Federal do Rio Grande, 2005.

MARQUEZI, M. C., **Comparação de metodologias para estimativa do número mais provável (NMP) de coliformes em amostras de água,** Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

MONTGOMERY, D. C., **Estatistica aplicada à engenharia**, 2 ed., Rio de Janeiro, LTC, 2004.

MORAES, L. P., **Qualidade da água no sistema estuarino Tramandaí-armazém, Rio Grande do Sul, Brasil, e percepção ambiental da comunidade local**, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, 2011.

NEMETZ, S. M. M. C. S., **Balneabilidade de Praias do Litoral Centro-Norte de Santa Catarima: Estudo de Percepção Ambiental**, Universidade Regional de Blumenau – FURB, 2004.

NEUFELD, J. L., **Estatística aplicada à administração usando Excel**, São Paulo, Prentiece Hall, 2003.

PADILHA, S. R., et al – **Avaliação das condições de balneabilidade da praia da Enseada (Bertioga/SP), no período compreendido entre 2004 e 2013,** Revista UNG Geociências, ISSN 1981-741x, 2013.

PARENTE, K. S., **A questão da balneabilidade nas praias: o caso dos municípios de Santos e São Vicente**, Revista Brasileira de Ciências Ambientais – número 2, p. 60-69, 2005.

PELEJA, J. R. P., **Estudo das Condições de Balneabilidade das Praias de Alter do Chão: Relatório Técnico Científico**, Santarém, Universidade Federal do Oeste do Pará, 2015.

PENEREIRO, J. C.; FERREIRA, D. H. L., **A modelagem matemática às questões ambientais: uma abordagem didática no estudo da precipitação pluviométrica e de vazão de rios,** Millenium, 42 (janeiro/junho). Pp. 42-52.

POWELL, M., **Building a National Water Quality Monitoring Program**, Environmental Science & Technology, New York, v. 29, n. 10, p. 458A-463A, 1995.

RAMOS, A. C., **O crescimento populacional no litoral norte do Rio Grande do Sul e o desenvolvimento regional: território e enfoque convencional**, Centro Universitário Cenecista de Osório – UNICNEC, 2016.

RANIERI, L. A.; EL-ROBRINI, M., **Quantificação de sedimentos transportados por correntes nas praias oceânicas de Salinópolis, nordeste do Pará, Brasil**, São Paulo, UNESP, Geociências, v.35, n. 3, p. 457-471, 2016.

RUDZEWICZ, L., **Gestão do turismo no litoral norte do Rio Grande do Sul: potencialidades e desafios à gestão costeira brasileira**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.

SALES, T.E.A., **Estudo da Balneabilidade das Praias Urbanas no Município de Natal-RN durante o ano de 2005**, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

SILVA, N., **Manual de métodos de** análises **microbiológicas de alimento,** São Paulo, Amstalden, 1997, p31.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, **http://app4.cidades.gov.br/serieHistorica/,** acessado em 21 de outubro de 2019.

SOUZA, C. R. G., **As células de deriva litorânea e a erosão nas praias do estado de São Paulo**. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

SOUZA, I. N. C., **Avaliação das condições de balneabilidade da praia Porto Real em Porto Nacional – Tocantins**. Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos, Tocantins, 2015.

TORGAN, L. C. **Floração de algas: composição, causa e consequências**. Florianópolis, nº19, 15 a 34, 1989.

USEPA – U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, **Ambient Water Quality Criteria for Bacteria**, Washington: EPA440/5-84-002, 1986. 24P.

USEPA – U.S. ENVIRONMNTAL PROTECTION AGENCY, **Water Quality Criteria, http://water.epa.gov/scitech/swguidance/standards/criteria/health/recreation/index.cfm**, acessado em: 03/04/2019.

VON SPERLING, E., **Águas, para saciar corpo espírito: Balneabilidade e outros usos nobres**, Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitaria e Ambiental, 2003, Joinville: ABES, 2003.

VON SPERLING, E; VON SPERLING, M., **Estudo sobre a balneabilidade no rio das Velhas**, Belo Horizonte: Fundação Cristiano Otoni e COPASA, 2010.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION, **Protection of the Human Environment Water, Sanitation and Health**, Geneva, 2001.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION, **Guidelines for safe recreational water environments: coastal and fresh waters,** Geneva, Switzerland, 2003. v.1, 253p.

ANEXO

Tabela 23 - Precipitação (mm) no período de 2007 a 2017 por semana nos pontos de coleta que apresentaram > 1000 coliformes termotolerantes nos municípios do Litoral Norte/RS. N4: quarta semana de novembro, D1: primeira semana de dezembro, D2: segunda semana de dezembro, D3: terceira semana de dezembro, D4: quarta semana de dezembro, J1: primeira semana de janeiro, J2: segunda semana de janeiro, J3: terceira semana de janeiro, J4: quarta semana de janeiro e F1: primeira semana de fevereiro.

Precipitação (mm)				Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	Semana /ano	Praia	Município
Dia 3	Dia 2	Dia 1	Dia 0				
0	6,7	68,7	39,3	1600	J1/2009	Praia dos Molhes	Torres
3,1	0	0	19,1	1600	J1/2010		
0	0	0,5	10,7	1600	F1/2011		
1,8	4,1	16,7	0	1300	J1/2014		
7,4	20,1	0	0	1700	J1/2015		
17,7	47,9	14,4	14,4	1600	N4/2008	Praia Grande	
0	6,7	68,7	39,3	1600	J1/2009		
3,1	0	0	19,1	1600	J1/2011		
0	0	0,5	10,7	1600	F1/2012		
1,8	4,1	16,7	0	1700	J1/2014		
0	6,7	68,7	39,3	1600	J1/2009	Prainha	
1,1	0	0	8,7	1600	J3/2009		
0,5	0	0	25,8	1600	J2/2010		
0	0	0,5	10,7	1600	F1/2012		
1,8	4,1	16,7	0	3500	J1/2014		
7,4	20,1	0	0	5400	J1/2015		
0	6,7	68,7	39,3	1600	J1/2009	Cal	
0	0	0	0	1600	D2/2010		
0	0	0,5	10,7	1600	F1/2012		
0	2,5	8	1,1	1600	J2/2009	Arroio do Sal	Arroio do Sal
0,5	0	0	25,8	1600	J2/2010		
3,1	0	0	19,1	1600	J1/2011		
7,8	22,6	19,2	0	1600	J1/2012		
0	106,1	44	18,9	1600	J3/2012		
0	0	0,5	10,7	1600	F1/2012		

0	0	0	30,9	1600	J1/2013		
1,8	4,1	16,7	0	1300	J1/2014		
3,3	0,2	25,4	4,1	5400	J2/2014		
0	106,1	44	18,9	1600	J3/2012	Arroio Teixeira	Capão da Canoa
0	0	0,5	10,7	1600	F1/2012		
1,1	0	0	8,7	1600	J2/2009	Capão da Canoa	
0	106,1	44	18,9	1600	J3/2012		
0	0	0	13,6	1600	J3/2008	Xangri-lá	Xangri-lá
0	0,5	10,7	12,7	1600	F1/2012		
0	0	31,6	13,6	1600	F1/2013		
0,2	25,4	4,1	64,9	1300	J2/2014		
0	0	6,7	68,7	1600	J1/2009	Atlântida	
8,4	1,8	4,1	16,7	1700	J1/2014		
0	3,3	0,2	25,4	1300	J2/2014		
2,2	0	0,1	32,7	2400	D3/2014		
65,7	18,4	3	0,2	1600	F1/2008	Rainha do Mar	
16,4	2,7	0	0	1600	J1/2010		
0	0,5	10,7	12,7	1600	F1/2012		
4,8	0	0	30,8	1600	N4/2010	praia de Imbé	Imbé
0	0,5	10,7	12,7	1600	F1/2012		
0	30,9	0	0	1700	J1/2017		
2,7	0,2	0,6	3,1	1600	N4/2010	Mariluz	
0	0	0	22,8	1700	J4/2014		
0	0	0	22,8	2400	J4/2014	Santa Terezinha	
6,7	68,7	39,3	4,3	1600	J1/2009	Jardim Atlântico	Tramandaí
3,2	0	106,1	44	1600	J3/2012		
2,2	0	10,5	0,9	1300	J3/2015		
3,2	0	106,1	44	1600	J3/2012	Nova Tramandaí	
2,3	0	0	20,2	1600	D3/2009	Tramandaí	
0,5	16,4	2,7	0	1600	J1/2010		
0	0,5	16,4	2,7	1600	J1/2011		
3,2	0	106	44	1600	J3/2012		
8,4	1,8	4,1	16,7	5400	J1/2014		
20,1	0	0	0	1300	J1/2015		
0	0	5,5	4	1600	D4/2012	Cidreira	Cidreira
0,1	32,7	22,2	0	2300	D4/2013		

0	0	5,5	4	2300	D4/2013		
33,3	2,8	0	0	4900	F1/2014	Costa do Sol	
0,1	32,7	22,2	0	2300	D4/2014		
10,1	45,4	0,5	0	1600	J2/2010		
14,7	4,6	12,8	0	1300	D4/2012		
33,3	2,8	0	0	1700	F1/2014	Balneário Pinhal	
0,1	32,7	22,2	0	2300	D4/2014		
0	0	0	0	1600	J3/2017		Balneário Pinhal
10,1	45,4	0,5	0	1600	J2/2010		
33,3	2,8	0	0	7000	F1/2014	Magistério	
0,1	32,7	22,2	0	2300	D4/2014		