

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

MARCOS CORREA BURIGO

**ANÁLISE DA BALNEABILIDADE NA REGIÃO SUL DA ILHA DE SANTA
CATARINA: INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS**

Florianópolis
2020

MARCOS CORREA BURIGO

**ANÁLISE DA BALNEABILIDADE NA REGIÃO SUL DA ILHA DE SANTA
CATARINA: INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Clima e Ambiente do Campus Florianópolis do Instituto Federal de Santa Catarina para a obtenção do diploma de Mestre em Clima e Ambiente.

Orientador: Doutor Marcelo Rennó Braga.

Florianópolis
2020

MARCOS CORREA BURIGO

**ANÁLISE DA BALNEABILIDADE NA REGIÃO SUL DA ILHA DE SANTA
CATARINA: INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS**

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Clima e Ambiente,
pelo Instituto Federal de Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão
avaliadora abaixo indicada.

Florianópolis, 27 de fevereiro de 2020.

Prof. Dr. Marcelo Rennó Braga
Orientador
Instituto Federal de Santa Catarina

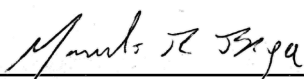
*A meus pais, minha irmã, minha esposa Luciana,
meus filhos Hercílio e Catarina e a toda
minha família que com muito carinho e
apoio não mediram esforços para que*

Aluno (a): *Marcos Correa Burigo*

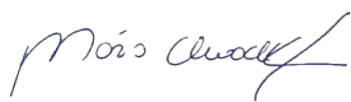
Título:	ANÁLISE DA BALNEABILIDADE NA REGIÃO SUL DA ILHA DE SANTA CATARINA: INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS
----------------	--

**Aprovado pela Banca Examinadora em cumprimento
ao requisito exigido para
obtenção do Título de Mestre em Clima e Ambiente**

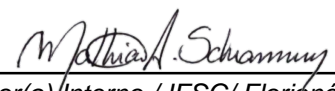
Dr. *Marcelo Renno Braga*


Orientador(a) / Presidente / IFSC / Florianópolis- SC
Participação: () Presencial (x) Videoconferência
(x) Aprovado () Reprovado


Dr. *Mario Francisco Leal de Quadro*


Avaliador(a) Interno / IFSC / Florianópolis- SC
Participação: () Presencial (x) Videoconferência
(x) Aprovado () Reprovado

Dr. *Mathias Alberto Schramm*


Avaliador(a) Interno / IFSC / Florianópolis- SC
Participação: () Presencial (x) Videoconferência
(x) Aprovado () Reprovado

Dra. *Berenice da Silva Junkes*


Avaliador(a) Externo ao programa / IFSC /
Florianópolis - SC
Participação: () Presencial (x) Videoconferência
(x) Aprovado () Reprovado

Este trabalho foi aprovado por:

- () maioria simples
(x) unanimidade

eu chegasse até esta etapa de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar tenho que agradecer ao meu orientador Dr. Marcelo Rennó Braga, pela oportunidade de realizar este trabalho e por estar sempre motivado e motivando, apoiando e esclarecendo todos os questionamentos que surgiram.

Ao querido amigo Dr. Alexandre Waltrick Rates por tudo o que me ensinou, por sua confiança, amizade e paciência.

Aos professores do Mestrado Profissional Clima e Ambiente por proporcionar a oportunidade de com eles aprender.

Aos colegas do Mestrado que sempre estiveram perto de mim e me ajudaram a realizar minhas atividades.

Aos colegas de trabalho do IMA por me cederem tempo e espaço para poder cumprir as etapas do Mestrado.

Aos meus pais, à minha irmã, à minha esposa e filhos por estar sempre a meu lado prestando apoio e por compreenderem minhas ausências para que fosse possível completar mais esta etapa da minha vida.

A todos que mesmo com um pequeno incentivo me ajudaram a completar esse mestrado.

Muito Obrigado

CDD 551.6
B958a

Burigo, Marcos Correa
Análise da balneabilidade na região sul da ilha de Santa Catarina: influência das variáveis meteorológicas [DIS] Marcos Correa Burigo; orientação de Marcelo Rennó Braga – Florianópolis, 2020.

1 v.: il.

Dissertação de Mestrado (Clima e Ambiente) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Inclui referências.

1. Balneabilidade. 2. Coliformes fecais. 3. Precipitação. I. Braga, Marcelo Rennó. II. Título.

Sistema de Bibliotecas Integradas do IFSC
Biblioteca Dr. Hercílio Luz – Campus Florianópolis
Catalogado por: Ana Paula F. Rodrigues Pacheco - CRB 14/1117

“Uma resposta aproximada ao problema certo vale
muito mais do que uma resposta exata para um
problema aproximado.”

John Wilder Tukey

RESUMO

A população brasileira está distribuída de forma irregular pelo território. O litoral brasileiro por sua vez é densamente povoado. Sendo o litoral densamente povoado, grande parte do esgoto gerado nas cidades litorâneas, seja através de emissários ou diretamente, acaba indo parar nas praias. Isso prejudica todo o ecossistema costeiro, afetando plantas, animais e os usuários das praias como área de lazer. O objetivo deste trabalho foi estabelecer padrões de interferência das variáveis ambientais e meteorológicas na classificação da balneabilidade do Sul da Ilha de Santa Catarina (SC), determinando relações entre dados meteorológicos e dados de balneabilidade registrados pelo Instituto do Meio Ambiente (IMA). Objetiva, ainda, estabelecer padrões entre os Pontos amostrais, verificando a influencia das variáveis nas amostras. A partir dos resultados, foi criada uma Cartilha de Educação Ambiental sobre o tema. Foram analisados 8 Pontos amostrais em 8 praias no período entre 2003 e 2017. Os dados de balneabilidade foram obtidos do IMA e os dados meteorológicos, do Aeroporto Internacional Hercílio Luz e do BDMEP – INMET em Florianópolis - SC. Foram analisados dados de precipitação pluviométrica, direção e velocidade do vento, temperatura do ar e da água e altura da maré, relacionando-os com o NMP/100ml número mais provável de *Escherichia coli* – uma bactéria causadora de doenças e presente nos esgotos que chegam ao ambiente marinho. Para análise dos dados foram aplicados métodos estatísticos como: análise de tendências, matriz de correlação, análise discriminante, análise de variância (ANOVA) e regressão linear múltipla. De modo geral, com as análises, surgiram dois grupos de acordo com suas variáveis: um grupo no Leste e outro no Oeste. No grupo do Leste são praias viradas para o mar aberto, praias como Campeche e Solidão, que apresentaram uma tendência ao aumento do NMP/100ml de *Escherichia coli*, e uma variação sazonal significativa entre as estações inverno/primavera e inverno/verão onde nos meses quentes é maior o número de frequentadores das praias e a temperatura da água também é maior. No grupo das praias voltadas para a baía, grupo do Oeste, a praia Caiacangaçu apresentou tendência de diminuição do NMP/100ml de *Escherichia coli*, mantendo sua média alta, já as praias do Ribeirão da Ilha, Tapera e Base Aérea apresentaram uma correlação positiva com a pluviosidade piorando a qualidade das águas. O Ribeirão da Ilha apresentou uma correlação negativa e significativa com a maré que ao se apresentar mais baixa tem um aumento no NMP/100ml de *Escherichia coli* e a Praia da Base Aérea apresentou uma correlação negativa com velocidade do vento que com mais velocidade contribui para a diminuição do NMP/100ml de *Escherichia coli*.

Palavras-chave: Balneabilidade. Coliformes fecais. Precipitação.

ABSTRACT

The Brazilian population is distributed irregularly throughout the territory. The coast is densely populated therefore much of the sewage generated in coastal cities ends up on the beaches, either directly or through emissaries, causing harm to the entire coastal ecosystem, affecting plants and animals, and the people who uses those beaches as a leisure area. The objective of this work is to establish interference patterns of environmental and meteorological variables in the classification of the balneability of the South of the Island of Santa Catarina (SC) by determining relationships between meteorological data and bathing data recorded by the Instituto do Meio Ambiente (IMA), and establishing patterns between the sampling points to check the influence of the variables in the samples. From the results we can create an Environmental Education Primer on the topic. Eight sampling points were analyzed on 8 beaches between 2003 and 2017. Bathing data were obtained from IMA and meteorological data from Hercílio Luz International Airport and BDMEP - INMET in Florianópolis - SC. Data on rainfall, wind direction and speed, air and water temperature and tide height were analyzed by relating them to the NMP/100ml most likely number of *Escherichia coli*, a disease-causing bacterium present in sewage that reach the marine environment. For data analysis, statistical methods were applied, such as: trend analysis, correlation matrix, discriminant analysis, analysis of variance (ANOVA) and multiple linear regressions. In general, two groups emerged according to their variables, one group in the East and another in the West. In the group of Eastern beaches facing the open sea, beaches such as Campeche and Solidão showed a tendency to increase the NMP/100ml of *Escherichia coli*, and a significant seasonal variation between the winter / spring and winter / summer seasons, where in the hot months the number of beach goers and water temperature is also higher. In the group of beaches facing Baía, group in the West, Caiacangaçu beach showed a tendency to decrease the NMP/100ml of *Escherichia coli*, maintaining its high average, whereas the beaches of Ribeirão da Ilha, Tapera and Air Base showed a positive correlation with the rainfall worsening water quality. Ribeirão da Ilha showed a negative and significant correlation with the tide, which, when it is lower, has an increase in the NMP/100ml of *Escherichia coli* and Praia da Base Aérea showed a negative correlation with wind speed which with more speed contributes to the decrease *Escherichia coli* NMP/100ml.

Keywords: Bathing. Fecal coliforms. Precipitation.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Pontos Amostrais selecionados para o trabalho e monitorados pelo IMA dentro da região sul da Ilha de Santa Catarina. 27
- Figura 2** - Gráficos de tendência do NMP/100ml de *Escherichia coli* (número de indivíduos encontrados na amostra após diluição) no período entre 2003 a 2017 das praias da costa Leste de Florianópolis. 48
- Figura 3** - Gráficos de tendência de aumento ou diminuição do NMP/100ml de *Escherichia coli* (número de indivíduos encontrados na amostra após diluição) no período entre 2003 a 2017 das praias do Oeste de Florianópolis. 49
- Figura 4** - Gráficos de análise de variação sazonal que evidencia as estações do ano onde as diferenças do NMP/100ml de *Escherichia coli* são maiores entre si para o período de 2003 a 2017 nas praias da costa Leste de Florianópolis. 50
- Figura 5** - Gráficos de análise de variação sazonal que evidencia as estações do ano onde as diferenças do NMP/100ml de *Escherichia coli* são maiores entre si para o período de 2003 a 2017 nas praias da costa Leste de Florianópolis. 51
- Figura 6** - Gráficos de análise de variação sazonal que evidencia as estações do ano onde as diferenças do NMP/100ml de *Escherichia coli* são maiores entre si para o período de 2003 a 2017 nas praias da costa Oeste de Florianópolis. 52
- Figura 7** - Gráficos de análise de variação sazonal que evidencia as estações onde as diferenças do NMP/100ml de *Escherichia coli* entre elas são maiores para o período de 2003 a 2017 nas praias da costa Oeste de Florianópolis. 53
- Figura 8** - Análise discriminante dos oito Pontos amostrais da região sul da Ilha de Santa Catarina. 54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Pontos amostrais e respectivas coordenadas geográficas.	27
Tabela 2 - Teste Mann-Kendall para o Ponto 1.	34
Tabela 3 - Análise de variação sazonal para o Ponto 1.	34
Tabela 4 - Matriz de correlação para o Ponto 1 com destaque em negrito para os valores significativos.	35
Tabela 5 - Teste Mann-Kendall para o Ponto 2.	35
Tabela 6 - Análise de variação sazonal para o Ponto 2.	36
Tabela 7 - Correlações para o Ponto 2.	36
Tabela 8 - Teste Mann-Kendall para o Ponto 3.	37
Tabela 9 - Análise de variação sazonal para o Ponto 3.	38
Tabela 10 - Correlações para o Ponto 3.	39
Tabela 11 - Teste Mann-Kendall para o Ponto 4.	39
Tabela 12 - Análise de variação sazonal para o Ponto 4.	40
Tabela 13 - Matriz de correlações para o Ponto 4.	40
Tabela 14 - Teste Mann-Kendall para o Ponto 5.	41
Tabela 15 - Análise de variação sazonal para o Ponto 5.	41
Tabela 16 - Correlações para o Ponto 5.	42
Tabela 17 - Teste Mann-Kendall para o Ponto 6.	42
Tabela 18 - Análise de variação sazonal para o Ponto 6.	43
Tabela 19 - Correlações NMP/100ml de <i>Escherichia coli</i> com as variáveis meteorológicas para o Ponto 6.	44
Tabela 20 - Teste Mann-Kendall para o Ponto 7.	44
Tabela 21 - Análise de variação sazonal para o Ponto 7.	45
Tabela 22 - Correlações para o Ponto 7.	45
Tabela 23 - Teste Mann-Kendall para o Ponto 8.	46
Tabela 24 - Análise de variação sazonal para o Ponto 8.	46
Tabela 25 - Correlações para o Ponto 8.	47
Tabela 26 - ANOVA um critério.	55
Tabela 27 - Análise Tukey.	55
Tabela 28 - Seleção automática pelo critério de informação Akaike (AIC).	56

Tabela 29 - Modelo de regressão linear para as praias do Leste.	56
Tabela 30 - Medida descritiva da qualidade dos ajustes leste.	56
Tabela 31 - Regressão linear face leste.	56
Tabela 32 - Seleção automática pelo critério de informação Akaike (AIC).	57
Tabela 33 - Modelo de regressão linear para as praias do Oeste.	57
Tabela 34 - Medidas descritiva Oeste.	57
Tabela 35 - Linear modelo Oeste.	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIC - Critério de Informação de Akaike

BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa

Ca - Cálcio

CASAN - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento

CB - Corrente do Brasil

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Cl - Cloro

CM - Corrente das Malvinas

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

DBO5 - Demanda Bioquímica de Oxigênio

ETE - Estação de Tratamento de Esgotos

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IFSC - Instituto Federal de Santa Catarina

IMA - Instituto do Meio Ambiente

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

K - Potássio

Mg - Magnésio

N - Norte

Na - Sódio

NE - Nordeste

NMP - Número Mais Provável

NW - Noroeste

OD - Oxigênio Dissolvido

PCNs - Parâmetros Curriculares Nacionais

S - Sul

SE - Sudeste

SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza

SO₄²⁻- Sulfato

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	OBJETIVOS	20
1.1.1	Objetivo geral	20
1.1.2	Objetivos específicos	20
1.2	JUSTIFICATIVA	20
2	ARTIGO	22
2.1	INTRODUÇÃO	22
2.2	MATERIAIS E MÉTODOS	24
2.3	RESULTADOS	34
2.4	DISCUSSÃO	58
2.5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
3	CARTILHA EDUCATIVA	82
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	102
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, metade da população reside a cerca de 200 km do mar, e o modo de vida destas pessoas causa impacto direto aos ambientes litorâneos (MORAES, 1996). O que se constata são cidades litorâneas com sistemas de esgotos ligados a interceptores oceânicos os quais normalmente são coletores de dejetos. Quando existe tratamento, este tratamento é apenas primário (peneiramento dos sólidos), ocasionando o despejo no mar de detritos que poluem as praias, com consequências danosas para a população usuária dessa área de lazer.

A qualidade das águas destinadas a recreação de contato primário está ligada às condições de saneamento básico nas cidades litorâneas, pois diversas capitais brasileiras localizam-se próximas ao mar e na maioria das vezes não apresentam infraestrutura de saneamento suficiente para sua população (ANDRADE et al., 2012). A contaminação por esgotos domésticos expõe os banhistas, em especial crianças, idosos e pessoas com baixa resistência, ao desenvolvimento de doenças de veiculação hídrica, como gastroenterite e hepatite, além de doenças não relacionadas ao trato gastrointestinal causadas por organismos patogênicos oportunistas, como dermatoses e otites (CETESB, 2010). Enquanto o serviço de distribuição de água está presente em mais de 99,4% dos municípios brasileiros, apenas 55,2% dispõem de rede coletora de esgoto (IBGE, 2010).

O homem ocupa seu tempo livre das mais diversas formas e o uso recreacional das águas sempre esteve presente na cultura humana. Mesmo na antiguidade já havia algumas noções, embora precárias, da relação água e saúde. Com a maior compreensão dos microrganismos, no século XVII, estabeleceram-se relações entre esses organismos e doenças. A relação foi evidenciada em 1854, quando John Snow comprovou a incidência da cólera com águas de esgoto sanitário (GEST, 2004; VON SPERLING; VON SPERLING, 2010). Desde então, diversos estudos contribuíram para o estabelecimento de diretrizes para o uso recreacional de ambientes aquáticos publicadas pela *U.S. Environmental Protection Agency*,

no ano de 1986. Os valores de referência para a classificação das águas para fins recreacionais foram estabelecidos com base na associação dos indicadores de contaminação fecal às infecções gastrointestinais verificadas, bem como a possibilidade de infecções de pele, olhos, nariz, ouvidos e garganta serem provenientes do contato com águas contaminadas. (WADE et al., 2003).

A capital do Estado de Santa Catarina, iniciou, a partir da metade do século passado, um período de grande desenvolvimento e crescimento demográfico. Conseqüentemente, as mudanças na linha de costa, especialmente aquelas associadas às intervenções de natureza antrópica, como a erosão costeira, vêm sendo significativas neste período (CRUZ, 1996). No sul da ilha, a ocupação humana sobre as dunas frontais, bem como modificações na drenagem local, associa-se aos problemas históricos de erosão costeira. Nas praias da Armação, Açores e Pântano do Sul, ocorrem recuos da linha de costa já constatados há mais de dez anos. (CASTILHOS, 1995; GRE; CASTILHO; HORN FILHO, 1997).

A Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN), responsável pelos sistemas de água e saneamento da ilha de SC, vem enfrentando dificuldades para a disposição final dos efluentes tratados nas várias localidades e para atender às necessidades ambientais e garantir um serviço de utilidade pública, o Estado de Santa Catarina, por intermédio de seu órgão ambiental, Instituto do Meio Ambiente (IMA), faz o monitoramento da qualidade da água para o banho humano, determinando se estão próprias ou impróprias. Com esse monitoramento de balneabilidade, o órgão, através das análises de amostras de água dos locais, estima à quantidade de *Escherichia coli* encontrada nos Pontos de coleta, identificando padrões que podem determinar locais que coloquem em risco a saúde dos turistas e da população local. Para a determinação da balneabilidade no Brasil, adota-se a resolução CONAMA 274/2000 que compara as concentrações de coliformes fecais nas amostras anteriores e atuais para estimar o comportamento que aquela comunidade bacteriana apresentará, classificando aquele corpo d'água como próprio ou impróprio (BRASIL, 2000).

A cobertura da rede de esgoto cobre 67% das residências em Florianópolis, segundo a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN). O tratamento dos dejetos chega a 46% do que é coletado na cidade. A região central da capital tem 100% de cobertura. O sul da Ilha segundo a CASAN por decisão da comunidade que pede adiamento das obras de melhoria e construção da estação de tratamento é a região quem mais vem sofrendo com a questão do saneamento.

Analisar toda uma gama de bactérias presentes no meio ambiente que são prejudiciais à saúde humana é algo complexo e economicamente inviável. Desta forma, utiliza-se a presença da bactéria *Escherichia coli*, que é encontrada em grandes quantidades nas fezes humanas e de animais, e que gera risco de contaminação das pessoas que entram em contato com ela.

Sabe-se que a ocorrência de doenças está associada a vários fatores, entre eles os ambientais, os sociais e os culturais que se manifestam de forma diferenciada, afetam em particular as populações menos favorecidas. Investigar o conjunto de fatores que agem sobre a população é uma das tarefas primordiais para o estudo da relação entre o ambiente e a saúde (BARCELLOS; QUITÉRIO, 2006).

De acordo com Scandelai, Solina e Souza (2012) a qualidade da água é um termo que não se restringe à determinação de sua pureza, mas às características desejadas para os seus diversos usos. A balneabilidade se caracteriza pela qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário e funciona como um instrumento de verificação de critérios para o uso e o controle da qualidade destas águas.

O presente trabalho coletou dados de balneabilidade referente ao Número Mais Provável de *Escherichia coli* (número de indivíduos da bactéria citada encontrados em uma diluição da amostra coletada) em 8 Pontos (praias) pelo sul da Ilha de Santa Catarina e o indicador comparado a um padrão previamente estabelecido identificando assim se a água está própria ou imprópria para banho (AURELIANO, 2000). Berg et al. (2013 p. 90), vão

mais além e definem balneabilidade como “a capacidade que um local tem de possibilitar o banho e atividades esportivas em suas águas, ou seja, a qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário”.

São diversos os fatores diretos e indiretos que podem influenciar na balneabilidade das praias, como a fisiografia da praia, ocorrência de chuvas e condições de maré, bem como a descarga dos rios, de emissários submarinos e de moradias sem tratamento de esgoto, onde este é despejado diretamente no Estuário.

A balneabilidade das praias pode ser prejudicada ainda por um eventual vazamento de óleo ou por floração de microalgas potencialmente nocivas (SAMPAIO, 2010). Diversos autores contribuíram para essa compreensão, como Oliveira e Martins (2012), afirmando que o aumento da população humana que mora, trabalha e usufrui desse recurso natural provoca mudanças no meio ambiente em que vivem; e que tais mudanças necessitam ser monitoradas para a preservação deste e para a manutenção da qualidade da vida humana. A qualidade ambiental das praias tem assumido uma grande importância em relação aos parâmetros de escolha por parte de seus frequentadores devido à saúde pública e à qualidade de vida.

Aureliano (2000) acredita que os aspectos antrópicos são considerados os mais importantes fatores que contribuem para a alteração da qualidade da água destinada à recreação, visto que as correntes, marés e ondas, por exemplo, agem na dispersão de poluentes como também, de acordo com suas características químicas, as águas salinas não permitem a reprodução e a vida de alguns organismos que venham a prejudicar a saúde dos banhistas e dos moradores locais. Freitas (2010) afirma que alguns autores consideram que o volume de chuvas é um dos fatores condicionantes da qualidade da água do mar.

Já para Ferreira, Andrade e Costa (2013) a maioria das fontes de poluição é resultante da falta de infraestrutura urbana e saneamento básico. O acúmulo de resíduos sólidos deixados pelos próprios banhistas nas praias, as condições de infraestrutura sanitária, as ligações clandestinas de esgotos em galerias pluviais, o aumento do fluxo de turistas e a

urbanização são alguns exemplos que interferem na qualidade ambiental das praias.

De acordo com a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, ligada à Secretaria do Meio Ambiente do governo paulista (CETESB, 2001), existe dois fatores que influem na balneabilidade: o número de pessoas que se encontra no litoral e as chuvas. A utilização dos recursos hídricos para atividades de recreação alterou-se com a evolução do conceito de lazer ao longo do tempo e conseqüentemente também modificou o impacto dessa atividade sobre estes recursos. O processo de urbanização, observado desde o início do século XX, dá ao lazer um maior significado, pois os espaços naturais destinados ao seu exercício na sociedade são restringidos, o que acaba por não atender à demanda de seus habitantes por este direito (KRIPPENDORF, 2003). Dessa forma, dentro da lógica capitalista, o lazer vira mercadoria e, assim, o turismo ganha valor econômico dentro da economia mundial (LOPES et al., 2013).

Estes sistemas hídricos utilizados como lazer sofrem a notória influência humana como consequência do desenvolvimento industrial, crescimento populacional, ocupação irregular do solo e deficiências no saneamento básico. Assim, as águas recreacionais doces ou do mar recebem microrganismos potencialmente patogênicos carreados pelos esgotos, água pluvial, atividades agropecuárias ou lançamento direto de fezes constituindo risco à saúde do homem e dos animais.

Os esgotos domésticos geralmente apresentam uma composição típica com altos teores de sólidos totais, de nutrientes (carbono orgânico total, séries nitrogenadas, fósforo orgânico e inorgânico, sulfetos e cloretos) e com quantidades variáveis de contaminantes como metais, hidrocarbonetos, pesticidas e outras substâncias potencialmente tóxicas.

É muito comum também que os sistemas de coleta de esgotos urbanos recebam além dos efluentes domésticos, contribuições de diferentes naturezas como efluentes hospitalares, águas pluviais, resíduos de estabelecimentos comerciais, postos de gasolina e eventualmente, indústrias de pequeno porte. Portanto, a composição final dos esgotos urbanos é bastante

complexa e muito variada e, dependendo da sua origem, apresentam em alguns casos elevados níveis de contaminantes. Além de partículas de carbono orgânico e de substâncias químicas, os esgotos podem apresentar também uma grande quantidade de microrganismos como bactérias, vírus, fungos e leveduras, principalmente *Escherichia coli*, bactéria comumente encontrada no trato digestivo de mamíferos de sangue quente, ou seja, muitos patógenos podem estar presentes nos esgotos (FEACHEM et al., 1983).

Além do maior aporte devido à precipitação, trabalhos apontam que a taxa de sobrevivência destes organismos também depende de variáveis ambientais tais como temperatura, salinidade, sedimentação, radiação solar, taxa de oxigênio, além da competição ecológica e predação; fatores estes, que fazem sua determinação imprescindível para compreender como afetam a sobrevivência daqueles organismos, quando os utilizamos como indicadores ambientais de poluição de interesse à saúde pública (CASTRO, 2003).

Tendo a pesquisa analisado as variáveis meteorológicas e observando que elas influenciam na balneabilidade das praias, vamos perceber então que as chuvas não são as únicas responsáveis pelo aumento do NMP/100ml de *Escherichia coli*, mais sim os vários fatores que quando associados tendem a prejudicar e evidenciar esse caso contando sempre com o aporte de matéria orgânica.

Neste sentido, considerando a necessidade de monitoramento da qualidade da água para uso recreacional, visando obter um mínimo de segurança na prevenção de doenças associadas, o presente estudo procura analisar os dados de balneabilidade coletados na região sul da Ilha de Santa Catarina, a fim de estabelecer padrões que poderão auxiliar a compreender os fatores que podem influenciar nos dados dos Pontos selecionados.

Nessa dissertação esta inserida um artigo submetido a uma revista voltada para o assunto em pauta contendo todos os procedimentos, resultados e discussões alcançados pelo trabalho. Foi elaborada também uma cartilha educativa sobre o tema balneabilidade e fatores meteorológicos que podem influenciar na alteração das condições de banho nas praias do sul

da Ilha de SC.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho foi verificar padrões de interferência das variáveis ambientais na classificação da balneabilidade do Sul da Ilha de Santa Catarina, de forma a compreender como esses influenciam na qualidade das águas.

1.1.2 Objetivos específicos

1. Determinar relações entre as variáveis meteorológicas e o índice de balneabilidade, dados pela concentração de *Escherichia coli* na água (NMP/100ml de *E. coli*) na área de estudo.
2. Verificar a relação dos padrões entre os Pontos amostrais e variáveis investigadas sua influência sobre a amostra.
3. Elaboração de uma cartilha educativa sobre balneabilidade.

1.2 JUSTIFICATIVA

Dados do Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA) de acordo com o período examinado vem constatando que a balneabilidade das praias do Leste e Sul da Ilha, se encontram cada vez mais impróprias para banho em determinados Pontos causando grande prejuízo para os frequentadores bem como para o comércio local.

Este problema da balneabilidade das praias, além do choque ambiental, causa impacto

social e macroeconômico, em vista que causa prejuízo para os hotéis, pousadas, restaurantes entre outros. Esta metodologia possibilita a interpretação da qualidade ambiental de uma forma particionada, constatando os principais períodos das ocorrências desses problemas. Além disso, permite uma avaliação e compreensão simples e objetiva, através de índices e escalas de qualidade auxiliando na tomada de decisões.

Partindo-se da premissa de que atualmente a maior parte da população vive em ambientes urbanos, utilizando-se e aproveitando-se dos recursos ali existentes, os estudos destes locais vêm ganhando importância, à medida que o modo de vida da sociedade, causa sérios danos ao meio ambiente.

Desta forma, como justificativa para esta pesquisa, tem-se a importância dos estudos ambientais como forma de compreender o modo em que a população utiliza estes ambientes, possibilitando informações que subsidiem a implementação de ações que possam contribuir para a melhoria da qualidade de vida da população.

Sabedores da possibilidade da implantação de um Sistema de Disposição Oceânica na Praia do Campeche na Ilha de Santa Catarina, juntamente com um Sistema de Esgotamento Sanitário no Sul da Ilha este trabalho que abrangeria as praias do Campeche, Ribeirão da Ilha, Tapera, Armação, Pântano do Sul entre outra este estudo fez-se necessário para aquisição de dados.

Para isso audiências públicas estão sendo realizadas em todas as regiões para expor a população local os estudos e prováveis resultados da instalação desse emissário.

2 ARTIGO

ANÁLISE DA BALNEABILIDADE NA REGIÃO SUL DA ILHA DE SANTA CATARINA: INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS NA GERAÇÃO DE DADOS

2.1 INTRODUÇÃO

A Ilha de Santa Catarina, porção insular do município de Florianópolis, capital do Estado de Santa Catarina, Brasil, é vista como um destino turístico privilegiado, devido suas paradisíacas e diversas belezas naturais. O turismo e natureza estão associados de tal maneira que atraem turistas de todo o mundo para contemplar seus atrativos, colocando o turismo como atividade econômica de destaque (ASSIS, 2000).

Assim expostos aos riscos que nós mesmos criamos, devido ao processo desordenado de urbanização, e a má utilização econômica do bem ambiental se faz necessária uma determinação precisa da balneabilidade de forma a garantir e preservar o potencial turístico de Florianópolis aliado ao desenvolvimento sustentável. Compreender a influência ambiental na classificação das águas de uso recreacional, representa uma importante ação social, pois possui uma relação direta com a degradação do meio ambiente.

Inúmeros fatores podem interferir na qualidade da água, a avaliação da balneabilidade requer o estabelecimento de critérios objetivos, baseado em indicadores a serem monitorados e os seus valores, confrontados com padrões pré-estabelecidos pela Resolução nº 274/2000 (BRASIL, 2000).

De acordo com esta resolução compete aos órgãos de controle ambiental realizar o monitoramento das condições de balneabilidade das praias, fazer a divulgação desses dados e fiscalizar para o cumprimento da legislação pertinente (FREITAS, 2010).

Sendo assim fica claro o objetivo de verificar padrões na variação do NMP/100ml de *Escherichia coli* traçando junto as variáveis meteorológicas uma tendência de piora ou melhora da balneabilidade ao longo do tempo, pois são diversos os fatores diretos e indiretos que podem influenciar na balneabilidade das praias.

Devido à capacidade da água de transmitir doenças, o desconhecimento da balneabilidade oferece riscos à saúde dos banhistas. Segundo Eiger (1999), a probabilidade de um banhista contrair uma doença banhando-se em águas contaminadas aumenta com a concentração dos organismos patogênicos, com o tempo de exposição, com a forma com que se expõe ao meio aquático e com o seu nível de imunidade.

De acordo com Ferreira, Andrade e Costa (2013), a maioria das fontes de poluição é resultante da falta de infraestrutura urbana e saneamento básico. A disposição final dos efluentes resultantes do tratamento de esgoto afeta similarmente o funcionamento da cidade e, se não for disposta de forma correta é capaz de interferir ecologicamente nos recursos hídricos disponíveis. Conforme demonstra o Atlas do Saneamento (IBGE, 2011), o esgotamento sanitário é o serviço de saneamento com menor abrangência entre os municípios brasileiros.

Assim, Lima (2009) alertam que o sistema de galerias pode ser considerado um vetor de resíduos orgânicos e destacam o grupo coliforme como indicador desse tipo de poluição. Dentre as bactérias pertencentes a esse grupo, a espécie *Escherichia coli*, membro do trato gastrointestinal de animais homeotermos, apresenta-se como indicadora de contaminação fecal recente em águas salinas devido a sua característica de pouca tolerância à toxidez da água do mar (Walk et al., 2007). Como a detecção de *Escherichia coli* em ambientes aquáticos revela a presença constante de descargas de origem fecal, é possível que ocorra a contaminação ambiental por outras bactérias fecais patogênicas, tais como: *Salmonella*, *Shigella* e *Vibrio cholerae* (VIEIRA; EVANGELISTA; RODRIGUES, 1996).

Devido à complexidade dos fatores que definem o nível de poluição e a balneabilidade das praias, o uso do índice como o NMP/100ml de *Escherichia coli* torna possível determinar e definir estratégias e políticas públicas a fim de solucionar essa problemática.

Assim, foram determinadas relações entre as variáveis meteorológicas e as variações dos dados de balneabilidade registrados pelo IMA, também foram estabelecidos padrões entre os Pontos amostrais e verificadas quais variáveis investigadas possuem maior influência sobre a amostra.

Este artigo apresenta os resultados de um estudo realizado em 8 praias do Sul da Ilha de Santa Catarina no período entre 2003 a 2017, onde foram escolhidos 8 Pontos que apresentaram para este período o número de dados mais completos. Dados como o NMP/100ml de *Escherichia coli* foi utilizado como variável dependente e a pluviosidade,

temperatura da água e do ar, direção e velocidade do vento e altura de maré como variáveis explicativas.

2.2 MATERIAIS E MÉTODOS

A ilha de Santa Catarina é tipicamente costeira, portanto possui aspectos fisiográficos e estruturais semelhantes com aqueles definidos para a região continental. A ilha situa-se entre os paralelos de 27°22'45" e 27°50'10" de latitude sul e os meridianos de 48°21'37" e 48°34'49" de longitude oeste e é banhada inteiramente por águas do Atlântico Sul (HORN FILHO, 2006). Apresenta forma alongada no sentido nordeste – sudoeste e separa-se do continente por um canal com cerca de meio quilômetro, que origina as baías Norte e Sul. O clima apresenta características típicas de uma região de latitudes médias, do tipo subtropical úmido (HERRMANN, 1989).

De acordo com a publicação do CECCA (1996), a ilha de Santa Catarina apresenta características climáticas controladas pela atuação das massas de ar Polar Marítima e Tropical Marítima do Atlântico. Seu clima é do tipo subtropical úmido, com temperatura média oscilando entre 18° e 15°C no inverno e entre 26° e 24°C no verão. A temperatura média anual é de 20,4°C e a umidade relativa do ar média é de 80%.

Segundo CECCA (1996), na Ilha de Santa Catarina, há três ambientes de planícies costeiras de acordo com o nível de energia hidrodinâmica e eólica a que estão sujeitas: Costa Leste, submetida à atuação das ondas e ventos de alta energia provenientes dos quadrantes sul, sudeste e leste; Costa Oeste (Baía Norte e Baía Sul), compreendendo as águas protegidas das baías Norte e Sul; e a Costa Norte, de nível de energia intermediário, que é atingido pelos ventos e ondulações oriundas do norte e protegido de ventos e ondulações provenientes do sul pelas elevações da dorsal central.

A Baía Sul possui aproximadamente 27 km de comprimento no sentido Norte-Sul, 6,8 km de largura média no sentido Leste-Oeste (máxima de 10,8) e área total de 125 km². Sua comunicação com o mar aberto é feita por um canal (Barra Sul) com cerca de 830 m de largura e 30 m de profundidade. No seu interior verifica-se uma profundidade média de aproximadamente 3,06 metros. Em seu entorno estão localizados os municípios de

Florianópolis, São José e Palhoça (FRANKLIN-SILVA, 2002).

A precipitação em Florianópolis é significativa e bem distribuída sendo o verão a estação que apresenta maior índice pluviométrico. Elevadas precipitações ocorrem entre os meses de janeiro e março, com média de 160 mm mensais, sendo que entre os meses de abril a dezembro a variação é pequena, apresentando uma média de 100 mm mensais. Os menores valores de precipitação ocorrem entre os meses de junho a agosto (HERRMANN, 1989).

Os relevos encontrados nesta área do litoral catarinense, composto pelas grandes elevações da Serra do Tabuleiro no continente próximo e pelo embasamento de rochas graníticas da Ilha de Santa Catarina para as chuvas devido ao efeito orográfico, forçando os ventos úmidos provenientes do oceano a depositarem a umidade nas formas de chuva e neblina.

Apesar das chuvas serem bem distribuídas durante o ano, a maior média de precipitação ocorre no verão podendo acarretar na ocorrência de alagamentos neste período. (MELO, 2008). A Temperatura média durante o ano fica em torno dos 20°, 24,5° no mês mais quente (janeiro) e 16,5° no mês mais frio (julho), com oscilação térmica amena e a umidade relativa do ar girando em torno de 80%, ambos os fatores influenciados diretamente pela proximidade do mar. (FERRETTI, 2013). Os ventos predominantes sopram do quadrante norte, com média de 3,3 m/s, no entanto os mais velozes e também mais frequentes sopram do Sul com velocidade média de 10 m/s, associados a Tropical Marítima e Polar Marítima do Atlântico. Os ventos sul antecedem a entrada de frentes frias e da Polar Marítima do Atlântico com rajadas chegando a 80 km/h. (FLORIANÓPOLIS, 2009).

Segundo Prudêncio (2003), com a modelagem da circulação hidrodinâmica sob influência da maré astronômica, observou-se que a Baía Sul e a área do embaiamento central tendem a oscilar com maior amplitude, apresentando as maiores e menores elevações do nível do mar.

Com a simulação da circulação devido à influência da maré meteorológica (dois sistemas atmosféricos atuando sobre a superfície do mar na plataforma continental sul), pode-se verificar uma sobre elevação do nível do mar em 40 cm. Constatando-se também que as menores velocidades de corrente de superfície ocorrem na porção central da Baía Sul, que corrobora, desta forma, com os resultados obtidos anteriormente por (MARTINS, MELO FILHO E FRANCO, 1997) e as maiores velocidades de corrente de maré foram verificadas

nas proximidades da desembocadura Sul e no estreitamento central, com velocidades ligeiramente maiores na enchente do que na vazante.

Os fenômenos meteorológicos interferem diretamente no regime das chuvas no estado de Santa Catarina, por isso a importância de estudos sobre as origens e o funcionamento dos mesmos, de modo a promover melhor compreensão dos resultados.

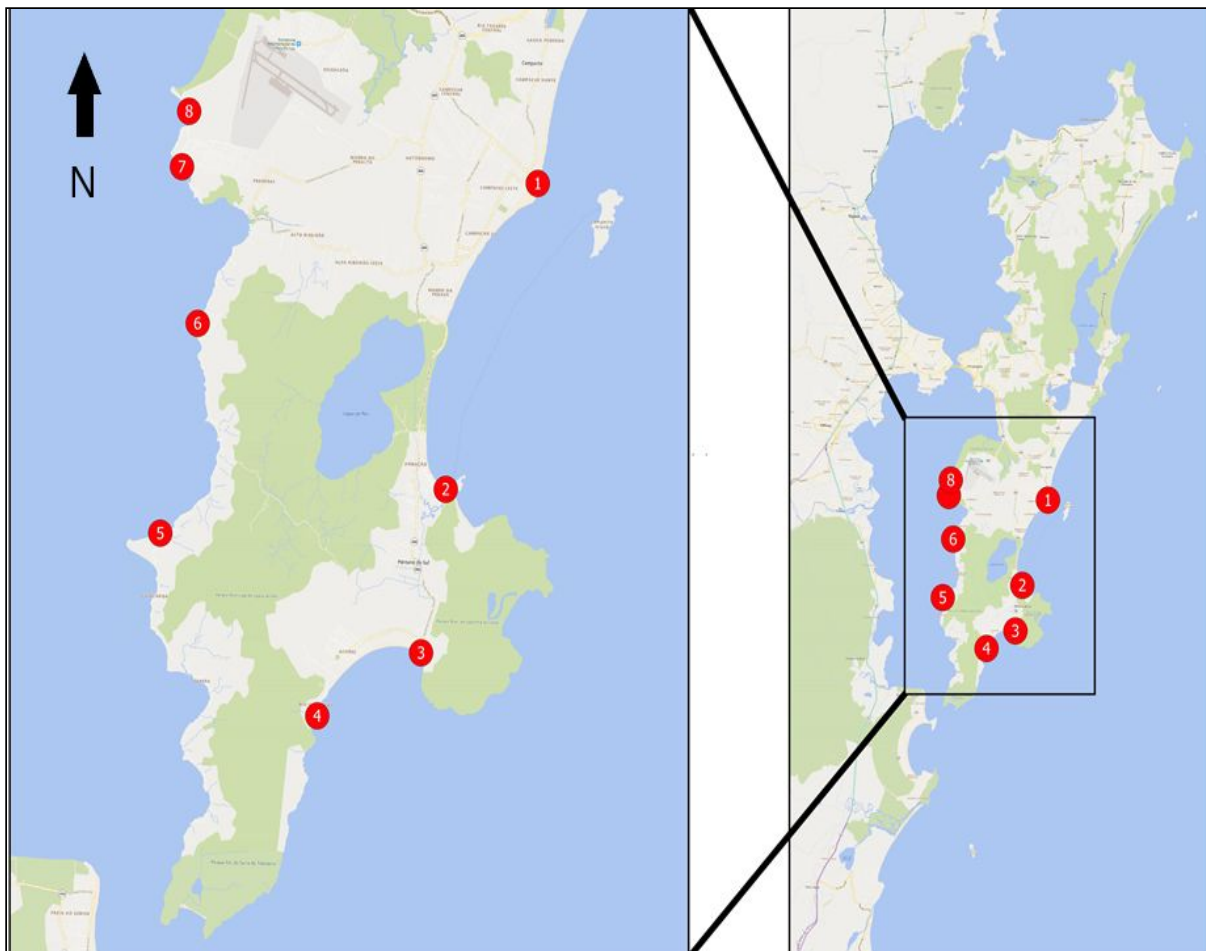
Baldo e Nery (1999) analisaram a estrutura e variabilidade interanual da precipitação pluviométrica na região sul do Brasil e identificaram que a variabilidade de precipitação nessa região nem sempre esteve ligada aos fenômenos El Niño e La Niña, contudo a correlação do evento La Niña com anomalias negativas foi menor em relação ao fenômeno El Niño.

Monteiro (2001) estudou a caracterização climática do estado e concluiu que Santa Catarina apresenta significativas variações espaciais e que episódios de muitas chuvas ou de pequenas estiagens podem ser intensificados por conta da atuação dos fenômenos El Niño e La Niña, respectivamente.

Minuzzi e Lopez (2014), ao estudarem os índices de chuva em Santa Catarina e Rio Grande do Sul, chegaram à conclusão que o total de chuva sazonal e anual apresenta tendências de aumento, sobretudo no outono e primavera. Diversos outros trabalhos (SILVA et al., 2010; PINHEIRO; GRACIANO; SEVERO, 2013; BACK; DELLA BRUNA; DALBÓ, 2013) apontaram uma tendência significativa no volume de chuvas na região sul do Brasil. Barros, Doyle e Camilloni (2008) apontam tendências de aumento de até 200 mm, em um período de 40 anos.

O sul da ilha de Santa Catarina área de estudo deste projeto mais diretamente os distritos administrativos do Campeche, Pântano do Sul e Ribeirão da Ilha serão referidos em conjunto como região sul da Ilha de Santa Catarina. Dentro desta área foram escolhidos 8 Pontos amostrais que são monitorados, pelo órgão ambiental estadual (IMA), quanto a sua condição de Balneabilidade (Figura 1).

Figura 1 - Pontos Amostrais selecionados para o trabalho e monitorados pelo IMA dentro da região sul da Ilha de Santa Catarina.



Fonte: o autor, 2020.

Tabela 1- Pontos amostrais e respectivas coordenadas geográficas.

Ponto	Nome	Coordenadas Geográficas
Ponto 1	Campeche	27W41'24'', 48S28'52''
Ponto 2	Armação	27W45'00'', 48S30'10''
Ponto 3	Pântano do Sul	27W46'56'', 48S30'10''
Ponto 4	Solidão	27W47'42'', 48S32'00''
Ponto 5	Caiaçangaçu	27W45'36'', 48S34'22''
Ponto 6	Ribeirão da Ilha	27W43'74'', 48S33'62''
Ponto 7	Tapera	27W41'18'', 48S34'81''
Ponto 8	Base Aérea	27W40'39'', 48S34'03''

Fonte: o autor, 2020.

A análise da balneabilidade é realizada pelo Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina seguindo as normas do CONAMA (Conselho Nacional do meio Ambiente). A água é coletada, nos Pontos definidos, mensalmente de abril a outubro e semanalmente de novembro a março. Neste estudo foram utilizados dados de uma série temporal correspondente a 15 anos, período entre 2003 e 2017. De acordo com a Resolução CONAMA nº 274 que o (IMA) segue, 250 mililitros de água são coletados a uma profundidade de até um metro e em laboratório são realizados procedimentos bacteriológicos durante 24 horas, a fim de detectar a presença e estimar a densidade de bactérias do tipo *Escherichia coli*. A *Escherichia coli* é uma bactéria encontrada em fezes de animais de sangue quente (endotérmicos), como o homem, o que indica a presença de contaminação e pode colocar a saúde de banhistas em risco. No momento da coleta também são anotados com o auxílio do termômetro as condições de maré, a incidência pluviométrica nas últimas 24, temperatura da água e temperatura do ar (BRASIL, 2000).

De acordo com o IMA (2020) a água é considerada:

Própria para banho: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras coletadas nas cinco semanas anteriores, no mesmo local, houver no máximo 800 *Escherichia coli* por 100 mililitros.

Imprópria para banho: quando em mais de 20% de um conjunto de amostras coletadas nas 5 semanas anteriores, no mesmo local, for superior que 800 *Escherichia coli* por 100 mililitros ou quando, na última coleta, o resultado for superior a 2000 *Escherichia coli* por 100 mililitros.

Os dados meteorológicos foram obtidos a partir da estação meteorológica do Aeroporto Internacional Hercílio Luz e do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) – Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) estação Florianópolis - SC para a mesma série temporal dos dados de balneabilidade, de 2003 a 2017. O conjunto dos

dados das variáveis climáticas (temperatura da água, do ar, direção e velocidade do vento, condições de maré e precipitação 24,48, 72 horas antes da coleta) constitui uma das bases fundamentais para a pesquisa, uma vez que estes oferecem uma série de informações que, a partir de distintos métodos científicos, podem ser analisadas e discutidas, objetivando os resultados esperados. Nas pesquisas que envolvem dados do sistema climático (variáveis climáticas) que são os elementos sobre os quais a ciência se debruça para a elaboração de um caminho metodológico que culmine com a constatação de um roteiro com detalhes dos fatos em questão. Assim, dar-se-á um ensaio que emprega uma análise primária dos dados ambientais reais relacionando-os com o NMP/100ml de *Escherichia coli* discutindo a importância e significado do universo dos dados e dos elementos do clima para o desenvolvimento das pesquisas envolvendo clima e meio ambiente.

No monitoramento ou análise da qualidade de água são utilizados indicadores biológicos específicos como bactérias do grupo coliforme. Esse termo “indicadores biológicos específicos” indica que um tipo de micro-organismo, estando presente na água, é uma suspeita que está poluída com material fecal de origem humana ou de outros animais de sangue quente (YAMAGUICHI et al., 2013).

Como indicadores de contaminação fecal, são eleitas como bactérias de referência as do grupo coliforme. O principal representante desse grupo de bactérias chama-se *Escherichia coli*.

A razão da escolha desse grupo de bactérias como indicador de contaminação da água deve-se aos seguintes fatores:

- a. São encontradas nas fezes de animais de sangue quente, inclusive dos seres humanos.
- b. São facilmente detectáveis e quantificáveis por técnicas simples e economicamente viáveis, em qualquer tipo de água.
- c. Sua concentração na água contaminada possui uma relação direta com o grau de contaminação fecal desta.
- d. Tem maior tempo de sobrevivência na água que as bactérias patogênicas intestinais, por serem menos exigentes em termos nutricionais, além de serem incapazes de se multiplicarem no ambiente aquático ou se multiplicarem menos que as bactérias entéricas.
- e. São mais resistentes aos agentes tensoativos e agentes desinfetantes do que bactérias patogênicas (BRASIL, 2009, p. 9).

A técnica de tubos múltiplos é a mais tradicional para a análise de coliformes (totais ou termotolerantes) e *Escherichia coli*. Esta metodologia permite a quantificação por “número

mais provável” (NMP/100ml de *Escherichia coli*) de microorganismos e é dividida em duas fases sucessivas, uma presuntiva e outra confirmativa. E esta última somente é realizada se houver crescimento positivo na etapa presuntiva.

Os resultados são expressos em NMP (Número Mais Provável) /100 mL de amostra e para se determinar o NMP/100ml, verifica-se a combinação formada pelo número de tubos positivos que apresentaram as diluições 1:1; 1:10 e 1:100 no Teste Confirmativo.

Modo de usar a água de diluição quando for determinar o NMP/100ml de *Escherichia coli*:

- a) tomar 1 tubo de ensaio contendo $9 \pm 0,2$ mL de água de diluição esterilizada;
- b) adicionar 1 mL da amostra de água a ser examinada;
- c) misturar bem. Está pronta a diluição 1:10;
- d) tirar da diluição acima, com pipeta esterilizada, 1 mL e inocular no tubo contendo caldo lactosado de concentração simples. (diluição 1:100) (BRASIL, 2009, p. 15).

As tendências de variações do NMP/100ml de *Escherichia coli*, por Pontos, ao longo do período amostral, foram analisadas graficamente e através do teste não paramétrico de Mann-Kendall.

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k)$$

$$\text{sgn}(x) = \begin{cases} +1, & x > 0 \\ 0, & x = 0 \\ -1, & x < 0 \end{cases}$$

$$E[S] = 0$$

$$\text{Var}[S] = \frac{\left\{ n(n-1)(2n+5) - \sum_{j=1}^p t_j(t_j-1)(2t_j+5) \right\}}{18}$$

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{[\text{Var}(S)]^{\frac{1}{2}}}, & \text{para } S > 0 \\ 0, & \text{para } S = 0 \\ \frac{S+1}{[\text{Var}(S)]^{\frac{1}{2}}}, & \text{para } S < 0 \end{cases}$$

S = estatística de teste de Mann-Kendall;

n = tamanho da amostra;

sgn = sinal da diferença de valores subsequentes;

$E[S]$ = média de S ;

$\text{Var}[S]$ = variância de S ;

p = conjunto de dados da amostra com os mesmos valores;

t_j = número de dados do grupo amarrado de ordem j ;

Z = estatística de teste para amostra com $n > 10$, que se aproxima da distribuição normal.

O teste de Mann-Kendall, desenvolvido por MANN (1945) e KENDALL (1975), é um teste não-paramétrico utilizado para avaliar tendências em séries temporais de dados ambientais (YUE; PILON; CAVADIAS, 2002). Segundo HAMED (2008), é o mais adequado para detecção de tendências de séries temporais hidrológicas. De acordo com Kahya e Kalayci (2004) é um excelente teste para detecção de tendências, e considera que na hipótese de estabilidade de uma série temporal, a sucessão de valores ocorre de forma independente, e a distribuição de probabilidade deve permanecer sempre a mesma. O teste confirma a existência de uma tendência positiva ou negativa para um determinado nível de confiança.

Também foi aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para avaliar a variação do NMP/100ml de *Escherichia coli* por estações do ano para cada Ponto amostral. Quando a estatística H foi significativa ($p < 0,05$) as médias foram comparadas por método de Student-Newman-Keuls.

$$H = \left[\frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^k n_j \bar{R}_j^2 \right] - 3(N+1).$$

k = número de amostras ou grupos;
 N = número total de escores;
 n_j = número de escores da amostra j ;
 R_j = somatório dos postos da amostra j ;

O teste de Kruskal-Wallis é o teste não paramétrico utilizado na comparação de três ou mais amostras independentes. Ele nos indica se há diferença entre pelo menos dois deles. A aplicação do teste utiliza os valores numéricos transformados em postos e agrupados num só conjunto de dados. A comparação dos grupos é realizada por meio da média dos postos (posto médio).

As relações entre NMP/100ml de *Escherichia coli* e variáveis ambientais, em cada Ponto amostral, foram investigadas por meio de matrizes de correlação. A matriz de correlação mostra os valores de correlação de Pearson, que medem o grau de relação linear

entre cada par de itens ou variáveis. Os valores de correlação podem cair entre -1 e +1. Entretanto, na prática, os itens geralmente têm correlações positivas. Se os dois itens tendem a aumentar e diminuir juntos, o valor de correlação é positivo.

Também foi utilizada análise multivariada discriminante. A técnica permitiu a separação de grupos de Pontos amostrais de acordo com suas variáveis. Foram calculadas as funções discriminantes de Fisher (Y1 e Y2), variáveis adimensionais, para permitir a separação entre os grupos analisados em diagrama. A análise é particularmente útil para elaboração de planos de ação, pois permitirá a identificação de Pontos que podem receber estratégias de ação semelhantes. As funções discriminantes de *Fisher*, também tornam possível a classificação de novos Pontos, em um dos grupos determinados, sendo o cálculo semelhante ao utilizado na Regressão Linear Múltipla (AYRES; AYRES; SANTOS, 2007).

Os grupos obtidos, a partir da análise discriminante, foram submetidos a uma análise de variância (ANOVA - um critério), com o fim de comparar o NMP/100ml de *Escherichia coli* entre os blocos.

A ANOVA é um teste paramétrico (possui estimativas de parâmetros) utilizado quando o pesquisador deseja verificar se existem diferenças entre as médias de uma determinada variável (variável resposta) em relação a um tratamento com dois ou mais níveis categóricos (variável preditora).

Uma análise de variância (ANOVA) rejeita ou não a hipótese de igualdade de médias populacionais de diversos grupos, mas não determina quais grupos têm médias estatisticamente diferentes. Por essa razão, o teste F feito na análise de variância é considerado um teste global (*omnibustest*). Terminada a análise de variância, o pesquisador busca um novo teste para comparar as médias de grupos. Neste trabalho foi utilizado o teste a posteriori de Tukey.

O teste de Tukey é, portanto, um teste *a posteriori* ou *post-hoc*. Faz comparações não planejadas (*unplanned comparisons*), ou seja, o pesquisador não precisa estabelecer as comparações de médias que irá fazer sem ter visto os dados.

Por fim, foi realizada análise de regressão linear múltipla (*Stepwise Multiple Regression* – SWMR), em cada bloco, elaborando modelos que explicam parte da variância do NMP/100ml de *Escherichia coli*, variável dependente.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \varepsilon$$

Y = variável resposta,
 x_1 e x_2 = variáveis explicativas
 β = coeficientes da regressão
 ε = resíduos (erro)

A análise de regressão é uma maneira de classificar matematicamente quais variáveis realmente tem um impacto. Esta técnica responde às perguntas: quais os fatores que mais importam? O que podemos ignorar? Como esses fatores interagem uns com os outros? E, talvez o mais importante, quão certos estamos sobre todos esses fatores? Neste trabalho a seleção de modelo utilizou o critério de informação de Akaike (AIC) é um estimador da qualidade relativa de modelos estatísticos para um dado conjunto de dados. Dada uma coleção de modelos para os dados, a AIC estima a qualidade de cada modelo, em relação a cada um dos outros modelos. Assim, o AIC fornece um meio para a seleção de modelos.

AIC é fundada na teoria da informação. Quando um modelo estatístico é usado para representar o processo que gerou os dados, a representação quase nunca será exata; Portanto, algumas informações serão perdidas usando o modelo para representar o processo. AIC estima a quantidade relativa de informação perdida por um dado modelo: quanto menos informação um modelo perde, maior a qualidade desse modelo.

Ao estimar a quantidade de informação perdida por um modelo, a AIC lida com o *trade-off* entre a adequação do modelo e a simplicidade do modelo. Em outras palavras, a AIC lida com o risco de *overfitting* e o risco de menos-ajustes.

Em estatística ou econometria, regressão linear é uma equação para se estimar a condicional (valor esperado) de uma variável y, dados os valores de algumas outras variáveis x. A regressão, em geral, tem como objetivo tratar de um valor que não se consegue estimar inicialmente.

A regressão linear é chamada "linear" porque se considera que a relação da resposta às variáveis é uma função linear de alguns parâmetros. Os modelos de regressão que não são uma função linear dos parâmetros se chamam modelos de regressão não linear. Sendo uma das primeiras formas de análise regressiva a ser estudada rigorosamente, e usada extensamente em aplicações práticas. Isso acontece porque modelos que dependem de forma linear dos seus parâmetros desconhecidos são mais fáceis de ajustar que os modelos não lineares aos seus parâmetros, e porque as propriedades estatísticas dos estimadores resultantes são fáceis de determinar.

Modelos de regressão linear são frequentemente ajustados usando a abordagem dos mínimos quadrados, mas que também pode ser montada de outras maneiras, tal como minimizando a "falta de ajuste" em alguma outra norma (com menos desvios absolutos de regressão), ou através da minimização de uma penalização da versão dos mínimos quadrados. Por outro lado, a abordagem de mínimos quadrados pode ser utilizada para ajustar a modelos que não são modelos lineares.

As análises foram realizadas com o pacote estatístico ActionStat¹ que utiliza o sistema R. como linguagem de programação (ESTACAMP, 2019).

¹ ESTACAMP. **Software ActionEstacamp** - Consultoria em estatística e qualidade, São Carlos- SP. Brasil. Disponível em: <http://www.portaction.com.br/>. Acesso em: 29 out. 2019.

2.3 RESULTADOS

Este trabalho retrata oito Pontos de análise em 8 praias, 4 com feições viradas para Leste e 4 com feições viradas para Oeste (Baía Sul), serão apresentadas abaixo a descrição e análise dos resultados para cada uma das praias.

PRAIA DO CAMPECHE (PONTO 1).

Houve tendência de aumento do NMP/100ml de *Escherichia coli* ao longo do período de estudo no Ponto 1 (Figura 2). Esta tendência foi confirmada através do valor de ($p=0.007533169$) de acordo com o teste Mann-Kendall, conforme verificado na Tabela 2.

Tabela 2 - Teste Mann-Kendall para o Ponto 1.

Estatística	Resultado
Mann-Kendall	0,523809493
P-Valor	0,007533169
Tamanho da Amostra	15
Hipótese Nula	Não há tendência
Hipótese Alternativa	Há tendência

Fonte: o autor, 2020.

Não houve diferença significativa na variação sazonal NMP/100ml de *Escherichia coli* em relação ao Ponto 1 (Tabela 03) (Figura 04).

Tabela 3 - Análise de variação sazonal para o Ponto 1.

Estatística	Resultados
H =	5,7181
Graus de liberdade =	3,00
(p) Kruskal-Wallis =	0,13

Fonte: o autor, 2020.

A matriz de correlação desta praia foi positiva (0,106) e significativa ($p= 0,0439$) entre

a temperatura da água e o NMP/100ml de *Escherichia coli*. (Tabela 4)

Tabela 4 - Matriz de correlação para o Ponto 1 com destaque em negrito para os valores significativos.

Variáveis	NMP/100ml de <i>Escherichia coli</i>	p-valores
Temperatura do ar C°	0,0567	0,2819
Temperatura da água	0,106	0,0439
Pluviosidade 72 horas	-0,0163	0,757
Pluviosidade 48 horas	-0,026	0,6225
Pluviosidade 24 horas	0,0243	0,6455
Total Pluviosidade	-0,0141	0,7897
Direção do Vento	0,0702	0,1825
Velocidade do Vento	0,0259	0,623
Maré	0,01	0,8503

Fonte: o autor, 2020.

PRAIA DA ARMAÇÃO (PONTO 2).

Não houve tendência de aumento do NMP/100ml de *Escherichia coli*. Também não foi significativo o resultado segundo o teste de Mann-Kendall no Ponto 2, como podemos verificar na Tabela 5 (Figura 2).

Tabela 5 - Teste Mann-Kendall para o Ponto 2.

Estatística	Resultado
Mann-Kendall	0,1809
P-Valor	0,3730
Tamanho da Amostra	15
Hipótese Nula	Não há tendência
Hipótese Alternativa	Há tendência

Fonte: o autor, 2020.

Houve variação significativa do NMP/100ml de *Escherichia coli* entre as estações do ano ($H= 10,0831$; $p= 0,0179$), conforme verificado na Tabela 6.

O teste *Student-newman-keuls* apresentou diferenças significativas (Tabela 6) entre as médias do inverno/primavera ($p=0,0338$) e inverno/verão ($p=0,0025$) visíveis na (Figura 2).

Tabela 6 - Análise de variação sazonal para o Ponto 2.

Estadística	Resultados	- 2 -
H =	10,0831	
Graus de liberdade =	3	
(p) Kruskal-Wallis =	0,0179	
R 1- Inverno (posto médio) =	20,3333	
R 2- Outono (posto médio) =	28,2	
R 3 - Primavera (posto médio) =	33,8667	
R 4 - Verão (posto médio) =	39,6	
Comparações Student-Newman-Keuls	Dif. Postos	p-valor
Inverno/Outono =	7,8667	0,2174
Inverno/Primavera =	13,5333	0,0338
Inverno/Verão =	19,2667	0,0025
Outono/Primavera =	5,6667	0,3742
Outono/Verão=	11,4	0,0738
Primavera/Verão =	5,7333	0,3686

Fonte: o autor, 2020.

Conforme podemos verificar na Tabela 7, a matriz de correlação não apresentou nenhuma relação significativa com as variáveis meteorológicas estudadas.

Tabela 7 - Correlações para o Ponto 2.

Variáveis	NMP/100ml de <i>Escherichia coli</i>	p-valores
Temperatura do ar C°	0,0463	0,3698
Temperatura da água	0,0011	0,9834
Pluviosidade 72 horas	0,0050	0,9231
Pluviosidade 48 horas	-0,0165	0,7488
Pluviosidade 24 horas	0,0056	0,9129
Total Pluviosidade	-0,0047	0,9277
Direção do Vento	-0,0692	0,1792
Velocidade do Vento	-0,0080	0,8770

Maré	0,0113	0,8261
-------------	--------	--------

Fonte: o autor, 2020.

PRAIA DO PÂNTANO DO SUL (Ponto 3).

Não houve tendência de aumento do NMP/100ml de *Escherichia coli* ao longo do período de estudo no Ponto 3 (Figura 2). Valor não significativo ($p=0,552615106$) de acordo com o teste Mann-Kendall (Tabela 8).

Tabela 8 - Teste Mann-Kendall para o Ponto 3.

Estatística	Resultado
Mann-Kendall	-0,1238
P-Valor	0,5526
Tamanho da Amostra	15
Hipótese Nula	Não há tendência
Hipótese Alternativa	Há tendência

Fonte: o autor, 2020.

Houve variação significativa do NMP/100ml de *Escherichia coli* e algumas estações do ano ($H= 8,7412$; $p= 0,03$) (Tabela 09).

O teste *Student-Newman-Keuls* apresentou diferenças significativas entre as médias do inverno/primavera ($p=0,04$) e inverno/verão ($p=0,01$) visíveis na Tabela 9 (Figura 5).

Tabela 9 - Análise de variação sazonal para o Ponto 3.

Estatística	Resultados	- 2 -
H =	8,7412	
Graus de liberdade =	3,00	
(p) Kruskal-Wallis =	0,03	
R 1 – Inverno (posto médio) =	21,50	
R 2 – Outono (posto médio) =	27,10	

R 3 – Primavera (posto médio) =	34,67	
R 4 – Verão (posto médio) =	38,73	
Comparações Student-Newman-Keuls	Dif. Postos	p-valor
Inverno/Outono =	5,60	0,38
Inverno/Primavera =	13,17	0,04
Inverno/Verão =	17,23	0,01
Outono/Primavera =	7,57	0,24
Outono/Verão=	11,63	0,07
Primavera/Verão =	4,07	0,52

Fonte: o autor, 2020.

A matriz de correlação desta praia apresentou valores positivos (0,1507) e significativos ($p= 0,0027$) para pluviosidade 72 horas antes da data da coleta, positiva (0,1257) e significativa ($p=0,0126$) para pluviosidade 24 horas antes da coleta, positiva (0,1152) e significativa ($p=0,0224$) total da Pluviosidade todas essas e o NMP/100ml de *Escherichia coli*. (Tabela 10).

Tabela 10 - Correlações para o Ponto 3.

Variáveis	NMP <i>Escherichia coli</i>	p-valores
Temperatura do ar C°	-0,0025	0,9607
Temperatura da água	0,0182	0,7185
Pluviosidade 72 horas	0,1507	0,0027
Pluviosidade 48 horas	-0,0312	0,5373
Pluviosidade 24 horas	0,1257	0,0126
Total Pluviosidade	0,1152	0,0224
Direção do Vento	0,0205	0,6860
Velocidade do Vento	0,0129	0,7993
Maré	0,0197	0,6966

Fonte: o autor, 2020.

PRAIA DA SOLIDÃO (PONTO 4)

Houve tendência de aumento do NMP/100ml de *Escherichia coli* ao longo do período de estudo no Ponto 4 (Figura 2). Valor considerado significativo ($p=0.047761247$) de acordo com o teste Mann-Kendall (Tabela 11).

Tabela 11 - Teste Mann-Kendall para o Ponto 4.

Estatística	Resultado
Mann-Kendall	0,3905
P-Valor	0,0478
Tamanho da Amostra	15
Hipótese Nula	Não há tendência
Hipótese Alternativa	Há tendência

Fonte: o autor, 2020.

Houve variação significativa do NMP/100ml de *Escherichia coli* entre as estações do ano ($H= 8,0445$; $p= 0,0451$) (Tabela 12).

O teste *Student-newman-keuls* apresentou diferenças significativas entre as médias do inverno/primavera ($p=0,0325$) e inverno/verão ($p=0,0086$) visíveis na tabela 12 (Figura 5).

Tabela 12 - Análise de variação sazonal para o Ponto 4.

Estatística	Resultados	- 2 -
H =	8,0445	
Graus de liberdade =	3	
(p) Kruskal-Wallis =	0,0451	
R 1- Inverno (posto médio) =	20,9333	
R 2- Outono (posto médio) =	28,8	
R 3- Primavera (posto médio) =	34,5667	
R 4- Verão (posto médio) =	37,7	
Comparações Student-Newman-Keuls	Dif. Postos	p-valor
Inverno/Outono =	7,8667	0,2174
Inverno/Primavera =	13,6333	0,0325
Inverno/Verão =	16,7667	0,0086
Outono/Primavera =	5,7667	0,3658

Outono/Verão=	8,9	0,1628
Primavera/Verão =	3,1333	0,6232

Fonte: o autor, 2020.

Não houve correlação com nenhuma das variáveis climáticas estudadas para o Ponto 4, conforme verificado na Tabela 13.

Tabela 13 - Matriz de correlações para o Ponto 4.

Variáveis	NMP/100ml de <i>Escherichia coli</i>	p-valores
Temperatura do ar C°	0,0084	0,8680
Temperatura da água	0,0514	0,3106
Pluviosidade 72 horas	-0,0073	0,8850
Pluviosidade 48 horas	-0,0114	0,8216
Pluviosidade 24 horas	0,0783	0,1220
Total Pluviosidade	0,0226	0,6559
Direção do Vento	0,0515	0,3095
Velocidade do Vento	0,0102	0,8413
Maré	-0,0019	0,9705

Fonte: o autor, 2020.

PRAIA DA CAICANGAÇU (PONTO 5)

Este Ponto apresentou tendência de queda do NMP/100ml de *Escherichia coli* ao longo do período de estudo Ponto 5 (Figura 3).

O valor foi considerado significativo ($p=0.022821506$) de acordo com o teste Mann-Kendall (Tabela 14).

Tabela 14 - Teste Mann-Kendall para o Ponto 5.

Estatística	Resultado
Mann-Kendall	-0,4476
P-Valor	0,0228
Tamanho da Amostra	15
Hipótese Nula	Não há tendência

Hipótese Alternativa	Há tendência
-----------------------------	--------------

Fonte: o autor, 2020.

Não houve diferença significativa na variação do NMP/100ml de *Escherichia coli* entre as estações do ano para este Ponto, conforme verificado na Tabela 15 (Figura 6).

Tabela 15 - Análise de variação sazonal para o Ponto 5.

Estatística	Resultados
H =	1,8319
Graus de liberdade =	3
(p) Kruskal-Wallis =	0,608

Fonte: o autor, 2020.

Neste Ponto também não houve correlação com nenhuma das variáveis climáticas estudadas, conforme verificado na Tabela 16.

Tabela 16 - Correlações para o Ponto 5.

Variáveis	NMP/100ml de <i>Escherichia coli</i>	p-valores
Temperatura do ar C°	-0,0378	0,4594
Temperatura da água	-0,0002	0,9966
Pluviosidade 72 horas	-0,0288	0,5731
Pluviosidade 48 horas	-0,0151	0,7671
Pluviosidade 24 horas	0,0452	0,3757
Total Pluviosidade	-0,0081	0,8732
Direção do Vento	-0,0426	0,4038
Velocidade do Vento	-0,0756	0,1381
Maré	0,0469	0,3579

Fonte: o autor, 2020.

PRAIA DO RIBEIRÃO DA ILHA (PONTO 6)

Não tendência de aumento do NMP/100ml de *Escherichia coli* ao longo do período de estudo no Ponto 6 (Figura 3).

Conforme verificado na Tabela 17, o valor não foi considerado significativo ($p=0.428480417$) de acordo com o teste Mann-Kendall.

Tabela 17 - Teste Mann-Kendall para o Ponto 6.

Estatística	Resultado
Mann-Kendall	0,1619
P-Valor	0,4285
Tamanho da Amostra	15
Hipótese Nula	Não há tendência
Hipótese Alternativa	Há tendência

Fonte: o autor, 2020.

Houve variação significativa do NMP/100ml de *Escherichia coli* entre as estações do ano ($H= 8,6305$; $p= 0,0346$) (Tabela 18).

O teste *Student-newman-keuls* apresentou diferenças significativas entre as médias do inverno/primavera ($p=0,0125$) e inverno/verão ($p=0,0218$) visíveis na tabela 18 (Figura 6).

Tabela 18 - Análise de variação sazonal para o Ponto 6.

Estatística	Resultados	- 2 -
H =	8,6305	
Graus de liberdade =	3	
(p) Kruskal-Wallis =	0,0346	
R 1- Inverno (posto médio) =	21,5667	
R 2- Outono (posto médio) =	26,7333	
R 3- Primavera (posto médio) =	37,5	
R 4- Verão (posto médio) =	36,2	
Comparações Student - Newman-Keuls	Dif. Postos	p-valor
Inverno/Outono =	5,1667	0,4178
Inverno/Primavera =	15,9333	0,0125

Inverno/Verão =	14,6333	0,0218
Outono/Primavera =	10,7667	0,0913
Outono/Verão=	9,4667	0,1377
Primavera/Verão =	1,3	0,8385

Fonte: o autor, 2020.

A matriz de correlação desta praia apresentou resultados positivos (0,2143) e significativos ($p=0,0000$) para a pluviosidade 24 horas antes da data da coleta; positiva (0,1974) e significativa ($p=0,0001$) para o total de pluviosidade e negativa (-0,1760) e significativa ($p=0,0005$) entre maré e o NMP/100ml de *Escherichia coli* (Tabela 19).

Tabela 19 - Correlações NMP/100ml de *Escherichia coli* com as variáveis meteorológicas para o Ponto 6.

Variáveis	NMP/100ml de <i>Escherichia coli</i>	p-valores
Temperatura do ar C°	-0,0380	0,4554
Temperatura da água	0,0244	0,6309
Pluviosidade 72 horas	0,0453	0,3729
Pluviosidade 48 horas	0,1269	0,0122
Pluviosidade 24 horas	0,2143	0,0000
Total Pluviosidade	0,1974	0,0001
Direção do Vento	-0,0282	0,5797
Velocidade do Vento	-0,0139	0,7852
Maré	-0,1760	0,0005

Fonte: o autor, 2020.

PRAIA DA TAPERA (PONTO 7)

Houve tendência de aumento do NMP/100ml de *Escherichia coli* ao longo do período de estudo no Ponto 7, segundo Figura 3.

Na Tabela 20 podemos verificar que o valor de ($p=0.843085229$) de acordo com o teste Mann-Kendall não foi significativo.

Tabela 20 - Teste Mann-Kendall para o Ponto 7.

Estatística	Resultado
Mann-Kendall	0,0476
P-Valor	0,8431
Tamanho da Amostra	15
Hipótese Nula	Não há tendência
Hipótese Alternativa	Há tendência

Fonte: o autor, 2020.

Não houve diferença significativa na variação do NMP/100ml de *Escherichia coli* entre as estações do ano para este Ponto, conforme verificado na Tabela 21 (Figura 7).

Tabela 21 - Análise de variação sazonal para o Ponto 7.

Estatística	Resultado
H =	0,9768
Graus de liberdade =	3
(p) Kruskal-Wallis =	0,8069

Fonte: o autor, 2020.

A matriz de correlação desta praia foi positiva (0,1218) e significativa ($p= 0,0162$) para pluviosidade 72 horas antes da coleta; positiva (0,1364) e significativa ($p=0,0070$) para pluviosidade 48 horas antes da coleta; positiva (0,1380) e significativa ($p=0,0064$) para pluviosidade 24 horas antes da coleta; positiva (0,2153) e significativa ($p= 0,0000$) para pluviosidade total, sendo todos esses em relação ao NMP/100ml de *Escherichia coli* (Tabela 22).

Tabela 22 - Correlações para o Ponto 7.

Variáveis	NMP/100ml de <i>Escherichia coli</i>	p-valores
Temperatura do ar C°	0,0849	0,0944
Temperatura da água	-0,0317	0,5334

Pluviosidade 72 horas	0,1218	0,0162
Pluviosidade 48 horas	0,1364	0,0070
Pluviosidade 24 horas	0,1380	0,0064
Total Pluviosidade	0,2153	0,0000
Direção do Vento	-0,0409	0,4213
Velocidade do Vento	-0,0780	0,1245
Maré	-0,0465	0,3604

Fonte: o autor, 2020.

PRAIA DA BASE AÉREA (PONTO 8)

Não há tendência de aumento do NMP/100ml de *Escherichia coli* ao longo do período de estudo no Ponto 8 (Figura 3).

O teste Mann-Kendall mostra o valor de ($p=0.165856674$) que não é significativo, conforme Tabela 23.

Tabela 23 - Teste Mann-Kendall para o Ponto 8.

Estatística	Resultado
Mann-Kendall	0,2762
P-Valor	0,1659
Tamanho da Amostra	15
Hipótese Nula	Não há tendência
Hipótese Alternativa	Há tendência

Fonte: o autor, 2020.

Não houve diferença significativa na variação sazonal do NMP/100ml de *Escherichia coli* no Ponto 8 (Tabela 24) (Figura 7).

Tabela 24 - Análise de variação sazonal para o Ponto 8.

Estatística	Resultado
H =	2,9565
Graus de liberdade =	3
(p) Kruskal-Wallis =	0,3984

Fonte: o autor, 2020.

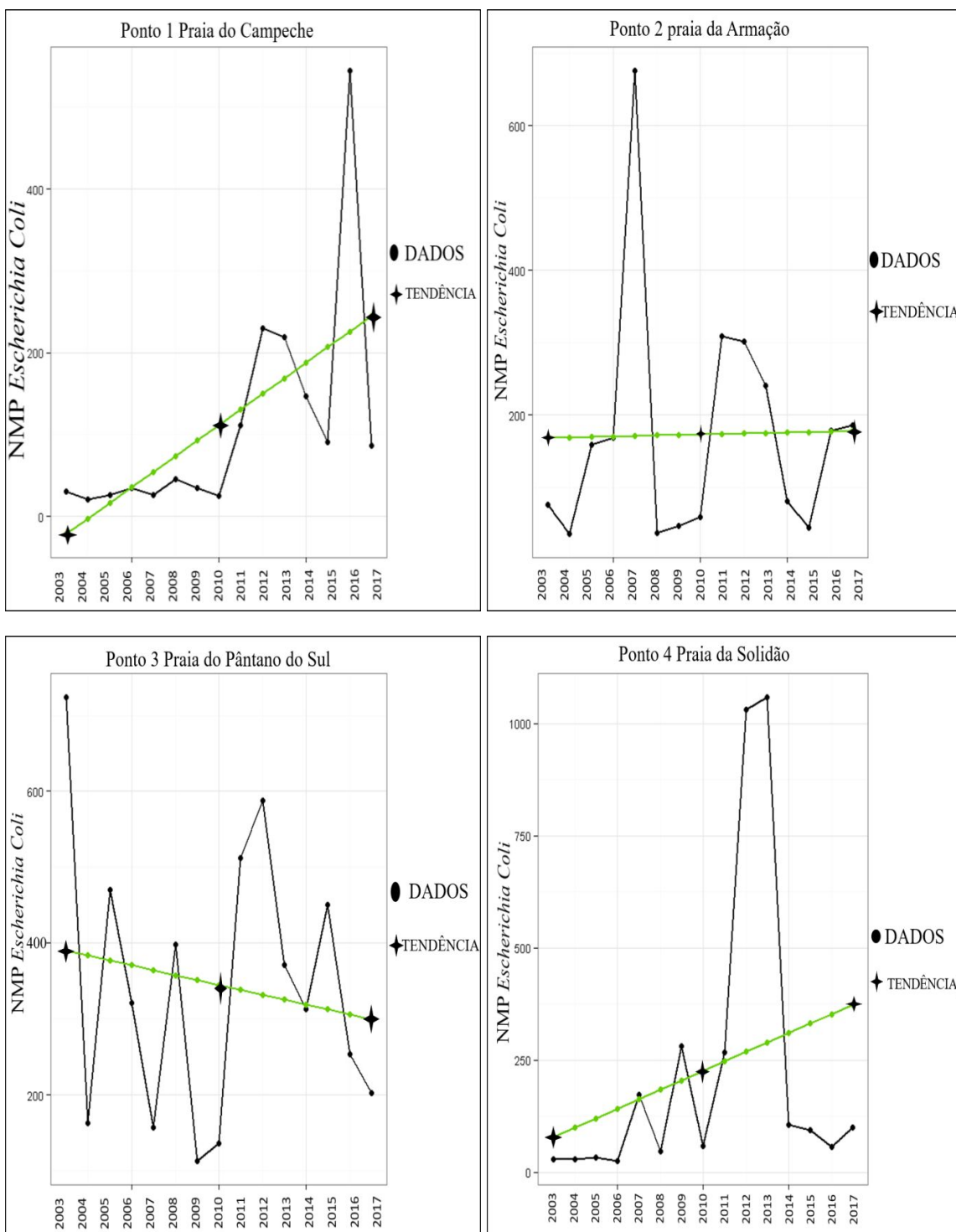
Como podemos observar na Tabela 25, a matriz de correlação desta praia apresentou correlação positiva (0,2066) e significativa ($p=0,0000$) para pluviosidade 48 horas antes da coleta; positiva (0,3218) e significativa ($p=0,0000$) para pluviosidade 24 horas antes da coleta; significativa (0,2725) e positiva ($p=0,0000$) para o total da pluviosidade, negativa (-0,1103) e significativa ($p=0,0297$) para velocidade do vento e todas essas com o NMP/100ml de *Escherichia coli*.

Tabela 25 - Correlações para o Ponto 8.

Variáveis	NMP/100ml de <i>Escherichia coli</i>	p-valores
Temperatura do ar C°	-0,0157	0,7572
Temperatura da água	-0,0114	0,8227
Pluviosidade 72 horas	0,0030	0,9522
Pluviosidade 48 horas	0,2066	0,0000
Pluviosidade 24 horas	0,3218	0,0000
Total Pluviosidade	0,2725	0,0000
Direção do Vento	0,0077	0,8804
Velocidade do Vento	-0,1103	0,0297
Maré	0,0001	0,9978

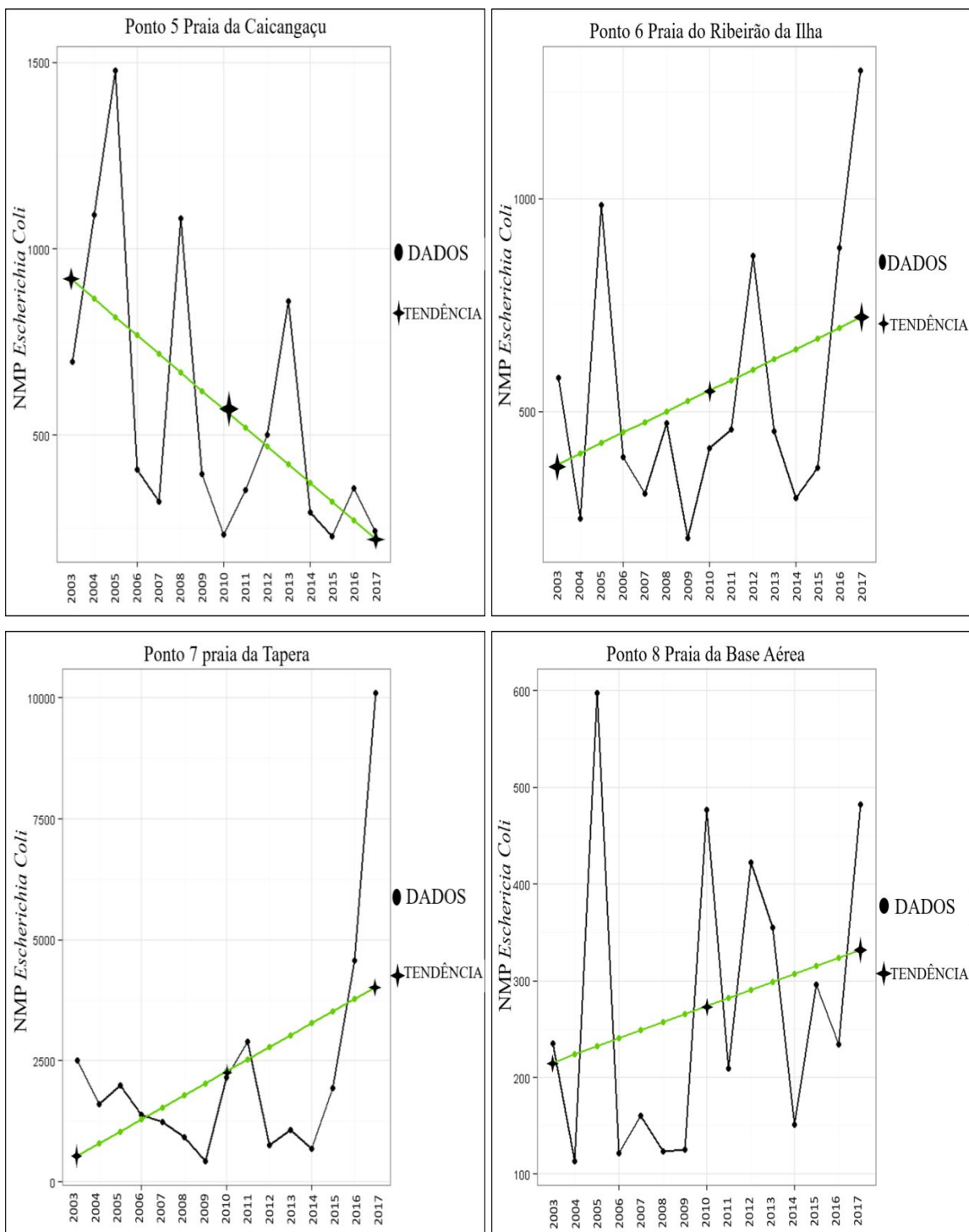
Fonte: o autor, 2020.

Figura 2 - Gráficos de tendência do NMP/100ml de *Escherichia coli* (número de indivíduos encontrados na amostra após diluição) no período entre 2003 a 2017 das praias da costa Leste de Florianópolis.



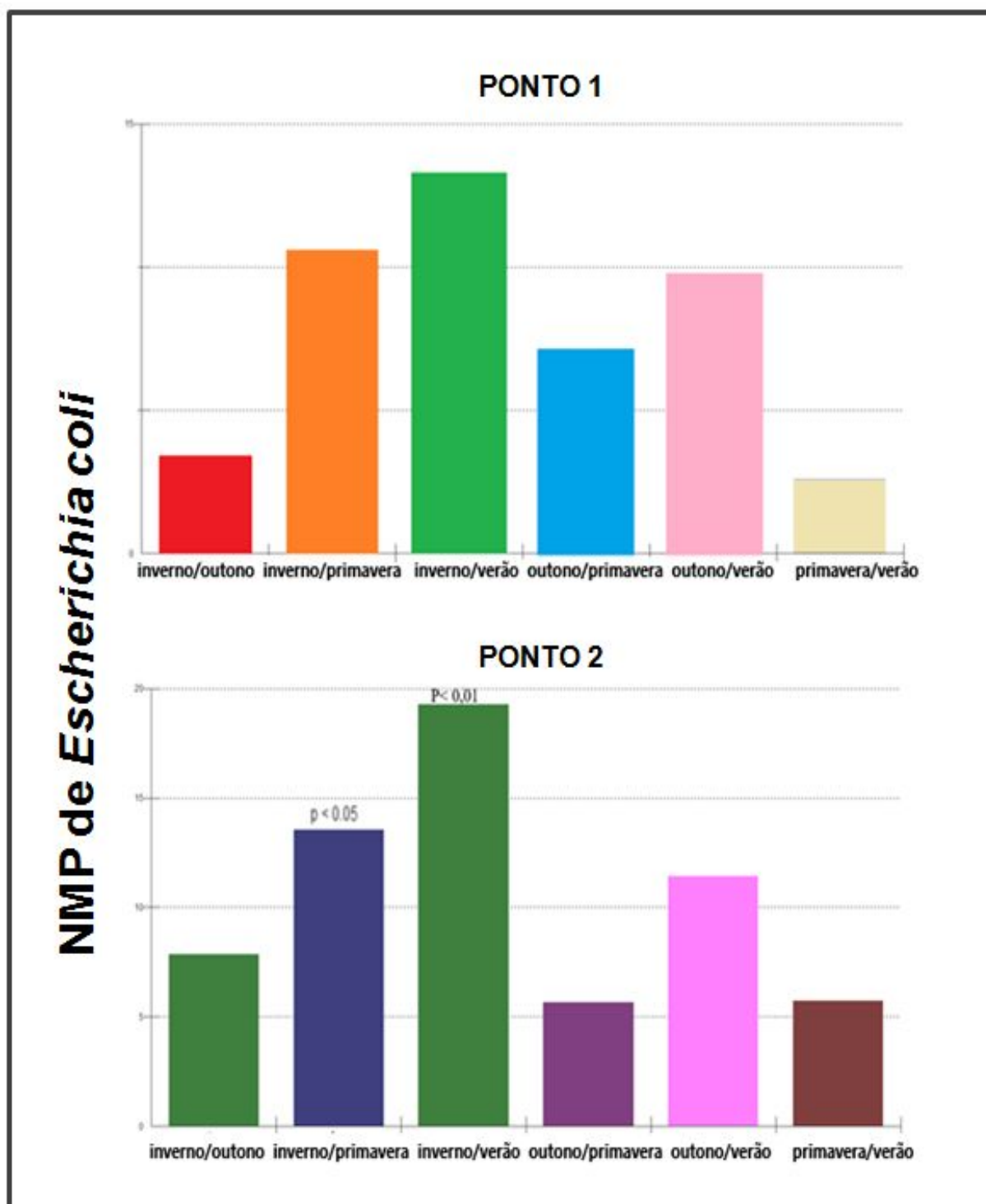
Fonte: o autor, 2020.

Figura 3 - Gráficos de tendência de aumento ou diminuição do NMP/100ml de *Escherichia coli* (número de indivíduos encontrados na amostra após diluição) no período entre 2003 a 2017 das praias do Oeste de Florianópolis.



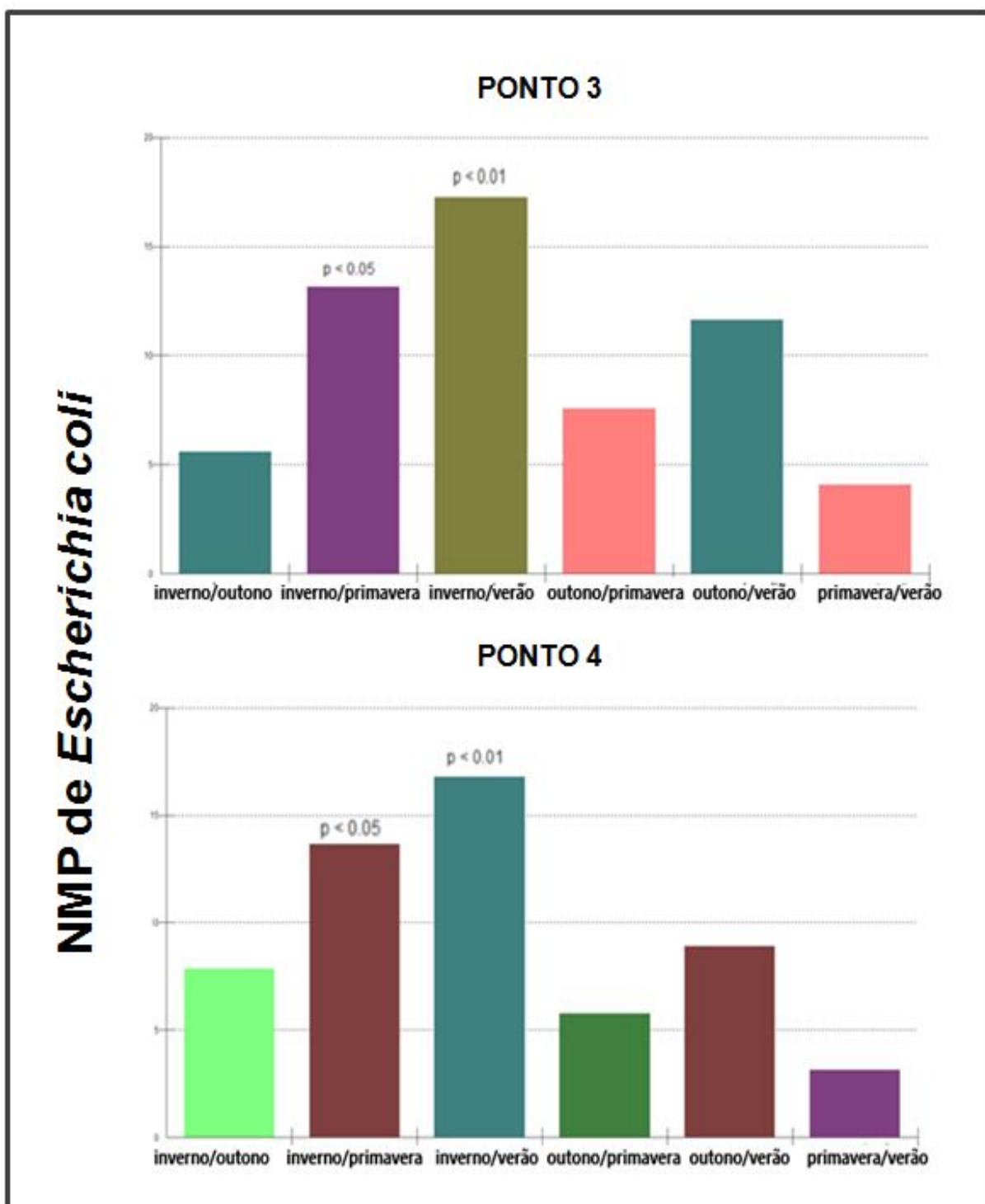
Fonte: o autor, 2020.

Figura 4 - Gráficos de análise de variação sazonal que evidencia as estações do ano onde as diferenças do NMP/100ml de *Escherichia coli* são maiores entre si para o período de 2003 a 2017 nas praias da costa Leste de Florianópolis.



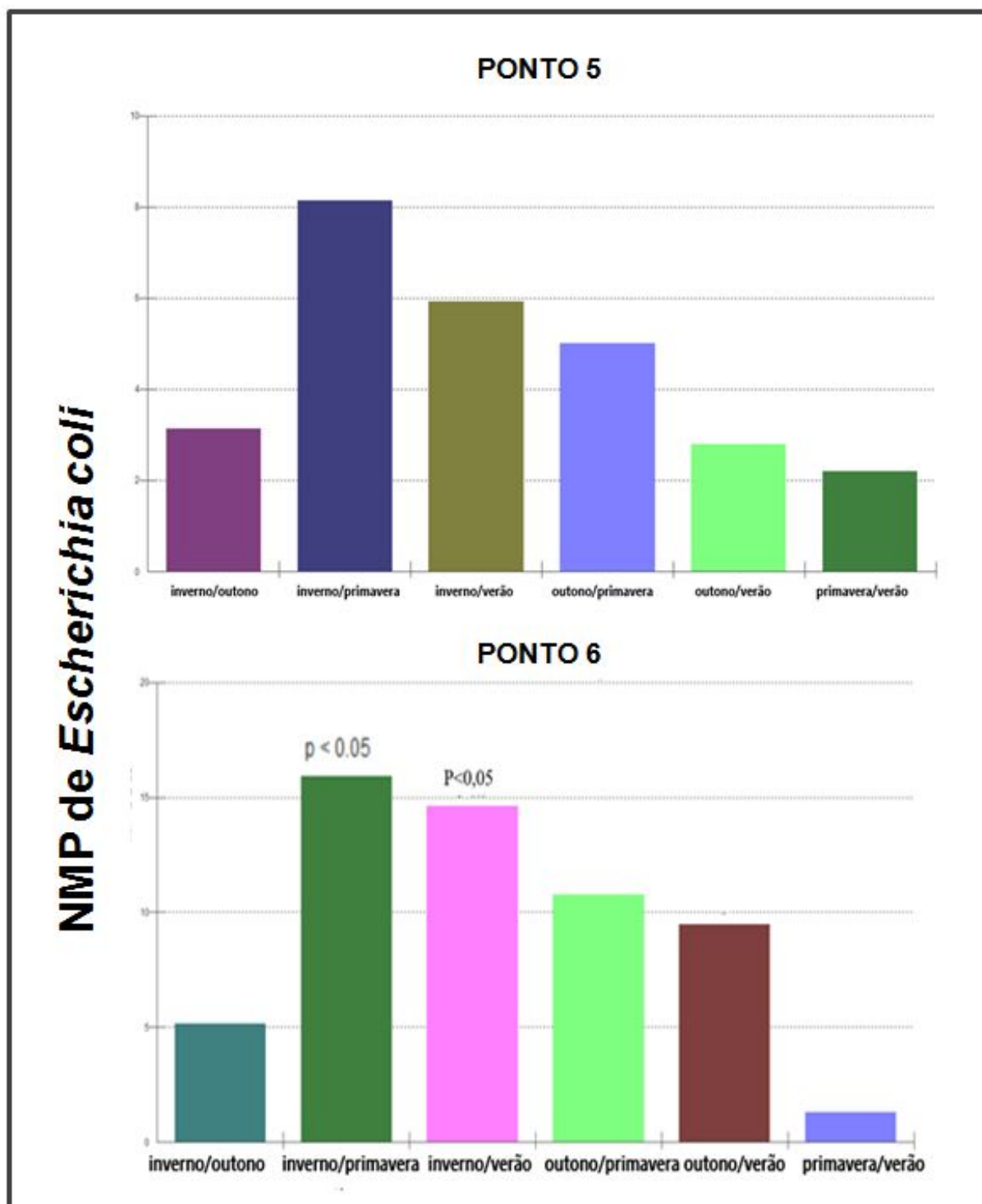
Fonte: o autor, 2020.

Figura 5 - Gráficos de análise de variação sazonal que evidencia as estações do ano onde as diferenças do NMP/100ml de *Escherichia coli* são maiores entre si para o período de 2003 a 2017 nas praias da costa Leste de Florianópolis.



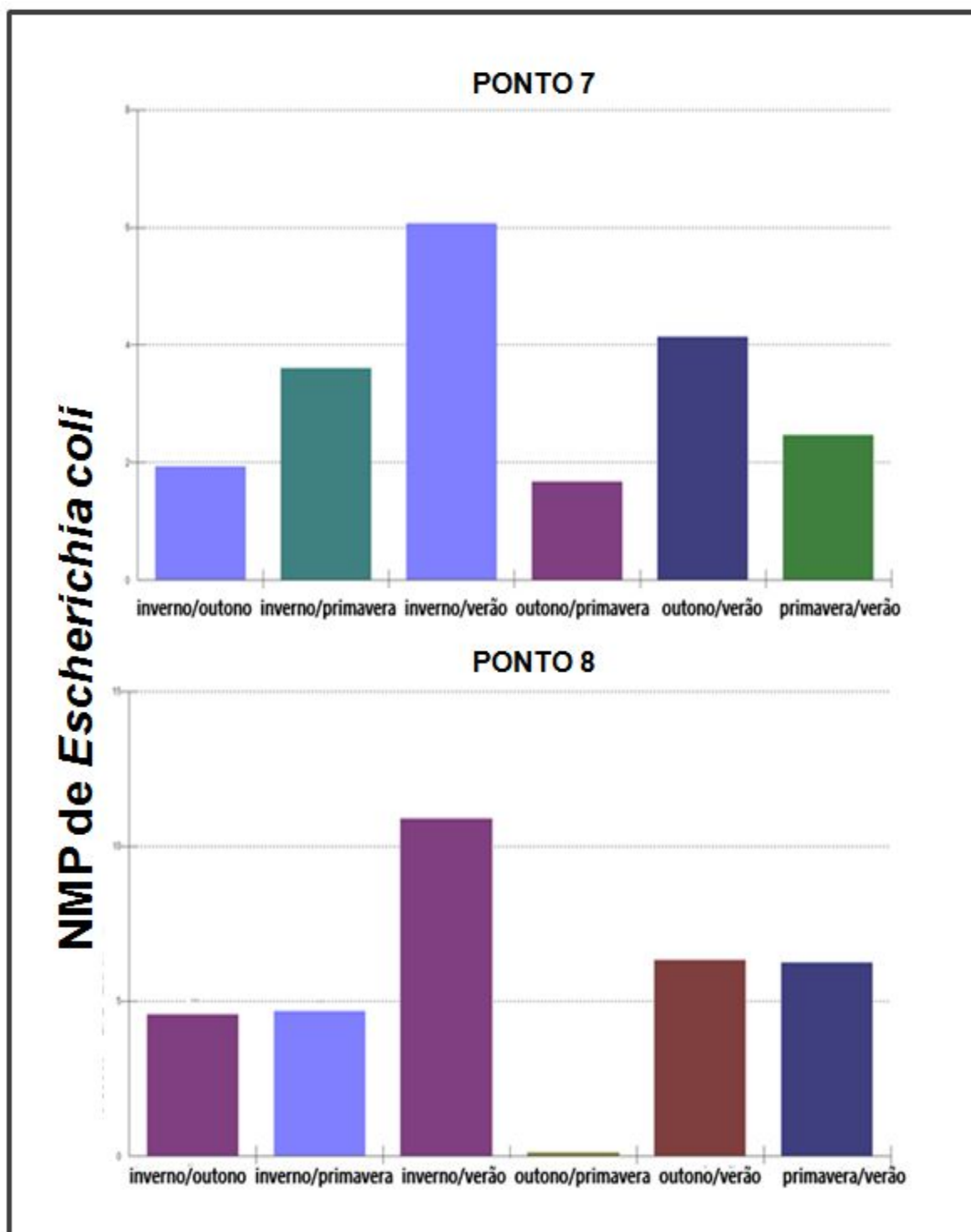
Fonte: o autor, 2020.

Figura 6 - Gráficos de análise de variação sazonal que evidencia as estações do ano onde as diferenças do NMP/100ml de *Escherichia coli* são maiores entre si para o período de 2003 a 2017 nas praias da costa Oeste de Florianópolis.



Fonte: o autor, 2020.

Figura 7 - Gráficos de análise de variação sazonal que evidencia as estações onde as diferenças do NMP/100ml de *Escherichia coli* entre elas são maiores para o período de 2003 a 2017 nas praias da costa Oeste de Florianópolis.



Fonte: o autor, 2020.

ANÁLISE DISCRIMINANTE

A análise discriminante obteve as seguintes funções de Fisher:

$$Y_1 = 0.0000X_1 + 0.0001X_2 - 0.0001X_3 + 0.5002X_4 + 0.4999X_5 + 0.4998X_6 - 0.5001X_7 \\ 0.0000X_8 \quad 0.0000X_9 \quad 0.0000X_{10}$$

$$Y_2 = \\ 0.0000X_{10} \quad 0.0000X_2 - 0.0001X_3 + 0.5035X_4 + 0.4988X_5 + 0.4964X_6 - 0.5012X_7 + 0.0001X_8 \\ 0.0000X_9 \quad 0.0000X_{10}$$

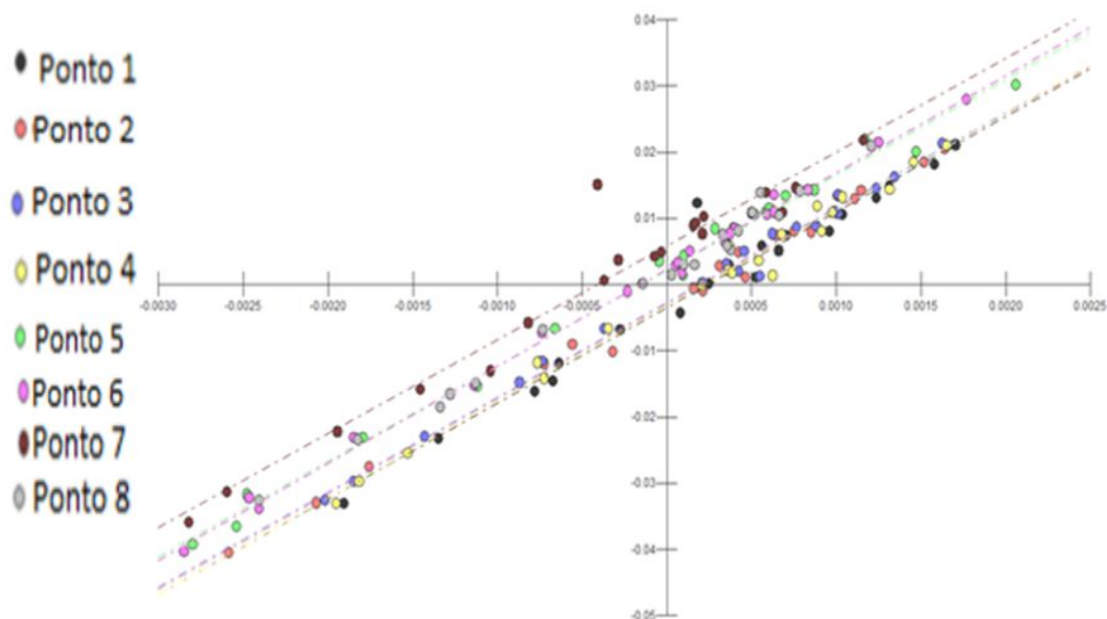
Onde:

- X_1 = Média NMP/100ml de *Escherichia coli*
- X_2 = Média de temperatura do ar C°
- X_3 = Média de temperatura da água
- X_4 = Média pluviosidade 72 horas
- X_5 = Média pluviosidade 48 horas
- X_6 = Média pluviosidade 24 horas
- X_7 = Média total pluviosidade
- X_8 = Média velocidade do vento
- X_9 = Média direção do vento
- X_{10} = Média maré

Os resultados plotados das equações são apresentados na Figura 08, abaixo.

Figura 8 - Análise discriminante dos oito Pontos amostrais da região sul da Ilha de Santa Catarina.

Análise Discriminante



Fonte: o autor, 2020.

Os resultados da ANOVA, critério entre as faces Leste e Oeste são apresentados na (tabela 26). Houve diferença significativa entre o NMP/100ml de *Escherichia coli* das faces Leste e Oeste de acordo com o teste a posteriori de Tukey ($p < 0,01$) (Figura 8).

Tabela 26 - ANOVA um critério.

FONTES DE VARIACÃO	GL	SQ	QM
Tratamentos	1	39,0 e+07	39,0 e+07
Erro	3075	14,2 e+09	46,1 e+05
F =	84,5336		
(p) =	< 0,0001		
Média (Leste) =	215,392		
Média (Oeste) =	927,3678		

Legenda: GL: Graus de liberdade; SQ: Soma de quadrados; QM: Quadrados médios.

Fonte: o autor, 2020.

Tabela 27 - Análise Tukey.

Tukey	Diferença	Q	(p)
-------	-----------	---	-----

Médias (Leste a Oeste) =	711,9758	13,0026	< 0.01
----------------------------------	-----------------	----------------	------------------

Fonte: o autor, 2020.

ANÁLISE DE REGRESSÃO PARA AS PRAIAS DO LESTE

O modelo selecionado pela análise de regressão em relação à variação do NMP/100ml de *Escherichia coli* foi o que considerou a pluviosidade 24 horas ($p=0,0122$) mais a pluviosidade 72 horas ($p = 0,0929$) (Tabelas 28, 29, 30 e 31).

Tabela 28 - Seleção automática pelo critério de informação Akaike (AIC).

<i>Modelos(Steps)</i>	<i>Desvios (Deviance)</i>	<i>GL Resíduos</i>	<i>Resíduo Deviance</i>	<i>AIC</i>	<i>Escolha</i>
<i>Escherichia coli _NMP~1</i>		1523	1,44E+09	20974,42	
<i>Escherichia coli _NMP~Pluviosidade 24 horas</i>	6130590	1522	1,44E+09	20969,94	
<i>Escherichia coli _NMP~Pluviosidade 24 horas+Pluviosidade 72 horas</i>	2666895	1521	1,43E+09	20969,11	Modelo Selecionado

Fonte: o autor, 2020.

Tabela 29 - Modelo de regressão linear para as praias do Leste.

<i>Variáveis</i>	<i>Estimativa</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Estat.t</i>	<i>P-valor</i>
Intercepto	178,0531805	27,80042552	6,404692631	2,00331E-10
Pluviosidade_24_horas	4,975642153	1,984242764	2,50757732	0,012259691
Pluviosidade_72_horas	2,706158539	1,609563434	1,681299713	0,092910013

Fonte: o autor, 2020.

Tabela 30 - Medida descritiva da qualidade dos ajustes leste.

<i>Desvio Padrão dos Resíduos</i>	<i>Graus de Liberdade</i>	<i>R²</i>	<i>R² Ajustado</i>
971,3098523	1521	0,006093395	0,004786483

Fonte: o autor, 2020.

Tabela 31 - Regressão linear face leste.

<i>Desvio Padrão dos Resíduos</i>	<i>Graus de Liberdade</i>	<i>R²</i>	<i>R² Ajustado</i>
971,8732293	1515	0,008865379	0,003631665

Fonte: o autor, 2020.

ANÁLISE DE REGRESSÃO PARA AS PRAIAS DO OESTE

O modelo selecionado pela análise de regressão em relação à variação do NMP/100ml de *Escherichia coli* foi o que considerou a pluviosidade total ($p=0,0003$) mais a pluviosidade 24 horas ($p = 0,0173$) mais velocidade do vento ($p=0,0680$) mais maré ($p=0,1478$) (Tabelas 32, 33, 34 e 35).

Tabela 32 - Seleção automática pelo critério de informação Akaike (AIC).

<i>Modelos(Steps)</i>	<i>Desvios (Deviance)</i>	<i>GL Resíduos</i>	<i>Resíduo Deviance</i>	<i>AIC</i>	<i>Escolha</i>
<i>Escherichia coli -MP~1</i>		1552	1,27E+10	24725,8	
<i>Escherichia coli -NMP~Tot. Pluviosidade</i>	2,49E+08	1551	1,25E+10	24697,2	
<i>Escherichia coli -NMP~Tot. Pluv.+Pluv.24hs</i>	4,31E+07	1550	1,24E+10	24693,83	
<i>Escherichia coli -NMP~Tot. + 24hs Pluv. +Vel. do Vento</i>	2,73E+07	1549	1,24E+10	24692,41	
<i>Escherichia coli -NMP~Tot.+24hs Pluv +Vel. Vento+ Maré</i>	1,68E+07	1548	1,24E+10	24692,31	Modelo Selecionado

Fonte: o autor, 2020.

Tabela 33 - Modelo de regressão linear para as praias do Oeste.

<i>Variáveis</i>	<i>Estimativa</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Estat.t</i>	<i>P-valor</i>
Intercepto	1.675,8866	487,5826	3,4371	0,0006
Total Pluviosidade	9,9205	2,7647	3,5883	0,0003
Pluviosidade 24_horas	15,6762	6,5785	2,3829	0,0173
Velocidade do Vento	- 27,0322	14,8025	-1,8262	0,0680
Maré	-122,6594	84,6957	-1,4482	0,1478

Fonte: o autor, 2020.

Tabela 34 - Medidas descritiva Oeste.

<i>Desvio Padrão dos Resíduos</i>	<i>Graus de Liberdade</i>	<i>R²</i>	<i>R² Ajustado</i>
2824,061177	1544	0,033404954	0,028396689

Fonte: o autor, 2020.

Tabela 35 - Linear modelo Oeste.

<i>Desvio Padrão dos Resíduos</i>	<i>Graus de Liberdade</i>	<i>R²</i>	<i>R² Ajustado</i>
2830,666936	1548	0,026361881	0,02384602

Fonte: o autor, 2020.

2.4 DISCUSSÃO

PRAIAS DO LESTE PONTOS 1, 2, 3 E 4

As praias da porção Leste Campeche, Armação, Pântano do Sul e Solidão apresentam algumas características similares. Nos Pontos 1 e 4 houve tendência de aumento do NMP/100ml de *Escherichia coli*, já os Pontos 2 e 3, de acordo com o teste Man Kendall, não apresentaram tendências significativas.

Os Pontos 1 e 4 (Campeche e Solidão) foram os que mais apresentaram aumento de população em suas regiões. Conforme o censo de 2010, Florianópolis apresentava uma população de 421.240 habitantes, sendo que a estimativa para 2014 era de 461.524 habitantes. A Planície do Campeche tem a maioria de sua área inserida em dois distritos, que são o do Ribeirão da Ilha e do Campeche, apresentando pelo censo de 2010 um total de 54.437 habitantes IBGE (2010).

Algumas modificações legislativas ocorridas em Florianópolis e refletidas no Campeche foram importantes para o aumento populacional na região.

A Lei nº 2.193 de 03 de Janeiro de 1985 dispõe “sobre o zoneamento o uso e a ocupação do solo nos balneários da Ilha de Santa Catarina declarando-os área especial de interesse turístico e dá outras providências” (BRASIL, 1985).

Essa mudança provoca a transformação dos documentos ou papel da terra para os proprietários e moradores de valor de uso para o valor de troca, onde a terra passa a ser tida como uma mercadoria.

De acordo com o IBGE (2010), a região do Campeche é constituída por quatro Bairros: Campeche Central, Campeche Norte, Campeche Leste e Campeche Sul. A região do Campeche possui 8 setores censitários para o censo de 2000 enquanto que para o censo de 2010 o número de setores passa para 17. Cada setor abrange em média 250 a 350 domicílios e está incluso dentro de algum Bairro censitário.

De acordo com os dados censitários do IBGE, o total de domicílios do tipo casa e apto tiveram um crescimento considerável no período 2000-2010. O total de domicílios do tipo casa somava 2.561 em 2000 e passa para 4.848 em 2010. Já a tipologia apartamento passa de 41 em 2000 para 599 em 2010 (IBGE, 2010).

A praia da Solidão também apresentou nos últimos anos um aumento expressivo no número de moradores da região, o que interfere diretamente na balneabilidade.

A Praia da Armação foi classificada como de alto risco a processos erosivos em casos de eventos de ressaca. (MAZZER; DILLENBERG; SOUZA, 2008; RUDORFF; BONETTI, 2010; SIMÓ; HORN FILHO, 2004). Fato resultante pelo setor apresentar o perfil mais baixo e plano de toda enseada e por suas dunas frontais e interiores terem sido totalmente suprimidas pela urbanização.

Em 2014 o Pântano do Sul tinha uma população aproximada de cinco mil e oitocentas pessoas, e mesmo estando inserido em uma cidade que já aponta um grande desenvolvimento conservava algumas antigas culturas como conversas de janelas, festas e religiosidade.

O aumento da população humana residente na zona costeira, da densidade populacional e da porcentagem de área urbanizada causa um aumento nas cargas de coliformes termotolerantes (GARBOSSA et al., 2017).

Sendo assim pode-se observar uma ligação do aumento da população em bairros costeiros com a impropriedade das praias, que por vezes tem sua ligação de esgoto precária e sem tratamento.

O município de Florianópolis apresenta características climáticas inerentes ao litoral sul brasileiro, sendo um clima Mesotérmico Úmido. As estações do ano são bem caracterizadas, tendo verão e inverno bem definidos e apresentando o outono e primavera com características semelhantes (HERRMANN, 1989).

As forçantes meteorológicas na região sul-sudeste são mais facilmente sentidas com o nível do mar respondendo efetivamente à tensão do vento longitudinal à costa.

Isto ocorre provavelmente devido a plataforma continental ser rasa e larga e a orientação da linha de costa ser a mesma dos ventos predominantes (TRUCOLLO, 1998). A ondulação é gerada em alto mar e independe do vento local para atingir a praia, sendo a mais comum a ondulação provinda do sul.

Segundo Tucci (1993), a qualidade das águas depende das condições geológicas e geomorfológicas, da cobertura vegetal da bacia de drenagem, do comportamento dos ecossistemas terrestres e de águas doces, e das ações antrópicas. Ainda, segundo o autor, muitos rios urbanos escoam esgoto, já que com a urbanização, grande parte da precipitação escoam diretamente pelas áreas impermeáveis para os rios.

A relação com sazonalidade para as estações do ano que apresentaram maior diferença

entre si Inverno/Primavera e Inverno/Verão foram observadas nos Pontos 2,3 e 4.

Como podemos observar o inverno com menos chuva apresenta uma diminuição do NMP/100ml de *Escherichia coli*, enquanto nas estações da primavera e verão o volume das chuvas se torna alto evidenciando a relação positiva pluviosidade e NMP/100ml de *Escherichia coli* nas praias. (Figuras 4 e 5)

Teixeira e Satyamurty (2007) verificaram que a ocorrência de episódios de chuva intensa, na área costeira de Santa Catarina é verificada em meses de verão.

Prudêncio, Geremias e Veado (1999) estudaram a distribuição da precipitação na Planície Costeira Catarinense e encontraram o verão como o período mais chuvoso, seguido da primavera. As médias para o sul do estado são aproximadamente 150 mm no verão.

Quando ocorre a interação do efeito da orografia com ciclones ou chuvas frontais há a intensificação da precipitação e maiores riscos de inundação. Segundo Grimm e Tedeschi (2009), na costa leste da região Sul do Brasil, o efeito orográfico imposto pela Serra do Mar, próximo à encosta, ajuda a produzir a mais forte precipitação de verão em toda a região. Esta afirmação explica os altos índices de precipitação observados em janeiro na região de Santa Catarina. Ainda na região leste do estado a maior precipitação pode ser explicada pelo aquecimento diferenciado entre o oceano e o continente, gerando uma célula de circulação das massas de ar carregando a umidade do oceano para o continente. Essa umidade pode ser afetada por outros sistemas como as frentes frias e também devido ao efeito da orografia, e causar elevados índices de precipitação (REBIOTA et al., 2010).

De modo geral o clima pode ser caracterizado por distribuição pluviométrica anual média de 1.734 mm/ano, caracterizando o município de Florianópolis como chuvoso no verão e diminuição das chuvas na primavera, outono e menores registros no inverno, não sendo possível identificar um período seco. A temperatura máxima situa-se em 24,5°C (média) e mínima 17,5°C (média). Devido a sua localização geográfica e a significativa distribuição das precipitações pluviais ao longo do ano, Florianópolis apresenta elevada umidade cuja distribuição média apresenta valores superiores a 60% (MURARA, 2012). Segundo Murara (2012), a última década pode ser considerada como normal dentro desta climatologia das temperaturas (máxima de 24,6°C e mínima de 18,3°C, 2001 a 2010).

A circulação geral no Oceano Atlântico Sudoeste é caracterizada pelo fluxo da Corrente do Brasil (CB), de origem tropical, com sentido para sul, e pelo fluxo oposto da Corrente das Malvinas (CM), de origem subantártica (LEGECKIS; GORDON, 1982; OLSON

et al., 1998).

A CB carrega águas quentes e oligotróficas em direção às altas latitudes, acompanhando a linha de quebra da plataforma continental até aproximadamente 36° S. Nesta latitude a CB encontra-se com a CM, criando uma região com fortes gradientes térmicos, conhecida como Convergência Subtropical.

De acordo com Calliari et al. (1998), o número de frentes frias que atingem a América do Sul entre as latitudes 35° e 25° S limita-se a seis por mês, variando entre verão e inverno. A frequência de passagem destas frentes é maior durante o inverno (média de cinco por mês), com duração média de três dias, diminuindo para duas por mês durante o verão, com uma duração média de cinco dias (HOMSI, 1978).

Florianópolis está inserida em um grande corpo de água (oceanos e mares) cuja temperatura média passa por variações sazonais extremas ao longo do ano. A época do ano em que a água é mais quente dura mais de 3 meses e estende-se de 21 de dezembro a 11 de abril, com temperatura média acima de 24 C. A época do ano em que a água é mais fria dura em torno de 4 meses: de 17 de junho a 29 de setembro com temperatura média abaixo de 19 C.

Pommepuy et al. (1996), em estudos sobre a viabilidade de células de *Escherichia coli* expostas a água do mar no sol e no escuro, concluíram que, quando as contagens eram feitas em placas que haviam sido incubadas no escuro, o número da bactéria não decrescia tanto quanto quando elas eram incubadas e expostas à luz solar.

Marengo e Camargo (2008), estudando as temperaturas máximas e mínimas no sul do Brasil, durante o período 1960-2002, encontraram um aquecimento sistemático da região Sul, detectando tendências positivas na temperatura máxima e mínima a níveis anual e sazonal.

Salati et al. (2007) apresentaram um aumento na temperatura média e na precipitação. Ainda em relação ao regime de chuvas, Groissman et al. (2005) identificaram tendências positivas de aumento sistemático de chuva e de extremos de chuva na região Sul.

A correlação com as variáveis ambientais estudadas no Ponto 1 destacou-se apenas a temperatura da água em relação ao aumento do NMP/100ml de *Escherichia coli*. No Ponto 3 a correlação foi com a Pluviosidade 72hs, 24hs e seu total que apresentou positividade, já no Ponto 2 e 4 nenhuma das variáveis teve correlação.

Verificou-se que na Praia do Campeche quando a temperatura da água aumentava o NMP/100ml de *Escherichia coli* também aumentava. Estudos mostram que no verão a

temperatura da água do mar nessa região é maior, o que contribui para o aumento de turistas e banhistas nas praias e conseqüente aumento no aporte da carga de bactérias. Algumas variâncias de *Escherichia coli* conseguem se desenvolver em altas temperaturas, contudo, *Escherichia coli* cresce em intervalos de temperatura mais apertados, com uma temperatura mínima de crescimento de 8°C e máxima de 44 a 45°C, a temperatura ótima o crescimento é de 37°C.

Ainda segundo Trousselier et al. (1998), comparado com o trato digestivo, o ambiente marinho caracteriza-se por baixas temperaturas. Um fator limitante ao crescimento da *Escherichia coli* é a temperatura, tanto elevada (acima de 44,5°C) como baixa (abaixo de 25°C) (PELCZAR; REIS; CHAN, 1996). Gameson e Gould (1975), ao contrário, já tinham observado que é mais importante como fator limitante a presença ou ausência de luz para o crescimento da *Escherichia coli*, do que variações de temperatura.

Dados climáticos referentes à Ilha de Santa Catarina indicam uma temperatura média anual de 21,5° e precipitação média anual de 1.492 mm. Os ventos apresentam velocidade média de 3,31 m/s, sendo os de direção norte e nordeste os mais frequentes (cerca de 47%), e os de quadrante sul os mais intensos (cerca de 32,5 %), alcançando até 6,50 m/s (PORTO FILHO, 1993).

Em Taiwan (praia de Chi-Ting), a precipitação parece afetar a qualidade das águas das praias rapidamente, com efeito, persistindo por um a três dias, em decorrência do escoamento de resíduos domésticos, rejeitos de animais e de pastagens agrícolas (HSU; HUANG, 2008).

Níveis de coliformes termotolerantes estão também positivamente associados com a precipitação, em praias norte-americanas, mas as concentrações elevadas de coliformes termotolerantes na ausência de chuvas, também indicam outros modos de contaminação, como a existência de falhas no sistema de esgotamento sanitário (CAHOON; HALES, 2016).

PRAIAS DO OESTE PONTOS 5, 6, 7 E 8.

Nas praias voltadas para o Oeste (Baía Sul) as características são basicamente as mesmas, pois a hidrodinâmica da Baía Sul é controlada, basicamente, pelo regime das marés e pela direção e intensidade dos ventos o que influencia diretamente a balneabilidade da região. Sua comunicação com o mar aberto é feita por um canal (Barra Sul) com cerca de 830 m de

largura e 30 m de profundidade (SILVA, 2002).

O vento e a maré influenciam diretamente na balneabilidade das praias do oeste como observado nas tabelas (19, 25 e 32), de forma inversa, pois quando temos uma maré mais baixa e um vento com menos intensidade verifica-se um maior aporte de coliformes fecais, devido à concentração desta bactéria e não diluição.

Nos eventos de maré mais alta e vento mais forte a tendência é de o NMP/100ml de *Escherichia coli* diminuir, pois a diluição seu efeito se da à medida que o volume das águas aumenta e pela ação dos ventos se movem para fora da baía.

Na Baía Sul esta inserida a Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé criada em 1992 por meio da assinatura do Decreto Nº 533, possuindo uma área aproximada de 1444 ha, das quais 740ha são manguezais no entorno do Rio Tavares e 704ha são áreas de marinha, localizadas em área urbana (ICMBio, 2009). Com intuito de preservar o manguezal da região e proteger a cultura e o meio de vida de populações tradicionais que ali vivem, como definido pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC).

Conforme a Lei nº 9.985/2000 (Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC), a Reserva Extrativista

[...] é uma área utilizada por populações extrativistas tradicionais, cuja subsistência baseia-se no extrativismo e, complementarmente, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte, e tem como objetivos básicos proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade (BRASIL, 2000).

A geomorfologia do litoral influencia, em alguns casos, a concentração de bactérias indicadoras fecais, pois praias mais fechadas, próximas a mangues ou dentro de baías, apresentam maiores concentrações do que aquelas localizadas em costa aberta (DONAHUE et al., 2017).

Tais relações foram demonstradas por Murdock, Roelke e Gelwick (2004) em um córrego urbano impactado situado em Carter Creek, Texas, Estados Unidos. Neste estudo foi constatado que, pelo fato do córrego apresentar uma pequena taxa de escoamento natural, o lançamento de efluentes que ocorreram na região superior deste, foi responsável pela elevação da concentração de nutrientes (Nitrato, Dióxido de Nitrogênio e Amoníaco), ocorrendo somente baixas concentrações em períodos de chuva devido à diluição. Foram obtidos dados de escoamento, concentração de nutrientes e biomassa de perifíto que indicaram uma forte

inter-relação entre as variáveis, físicas, químicas e biológicas. Com a alteração somente da variável física, neste caso o escoamento, para um estado mais natural, sem a alteração da carga de nutrientes ocorreu uma melhora na biomassa de perifíto, que passou a ser limitado somente por espaço disponível para colonização.

Conhecer as tendências temporais da qualidade das águas é uma das ferramentas para se diagnosticar o estado de conservação ambiental dos corpos hídricos. Em virtude disto, Groppo (2005), desenvolveu um estudo com a finalidade de caracterizar a qualidade da água dos rios das Bacias do Piracicaba, Mogui-guaçú, Turvo Grande, Peixe, Águapeí, São José dos Dourados e Alto Paranapanema, no estado de São Paulo. Neste estudo, foram analisados parâmetros biogeoquímicos (OD – Oxigênio Dissolvido, DBO5 – Demanda Bioquímica de Oxigênio, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Cloreto, Amônio e Coliformes Fecais) graficamente, através de testes de tendência temporal. Os resultados obtidos mostraram que, de forma geral, a degradação da qualidade das águas está presente em praticamente todas as bacias, o que foi representado por tendências positivas de DBO5, nitrogênio, fósforo, cloreto e coliformes, e negativa de OD. Dentre todas as bacias analisadas, a bacia do Piracicaba é a mais afetada, fato que já havia sido comprovado por estudos realizados por Ballester et al. (2002) e Krusche et al. (2002).

O Ponto 5 apresentou uma queda do NMP/100ml de *Escherichia coli* que se confirmou através do teste de Mann-Kendall este Ponto (praia da Caiacangaçu) está localizado no extremo sul da ilha e recebe águas fluviais de rios que trazem pouco sedimento e sujeira e também está mais suscetível a receber águas externas, provindas de alto mar. Sua orla tem aproximadamente 1.200 metros de extensão, com águas limpas e fundo arenoso conta com grande extensão. Possui uma estreita faixa de areia, o mar é levemente agitado e com pequenas ondas, principalmente quando venta. É mais frequentada por moradores da região e nela não houve correlação com variação sazonal nas estações do ano e com as variáveis ambientais estudadas.

O decaimento, aqui definido como diminuição de concentração de bactérias coliformes em águas costeiras, depende de uma série de fatores, como a diluição, sedimentação, ressuspensão e mortalidade destes organismos. A mortalidade de bactérias coliformes, por sua vez, depende de vários fatores como a temperatura da água do mar (COTNER; MAKIMO; BIDDANDA, 2006; FAUST et al., 1975; MCFETERS; STUART, 1972), a salinidade (ANDERSON, RHODES, KATOR, 1979; MEZRIOUI; BALEUX; TROUSSELLIER, 1996;

TROUSSELLIER et al., 1998), o pH (CARLUCCI; PRAMER, 1959), a disponibilidade de nutrientes (CARLUCCI; PRAMER, 1959; MUNRO; LAUMOND; GAUTHIER, 1987; TROUSSELLIER et al., 1998), a radiação solar (FIKSDAL; TRYLAND, 1999; SINTON et al., 1994; TROUSSELLIER et al., 1998), a presença de compostos tóxicos, predação e competição (ENZINGER; COOPER, 1976; MEZRIOUI; BALEUX; TROUSSELLIER, 1995).

Alguns autores como Xu, Bissaud e Fazio (2002) consideram a temperatura e a radiação solar os fatores abióticos que mais influenciam a mortalidade, outros como Troussellier et al. (1998), acrescentam também a falta de matéria orgânica e a salinidade.

Segundo Rampazo (2014), no geral, a intensidade das chuvas é inversamente proporcional à sua duração. Sendo que, quanto maior for a força das chuvas, menor o intervalo de duração, já chuvas fracas, como garoas, têm duração mais prolongada no tempo.

Na costa oeste, onde as águas protegidas das baías Norte e Sul, associadas às pequenas profundidades e ao acúmulo de sedimentos finos transportados pelos rios encontram-se os manguezais que se situam no baixo curso dos sistemas fluviais das bacias hidrográficas voltadas para oeste (CECCA, 1996). Estas baías também recebem a contribuição dos rios da parte continental, como o Cubatão, o Massiambu, o Passa-Vinte e o Maruim na Baía Sul e o rio Biguaçu, na Baía Norte, entre outros menores, porém, não menos poluídos.

Os Pontos 6,7 e 8 como analisado no teste de Mann-Kendall não apresentaram tendência de aumento do NMP/100ml de *Escherichia coli* ao longo do período estudado.

O Ponto 6 (Ribeirão da Ilha) situa-se no bairro Carianos que em 2010 segundo o IBGE tem uma população de 7.717 habitantes com uma área de 2.89 km² e tem seu desenvolvimento urbano alavancado devido ao turismo nas praias do Campeche e visitação as Freguesias.

Próximo a orla onde a presença de imóveis é maior, fica cada vez mais evidente que o sistema de tratamento individual comumente utilizado nesses locais (fossa e sumidouro) onde não se tem estações de tratamento se tornou efetivo.

O Ponto 6 foi o único a apresentar correlação com a sazonalidade nas estações do ano Inverno/Primavera e Inverno/Verão.

A estação da primavera não apresenta um quadro climático definido ela caracteriza-se pela média do inverno e verão cujos mecanismos de circulação vão se perdendo aos poucos. Temos também variações onde uma frente polar que controla o ritmo da precipitação, visto

que as chuvas são distribuídas durante o ano com ausência de estação seca definida. Observam-se, entretanto, chuvas menos abundantes nos meses de inverno, normalmente leves e contínuas, e mais abundantes no mês de fevereiro, em geral rápidas e torrenciais (MONTEIRO, 2001).

As chuvas abundantes do verão estão associadas ao grande aquecimento do continente, cujas temperaturas médias máximas, junto ao litoral, são alcançadas em fevereiro, devido ao atraso do aquecimento das águas em relação ao solstício de verão (21/12), quando os raios solares incidem de forma perpendicular ao Trópico de Capricórnio emitindo maior radiação para o hemisfério sul.

No mês de novembro a situação de primavera adquire as características do quadro de verão, com diminuição da intensidade das massas polares e moderação dos avanços frontais que pouco ultrapassa a linha do trópico. A frente tende a deslocar-se em direção ao oceano. As ondas de calor de Noroeste (NW), que precedem as frentes, tornam-se cada vez mais violentas. As chuvas e trovoadas são reforçadas por influência das baixas pressões induzidas pela massa de ar Tropical continental, que se originam na depressão do Chaco, e pela Equatorial continental da Amazônia, ambas intensificadas pelo aquecimento do continente (MONTEIRO, 1962).

No Ponto 6 foram observados mais algumas características ligadas as variáveis ambientais que mostraram correlação com o Número Mais Provável de *Escherichia coli* foram a pluviosidade e maré já no Ponto 7 somente a pluviosidade e no Ponto 8 a pluviosidade e a velocidade do vento.

A área de relevo voltada para o continente (costa oeste) apresenta abundância de planícies, o declive é menos acentuado e encontram-se os maiores rios da ilha que drenam suas águas para o interior das baías norte e sul (CARUSO, 1983).

Na correlação do Ponto 6 com a maré se dá pelo represamento das águas da baía pela maré alta que faz com que todo o despejo feito na baía se concentre mais subsidiado pela estação de tratamento ETE Insular que também despeja ali o resultado de seu sistema de tratamento.

Estação de Tratamento de Esgotos Insular, que se localiza no município de Florianópolis/SC, sendo gerenciada pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN). Esta ETE atende uma população de aproximadamente 115000 habitantes, compreendendo 14 bairros do município.

A vazão de esgoto afluyente é cerca de 290L/s e seu efluente final é lançado na Baía Sul através de um emissário submarino.

De acordo com Krieger, o gerente de construção da CASAN

[...] A estação de tratamento, localizada na baía Sul, será ampliada dos atuais 296 litros por segundo para uma vazão de 612 l/s. “Optamos pela ampliação da ETE Insular porque a estação já possui as licenças ambientais necessárias e, assim, o processo será mais eficiente”. O objetivo é começar a trabalhar no canteiro da ETE em julho e na execução da rede coletora do bairro José Mendes, após o acerto com a Guarda Municipal de Florianópolis em função do trânsito.

A variação de marés na Ilha de Santa Catarina está classificada em um regime de micro maré, devido a sua baixa amplitude média que é de 1,4 m, de acordo com a tabua de marés para Florianópolis (BRASIL, 2005). De acordo com Trucollo (1998), os efeitos meteorológicos na maré possuem grande importância, pois podem provocar uma elevação de até cerca de 1 m acima da maré astronômica, e ocorre na frequência de 10 dias.

A hidrodinâmica da baía na Ilha de Santa Catarina é dominada pelo regime de micro marés com amplitude média de 0,83m para as marés de sizígia e 0,15m para as marés de quadratura. Os ventos predominantes são os do quadrante N-NE seguidos pelos ventos de maior intensidade de S-SE, formadores das ondas de deriva que agitam as águas do interior da baía (CRUZ, 1998).

O regime de maré alta atua aumentando as chances de poluição da zona costeira por coliformes termotolerantes (Vieira et al., 2009). Já as correntes marítimas auxiliam na dispersão desses poluentes (Silva et al., 2009), bem como os ventos, que ao formarem ondas, influenciam os processos de transporte e disseminação das bactérias no corpo hídrico (KINZELMAN et al., 2004).

O tratamento biológico do efluente (fase líquida) da ETE Insular (estação de tratamento) é por meio de lodos ativados com aeração prolongada, passando por desinfecção por cloro antes de ser lançado no corpo receptor, a Baía Sul, ou seja, o nível terciário de tratamento é alcançado.

O vento também é uma variável ambiental influenciadora na Baía e observada no

Ponto 8.

Segundo Mollerli (2006), a intensidade dos ventos e a variação da maré são os principais agentes responsáveis pela renovação das águas da Baía Sul, que ocorre através dos dois canais existentes nas extremidades norte e sul. A baía apresenta uma variedade de habitats - a Ilha das Vinas ao norte, o Manguezal do rio Tavares ao sul, o Morro do Tavares a leste e o canal da Baía Sul a oeste (CONCEIÇÃO, 2004).

Monteiro e Furtado (1995), os principais ventos atuantes nesta região são os de quadrante Sul (mais intenso) e Nordeste (mais frequente). As marés em Florianópolis são classificadas como micro marés, pois não chegam a atingir 2 m de amplitude em média. Apresentam características semidiurnas, com período de aproximadamente 12 horas para completar o ciclo de enchente, preamar, vazante e baixa-mar (CRUZ, 1998).

A área de relevo voltada para o continente (costa oeste) apresenta abundância de planícies, o declive é menos acentuado e encontram-se os maiores rios da ilha que drenam suas águas para o interior das baías norte e sul (CARUSO, 1983).

Na costa oeste, onde as águas protegidas das baías Norte e Sul, associadas às pequenas profundidades e ao acúmulo de sedimentos finos transportados pelos rios encontram-se os manguezais que se situam no baixo curso dos sistemas fluviais das bacias hidrográficas voltadas para oeste. Os manguezais são ambientes que sofrem influência da oscilação das marés e estão diretamente relacionados à magnitude dos sistemas fluviais à montante. Por ordem decrescente de área, destacam-se manguezal do Rio Tavares, situado na Baía Sul com 15,32 km² (CECCA, 1996).

Os esgotos escoados através de galerias pluviais, através da rede de drenagem urbana, contribuem de forma pontual para a poluição das águas e podem apresentar um impacto significativo sobre o meio ambiente. Além de ligações domiciliares, muitas delas clandestinas são importantes ressaltar que as águas pluviais drenam áreas de favelas ou zonas urbanas carentes, onde a limpeza pública e a coleta de lixo não são regularmente praticadas. Nessas

áreas carentes de saneamento básico, a lavagem das ruas após as chuvas constitui uma contribuição equivalente à de esgotos primários (JORDÃO; PESSÔA, 1995).

Segundo GALVÃO (2004), as chuvas interferem no índice de qualidade microbiológica da água, pois estas tem a capacidade de arrastar esgotos e resíduos sólidos para os cursos d'água, que, por sua vez, afluem para o mar.

Praias próximas a rios também apresentaram maiores concentrações de indicadores de bactéria de origem fecal do que as praias distantes de rios, na Flórida, EUA (DONAHUE et al., 2017).

De acordo com Gauthier, Breittmayer e Braux (1993), o risco de poluição de águas marinhas por *Escherichia coli* e por extensão, pelas enterobactérias patogênicas para o homem, é muito mais acentuado em águas quentes e ricas em matéria orgânica.

Outra importante fonte reconhecida de contaminação microbiana para as águas superficiais é o escoamento das águas pluviais, que representa uma parcela importante da poluição nas águas costeiras. Normalmente, o início das chuvas é responsável pelo carreamento de contaminações difusas às praias (ARNOLD; GIBBONS, 1996).

Cesa (2008) constatou que na localidade da Tapera da Base, Distrito do Ribeirão da Ilha, a inexistência de sistemas de coleta e tratamento de esgoto, somado ao fato das residências estarem situadas em áreas sujeitas às inundações aumentam a insalubridade da mesma e determinaram a maior ocorrência de algumas doenças de veiculação hídrica.

DISCUSSÃO TESTE ANOVA E REGRESSÃO LINEAR

No teste ANOVA feito para os Pontos do Leste e do Oeste podemos observar que o NMP/100ml de *Escherichia coli* (927,3678) das praias do Oeste são bem maiores do que o NMP/100ml de *Escherichia coli* (215,392) das praias do Leste sendo que a Legislação nº 274 que referencia o IMA órgão fiscalizador do Estado de SC para avaliar a balneabilidade

descreve os parâmetros e forma de medição.

As águas da Baía Sul com esse estudo mostraram-se com um nível de contaminação muito alto pelo *Escherichia coli*.

De acordo com IMA (2020),

Própria: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras coletadas nas últimas 5 coletas anteriores, no mesmo local, houver no máximo 800 *Escherichia coli* por 100 mililitros.

Imprópria: quando em mais de 20% de um conjunto de amostras coletadas nas últimas 5 coletas anteriores, no mesmo local, for superior que 800 *Escherichia coli* por 100 mililitros ou quando, na última coleta, o resultado for superior a 2000 *Escherichia coli* por 100 mililitros.

A análise discriminante mostrou que os Pontos da face Leste se agruparam e os da face Oeste também se agruparam criando diferença entre eles sendo necessário ser feita uma análise de regressão para esses Pontos. Separando-os em 2 faces e correlacionando cada face com as variáveis e com o NMP/100ml de *Escherichia coli* para sabermos qual delas explica melhor a variação.

Para a face Leste a variável que mais influencia a variável dependente NMP/100ml de *Escherichia coli* é a Pluviosidade.

Bagdee e Rangari (1999) também verificaram que a contagem média de coliformes totais foi maior nos meses chuvosos para o Lago Upvan na Índia, investigado durante 1996-97, provavelmente em função da água da chuva drenada para o lago, acarretando uma maior contaminação.

Niencheski et al. (2006) observaram que os problemas de poluição são acentuados quando há aumento do nível pluviométrico, causando maior lixiviação das áreas urbanas por conta da falta de saneamento básico.

A precipitação é bastante significativa e bem distribuída anualmente não apresentando estações de seca, sendo o verão, geralmente, a estação que apresenta o maior índice pluviométrico. Elevadas precipitações ocorrem entre os meses de janeiro e março, com média de 160 mm mensais, sendo que entre os meses de abril a dezembro a variação é pequena, apresentando uma média de 100 mm mensais. Os menores valores de precipitação ocorrem entre os meses de junho a agosto (HERRMANN, 1989).

Na face Oeste as variáveis explicativas para o aumento do NMP/100ml de *Escherichia coli* são a pluviosidade, a velocidade do vento e a altura de maré.

Os estudos realizados nas águas dos rios da Ilha e das baías no oeste da mesma, como os de Araújo (1993), Cesa (2003; 2008), Tirelli (2003), Logullo (2005), Pêgas Filho e Tirloni (2009), Fuzinato (2009), Carijós (2011), entre outros, mostraram resultados que evidenciam a presença de altos índices de coliformes fecais, de fosfatos e de amônia. A baixa quantidade de oxigênio dissolvido e os elevados índices da DBO5 indicam o aumento de matéria orgânica e de microrganismos na água, especialmente depois das chuvas, o que estreita a ligação entre a ausência de serviços públicos de saneamento básico adequados e a baixa qualidade da água dos rios e baías (CESA, 2008). No que se refere à infraestrutura de saneamento básico, embora tenha havido uma evolução no atendimento à população por abastecimento de água e sistemas de coleta e tratamento de esgotos, estes não têm ocorrido na mesma proporção do crescimento populacional.

Deve-se sempre relacionar a distância do Ponto de coleta de água à fonte de contaminação. Entenda-se aqui por fonte de contaminação a presença de descarga de águas residuais ou de escorrências como a de banhistas na zona adjacente ao Ponto de coleta.

A escala temporal observada, está associada sobretudo com as variações ambientais como sendo a precipitação (ACKERMAN; WEISBERG, 2003; BROWNELL et al., 2007; CHIGBU; GORSON; STRANGE, 2005; NOBLE et al., 2003; REES et al., 1998), ondulação e maré (MILL; SCHLACHER; KATOULI, 2006), vento (SERRANO et al., 1998; CROWTHER; KAY; WYER, 2001; BORDALO, 2003; SHIBATA et al., 2004) entre muitos outros fatores (radiação solar, temperatura, salinidade, predação, etc.) que influenciam o decaimento destes organismos nas águas costeiras.

2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKERMAN, D.; WEISBERG, S. B. Relationship between rainfall and beach bacterial concentration on Santa Monica Bay beaches. **Journal of Water and Health**, v. 1, n. 2, p. 85-89, 2003.

ANDERSOM, I. C., RHODES, M; KATOR, H. Sub lethal stress in Escherichia coli: a function of salinity. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 38, p. 1147-1152, 1979.

ARAÚJO, N. B. **Contribuição ao Estudo da Qualidade da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Tavares – Poluição Orgânica**. 1993. 126f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 1993.

ARNOLD, C. L; GIBBONS, C. J. Cobertura de superfície impermeável: o surgimento de um indicador ambiental chave. **Amer. Planejamento. Assn.** v. 62, p. 243-258, 1996.

ASSIS, Leonora Portela. **Planos, Ações e Experiências na transformação da “pacata” Florianópolis em capital turística**. 2000. f. 127. Dissertação (Mestrado em História) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

AYRES, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A.A. **BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas**. Belém: Universidade Federal do Pará. 2007.

BACK, A. J.; DELLA BRUNA, E.; DALBÓ, M. A. Mudanças climáticas e a produção de uva no Vale do Rio do Peixe-SC. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal/ SP, v. 35, n. 1, p. 159-169, mar. 2013

BAGDE, U. S.; RANGARI, A. K., Periodicity of coliform bacteria in an aquatic environment. **Wat. Sci. Tech.**, v. 40, n. 7, p. 151-157, 1999.

BALDO, M. C.; NERY J. T. Análise da estrutura e variabilidade interanual da precipitação pluviométrica na região sul do Brasil. **Boletim de Geografia**, v. 17, n. 1, 1999.

BALLESTER, M. V. R. et al. Análise Integrada de Bacias de Drenagem Utilizando Sistemas de Informações Geográficas e Biogeoquímica de Águas Superficiais: A Bacia do Rio Piracicaba (São Paulo). In: SCHIAVETTI; Camargo (Org). **Conceitos de Bacias Hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus, BA: Editus, 2002.

BARROS, V. R.; DOYLE, M. E.; CAMILLONI, I. A. Precipitation trends in southeastern

South America: relationship with ENSO phases and with low-level circulation. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 93, p. 19-33, 2008.

BORDALO, A. A. Microbiological water quality in urban coastal beaches: the influence of water dynamics and optimization of the sampling strategy. **Water Research**, v. 37, p. 3233-3241, 2003.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual Prático de Análise da Água**. 3. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2009.

BRASIL. Marinha do Brasil. **Diretoria de Portos e Costas**. Rio de Janeiro, 2005.

BRASIL. **Lei nº 2.193 de 03 de Janeiro de 1985**. Dispõe sobre o zoneamento o uso e a ocupação do solo nos balneários da ilha de santa catarina declarando-os área especial de interesse turístico e dá outras providências. . Diário Oficial da União, Brasília, 03 jan. 1985.

BRASIL. **Lei nº 9.985 de 18 de Julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 19 jul. 2000.

BROWNELL, M. J. et al. Confirmation of putative storm water impact on water quality at a Florida beach by microbial source tracking methods and structure of indicator organism populations. **Water Research**, v. 41, p. 3747-3757, 2007.

CAHOON, L. B.; HALES, J. C. Multiple modes of water quality impairment by fecal contamination in a rapidly developing coastal area: southwest Brunswick County, North Carolina. *Environ Monit Assess*. v. 188, p. 89-96, 2016.

CALLIARI, L. J. Características Geomorfológicas. Margem Continental. In: SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C.; CASTELLO, J. P. (Eds). **Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil**. Porto Alegre: Ecoscientia, 1998.

CARIJÓS. **Estação Ecológica Carijós**. 2011. Dados do monitoramento da qualidade da água dos rios no entorno da Unidade de Conservação. Dados enviados por e-mail.

CARLUCCI, A. F., PRAMER, D. An evaluation of factors affecting the survival of *Escherichia coli* in sea water. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 8, p. 247-250, 1959.

CARUSO, M. M. L. **O desmatamento da Ilha de Santa Catarina de 1500 aos dias atuais.** Florianópolis: Ed. da UFSC, 1983.

CECCA - Centro de Estudos Cultura e Cidadania. **Uma cidade numa ilha: relatório sobre os problemas sócio ambientais da Ilha de Santa Catarina.** Florianópolis: Insular, 1996.

CESA, M. V. **A influência da ocupação humana na qualidade da água dos rios Alto Ribeirão e Ribeirão do Porto – Florianópolis/SC.** 2003. 74 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2003.

CESA, M. V. **As condições hídricas e sócio ambientais e os reflexos na saúde da população do Ribeirão da Ilha – Florianópolis/SC.** 2008. 127 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis. 2008.

CHIGBU, P.; GORDON, S.; STRANGE, T. R. Fecal coliform bacteria disappearance rates in a north-central Gulf of Mexico estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 65, p. 309-318, 2005.

CONCEIÇÃO, J. M. S. **Estrutura populacional e distribuição espaço-temporal da manjuba-boca-torta (*Centegraulis edentulus* Cuvier, 1828) no Saco dos Limões, Baía Sul, Florianópolis/SC.** 2004. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Universidade do Vale do Itajaí, 2004.

COTNER, J. B.; MAKINO, W.; Biddanda, B. A. Temperature affects stoichiometry and biochemical composition of *Escherichia coli*. **Microbial Ecology**, v. 52, p. 26-33, 2006.

CROWTHER, J.; KAY, D.; WYER, M. D. Relationships between microbial water quality and environmental conditions in coastal recreational waters: the field coast, UK. **Water Research**, v. 35, n. 17, p. 4029-4038, 2001.

CRUZ, O. **A Ilha de Santa Catarina e o continente próximo; um estudo de geomorfologia costeira.** Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998.

DONAHUE, A. et al. Significance of beach geomorphology on fecal indicator bacteria levels. **Marine Pollution Bulletin**. n. 121, p. 160–167, 2017.

EIGER, S. Comentários sobre a avaliação da balneabilidade de águas litorâneas. **Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 4, n. 1, p. 16-28. 1999

ENZINGER, R. M.; COOPER, R. C. Role of bacteria protozoa in the removal of Escherichia coli from estuarine waters. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 31, n. 5, p. 758-763, 1976.

ESTACAMP. **Software ActionEstacamp** - Consultoria em estatística e qualidade. 2019. Disponível em: <http://www.portalaction.com.br/>. Acesso em: 29 out. 2019.

FAUST, M. A. et al. Effect of physical parameters on the in situ survival of Escherichia coli MC-6 in an estuarine environment. **Applied Microbiology**, v. 30, n. 5, p. 800-806, 1975.

FERREIRA, K. C. D., ANDRADE, M. V., COSTA, A. G.; A influência do lançamento de efluentes de galerias pluviais na Balneabilidade da Praia do Futuro em Fortaleza – CE. **Conex. Ci e Tecnol**. Fortaleza/ CE, v. 7, n. 3, p. 9-17, nov. 2013

FERRETTI, O. E. **Espaços de Natureza Protegida na Ilha de Santa Catarina, Brasil**. 2013. 346 f. Tese (Doutorado em Geografia), - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013

FIKSDAL, L.; TRYLAND, I. Effect of U.V. light irradiation, starvation and heat on Escherichia coli β -D-galactosidase activity and other potential viability parameters. **Journal of Applied Microbiology**, v. 50, p. 652-659, 1999.

FLORIANÓPOLIS. **Lei n. 2193 de 03 de janeiro de 1985**. Dispões sobre o zoneamento, o uso e a ocupação do solo nos Balneários da Ilha de Santa Catarina. Florianópolis, 1985.

FRANKLIN-SILVA L. **Identificação de Sub-ambientes na Baía Sul (SC) com Base na Análise de Variáveis Oceanográfico Sedimentares**. 2002. 105f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

FREITAS, V. C. L. **Balneabilidade das Praias do Recife: uma avaliação do monitoramento realizado pelos órgãos de controle ambiental** 2010. Monografia (Especialização em Gestão de Sistemas e Serviços de Saúde) – Departamento de Saúde Coletiva, Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz., 2010.

FUZINATTO, C. F. **Avaliação da qualidade da água de rios localizados na Ilha de Santa Catarina utilizando parâmetros toxicológicos e o índice de qualidade de água**. 2009. 245 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. 2009.

GALVÃO, J. A. **Qualidade microbiológica da água de cultivo e de mexilhões perna (Linnaeus, 1758) comercializados em Ubatuba**. 2004. 109 f. Dissertação (Mestrado em Higiene Veterinária) - Universidade de São Paulo. 2004.

GAMESON, A. L. H.; GOULD, D. J. Effects of solar radiation on the mortality of some terrestrial bacteria in seawater. In: Gameson, A. H. L. (Ed.). **Discharge of sewage from sea outfalls**. Pergamon Press, Oxford, 1975.

GARBOSSA, L. H et al. Cargas coliformes termotolerantes nas áreas costeiras de Santa Catarina (Brasil) evidenciam o efeito da crescente urbanização e fornecimento insuficiente de infraestrutura de esgoto. **Environ Monit Avalie**. v. 189, n. 1, p. 27, 2017.

GAUTHIER, M. J.; BREITTMAYER, V. A.; BRAUX, A. S. Expression génique chez es bactéries entériques dans lês conditions marines. **MAP Tech. Rep. Ser.** Athens, n.76, 1993.

GRIMM, A. M.; TEDESCHI, R. G. ENSO and extreme rainfall events in South America. **Journal of Climate**, v. 22, n. 7, p. 1589–1609, 2009.

GROISSMAN, P. et al. Trends in intense precipitation in the climate record. **Journal of Climate**. v.18, p. 1326-1350, 2005.

GROPPO, J. D. et al. Análise de séries temporais de vazão e precipitação em algumas bacias do estado de São Paulo com diferentes graus de intervenções antrópicas. **Revista Brasileira de Geociências**, v.24, p.181-192, 2005.

HAMED, K. Detecção de tendência em dados hidrológicos: O teste de tendência de Mann-Kendall sob a hipótese de escalona escalonamento. **Journal of Hydrology**, n. 349, p. 350-363, 2008.

HERRMANN, M. L. P. **Aspectos ambientais da porção Central da ilha de Santa Catarina. Florianópolis**. 1989. 229f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 1989.

HOMSI, A. Wave climate in some zones of the Brazilian coast. In: INTERNATIONAL COASTAL ENGINEERING CONFERENCE, 16 ed., Hamburg, **Proceedings...** Hamburg, 1978.

HORN FILHO, N. O. Ilha de Santa Catarina. In: MUEHE, D. (Ed.), **Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro: Ministério do Meio Ambiente**, Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

HSU, B.; HUANG, Y. Intensive water quality monitoring in a Taiwan bathing beach. **Environ Monit Assess.** V. 144, p. 144:463–468, 2008.

IBGE. **Atlas do Saneamento 2011**. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_saneamento/default_zip.shtm. Acesso em 18 set. 2020.

IBGE. **Censo 2010**. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 18 ago. 2020.

IMA. **Informações**. 2020. Disponível em: <http://www.ima.sc.gov.br/index.php/qualidade-ambiental/balneabilidade/informacoes>. Acesso em: 22 ago. 2019.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Poluição das águas e saneamento**. In: ABES. Tratamento de esgotos. 2. ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

KAHYA, E.; KALAYCI, S. Trend Analysis of Streamflow in Turkey. **Journal of Hydrology**, n. 289, p. 128-144, 2004.

KINZELMAN, J. et al. Non-point source pollution: Determination of replication versus persistence of *Escherichia coli* in surface water and sediments with correlation of levels to readily measurable environmental parameters. **Journal of Water and Health**, v. 2, n. 2, p. 103-114, 2004.

KRUSCHE, A. V. et al. Composition of particulate and dissolved organic matter in a disturbed watershed of southeast Brazil (Piracicaba River basin). **Water Research**, v. 36, p. 2743- 2752, 2002.

LEGECKIS, R.; GORDON, A. L. Satellite observations of the Brazil and Falkland currents - 1975 to 1976 and 1978. **Deep-Sea Research**, v. 29, p. 375-401, 1982.

LIMA, V. C. G. R. **Análise experimental e numérica de trincheiras de infiltração em meio não saturado.01/05/2009**. 2009. 174f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) -. Universidade de São Paulo/São Carlos, 2009.

LOGULLO, R. T. **A influência das condições sanitárias sobre a qualidade das águas utilizadas para a maricultura no Ribeirão da Ilha – Florianópolis/SC**. 2005. 139f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2005.

MARENGO, J. A.; CAMARGO, C. C. Surface air temperature trends in Southern Brazil for 1960-2002. **Int. J. Climatol.** v. 28, p. 893-904, 2008.

MARTINS, R. P.; MELO FILHO, E.; FRANCO, D. **Circulação Hidrodinâmica e Dispersão de Poluentes na Baía de Florianópolis**. In: Relatório Final do Projeto PADCT/CIAMB: Tecnologias Ambientais para o Desenvolvimento da Bacia do Rio Cubatão – SC. v. 2, 1997.

MAZZER, A. M.; DILLENBURG, S. R.; SOUZA, C. R. G. Proposta de método para análise de vulnerabilidade à erosão costeira no sudeste da Ilha de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 38, n. 2, p. 278-294, 2008.

MCFETERS, G. A.; STUART, D. G. Survival of coliform bacteria in natural waters: field and laboratory studies with membrane filter chambers. **Applied Microbiology**, v. 24, n. 5, p. 805-811, 1972.

MELO, A. T. de. **Aspectos Ecológicos da formação de um manguezal em área de aterro hidráulico (Via Expressa Sul, Fpolis, SC), através de mapeamento**. 2008. 158 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

MEZRIOUI, N., BALEUX, B.; TROUSSELLIER, M. A microcosm study of the survival of Escherichia coli and Salmonella typhimurium in Brackish water. **Water Research**, v. 29, n. 2, p. 459-465, 1995.

MILL, A.; SCHLACHER, T.; KATOULI, M. Tidal and longitudinal variation of faecal indicator bacteria in an estuarine creek in south-east Queensland, Australia. **Marine Pollution Bulletin**, v. 52, p. 881-891, 2006.

MINUZZI, R. B.; LOPEZ, F. Z. Variabilidade de índices de chuva nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 30, n. 3, p. 697-706, 2014.

MOLLERI, G. F. S. Técnicas de geoprocessamento aplicadas na análise morfo-sedimentar da Baía Sul/SC. **Revista Discente Expressões Geográficas**, v. 2, p. 175-189, 2006.

MONTEIRO, C. A. F. Da necessidade de um caráter genético à classificação climática. **Revista Geográfica**. XXXI. Rio de Janeiro, n. 57, p. 29-44, 1962.

MONTEIRO, M. A. Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano. **Revista Geosul**, Florianópolis, v. 16, n. 31, p. 69- 78, 2001.

MONTEIRO, M. A.; FURTADO, S. M. A. Clima do trecho Florianópolis-Porto Alegre: uma abordagem dinâmica. **Revista Geosul**, Florianópolis. n. 10, v. 19, p. 117-133, 1995.

MUNRO, P. M.; LAUMOND, F. M.; GAUTHIER, M. J. A previous growth of enteric bacteria on a salted medium increases their survival in seawater. **Letters of Applied Microbiology**, v.4, p.121-124, 1987.

MURARA, P. **Variabilidade Climática e Doenças Circulatórias e Respiratórias em Florianópolis (SC): uma contribuição à Climatologia Médica**. 2012. 115f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2012.

MURDOCK, J.; ROELKE, D.; GELWICK, F. Interactions between flow, peryphyton, and nutrients in a heavily impacted urban stream: implications for stream restoration effectiveness. **Ecological Engineering**, v. 22, p. 1997-207, 2004.

NIENCHESKI, L. F. H. et al. Patos Lagoon: indicators of organic pollution. **J. Coast. Res.** v. 39, p. 1357-1359, 2006.

NOBLE, R. T., D. F. et al. Cooperation of total coliform, fecal coliform and Enterococcus bacterial indicator response for ocean recreational water quality testing. **Water Research**, v. 37, p. 1637-1643, 2003.

OLSON, D. P. et al. Temporal variations in the separation of Brazil and Malvinas Currents. **Deep-Sea Research**, v. 35, p. 1971-1990, 1988.

PÊGAS FILHO, A. N.; TIRLONI, D. V. **Diagnóstico das bacias hidrográficas de Florianópolis**. Florianópolis: Brotar e Crescer (ONG) e ACIF 2009.

PELCZAR, M.; REID, R.; CHAN, E. C. S. **Cultivo e crescimento de microrganismos**. In: PELCZAR, M.; REID, R.; CHAN, E. C. S. *Microbiologia: conceitos e aplicações*. São Paulo: Pearson, 1996.

PINHEIRO, A.; GRACIANO, R. L. G.; SEVERO, D. L. Tendência das séries temporais de precipitação da região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 28, n. 3, 281-290, 2013.

POMMEPUY, M., L, et al. Effects of seawater on Escherichia coli β -galactosidase activity. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 81, p. 174-180, 1996.

PORTO FILHO, E. **Sedimentometria e algumas considerações sobre a biogeoquímica dos sedimentos de fundo da Lagoa da Conceição - Ilha de Santa Catarina**. Florianópolis, 1993. 343f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 1993.

PRUDÊNCIO, R. S.; GEREMIAS, R.; VEADO, R. W. A. Análise do ritmo pluviométrico do litoral catarinense. In: XI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, **Anais....** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1999.

PRUDÊNCIO, R. S. **Estudo Numérico da Circulação Induzida pela Maré na Baía de Florianópolis**. 2003. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia. Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

RAMPAZZO, N. A. M. **Aplicação do Índice de Concentração (IC) para avaliação das tendências da precipitação no estado de São Paulo**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas: 2014.

REBOITA, M. S. et al. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.25, n.2, p. 185-204, 2010.

REES, G. et al. Microbiological analysis of selected coastal bathing waters in the U.K., Greece, Italy and Spain. **Water Research**, v. 32, n. 8, p. 2335-2340, 1998.

RUDORFF, F. M.; BONETTI, J. Avaliação da suscetibilidade à erosão costeira de praias da Ilha de Santa Catarina. **Brazilian Journal Aquatic Science Technology**, v. 14, n. 1, p. 9-20, 2010.

SALATI, E. et al. **Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI**. Relatório 4. Tendências de Variações Climáticas para o Brasil no Século XX e Balanços Hídricos para Cenários Climáticos para o Século XXI. 182p. 2007.

SERRANO, E. et al. The influence of environmental factors on microbiological indicators of coastal water pollution. **Water, Science and Technology**, v. 38-12, pp. 195-199, 1998.

SHIBATA, T., H. M. et al. Monitoring marine recreational water quality using multiple microbial indicators in an urban tropical environment. **Water Research**, v. 38, p. 3119-3131, 2004.

SILVA, A. C. et al. Estudo Hidrodinâmico, Climático e Bacteriológico Associado às Fontes Pontuais de Poluição ao Longo do Litoral de Fortaleza. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos - RBRH**, v. 14, n. 2, p. 83-90, abr./jun. 2009.

SILVA, F. D. S.; FERREIRA, D. B.; SARMANHO, G. F.; SANTOS, L. S. F. C.; FORTES, L. T. G.; PARENTE, E. G. P. Tendência de alterações climáticas da precipitação observadas no Brasil de 1961 a 2008 utilizando dados gradeados. In: XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, **Anais...** Belém, 2010.

SILVA, L. F. **Identificação de subambientes na Baía Sul (SC) com base na análise de variáveis oceanográficas e dimentares**. 2002. 105 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2002.

SIMÓ, D. H.; HORN FILHO, N. O. Caracterização e distribuição espacial das “ressacas” e áreas de risco na Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. **Gravel**, v. 2, p. 93-103, 2004.

SINTON, L. W. et al. Inactivation of enterococci and fecal coliforms from sewage and meatworks effluents in seawater chambers. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 60, n. 6, p. 2040-2048, 1994.

TEIXEIRA, M. S.; SATYAMURTY, P. Dynamical and synoptic characteristics of heavy rainfall episodes in southern Brazil. **Monthly Weather Review**, v. 135, n. 2, p. 598-617, 2007.

TIRELLI, N. C. **Diagnóstico da Qualidade da Água e da Carne das Ostras da espécie *Crassostrea gigas* na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina**. 2003. 70 f. Dissertação no prelo (Mestrado em Engenharia de Aquicultura) – Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis. 2003.

TROUSSELIER, M. et al. Reponses of enteric bacteria to environmental stresses in seawater. **Oceanologica Acta**, Paris, v. 21, n. 6, p. 965-981, 1998.

TRUCOLLO, E. C. **Maré meteorológica e forçantes atmosféricas locais em São Francisco do Sul – SC**. 1998. 100 F. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, 1998.

TUCCI, C. E. M. Controle de Enchentes. In: TUCCI, C. (Org.). **Hidrologia ciência e aplicação**. Porto Alegre: Ed. da Universidade, 1993.

VIEIRA, R. H. S. F. et al. Specificity of a defined substrate method used to monitor balneability of tropical coastal Waters impacted by polluted stormwater. **Journal of Water and Health**, v. 8, n. 3, p. 543–549, mar. 2009.

VIEIRA, R. H. S. F.; EVANGELISTA, N. S. S.; RODRIGUES, D. P. Colimetria das águas marinhas de Fortaleza (Ceará, Brasil) e detecção e cepas de *Escherichia coli* enteroinvasora (EIEC) e enteropatogênica clássica (EPEC). **Arq. Ciên. Mar**, Fortaleza, v. 30, n.2, p. 27-31, 1996.

WALK, S. T. et al. Genetic diversity and population structure of *Escherichia coli* isolated from freshwater beaches. **Environ Microbiol.**, v. 9, n. 9, p. 2274–2288, 2007.

XU, P.; BRISSAUD, F.; FAZIO, A. Non-steady-state modelling of fecal coliform removal in deep tertiary lagoons. **Water Research**, v. 36, p. 3074-3082, 2002.

YAMAGUCHI, U. M., et al. Qualidade microbiológica da água para consumo humano em instituição de ensino de Maringá-PR. **Revista O mundo da saúde**, São Paulo, v. 37, n. 3, p. 312-320, 2013.

YUE, S; PILON, P; CAVADIAS, G. Power of the Mann-Kendall and Spearman's rho tests for detecting monotonic trends in hydrological series. **Journal of Hydrology**, n. 259, p. 254-271. 2002.

3 CARTILHA EDUCATIVA

Cartilha Educativa voltada para Educação Ambiental de crianças do ensino fundamental (6 a 14 anos) com ênfase na Balneabilidade das praias da Ilha de Santa Catarina.

Título:

BALNEABILIDADE NAS PRAIAS DA ILHA DE SC

Resumo:

Balneabilidade é o nome que se dá a verificação feita através de análise laboratorial de bactérias prejudiciais a saúde humana presentes no mar. Esta análise é realizada por meio de coletas nas praias do Estado e é verificada pelo Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA). Uma grande preocupação existente é com relação aos rios que recebem grande parte dos esgotos jogados pela população, uma vez que esses rios deságuam nas praias e pioram a balneabilidade local. O turismo e o meio ambiente devem caminhar juntos. Uma boa educação ambiental deve ser desenvolvida por meio de alguns programas, envolvendo o turista e os moradores locais a participarem de ações voltadas para a conscientização e proteção do meio ambiente, não apenas durante suas férias, mas também no dia-a-dia. Pensando nisso, foi elaborada uma cartilha ambiental com ênfase na balneabilidade das praias e nas características que podem influenciar na qualidade ambiental das águas balneares, tais como: as chuvas, os ventos e as marés, que tem grande participação na balneabilidade dos locais. Mas ainda assim, fatores meteorológicos influenciam na qualidade das águas das praias, diminuindo ou aumentando a quantidade de poluentes nas praias.

Palavras chaves: Balneabilidade; Cartilha Ambiental; Praias; Fatores Meteorológicos.

INTRODUÇÃO

De acordo com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2020), entendem-se por Educação Ambiental os “processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum

do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.” Dessa forma a educação ambiental foi incluída no processo de gestão ambiental (IBAMA, 2020).

O Ministério da Educação, em 1997, elaborou uma nova proposta curricular definida como Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) ficando a partir daí o meio ambiente definido como tema transversal nos currículos básicos do ensino fundamental, ou seja, de 1º ao 9º ano. No entanto, o efetivo reconhecimento da importância da educação ambiental - como tema essencial e permanente no processo educacional - só aconteceu em 27 de abril de 1999, com a Lei nº 9795/99, que teve como base o artigo nº 225, inciso VI da Constituição Federal de 1988, que diz o seguinte: “promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente” (BRASIL, 1988; 1999).

No Brasil, pela primeira vez em sua história era inserido um capítulo específico direcionado ao meio ambiente em sua Constituição Federal

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - Secretaria de Estado do Meio Ambiente (CETESB), balneabilidade é a qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário, sendo este entendido como um contato direto e prolongado com a água (natação, mergulho, esqui aquático, etc.), onde a possibilidade de ingerir quantidades apreciáveis de água é elevada. Ainda para a CETESB, o parâmetro indicador básico, utilizado para a classificação das praias quanto à sua balneabilidade, é a densidade de bactérias fecais.

Estado da Técnica:

A cartilha de Educação Ambiental: “Balneabilidade nas Praias da Ilha de SC” é o resultado simplificado da dissertação de mestrado apresentada pelo autor, como parte da exigência para conclusão do Mestrado Profissional.

A metodologia empregada na elaboração da cartilha foi baseada em algumas etapas:

primeiramente foi feita a definição do objetivo da cartilha, no segundo momento foram levantadas algumas ideias para a execução da atividade e por fim, buscou-se definir qual seria a mensagem principal e as específicas a serem transmitidas.

A cartilha é uma ferramenta em favor da educação, com a proposta de apresentar aos estudantes e a população o que é a balneabilidade e quais parâmetros causam interferência. Trata-se de um material com linguagem simples, didática e que esclarece dúvidas através de explicações e ilustrações, fazendo com que através do conhecimento, cada cidadão possa ser um fiscal do meio ambiente.

Materiais educativos impressos (Cartilhas) têm sido utilizados para melhorar o conhecimento, a satisfação, a aderência às questões ambientais junto às pessoas e simpatizantes desse tema. Recomenda-se o uso do material educativo escrito por profissionais da área Ambiental, como ferramenta de reforço das orientações verbalizadas.

O material de ensino deverá promover um impacto positivo na conscientização e educação de todos os frequentadores do ambiente litorâneo e servir de orientação em caso de dúvidas sobre balneabilidade, saneamento básico e impacto ambiental nas praias.

Descrição

BALNEABILIDADE NAS PRAIAS DA ILHA DE SC

A balneabilidade é um instrumento de verificação de medida em que se determina se uma praia tem boa qualidade para recreação de contato primário (atividades de lazer e banho).

Com base nos dados analisados por meio de amostras coletadas da água e seguindo critérios estabelecidos pelo Instituto do Meio Ambiente (IMA), as praias são classificadas em relação à balneabilidade, em duas categorias: Própria e Imprópria.

Própria: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras coletadas nas últimas 5 semanas anteriores, no mesmo local, houver no máximo 800 *Escherichia coli* por 100 mililitros de água.

Imprópria: quando em mais de 20% de um conjunto de amostras coletadas nas últimas 5 semanas anteriores, no mesmo local, for superior que 800 *Escherichia coli* por 100 mililitros de água ou quando, na última coleta, o resultado for superior a 2000 *Escherichia coli* por 100 mililitros de água (IMA, 2020).

A *Escherichia coli* é uma bactéria que habita naturalmente o intestino das pessoas e de alguns animais, sem que haja qualquer sinal de doença. No entanto, há alguns tipos de bactérias que são nocivas para as pessoas e que entram no organismo devido ao consumo de alimentos contaminados, por exemplo, podendo causar gastroenterite com diarreia intensa e com muco ou sangue.

Além de causar infecções intestinais, a ocorrência de bactérias também pode resultar em infecção urinária, sendo importante que seja identificada por meio de exame microbiológico de urina, para que possa ser iniciado o tratamento.

A transmissão dessas bactérias ocorre através da água ou alimentos contaminados, ou ainda através do contato com as fezes da pessoa contaminada. Por isso é de fácil transmissão, especialmente entre as crianças nas escolas ou creches.

A classificação da água como Imprópria indica um comprometimento na qualidade sanitária das águas, implicando em um aumento no risco de contaminação do banhista e tornando desaconselhável a sua utilização para o banho (CETESB, 2010).

A pesquisa de Balneabilidade em Santa Catarina é um trabalho realizado sistematicamente pelo Instituto do Meio Ambiente (IMA) desde 1976, seguindo as normas do Conselho Nacional do Meio Ambiente na Resolução CONAMA nº 274/2000 (BRASIL, 2000).

O Instituto do Meio Ambiente (IMA) também é o órgão fiscalizador que controla a qualidade e tem o instrumento legal para exigir dos responsáveis as medidas para que se evitem prejuízos aos seres humanos e ao meio ambiente.

O acompanhamento da qualidade das águas é muito importante e se faz necessário, pois constitui uma significante fonte de informação para a população, pois a água contaminada pode colocar em risco a saúde de seus frequentadores.

Há diversos fatores que podem influenciar no resultado de balneabilidade como: chuvas, vento, maré, temperatura da água, salinidade, nutrientes, radiação solar, diluição, e época do ano. Vamos conhecer um pouco mais sobre cada um desses fatores e verificar se realmente eles interferem nas praias.

CHUVAS

Fonte: Artesanato passo a passo, 2020.

Cabe observar que as chuvas podem provocar uma melhora aparente na qualidade das águas devido à maior diluição, mais somente quando essas chuvas são em grande volume. (MEDEIROS, 2009).



Na maioria das vezes, as chuvas atuam piorando a qualidade das águas

das praias. A chuva atua lavando as ruas, os canais de drenagem e as galerias de águas pluviais e, assim, carregam uma grande quantidade de esgotos, lixos e outros detritos. Com isso vai aumentando consideravelmente a densidade de bactérias nas águas litorâneas.

VENTOS

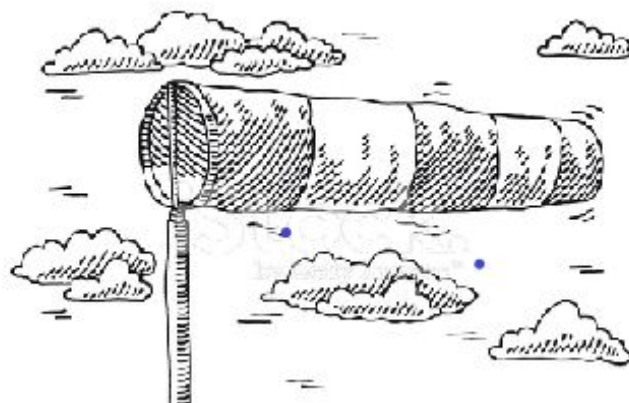
O vento transfere energia para a superfície do mar criando um distúrbio, o qual se manifesta através de pequenas ondulações na superfície da água, chamadas de ondas.

Quando temos ventos fortes eles atuam agitando e dissipando as bactérias presente nas águas, pois as ondulações vão e vem do fundo para a beira e vice-versa.

O ar em movimento atua agindo nas águas superficiais, hora aumentando hora diminuindo a concentração dos poluentes nas praias.

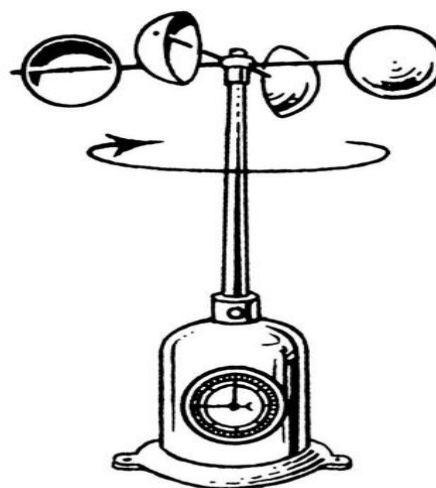
Em Florianópolis, os ventos do quadrante Norte (N) são mais frequentes e os ventos do quadrante Sul (S) mais veloz.

Biruta indica a direção dos ventos.



Fonte: Istockphoto, 2020.

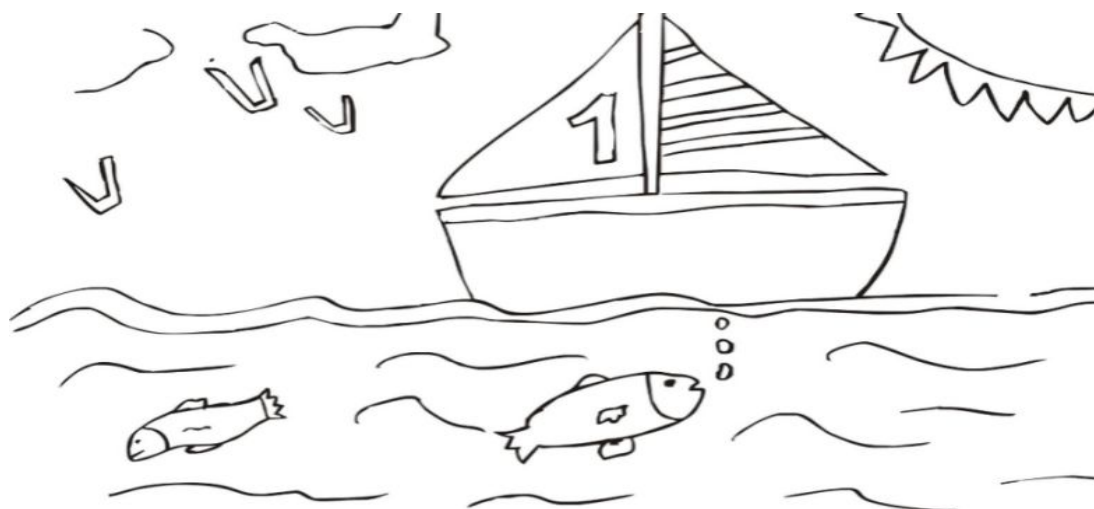
Anemômetro é o dispositivo meteorológico usado para medir a velocidade e intensidade dos ventos ou de outros fluídos em movimento.



Fonte: Istockphoto, 2020.

MARÉS

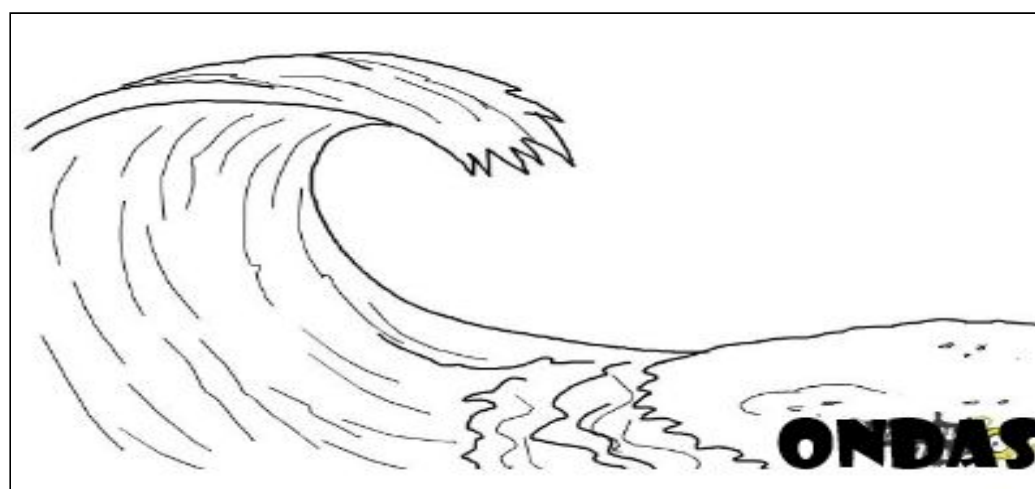
O movimento das águas ocorre através dos ventos e das marés, devido aos movimentos da Terra e fases da Lua, afetando assim as praias.



Fonte: Blogdohoruko, 2020.

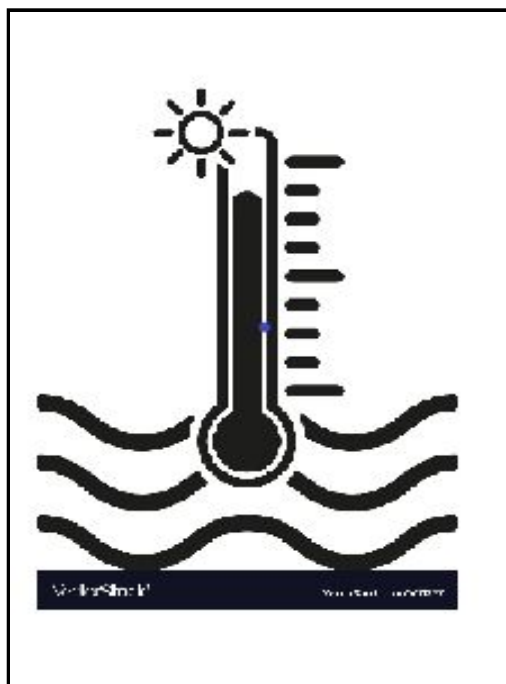
Outro fator que contribui para a diluição dos esgotos ainda dentro da galeria são as águas marinhas, que em determinados períodos do dia, devido à maré alta, invadem a tubulação e trazem ao oceano toda a carga de dentro da rede de esgoto.

A energia das ondas faz com que as praias mais calmas tenham maior concentração dos poluentes e as mais agitadas tendem a diluir esses poluentes.



Fonte: Culturas, 2020.

TEMPERATURA DA ÁGUA



Fonte: Fotosearch, 2020.

O habitat natural da *Escherichia coli* é o trato intestinal dos animais de sangue quente, incluindo o homem.

A temperatura ideal para o seu crescimento está na faixa de 36°C.

A temperatura da água afeta diretamente todos os seus processos físicos, químicos e biológicos e seu aumento ou redução significativos geram grande mortandade das bactérias danosas à saúde.

SALINIDADE



Fonte: Clipart, 2020.

como por exemplo, a água.

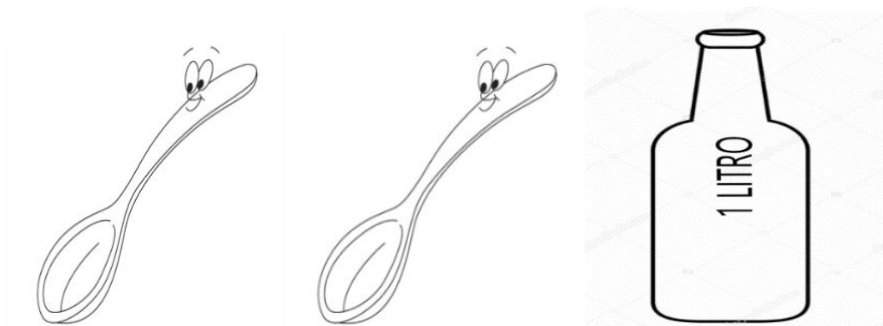
O sal no oceano é composto principalmente dos elementos de sódio (Na) e cloro (Cl). Juntos representam 85,7% do sal dissolvido. Os outros componentes principais da água do mar são magnésio (Mg), cálcio (Ca), potássio (K) e sulfato (SO_4^{2-}). Juntamente com cloro e sódio, compõem 99,4% do sal no oceano.

A salinidade refere-se ao teor de sal contido em determinada substância

A Salinidade é maior no Verão e menor no Inverno. A evaporação pode, também, aumentar a Salinidade. Por outro lado, as chuvas costumam diminuir a Salinidade.

Em cada quilograma (1000 gramas) de água do mar, 35 gramas são sal. A salinidade está entre os fatores que mais influenciam na mortalidade das bactérias de *Escherichia coli*. Alguns estudos demonstram que o efeito letal da luz é otimizado pela alta salinidade da água.

Cada litro de água do mar contém 2 colheres de sopa de sal.



Fonte Tudodesenhos, 2020.

NUTRIENTES

Normalmente, a quantidade de nutrientes orgânicos e inorgânicos presente na água do mar é muito baixa, condicionando o crescimento e sobrevivência de bactérias coliformes.

Quando se tem pouca descarga de nutrientes, ou seja falta de lançamento de esgotos nas praias as águas são mais próprias do que quando a praia tem uma maior salinidade (praias com águas mais salgadas).

A falta de nutrientes combinada com outros fatores, como a salinidade e a radiação solar, diminui a sobrevivência de *Escherichia coli* em águas costeiras (ROZEN; BELKIN, 2001).



RADIAÇÃO SOLAR



Fonte: Tudodesenhos, 2020.

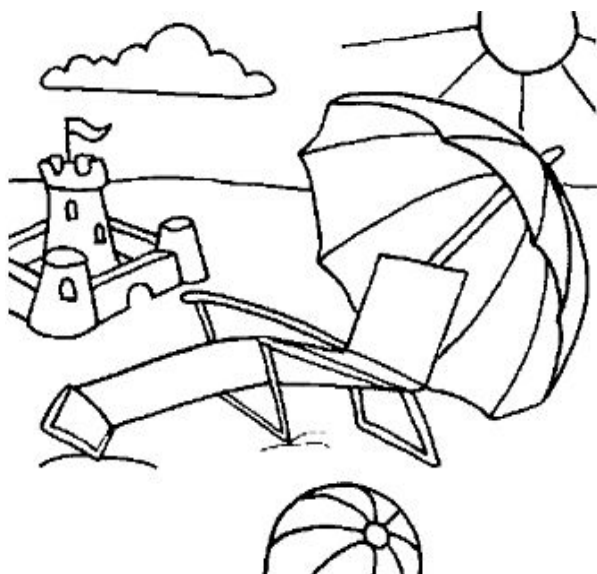
A diminuição da intensidade luminosa através da coluna de água é designada de atenuação da luz, e é causada pela combinação das propriedades da matéria particulada existente da coluna de água, sendo considerada aparentemente uma propriedade da água (MISHRA et al., 2005).

Segundo os mesmos autores, este coeficiente não varia significativamente com as alterações da intensidade de radiação solar devido a elevação solar. Outros fatores que podem influenciar a atenuação da luz são a cobertura do céu por nuvens, ondulação, profundidade e elevação solar (HOJERSLEV, 1986).

O fator radiação solar é o fator com maior influência na mortalidade de bactérias coliformes em águas costeiras. Esta constatação foi também observada por outros autores (CHANDRAN; HATHA, 2005; FUJIOKA et al., 1981;

ROZEN; BELKIN, 2001; SINTON

et al., 1994).



Fonte: Natureza, 2020.

DILUIÇÃO

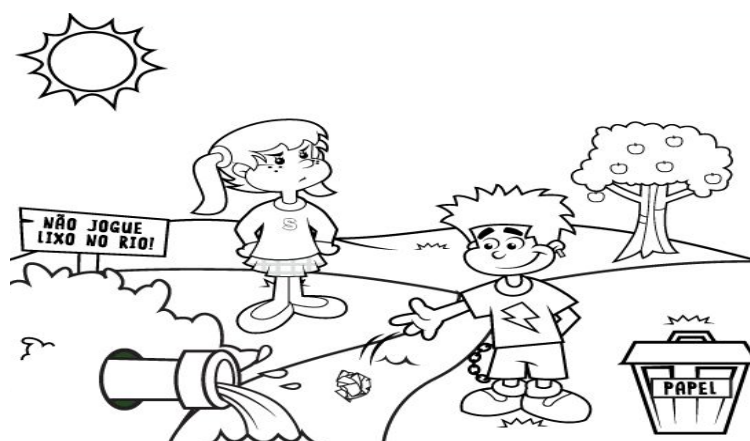
Apesar dessa grande capacidade de diluição que detêm as águas das chuvas e o mar, as ligações clandestinas de esgoto às galerias precisam ser eliminadas.



Fonte: Smartkids, 2020.

Philipi et al. (2003), por exemplo, observaram uma redução de 97,73% na carga orgânica do esgoto devido à diluição nas águas da chuva.

As praias com maior troca de fluxo, ou seja, praias voltadas para mar aberto diluem mais estas bactérias causadoras de doenças.



Fonte: Smartkids, 2020.

PERÍODO DO ANO

Para Giordano e Filho (2000) uma peculiaridade dos balneários é a sazonalidade das atividades turísticas e como consequência a considerável flutuação populacional. Porém, apesar destes fatores, a infraestrutura dos serviços de saneamento e saúde pública de um balneário deveria ser capaz de absorver os impactos decorrentes destes aumentos populacionais transitórios, sem comprometer a qualidade ambiental e a da saúde das populações envolvidas.



Fonte: Aaulapronta, 2020.

Análises mostram que no verão as praias possuem maior percentual de condição IMPRÓPRIA de Balneabilidade.

Já nos meses de inverno diminui o percentual de condição IMPRÓPRIA, chegando alguns Pontos a estar PRÓPRIO para banho, caso de algumas praias da costa Leste do Sul da Ilha de SC.

Com o aumento populacional na temporada de verão, muitos locais não suportam esta demanda, e principalmente o sistema de esgotamento sanitário torna-se inapropriado para este aumento na da carga de esgotos jogados causando uma maior poluição nas praias.

Conheça mais sobre o assunto

De modo geral o clima de Florianópolis pode ser caracterizado pela distribuição pluviométrica anual média de 1.734 mm/ano, caracterizando o município como chuvoso no verão e com diminuição das chuvas na primavera, outono e menores registros no inverno, não sendo possível identificar um período seco.

A temperatura máxima situa-se em 24,5°C (média) e mínima 17,5°C (média). Devido a sua localização geográfica e a significativa distribuição das precipitações pluviais ao longo do ano, Florianópolis apresenta elevada umidade, cuja distribuição média apresenta valores superiores a 60% (MURARA, 2012).

Cunha et al. (2003) ressaltam que durante a estação das chuvas, a concentração de coliformes aumenta vertiginosamente, havendo uma nítida diferença das concentrações médias durante os períodos de chuva. A explicação mais provável se deve as cargas de poluentes lixiviados pela água das chuvas, principalmente nos meses de dezembro a março, quando são carreadas pelas correntes para os corpos de água superficiais, elevando sua concentração.

Os esgotos escoados através de galerias pluviais, através da rede de drenagem urbana, contribuem de forma pontual para a poluição das águas e podem apresentar um impacto significativo sobre o meio ambiente. Além de ligações domiciliares, muitas delas clandestinas. É importante ressaltar que as águas pluviais drenam ruas, áreas com pouco saneamento e sem infraestrutura e

onde a limpeza pública e a coleta de lixo não são regularmente praticadas.

De acordo com Jordão e Pessoa (1995), nessas áreas carentes de saneamento básico, a lavagem das ruas após as chuvas constitui uma contribuição equivalente à de esgotos primários (sem nenhum tipo de tratamento). Afinal, com a menor ocorrência de chuvas, tem-se mais tempo para os poluentes se acumularem sob a bacia hidrográfica, caracterizando o escoamento superficial inicial de drenagem com carga mais concentrada de poluição na eventual ocorrência de precipitação (NOVOTNY, 2003).

A dinâmica da sobrevivência é especialmente importante na avaliação da água do mar. Para a maioria das bactérias entéricas, a água do mar é tóxica. A *Escherichia coli* exibe pouca tolerância à toxicidade da água do mar; assim, sua presença implica no despejo contínuo de dejetos na área analisada (HAGLER; HAGLER, 1998).

O coeficiente de mortalidade apresenta uma variação horária ao longo do tempo, o que está relacionado com a mortalidade causada pela radiação solar e pela temperatura que varia ao longo do dia. No período noturno (sem influência da radiação solar e com temperaturas mais baixas), o coeficiente de mortalidade é muito mais baixo do que durante o período diurno, com valores mais elevados entre as 11 e as 14 horas, de cada dia.

Sabe-se que 80% do calor é absorvido pelos oceanos aumentando a sua temperatura média e resultando em uma elevação no nível dos oceanos devido à expansão térmica e ao derretimento das geleiras. Estima-se que até 2100 ocorra

um aumento do nível do mar variando entre 0.18 m em cenário otimista, até 0,59 em cenário pessimista.

Em decorrência do derretimento das geleiras, a alteração da salinidade oceânica pode desestabilizar o padrão natural da circulação dos oceanos, modificando o transporte de calor e oxigenação das águas e o aporte e dispersão de carbono e nutrientes, interferindo diretamente na produção primária, e impactando a fauna e flora marinha, áreas de pesca e a própria ocupação humana.

Segundo Trucollo (1998), a configuração da linha de costa do sul do Brasil é que determina que os ventos provenientes do quadrante sul propiciem um empilhamento de água na costa, enquanto que os ventos provenientes do quadrante norte diminuem o nível do mar.

A água do mar em áreas recreacionais de praias, bem como a própria areia da praia é suscetível à contaminação fecal oriunda de efluentes da agricultura, do aporte de esgotos domésticos, da presença de animais selvagens e domésticos, e dos próprios banhistas (ALM; BURKE; SPAIN, 2003).

A renovação das águas na Baía Sul é condicionada por dois canais localizados nas suas extremidades. O Canal Sul localiza-se entre a Ponta dos Naufragados e a Ilha do Papagaio Grande, apresenta largura de 830 metros e uma profundidade de 30 metros.

O canal central, ao norte da Baía, tem uma largura de 550 metros e uma profundidade aproximada de 28 metros.

Corpos de água contaminados por esgoto doméstico ao atingirem as águas das praias expõem os banhistas a bactérias, vírus e protozoários. Crianças e idosos, ou pessoas com baixa resistência, são as mais suscetíveis a desenvolver doenças ou infecções após terem nadado em águas contaminadas.

A doença mais comum associada à água poluída por esgoto é a gastroenterite. Ela ocorre numa grande variedade de formas e pode apresentar um ou mais dos seguintes sintomas: enjoo, vômitos, dores de estômago, diarreia, dor de cabeça e febre. Outras doenças menos graves incluem infecções de olhos, ouvidos, nariz e garganta. Em locais muito contaminados os banhistas podem estar expostos a doenças mais graves, como disenteria, hepatite A, cólera e febre tifoide.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALM, E. W.; BURKE, J.; SPAIN, A. Fecal indicator bacteria are abundant in wet sand at freshwater beaches. **Water Research**, v. 37, p. 3978-3982, 2003.

ARTESANATO PASSO A PASSO. **Desenho de nuvem de chuva**. 2020. Disponível em: <https://www.artesanatopassoapassoja.com.br/wp-content/uploads/2017/06/raio-16.jpg>. Acesso em 26 fev. 2020.

AULA PRONTA. **Desenho do verão**. 2020. Disponível em: <https://aulapronta.com.br/arquivo/desenho-para-colorir-verao>. Acesso em 26 fev. 2020.

BLOG DO HORUKO. **Desenho do barco no mar**. 2020. Disponível em: <http://blogdohoruko.blogspot.com/2011/06/desenho-para-pintar-de-barco-no-mar.html>. Acesso em 26 fev. 2020.

BLOGSPOT. **Desenho de poluentes no mar**. 2020. Disponível em: https://2.bp.blogspot.com/-TEqQiXxCRg8/TkSv4JtjeWI/AAAAAAAAADPo/YZj-_GNwN2c/s1600/atividades+polui%25C3%25A7%25C3%25A3o+desenhos38.jpg. Acesso em 26 fev. 2020.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição [da] República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 10 jul. 2019.

BRASIL. **Lei nº. 9.795 de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.. Diário Oficial da União, Brasília, 28 abr. 1999.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº. 274 de 29 de novembro de 2000**. Dispõe sobre a as condições de balneabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, 08 nov. 2001.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 2010.

CHANDRAN, A.; HATHA, A. A. M. Relative survival of *Escherichia coli* and *Salmonella typhimurium* in a tropical estuary. **Water Research**, v. 39, p. 1397-1403, 2005.

CLIPART. **Desenho pote de sal**. 2020. Disponível em:
<https://pt.clipart.me/istock/salt-shaker-with-thumbs-up-687266>. Acesso em 26 fev. 2020.

CULTURAS. **Desenho de onda**. 2020. Disponível em:
<https://culturas.colorir.com/reso/paint/print/dibujo.php?nombre=Grande%20onda&imagen=//cdn5.colorir.com/desenhos/pintar/grande-onda.gif>. Acesso em 26/02/2020

CUNHA, A. C. et al. Monitoramento de Águas Superficiais em Rios Estuarinos do Estado Amapá sob Poluição Microbiológica, **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi**, série. Ciências Naturais, Belém, v.1, p. 141-148, jan.-abr. 2003.

FOTOSEARCH. **Desenho de termômetro**. 2020. Disponível em:
<https://www.fotosearch.com.br/CSP521/k32098663/>. Acesso em 26 fev. 2020.

FUJIOKA, R. S. et al. Effects of sunlight on survival of indicator bacteria in seawater. **Environmental Microbiology**, v. 41, p. 690-696, 1981.

GIORDANO, G. FILHO, O. O processo eletrolítico aplicado ao Saneamento Ambiental de Balneários. In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Anais...**, 2000.

HAGLER, A. N.; HAGLER. L. C. S. M. Microbiologia Sanitária. In: ROITMAN, I.; TRAVASSOS, L. R.; AZEVEDO, J. L. (Eds.) **Tratado de Microbiologia**, São Paulo: Manole Ltda, 1998.

HOJERSLEV N. K. Optical properties of sea water Landolt-Bornstein, numerical data and functional relationships in science and technology. **Journal of Oceanography**, v. 3, p. 383-462, 1986.

IBAMA. **Conceitos de Educação Ambiental**. 2020. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/educacao-ambiental/pol%C3%ADtica-nacional-de-educa%C3%A7%C3%A3o-ambiental.html>. Acesso em: 29 out. 2019.

IMA. **Informações**. 2020. Disponível em:
<http://www.ima.sc.gov.br/index.php/qualidade-ambiental/balneabilidade/informacoes>. Acesso em: 22 ago. 2019.

ISTOCKPHOTO. **Desenho da biruta**. 2020. Disponível em:
<https://www.istockphoto.com/br/vetor/biruta-velocidade-do-ar-indicador-de-desenho-gm477672253-36035050>. Acesso em: 29 out. 2019.

ISTOCKPHOTO. **Desenho do anemômetro**. 2020. Disponível em: <https://www.istockphoto.com/br/vetor/biruta-velocidade-do-ar-indicador-de-desenho-gm477672253-36035050>. Acesso em: 29 out. 2019.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Poluição das águas e saneamento**. In: ABES. Tratamento de esgotos. 2. ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

MEDEIROS, J. R. **Influência das Águas da Bacia Hidrográfica Pirangi na Balneabilidade das Praias de Pirangi, nos Municípios de Nísia Floresta e Parnamirim – Rio Grande do Norte, Brasil**. 2009. 79f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

MISHRA, D. R., S. et al. Characterizing the vertical diffuse attenuation coefficient for downwelling irradiance in coastal waters: implications for water penetration by high resolution satellite data. **Photogrammetry & Remote Sensing**, v. 60, p. 48-64, 2005.

MURARA, P. **Variabilidade Climática e Doenças Circulatórias e Respiratórias em Florianópolis (SC): uma contribuição à Climatologia Médica**. 2012. 115f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2012.

NATUREZA. **Desenho estações do ano**. 2020. Disponível em: <https://natureza.colorir.com/estacoes-do-ano/praias.html>. Acesso em 26 fev. 2020.

NOVOTNY, V. **Water quality: diffuse pollution and water shed management**. 2. ed. Nova York: John Wiley, 2003.

PHILIPPI, L. S. et al. **Reúso Combinado de águas cinza (greywater) e água de chuva em unidade residencial**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, Foz do Iguaçu: ABES, n. 23, 2003.

ROZEN, Y.; BELKIN, S. **Survival of enteric bacteria in seawater**. Federation of European Microbiological Societies Microbiology Reviews, vol. 25, p. 513-529, 2001.

SINTON, L. W. et al. Inactivation of enterococci and fecal coliforms from sewage and meatworks effluents in seawater chambers. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 60, n. 6, p. 2040-2048, 1994.

SMARTKIDS. **Desenhos sobre poluição**. 2020. Disponível em: <https://www.smartkids.com.br/atividade/poluicao-da-agua-assinale>. Acesso em 26 fev. 2020.

TRUCOLLO, E. C. **Maré meteorológica e forçantes atmosféricas locais em São Francisco do Sul – SC**. 1998. 100 F. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, 1998.

TUDO DESENHOS. **Desenho de colheres**. 2020. Disponível em:
<http://www.tudodesenhos.com/d/colher-de-sopa>. Acesso em 26 fev. 2020.

TUDO DESENHOS. **Desenho sobre radiação solar**. 2020. Disponível em:
<http://www.tudodesenhos.com/d/menina-com-oculos-de-sol-na-praia>. Acesso em 26 fev. 2020.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo permitiu visualizar as variações na balneabilidade das praias do Sul da Ilha de Santa Catarina onde estão algumas das praias mais atrativas para o turismo catarinense.

Os dados de balneabilidade do Instituto do Meio Ambiente mostraram que praias do Sul da Ilha de Santa Catarina apresentam problemas de qualidade da água, principalmente no verão, quando a população aumenta muito e quando fatores meteorológicos interferem na qualidade das praias. O grau de influência dessas variáveis e outras que foram aqui investigadas se alteram, ano após ano, de acordo com os fenômenos climáticos e as estações do ano. Estas influências se apresentam no aumento principalmente da precipitação e da temperatura, gerando mudanças na qualidade das águas, tendo no verão uma maior atuação.

Por outro lado, as praias do Leste viradas para o mar aberto só terão problemas de qualidade de água quando fatores meteorológicos influenciarem e quando for verificado um maior aporte de poluentes lançados na região. Fontes poluentes ligadas à degradação da qualidade da água das praias de mar aberto estão relacionadas mais com o lançamento de esgotos nos rios que chegam às praias do que propriamente com fatores meteorológicos, o que indica objetivamente que as praias do Sul da Ilha, que passam boa parte do verão classificadas como impróprias para banho, estão em conformidade com os resultados dos estudos e é justamente onde o lançamento de esgoto das fontes pontuais costeiras torna-se maior devido à sazonalidade populacional.

As análises gerais ou análises discriminantes permitiram a separação em dois grupos de acordo com suas variáveis: Leste (Pontos 1, 2, 3 e 4) e Oeste (5, 6, 7 e 8).

Praia do Campeche

Houve tendência de aumento de NMP/100ml de *Escherichia coli* com a piora da qualidade da água ao longo do período bem como uma correlação positiva com a temperatura da água que nos meses de dezembro a abril sofrem um aumento, coincidindo com a época de veraneio quando o número de frequentadores das praias torna-se muito maior.

Praia da Armação

Esta praia apresentou uma variação sazonal significativa com as estações inverno<primavera ($p=0,0338$) e inverno<verão ($p=0,0025$), os meses de inverno tendem a ter menor número de pessoas e menor índice de chuvas o que contribui para melhora na qualidade da água.

Pântano do Sul

Esta também apresentou variação significativa sazonal nas estações inverno/primavera ($p=0,04$) e inverno/verão ($p=0,01$), pois os meses de verão com maior quantidade de chuvas e maior número de frequentadores nas praias acarreta a piora da qualidade das águas percebida com a correlação positiva de NMP/100ml de *Escherichia coli* com pluviosidade 72h, 24h, e Total que influenciam na balneabilidade.

Praia da Solidão

Apresentou tendência de aumento de NMP/100ml de *Escherichia coli* significando piora da qualidade da água ao longo do período estudado e apresentou uma variação sazonal significativa em relação às estações inverno<primavera ($p=0,0325$) e inverno<verão ($p=0,0086$) quando isso fica mais visível devido à relação das chuvas com a piora da qualidade da água.

As praias internas da Baía Sul, tem um histórico longo de maus cuidados em termos ambientais com uma balneabilidade prejudicada, pois sofrem pouca ou nenhuma influência do mar aberto, exceto quando os fatores climáticos atuam no local. Portanto, seus problemas de balneabilidade são relacionados com o lançamento de esgoto e à péssima qualidade da água já existente na Baía, consequência do passivo ambiental local e ETE Insular. A estação de tratamento (ali localizada) despeja um efluente que recebe apenas um tratamento primário e devido à dificuldade de renovação da água interior deste corpo, com apenas uma pequena seção de troca com o oceano. Neste caso, percebe-se que há uma influência do lançamento de esgoto na qualidade da água das praias, pois a bactéria *Escherichia coli* se apresenta em número elevado. Isto pode ser verificado principalmente nas proximidades das praias da Base Aérea, Tapera, Ribeirão da Ilha e Caiacangaçu locais aonde os poluentes chegam à costa e aparecem nas coletas da balneabilidade em números excedentes aos aceitos pela Resolução CONAMA nº 274/2000.

Praia da Caiacangaçu

Apresentou uma tendência de diminuição do NMP/100ml de *Escherichia coli*, ou seja, houve uma melhoria da qualidade da água, porém, sua média do NMP/100ml de *Escherichia coli* ainda permanece alta.

Praia do Ribeirão da Ilha

A praia apresentou variação sazonal significativa nas estações inverno/primavera ($p=0,0125$) e inverno/verão ($p=0,0218$), pois nos meses de inverno houve uma redução significativa do número de visitantes e do índice pluviométrico, o que contribuiu para a melhoria da qualidade da água. Houve correlação positiva significativa com pluviosidade 48h, 24h e total, pois é sabido que as chuvas estão relacionadas à piora da qualidade da água. Houve correlação negativa significativa com relação às marés, pois ao se tornarem mais

baixas tendem a aumentar a concentração de *Escherichia coli* na coluna d'água aumentando o NMP/100ml de *Escherichia coli*.

Praia da Tapera

Apresentou correlação positiva significativa com pluviosidade 72h, 48h, 24h e total, pois as chuvas estão relacionadas à piora da qualidade da água.

Praia da Base Aérea

Esta praia apresentou correlação positiva significativa com pluviosidade 48h, 24h e total relacionada às chuvas (que pioram a qualidade da água) e correlação negativa significativa com relação à velocidade do vento, pois os ventos mais fortes ajudam a dissipar a presença de *Escherichia coli* contribuindo para diminuição do NMP/100ml de *Escherichia coli*.

Análise de Variância (ANOVA) mostrou que houve diferença significativa entre o NMP/100ml de *Escherichia coli* das faces Leste e Oeste de acordo com o teste a posteriori de Tukey ($p < 0,01$). NMP/100ml de *Escherichia coli* foi significativamente menor nas praias voltadas para Leste. Portanto a qualidade da água nas praias do Leste é significativamente melhor que nos Pontos de Oeste.

A Análise de Regressão Linear Face Leste, modelo selecionado, destaca a influência da $\text{Pluviosidade}_{24\text{ horas}} + \text{Pluviosidade}_{72\text{ horas}}$ que caracteriza o aumento do NMP/100ml de *Escherichia coli* e corrobora com as análises feitas por Pontos.

Análise de Regressão Linear Face Oeste, o modelo selecionado, destaca a influência de pluviosidade 24h e total atuando positivamente para a impropriedade do local e o vento e a maré dispersando as bactérias, o que corrobora com as análises dos Pontos, destacando a influência das chuvas gerando o aumento do NMP/100ml de *Escherichia coli* e das marés

altas e ventos fortes gerando a diminuição do NMP/100ml de *Escherichia coli* nos Pontos do Oeste.

Constatou-se com este estudo a necessidade de um trabalho conjunto da Prefeitura, da CASAN e do Instituto do Meio Ambiente, para a criação de programas de análise com o objetivo de auxiliar a região no mapeamento das localidades com maior despejo de efluentes sem tratamento coletivo, e assim fornecer subsídios para diminuir as fontes de contaminação da água do mar.

Sendo a educação fator de suma importância na solução dos impactos ambientais em questão, criou-se uma cartilha educativa com foco nas crianças do ensino fundamental, mas que também poderá ser lida pelos turistas e moradores das regiões litorâneas. O intuito da cartilha é fornecer material de boa qualidade com esclarecimentos de dúvidas sobre os fatores responsáveis pela balneabilidade e pela poluição das praias, pois somente a consciência ambiental possibilitará a preservação e a conservação dos recursos ambientais disponíveis.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, M. P. et. al. Avaliação da Balneabilidade das Praias do Município de Santos/ SP nos últimos dez anos. **Revista Ceciliana**, Santa Cecília, v. 4, n. 1, p. 55 -59, jun. 2012.

ASSIS, Leonora Portela. **Planos, Ações e Experiências na transformação da “pacata” Florianópolis em capital turística**. 2000. f. 127. Dissertação (Mestrado em História) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

AURELIANO, J. T. **Balneabilidade das praias de Pernambuco o núcleo metropolitano**. 2000. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2000.

AYRES, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. A. **BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas**. Universidade Federal do Pará. 2007.

BARCELLOS, C.; QUITÉRIO, L. A. D. Vigilância ambiental em saúde e sua implantação no Sistema Único de Saúde. **Revista de Saúde Pública**. São Paulo, v. 40, n. 1, p. 170-177, 2006.

BERG, C. H. et al. Indicadores de Balneabilidade: A situação brasileira e as recomendações da World Health Organization. **International Journal of Knowledge Engineering and Management**. Florianópolis, v. 2, n. 3, p. 83-101, jul./out, 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº. 274 de 29 de novembro de 2000**. Dispõe sobre a as condições de balneabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, 08 nov. 2001.

CASTILHOS, J. A. 1995. **Estudo evolutivo, sedimentológico e morfodinâmico da planície costeira e Praia da Armação - Ilha de Santa Catarina, SC**. 1995. 134 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, 1995.

CASTRO, Hilda Maria de. **Efeito da Radiação Solar e da Salinidade Sobre o Crescimento de Escherichia coli**. 2003. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal do Ceará, 2003.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 2010.

CETESB. Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. **Relatório de estabelecimento de valores orientadores para solos e águas subterrâneas no Estado de São Paulo**. São Paulo: Cetesb, 2001.

CRUZ, O. **A Ilha de Santa Catarina e o continente próximo: um estudo de geomorfologia costeira**. Florianópolis, UFSC, 1996.

CRUZ, O. **A Ilha de Santa Catarina e o continente próximo; um estudo de geomorfologia costeira**. Florianópolis: Ed. da UFSC. 1998.

FEACHEM, R. G. et al. **Sanitation and disease: health aspects of excreta and wastewater management**. Chichester: John Wiley and Sons, 1983.

FERREIRA, K. C. D., ANDRADE, M. V., COSTA, A. G.; A influencia do lançamento de efluentes de galerias pluviais na Balneabilidade da Praia do Futuro em Fortaleza – CE. **Conex. Ci e Tecnol**. Fortaleza/ CE, v. 7, n. 3, p. 9-17, nov. 2013.

FRANKLIN-SILVA L. **Identificação de Sub-ambientes na Baía Sul (SC) com Base na Análise de Variáveis Oceanográfico Sedimentares**. 2002. 105f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

FREITAS, V. C. L. **Balneabilidade das Praias do Recife: uma avaliação do monitoramento realizado pelos órgãos de controle ambiental – Recife/PE**. 2010. Monografia (Especialização em Gestão de Sistemas e Serviços de Saúde) – Departamento de Saúde Coletiva, Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz., 2010.

GALVÃO, J. A. **Qualidade microbiológica da água de cultivo e de mexilhões perna (Linnaeus, 1758) comercializados em Ubatuba**. 2004. 109 f. Dissertação (Mestrado em Higiene Veterinária) - Universidade de São Paulo. 2004.

GAUTHIER, M. J.; BREITTMAYER, V. A.; BRAUX, A. S. Expression génique chez es bactéries entériques dans lês conditions marines. **MAP Tech. Rep. Ser.** Athens, n.76, 1993.

GEST, H. The discovery of microorganisms revisited. **ASM News**, v.70, n.6, p. 269-274, 2004.

GRE, J. C. R.; CASTILHO, J. A.; HORN FILHO, N. O. Quaternary deposits of the pântano do sul beach, Santa Catarina Island, Brazil. In: Colóquio Franco-brasileiro de Manejo Costeiro de Ilha de Santa Catarina, 1997, Florianópolis. **Anais...**, Florianópolis, UFSC.

HERRMANN, M. L. P. **Aspectos ambientais da porção Central da ilha de Santa Catarina. Florianópolis**. 1989. 229f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 1989.

HORN FILHO, N. O. Ilha de Santa Catarina. In: MUEHE, D. (Ed.), **Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro**: Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

IBGE. **Censo 2010**. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 18 ago. 2020.

IMA. **Informações**. 2020. Disponível em: <http://www.ima.sc.gov.br/index.php/qualidade-ambiental/balneabilidade/informacoes>. Acesso em: 22 ago. 2019.

KRIPPENDORF, J. **Sociologia do turismo: para uma nova compreensão do lazer e das viagens**. 3. ed. São Paulo: Aleph, 2003.

LOPES, F. de A. et al. Balneabilidade em Águas Doces no Brasil: Riscos à Saúde, Limitações Metodológicas e Operacionais. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**. v. 9, n. 16, p. 28-47, 2013.

MARTINS, R. P.; MELO FILHO, E.; FRANCO, D. **Circulação Hidrodinâmica e Dispersão de Poluentes na Baía de Florianópolis**. In: Relatório Final do Projeto PADCT/CIAMB: Tecnologias Ambientais para o Desenvolvimento Sustentável da Bacia do Rio Cubatão – SC. v. 2, 1997.

MONTEIRO, M. A. Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano. **GEOSUL**, v. 16, n. 31, p. 69-78, 2001.

MONTEIRO, M. A.; FURTADO, S. M. A. Clima do trecho Florianópolis-Porto Alegre: uma abordagem dinâmica. **Revista Geosul**, Florianópolis. n. 10, v. 19, p. 117-133, 1995.

MORAES, Antônio Carlos Robert. **Ideologias geográficas**. 3. ed. São Paulo: Hucitec, 1996.

OLIVEIRA, M. A. de., MARTINS, L.; Análise Microbiológica da Água das Praias de Arembepe e Guarajuba, Camaçari – BA. **Revista Virtual**, Camaçari, v. 8, n. 1, p. 19-25, 2012.

PRUDÊNCIO, R. S. **Estudo Numérico da Circulação Induzida pela Maré na Baía de Florianópolis**. 2003. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

SAMPAIO, A. F. P. **Avaliação da correlação entre parâmetros de qualidade da água e socioeconômicos no complexo estuarino de Santos-São Vicente, através de modelagem numérica ambiental**. 2010. 171f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) - Universidade de São Paulo. 2010.

SCANDELAI, A. P. J.; SOLINA, M. R. F.; SOUZA A. T. Avaliação da Balneabilidade e Qualidade da água da Represa Laranja-Doce no Município de Martinópolis-SP. **ColloquiumExactarum**, v. 4, n. 2, jul-ago, 2012.

SILVA, L. F. **Identificação de subambientes na Baía Sul (SC) com base na análise de variáveis oceanográficos e dimentares**. 2002. 105 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2002.

TROUSSELIER, M. et al. Reponses of enteric bacteria to environmental stresses in seawater. **Oceanologica Acta**, Paris, v. 21, n. 6, p. 965-981, 1998.

TUCCI, C. E. M. Controle de Enchentes. In: TUCCI, C. (Org.). **Hidrologia ciência e aplicação**. Porto Alegre: Ed. da Universidade, 1993.

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

WADE, T. J. et al. As diretrizes de qualidade de água da Agência de Proteção Ambiental dos EUA para águas de recreio evitam doenças gastrointestinais? Uma revisão sistemática e meta-análise. **Environ Health Perspect**, v. 111, p. 1102–1109, 2003.