



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

Tainara dos Santos Pinho

Avaliação de risco à saúde da população no contato primário com águas e alimentos contaminados e a influência do sistema de esgotamento sanitário: estudo de caso em balneário na região Sul da Ilha de Santa Catarina

Florianópolis

2023



Tainara dos Santos Pinho

Avaliação de risco à saúde da população no contato primário com águas e alimentos contaminados e a influência do sistema de esgotamento sanitário: estudo de caso em balneário na região Sul da Ilha de Santa Catarina

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Engenharia Ambiental.

Orientador(a): Prof.(a) Maria Elisa Magri, Dr.(a)

Florianópolis

2023

Pinho, Tainara dos Santos

Avaliação de risco à saúde da população no contato primário com águas e alimentos contaminados e a influência do sistema de esgotamento sanitário: estudo de caso em balneário na região Sul da Ilha de Santa Catarina / Tainara dos Santos Pinho ; orientadora, Maria Elisa Magri, 2023.

143 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Engenharia Ambiental. 2. Avaliação de risco. 3. Balneabilidade. 4. Esgotamento sanitário. 5. Doenças entéricas. I. Magri, Maria Elisa. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. III. Título.

Tainara dos Santos Pinho

Avaliação de risco à saúde da população no contato primário com águas e alimentos contaminados e a influência do sistema de esgotamento sanitário: estudo de caso em balneário na região Sul da Ilha de Santa Catarina

O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado, em 13 de novembro de 2023, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof.(a) Pablo Heleno Sezerino, Dr.(a)
Instituição Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.(a) Marília Miotto Dr.(a)
Instituição Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestra em Engenharia Ambiental.

Insira neste espaço a
assinatura digital

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Insira neste espaço a
assinatura digital

Prof.(a) Maria Elisa Magri, Dr.(a)
Orientador(a)

Florianópolis, 2023.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, ao meu esposo, Philippe, e aos meus pais, Carlos e Leni, pelo incentivo e apoio ao longo de toda minha jornada de dedicação ao mestrado e de elaboração desta dissertação. Agradeço também a todos os professores que contribuíram com este trabalho e compartilharam seus conhecimentos durante o curso do mestrado, sendo cabível a mim um agradecimento especial à professora Dra. Maria Elisa Magri, que demonstrou esforço e generosidade ao realizar a orientação do meu trabalho de maneira tão leve e justa, sendo imensurável sua contribuição para minha formação. Agradeço, por fim, à Universidade Federal de Santa Catarina pela oportunidade de continuar meus estudos nessa excelente instituição de ensino e ao Programa UNIEDU/FUMDES Pós Graduação a qual fui contemplada durante o curso do mestrado.

RESUMO

O estudo de caso realizado em três praias da região do Sul da Ilha de Santa Catarina, praia da Tapera, praia do Ribeirão da Ilha e de Caiacangaçu, objetivou avaliar os riscos à saúde associados à ingestão de águas nas praias por meio do nado e à ingestão de ostras cultivadas nestas praias. A avaliação quantitativa de risco microbiológico foi dividida em duas etapas, referente à ingestão de águas por contato primário (avaliação 01) e referente à ingestão das ostras contaminadas pelo Adenovírus (avaliação 02), e em dois cenários, a atual situação do saneamento existente na região (cenário 01) e considerando a implantação de sistema de tratamento centralizado futuro (cenário 02). Para a avaliação de risco foram utilizados dados de *E.coli* disponibilizados pelo IMA, em série histórica dos anos de 2000 a 2023. Nas avaliações foram realizadas simulações de Monte Carlo com auxílio do *software @risk* para riscos associados aos patógenos *E.coli* patogênica, Rotavírus, *Cryptosporidium parvum* e Adenovírus na ostra. Na avaliação 01, as maiores probabilidades foram associadas à bactéria *E.coli* nas três praias, considerando sua maior concentração nas águas, seguida pelas do Rotavírus e o protozoário. Ressalta-se que as probabilidades de infecção anuais médias no cenário 1 foram todas acima do valor aceitável pela OMS de 0,01%. Ainda no cenário 1, para dados de *E.coli* de até 800 NMP/100 ml, limite estabelecido na CONAMA 274/2000, as probabilidades anuais para a *E.coli* patogênica e Rotavírus ainda assim não foram suficientes para atender ao aceitável pela OMS de 0,01%, tendo sido o risco mínimo de 24% para *E.coli* entre as três praias e 0,1% para o Rotavírus. Comparando as probabilidades obtidas entre os cenários 1 e 2, foram observadas reduções nos riscos, mas ainda não suficientes. Entre as três praias, a praia da Tapera apresentou maiores concentrações de patógenos e maiores riscos à saúde. Na avaliação 02, tanto nos cenários 1 como no 2, as probabilidades foram de 100%. Essa alta probabilidade foi constatada pela alta dose envolvida nesse consumo, considerando a relação realizada com base na literatura entre a presença de *E.coli* na água e presença de Adenovírus nas ostras, onde neste estudo todas as cópias genômicas foram consideradas como infecciosas, resultando em valor elevado e, portanto, riscos elevados. Ressalta-se ainda que os altos riscos se justificam pela característica do Adenovírus de possuir baixa dose infectante. Os resultados indicam uma situação crítica de risco, mas que precisa de medições in loco e atualizadas para mensuração mais acurada.

Palavras-chave: Avaliação de risco. AQRM. Balneabilidade. Doenças entéricas. Ostras. Esgoto sanitário.

ABSTRACT

The case study carried out on three beaches in the southern region of Santa Catarina Island, Tapera beach, Ribeirão da Ilha beach and Caiacangaçu, aimed to evaluate the health risks associated with ingesting water on beaches through swimming and eating oysters grown on these beaches. The quantitative assessment of microbiological risk was divided into two stages, referring to the ingestion of water by primary contact (evaluation 01) and referring to the ingestion of oysters contaminated by the Adenovirus (evaluation 02), and in two scenarios, the current sanitation situation in the region (scenario 01) and considering the implementation of a future centralized treatment system (scenario 02). For the risk assessment, data on *E.coli* made available by IMA were used, in a historical series from the years 2000 to 2023. In the assessments, Monte Carlo simulations were carried out with the aid of the @risk software for risks associated with pathogenic *E.coli* pathogens, Rotavirus, *Cryptosporidium parvum* and Adenovirus in oyster. In assessment 01, the highest probabilities were associated with the *E.coli* bacteria on the three beaches, considering its highest concentration in the waters, followed by Rotavirus and protozoa. It is noteworthy that the average annual infection probabilities in scenario 1 were all above the WHO acceptable value of 0.01%. Still in scenario 1, for *E.coli* data of up to 800 MPN/100 ml, limit established in CONAMA 274/2000, the annual probabilities for pathogenic *E.coli* and Rotavirus were still not sufficient to meet the WHO's acceptable level of 0.01%, with a minimum risk of 24% for *E.coli* between the three beaches and 0.1% for Rotavirus. Comparing the probabilities obtained between scenarios 1 and 2, reductions in risks were observed, but still not sufficient. Among the three beaches, Tapera beach presented higher concentrations of pathogens and greater health risks. In assessment 02, in both scenarios 1 and 2, the probabilities were 100%. This high probability was confirmed by the high dose involved in this consumption, considering the relationship based on the literature between the presence of *E.coli* in water and the presence of Adenovirus in oysters, where in this study all genomic copies were considered infectious, resulting in a high value and, therefore, high risks. It should also be noted that the high risks are justified by the Adenovirus characteristic of having a low infective dose. The results indicate a critical risk situation, but which requires on-site and updated measurements for more accurate measurement.

Keywords: Risk Assessment. QMRA. Balneability Enteric Diseases. Oysters. Sanitary sewage.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Resumo explicativo com os quatro componentes do saneamento básico: Abastecimento de água potável, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, esgotamento sanitário e limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.....	22
Figura 2 – Representação esquemática das possíveis formas de transmissão envolvendo patógenos relacionados às excretas humanas	24
Figura 3 – Representação esquemática de alternativas para um sistema convencional de tratamento de esgotos no lote.....	25
Figura 4 – Representação esquemática de sistema de tratamento de lodos ativados com aeração prolongada	26
Figura 5 – Gráfico indicando percentuais de destinações do esgoto gerado em Florianópolis	27
Figura 6 – Mapa com informações referentes à densidade populacional no município de Florianópolis	29
Figura 7 – Mapa com a delimitação de adensamentos urbanos na região do Sul da Ilha de Santa Catarina.....	30
Figura 8 – Mapas com informações referentes à hipsometria do município de Florianópolis	31
Figura 9 – Mapa com informações referentes à hidrografia do Sul da Ilha de Santa Catarina.....	33
Figura 10 – Mapa com informações referentes à permeabilidade do solo na região do Sul da Ilha.....	34
Figura 11 – Gráfico com informações referentes à precipitação e temperatura do município de Florianópolis/SC (1975-2019).....	35
Figura 12 – Mapas indicando as diferenças dos valores estimados de precipitação (mm) no trimestre de verão (janeiro, fevereiro e março) no município de Florianópolis em 2017.....	35
Figura 13 – Imagem de ponto de saída de drenagem na Praia da Tapera	36
Figura 14 – Imagem de ponto de saída de drenagem na Praia da Tapera	36
Figura 15 – Imagem de ponto de saída de drenagem na Praia do Ribeirão da Ilha..	37
Figura 16 – Imagem de ponto de saída de drenagem na Praia do Ribeirão da Ilha..	37
Figura 17 – Imagem de ponto de saída de drenagem na Praia de Caiacangaçu	38
Figura 18 – Imagem de ponto de saída de drenagem na Praia de Caiacangaçu	38

Figura 19 – Imagem de uso da água na Praia da Tapera no dia 7 de janeiro de 2023	39
Figura 20 – Imagem de uso da água na Praia do Ribeirão da Ilha no dia 7 de janeiro de 2023	39
Figura 21 – Imagem de uso da água na Praia de Caiacangaçu no dia 7 de janeiro de 2023	40
Figura 22 – Placa de informação acerca da balneabilidade na praia do Ribeirão da Ilha	41
Figura 23 – Placa de informação acerca da balneabilidade na praia da Tapera	41
Figura 24 – Placa de informação acerca da balneabilidade na praia de Caiacangaçu	42
Figura 25 – Figura com gráfico indicando regressão linear realizada entre a quantificação de Adenovírus (HadV) em GC/ g presente em ostras e a bactéria <i>E. coli</i> (NMP/100 ml) na sua água de cultivo	45
Figura 26 - Distribuição dos agentes etiológicos mais identificados em surtos de DTHA, Brasil de 2013 a 2022	47
Figura 27 – Representação esquemática de vírus entéricos e suas respectivas doenças relacionadas	48
Figura 28 – Representação esquemática das quatro etapas que compõem a Avaliação Quantitativa de Risco Microbiológico	53
Figura 29 – Representação esquemática de como ocorre a caracterização da exposição à infecção	55
Figura 30 – Fluxograma metodológico	58
Figura 31 – Mapa de localização dos pontos avaliados no estudo	59
Figura 32 – Ilustração da praia de Ribeirão da Ilha, Florianópolis/SC	60
Figura 33 – Ilustração da praia de Tapera, Florianópolis/SC	60
Figura 34 – Ilustração da praia de Caiacangaçu, Florianópolis/SC	61
Figura 35 – Fluxograma metodológico - Avaliação 01	62
Figura 36 – Fluxograma metodológico - Avaliação 02	68
Figura 37 - Figura com gráfico indicando regressão linear realizada entre a quantificação de Adenovírus (HadV) em GC/ g presente em ostras e a bactéria <i>E. coli</i> (NMP/100 ml) na sua água de cultivo	69
Figura 38 – Distribuição de frequência de dados de <i>E. coli</i> em NMP/100 ml das praias da Tapera, Ribeirão da Ilha e Caiacangaçu, respectivamente	74

Figura 39 – Praia da Tapera – Concentrações médias anuais por estação do ano (verão e inverno) de dados de <i>E. coli</i> em NMP/100 ml (log 10) disponibilizados pelo IMA de período entre 2000 a 2023	77
Figura 40 - Praia do Ribeirão – Concentrações médias anuais por estação do ano (verão e inverno) de dados de <i>E. coli</i> em NMP/100 ml (log 10) disponibilizados pelo IMA de período entre 2000 a 2023	79
Figura 41 - Praia de Caiacangaçu – Concentrações médias anuais por estação do ano (verão e inverno) de dados de <i>E. coli</i> em NMP/100 ml (log 10) disponibilizados pelo IMA de período entre 2000 a 2023	81
Figura 42 - Distribuição triangular do volume de água ingerida em miligramas por evento de exposição por contato primário de 1 hora por adultos.....	83
Figura 43 - Distribuição triangular do volume de água ingerida em miligramas por evento de exposição por contato primário de 1 hora por crianças.....	84
Figura 44 - Tapera – Simulação $P_i(d)$ – <i>E. coli patogênica</i> – Cenário 1	85
Figura 45 - Tapera - Simulação $P_i(d)$ – <i>E. coli patogênica</i> - Cenário 2.....	85
Figura 46 - Tapera – Simulação $P_i(d)$ (Crianças) – <i>E. coli patogênica</i> – Cenário 1...86	
Figura 47 - Tapera – Simulação $P_i(d)$ (Crianças) – <i>E. coli patogênica</i> – Cenário 2...86	
Figura 48 - Tapera – Simulação $P_i(d)$ – Rotavírus – Cenário 1	87
Figura 49 - Tapera – Simulação $P_i(d)$ – Rotavírus – Cenário 2	87
Figura 50 - Tapera – Simulação $P_i(d)$ – <i>Cryptosporidium parvum</i> – Cenário 1	88
Figura 51 - Tapera – Simulação $P_i(d)$ – <i>Cryptosporidium parvum</i> – Cenário 2	88
Figura 52 - Tapera – Simulação $P_i(A)$ – <i>E. coli patogênica</i> – Cenário 1	90
Figura 53 - Tapera - Simulação $P_i(A)$ – <i>E. coli patogênica</i> – Cenário 2.....	90
Figura 54 - Tapera – Simulação $P_i(A)$ (Crianças) – <i>E. coli patogênica</i> – Cenário 1 ..91	
Figura 55 - Tapera – Simulação $P_i(A)$ (Crianças) – <i>E. coli patogênica</i> – Cenário 2 ..91	
Figura 56 - Tapera - Simulação $P_i(A)$ – Rotavírus – Cenário 1	92
Figura 57 - Tapera - Simulação $P_i(A)$ – Rotavírus – Cenário 2.....	92
Figura 58 - Tapera - Simulação $P_i(A)$ – <i>Cryptosporidium parvum</i> - Cenário 1.....	93
Figura 59 - Tapera - Simulação $P_i(A)$ – <i>Cryptosporidium parvum</i> - Cenário 2.....	93
Figura 60 – Ribeirão – Simulação $P_i(d)$ – <i>E. coli patogênica</i> – Cenário 1.....	95
Figura 61 – Ribeirão - Simulação $P_i(d)$ – <i>E. coli patogênica</i> - Cenário 2	95
Figura 62 – Ribeirão – Simulação $P_i(d)$ (Crianças) – <i>E. coli patogênica</i> – Cenário 196	
Figura 63 – Ribeirão – Simulação $P_i(d)$ (Crianças) – <i>E. coli patogênica</i> – Cenário 296	
Figura 64 - Ribeirão - Simulação $P_i(d)$ – Rotavírus – Cenário 1	96

Figura 65 - Ribeirão - Simulação Pi(d) – Rotavírus – Cenário 2	96
Figura 66 - Ribeirão - Simulação Pi(d) – <i>Cryptosporidium parvum</i> - Cenário 1	97
Figura 67 - Ribeirão - Simulação Pi(d) – <i>Cryptosporidium parvum</i> - Cenário 2	97
Figura 68 - Ribeirão – Simulação Pi(A) – <i>E. coli patogênica</i> – Cenário 1	98
Figura 69 - Ribeirão - Simulação Pi(A) – <i>E. coli patogênica</i> – Cenário 2.....	98
Figura 70 - Ribeirão – Simulação Pi(A) (Crianças) – <i>E. coli patogênica</i> – Cenário 1	99
Figura 71 - Ribeirão – Simulação Pi(A) (Crianças) – <i>E. coli patogênica</i> – Cenário 2	99
Figura 72 - Ribeirão - Simulação Pi(A) – Rotavírus – Cenário 1	100
Figura 73 - Ribeirão - Simulação Pi(A) – Rotavírus – Cenário 2.....	100
Figura 74 – Ribeirão – Simulação Pi(A) – <i>Cryptosporidium parvum</i> – Cenário 1	101
Figura 75 – Ribeirão – Simulação Pi(A) – <i>Cryptosporidium parvum</i> – Cenário 2	101
Figura 76 - Caiacangaçu – Simulação Pi(d) – <i>E. coli patogênica</i> - Cenário 1	102
Figura 77 - Caiacangaçu - Simulação Pi(d) – <i>E. coli patogênica</i> - Cenário 2	102
Figura 78 - Caiacangaçu - Simulação Pi(d) (Crianças) – <i>E. coli patogênica</i> - Cenário 1	103
Figura 79 - Caiacangaçu - Simulação Pi(d) (Crianças) – <i>E. coli patogênica</i> - Cenário 2	103
Figura 80 - Caiacangaçu - Simulação Pi(d) – Rotavírus – Cenário 1.....	104
Figura 81 - Caiacangaçu - Simulação Pi(d) – Rotavírus - Cenário 2	104
Figura 82 - Caiacangaçu - Simulação Pi(d) – <i>Cryptosporidium parvum</i> – Cenário 1	104
Figura 83 - Caiacangaçu - Simulação Pi(d) – <i>Cryptosporidium parvum</i> - Cenário 2	104
Figura 84 - Caiacangaçu – Simulação Pi(A) – <i>E. coli patogênica</i> - Cenário 1	105
Figura 85 - Caiacangaçu - Simulação Pi(A) – <i>E. coli patogênica</i> – Cenário 2	105
Figura 86 - Caiacangaçu - Simulação Pi(A) (Crianças) – <i>E. coli patogênica</i> - Cenário 1.....	106
Figura 87 - Caiacangaçu - Simulação Pi(A) (Crianças) – <i>E. coli patogênica</i> - Cenário 2.....	106
Figura 88 - Caiacangaçu - Simulação Pi(A) – Rotavírus – Cenário 1	107
Figura 89 - Caiacangaçu - Simulação Pi(A) – Rotavírus – Cenário 2	107
Figura 90 - Caiacangaçu - Simulação Pi(A) – <i>Cryptosporidium parvum</i> - Cenário 1	107
Figura 91 - Caiacangaçu - Simulação Pi(A) – <i>Cryptosporidium parvum</i> - Cenário 2	107

Figura 92 - Distribuição de frequência de dados de Adenovírus <i>em</i> GC/g obtidos para a contaminação das ostras na praia do Ribeirão da Ilha.....	111
Figura 93 - Reside em Florianópolis?	112
Figura 94 - Qual modo de consumo das ostras?.....	112
Figura 95 - Qual local de consumo das ostras?	112
Figura 96 - Qual a sua idade?.....	112
Figura 97 – Distribuição de frequência do volume de ostras consumidas por evento	113
Figura 98 - Distribuição da frequência de de consumo de ostras no ano	113
Figura 99 – Simulação $P_i(d)$ – Adenovírus nas ostras	114
Figura 100 – Simulação $P_i(A)$ – Adenovírus nas ostras	114
Figura 101 – Simulação Probabilidade de doença – Adenovírus.....	115

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Volume médio de água em ml/h ingerido por adultos e crianças em contato primário com as águas	63
Tabela 2 – Distribuição triangular dos volumes de água em ml/h ingeridos por adultos e crianças no contato primário com as águas	64
Tabela 3 – Análise estatística descritiva (mínimo, média, máximo e desvio padrão) e distribuição de frequência dos dados de concentração de <i>E. coli</i> em NMP/100 ml disponibilizados pelo IMA nas praias da Tapera, Ribeirão da Ilha e Caiacangaçu no período entre 2000 e 2023.....	74
Tabela 4 – Praia da Tapera – Concentrações médias anuais por estação do ano (verão e inverno) de dados de <i>E. coli</i> em NMP/100 ml disponibilizados pelo IMA de período entre 2000 a 2023	76
Tabela 5 – Praia do Ribeirão – Concentrações médias anuais por estação do ano (verão e inverno) de dados de <i>E. coli</i> em NMP/100 ml disponibilizados pelo IMA de período entre 2000 a 2023	78
Tabela 6 – Praia de Caiacangaçu – Concentrações médias anuais por estação do ano (verão e inverno) de dados de <i>E. coli</i> em NMP/100 ml disponibilizados pelo IMA de período entre 2000 a 2023.....	80
Tabela 7 – Resumo de resultados de probabilidade média de infecção pontual e anual médias da praia da Tapera em porcentagem	93
Tabela 8 – Resumo de resultados de probabilidade média de infecção pontual e anual em porcentagem da praia do Ribeirão em porcentagem	101
Tabela 9 – Resumo de resultados de probabilidade média de infecção pontual e anual em porcentagem da praia de Caiacangaçu em porcentagem.....	108
Tabela 10 – Resumo de resultados de probabilidade média de infecção pontual e anual em porcentagem das três praias.....	108
Tabela 11 – Análise estatística quantitativa (mínimo, média, máximo e desvio padrão) e distribuição de frequência dos dados de quantidade de ostras consumidas em gramas por evento e frequência anual de consumo de ostras.....	113

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
AQRM Avaliação Quantitativa de Risco Microbiológico
Celesc Centrais Elétricas de Santa Catarina
Cetesb Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Conama Conselho Nacional do Meio Ambiente
DALY *Disability-adjusted life of year*
DBO Demanda bioquímica de oxigênio
E. coli Escherichia coli
EAEC E. coli enterohemorrágica
EHEC E. coli enteroagregativa
EIEC E. coli enteroinvasiva
EPA Environmental Protection Agency
Epagri Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
EPEC E. coli enteropatogênica
ETEC E. coli enterotoxigênica
Funasa Fundação Nacional de Saúde
HAdV Adenovírus humano
IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMA Instituto do Meio Ambiente
NBR Norma brasileira
°C Graus celsius
OMS Organização Mundial da Saúde
PIB Produto Interno Bruto
PMISB Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico
PNCMB Programa Nacional de Controle Higiênico-Sanitário de Moluscos Bivalves
RV Rotavírus
SC Santa Catarina
SNIS Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
UFSC Universidade Federal de Santa Catarina
WHO World Health Organization

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	OBJETIVOS	21
2.1	OBJETIVO GERAL.....	21
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
3	REFERENCIAL TEÓRICO	22
3.1	SANEAMENTO.....	22
3.1.1	Sistemas de esgotamento sanitário no lote	24
3.1.2	Sistema de tratamento de esgoto centralizado	25
3.1.3	Situação do Saneamento no local de estudo – Distrito do Ribeirão da Ilha de Santa Catarina	26
3.1.3.1	<i>Poluição das águas</i>	31
3.2	USO DAS ÁGUAS DOS BALNEÁRIOS.....	39
3.2.1	Balneabilidade	40
3.2.2	Cultivo de moluscos	43
3.2.2.1	<i>Bioacumulação em ostras</i>	43
3.2.2.2	<i>Legislação quanto ao consumo de moluscos</i>	45
3.2.3	Doenças transmitidas por água e alimentos	46
3.3	PATÓGENOS ENTÉRICOS	48
3.3.1	Vírus entéricos	48
3.3.1.1	<i>Adenovírus</i>	49
3.3.1.2	<i>Rotavírus</i>	49
3.3.2	Protozoários	50
3.3.2.1	<i>Cryptosporidium parvum</i>	50
3.3.3	Coliformes totais e termotolerantes	50
3.3.3.1	<i>Escherichia coli</i>	50
3.3.4	Sobrevivência de patógenos no meio	51
3.4	AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DE RISCO MICROBIOLÓGICO	52
3.4.1	Formulação do problema e identificação do perigo	54
3.4.2	Avaliação da exposição	54
3.4.3	Avaliação dos efeitos à saúde	55
3.4.3.1	<i>Modelo Dose-Resposta Exponencial</i>	56
3.4.3.2	<i>Modelo Dose-Resposta Beta-Poisson</i>	56

	16
3.4.3.3	<i>Probabilidade de infecção anual</i>56
3.4.3.4	<i>Probabilidade de doença</i>57
3.4.4	Caracterização do risco57
4	METODOLOGIA58
4.1	LOCAL DE ESTUDO59
4.2	AVALIAÇÃO 01 – INGESTÃO DE ÁGUA POR CONTATO PRIMÁRIO.....61
4.2.1	Obtenção de dados62
4.2.2	Avaliação quantitativa de risco microbiológico62
4.2.2.1	<i>Formulação do problema e identificação do perigo</i>63
4.2.3	Avaliação da exposição63
4.2.4	Modelo Dose-Resposta65
4.2.4.1.1	<i>E. coli</i>65
4.2.4.1.2	<i>Rotavírus</i>66
4.2.4.1.3	<i>Cryptosporidium parvum</i>66
4.2.5	Caracterização do Risco66
4.3	AVALIAÇÃO 02 – INGESTÃO DE OSTRAS.....68
4.3.1	Obtenção de dados68
4.3.1.1	<i>Adenovírus</i>68
4.3.1.2	<i>Dados de consumo das ostras</i>69
4.3.2	Avaliação de risco microbiológico70
4.3.3	Formulação do problema e identificação do perigo70
4.3.4	Avaliação da exposição70
4.3.5	Modelo Dose-Resposta – Adenovírus humano71
4.3.6	Caracterização do Risco72
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO73
5.1	AVALIAÇÃO 01 - INGESTÃO DE ÁGUA POR CONTATO PRIMÁRIO82
5.1.1	Praia da Tapera84
5.1.1.1	<i>Probabilidade de infecção por dose ingerida $P_i(d)$</i>84
5.1.1.2	<i>Probabilidade de infecção anual $P_i(A)$</i>89
5.1.2	Praia do Ribeirão94
5.1.2.1	<i>Probabilidade de infecção por dose ingerida $P_i(d)$</i>94
5.1.2.2	<i>Probabilidade de infecção anual $P_i(A)$</i>98
5.1.3	Praia de Caiacangaçu101

5.1.3.1	<i>Probabilidade de infecção por dose ingerida $P_i(d)$</i>	101
5.1.3.2	<i>Probabilidade de infecção anual $P_i(A)$</i>	104
5.2	AVALIAÇÃO 02 – INGESTÃO DE OSTRAS CULTIVADAS NO RIBEIRÃO DA ILHA 110	
5.2.1	Cenário 1: Adenovírus nas ostras – situação atual de saneamento ..	113
5.2.2	Cenário 2: Adenovírus nas ostras – situação de saneamento futura .	115
6	CONCLUSÃO	117
7	RECOMENDAÇÕES	118
	REFERÊNCIAS	119
	APÊNDICES	128
	APÊNDICE I – RESULTADOS DA ENQUETE REALIZADA	129
	APÊNDICE II – RESULTADOS DE PROBABILIDADE DE INFECÇÃO ANUAL COM DADOS DE <i>E.COLI</i> ATÉ 800 NMP/100 ML	130
	APÊNDICE III – RESULTADOS DE <i>E.COLI</i> EM NMP/100 ML DAS ANÁLISES DO IMA	132

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, assim como em Santa Catarina e Florianópolis, os sistemas de esgotamento sanitário no lote são amplamente utilizados. Os sistemas no lote são implantados recorrentemente por serem uma alternativa atrativa em locais com baixa densidade populacional, onde a rede coletora de esgoto teria um custo mais elevado de implantação, considerando ainda as conformidades dos terrenos que podem tornar a tarefa de implantação mais difícil (IBGE, 2020). Deve-se destacar que essas soluções no lote, como é o caso das fossas sépticas e unidades complementares, são sistemas adequados quando construídos e operados corretamente (Brasil, 2019).

Alguns dos problemas que envolvem os sistemas no lote estão relacionados à falta de controle das soluções, abrindo espaço para possíveis irregularidades, como inadequações construtivas ou ligações do esgoto na rede de drenagem. Em Florianópolis/SC, de acordo com a prefeitura do município, esses sistemas individuais no lote não possuem cadastro atualizado que permita controlar e fiscalizar sua construção e manutenção (Florianópolis, 2011).

De acordo com o Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico (PMISB) (Florianópolis, 2021a) de 2021, 65% da população é atendida pelos serviços públicos de esgotamento sanitário, e 32% utilizam soluções individuais, entendidas no estudo como ligações irregulares, considerando a inexistência de fiscalização desses sistemas, exceto aqueles com aprovação pelo Habite-se Sanitário.

De acordo com o Estudo de Concepção do Esgotamento Sanitário em Florianópolis (2019), dentre as regiões da cidade que não são atendidas pelos sistemas públicos (semi) centralizados e que por isso dever contar com sistemas descentralizados de tratamento no lote, está toda a região do Sul da Ilha de Santa Catarina. Destaca-se que essa região apresenta elevado adensamento populacional, com variação de 1 a 5.000 habitantes por km² (Florianópolis, Floram e Ipuf, 2020) nas áreas próximas às margens das praias e faz parte dos núcleos de produção de ostras, contribuindo para o título de Florianópolis como maior produtor de ostras do país (Santos *et al.*, 2013), sendo o estado de Santa Catarina responsável por mais de 90% da produção nacional de ostras (Santos *et al.*, 2010).

Sistemas de saneamento seguros são definidos como aqueles que separam as excretas humanas do contato humano em todas as etapas do serviço de saneamento,

desde a coleta, até o transporte, tratamento e disposição final, possibilitando a interrupção da transmissão de patógenos entéricos (WHO, 2018). Os principais patógenos que trazem riscos de contaminação são bactérias, vírus, protozoários e helmintos - organismos entéricos presentes nas fezes de humanos infectados, que são transmitidos via fecal-oral (WHO, 2018).

O adensamento populacional nas regiões litorâneas tem reflexos diretos nos cenários de saneamento e na balneabilidade. A fim de trazer informações quanto a qualidade da água das praias, o Instituto do Meio Ambiente (IMA, [202-]) realiza pesquisa de balneabilidade em Santa Catarina desde 1976 em 237 pontos da costa, para determinar se as águas estão próprias ou impróprias para banho.

Além do monitoramento *in loco*, existem ferramentas que podem auxiliar na determinação dos riscos relacionados à exposição aos ambientes contaminados, como a Avaliação Quantitativa de Risco Microbiológico (AQRM). A AQRM permite o desenvolvimento e/ou a aplicação de modelos computacionais para determinar a proporção de diferentes patógenos presentes na água, e os riscos à saúde relacionados (Zhang *et al.*, 2019, Schijven *et al.*, 2019). A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda a aplicação da metodologia AQRM com uso da simulação de Monte Carlo para o cálculo de probabilidade de infecção anual nos indivíduos expostos aos riscos (Chen *et al.*, 2021, Haas; Rose; Gerba, 2014), sendo possível assim ser realizada comparação entre riscos existentes e o tolerável (WHO, 2006). A metodologia da AQRM estima o potencial risco de infecção e desenvolvimento de doença aos indivíduos expostos aos organismos patogênicos por meio de quatro etapas: identificação do perigo, avaliação da exposição, modelo dose-resposta e caracterização do risco (Owens *et al.*, 2020).

A aplicação da AQRM vem sendo realizada no meio acadêmico e por técnicos ligados aos gestores públicos, como ferramenta de apoio à tomada de decisão. Uma das áreas de grande aplicação é na gestão de riscos em balneários.

Neste trabalho a AQRM foi aplicada em um balneário na região Sul da Ilha de Santa Catarina, caracterizada pelo elevado turismo e pela atividade econômica característica da região, o cultivo de moluscos, com ênfase no cultivo de ostras.

Considerando a conformação da ausência de sistema de saneamento com rede coletora no local e a conseqüente potencial poluição do balneário, foi aplicada a metodologia de AQRM a fim de avaliar o risco associado à exposição por contato

primário de indivíduos às águas possivelmente contaminadas e a moluscos cultivados nestas águas. Foram realizadas simulações considerando a poluição das águas a partir da situação atual do saneamento na região, e a partir da melhora que a qualidade da água teria, uma vez implementado um sistema (semi) centralizado de tratamento de esgoto (cenário futuro). Foram avaliados os riscos referentes à infecção dos indivíduos expostos às águas contaminadas pelo Rotavírus, *Escherichia coli* e pelo protozoário *Cryptosporidium parvum*, e à ingestão de moluscos contaminados pelo Adenovírus humano.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o potencial risco à saúde da população no contato com águas contaminadas, considerando o cenário do esgotamento sanitário e os resultados de balneabilidade nas praias do Sul da Ilha de Santa Catarina.

2.2 Objetivos Específicos

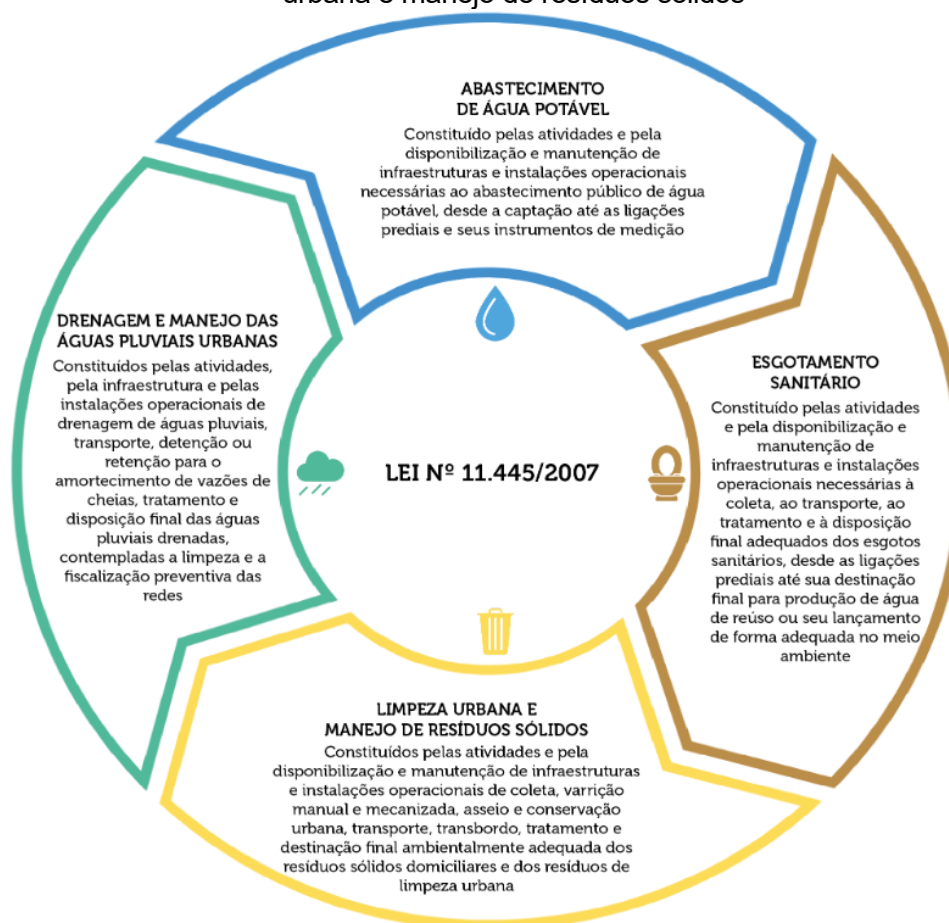
- Avaliar o risco microbiológico à saúde humana na ingestão de águas contaminadas pelo Rotavírus, *Cryptosporidium parvum* e *Escherichia coli* nas praias da Tapera, Ribeirão da Ilha e Caiacangaçu, em Florianópolis/SC, considerando o cenário atual de saneamento.
- Estimar a melhora na qualidade das águas dos balneários estudados e os respectivos riscos à saúde humana, uma vez implantado um sistema de tratamento de esgotos centralizado.
- Avaliar o risco associado à ingestão de ostras cultivadas em águas dos balneários estudados, contaminadas pelo Adenovírus humano.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 SANEAMENTO

Saneamento básico, de acordo com a Lei nº 11.445/2007 (Brasil, 2007), é o conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas e esgotamento sanitário (Figura 1).

Figura 1 – Resumo explicativo com os quatro componentes do saneamento básico: Abastecimento de água potável, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, esgotamento sanitário e limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos



Fonte: SNIS (2021a).

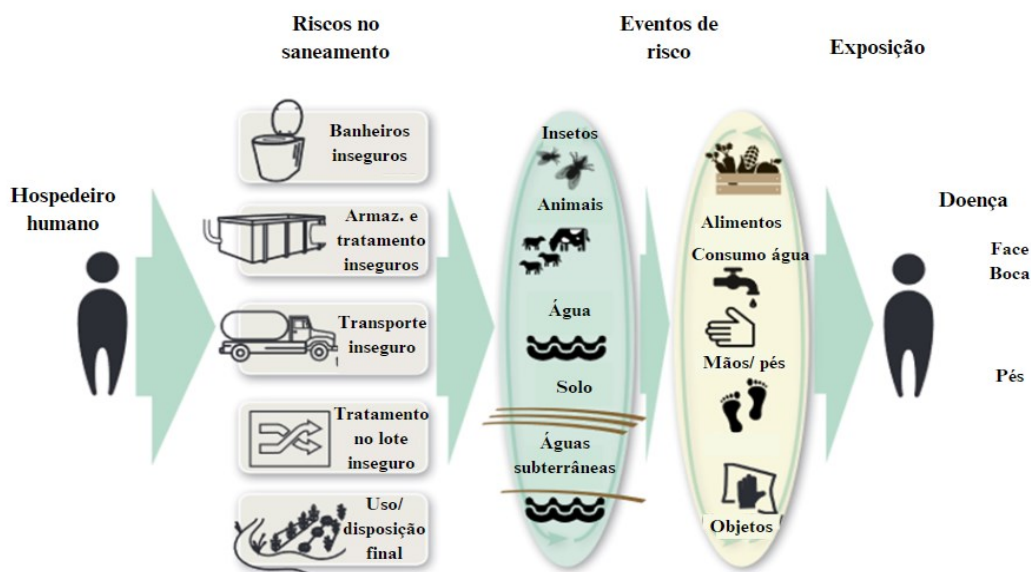
Ainda, é previsto na legislação que os serviços públicos de esgotamento sanitário são constituídos por coleta, transporte e tratamento ou disposição final dos

efluentes provenientes tanto de sistemas coletivos quanto individuais, incluindo as fossas sépticas e complementares (Brasil, 2007).

A existência de saneamento adequado, considerando todas as suas formas, é essencial para a manutenção da saúde e qualidade de vida da população, levando em conta que a sua falta é um dos maiores contribuintes para a incidência de diarreias, que é uma das mais preocupantes questões em saúde pública, tendo em vista suas consequências para crianças com menos de cinco anos em países subdesenvolvidos e em desenvolvimento (WHO, 2018).

Sistemas de saneamento seguros são definidos como aqueles que separam as excretas humanas do contato humano em todas as etapas do serviço de saneamento, desde a coleta até o transporte, tratamento e disposição final, possibilitando a interrupção da transmissão de patógenos entéricos, evitando sua inserção nos ambientes aquáticos. Os principais patógenos que trazem riscos de contaminação são bactérias, vírus, protozoários e helmintos, organismos entéricos, presentes nas fezes de humanos infectados, que são transmitidos via fecal-oral, com rotas de transmissão pelo toque de objetos contaminados, consumo de alimentos e água contaminados e banho em águas contaminadas (WHO, 2018) (Figura 2).

Figura 2 – Representação esquemática das possíveis formas de transmissão envolvendo patógenos relacionados às excretas humanas



Fonte: Adaptado de WHO (2018).

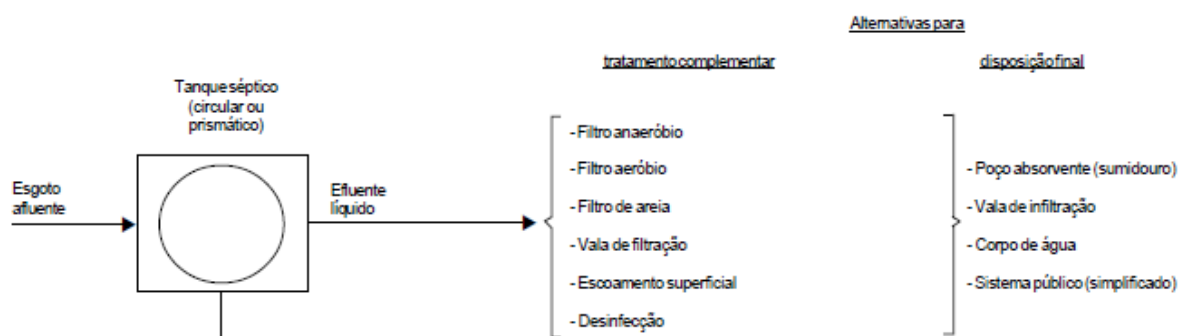
3.1.1 Sistemas de esgotamento sanitário individual no lote

Sistema alternativo individual para o tratamento de esgotos, o tanque séptico ou fossa séptica é um dispositivo que tem objetivo de receber o esgoto sanitário e tratar de forma compatível à sua simplicidade e custo, estabilizando os compostos e substâncias recebidos. A fossa séptica foi inventada em 1860 por Jean Louis Mouras, quando construiu um tanque em alvenaria para a coleta de esgoto antes de sua destinação aos sumidouros e, anos mais tarde, após experimentos, patenteou o modelo em 1881 (Jordão; Pessoa, 1995).

Com a finalidade de regular a execução e manutenção desse sistema tão importante para a preservação da saúde humana e ambiental, há duas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT): a Norma Brasileira (NBR) 7229:1993 (ABNT, 1993), referente ao projeto, a construção e a operação dos sistemas de tanques sépticos; e a NBR 13969:1997 (ABNT, 1997), referente as unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos.

Na Figura 3 é apresentado o esquema com alternativas de composição do sistema convencional no lote de acordo com a norma da ABNT.

Figura 3 – Representação esquemática de alternativas para um sistema convencional de tratamento de esgotos no lote.



Fonte: ABNT (1993).

Alternativa mais comumente utilizada, a unidade de vala de infiltração, segundo a NBR 13969:1993 (ABNT, 1997), é o sistema de disposição final do efluente proveniente do tratamento do tanque séptico e complementares. O sistema é constituído por caixa de distribuição e inspeção, tubulação perfurada e camada de brita.

Essas valas são utilizadas quando o nível do lençol freático é bastante alto, como no caso de cidades litorâneas, não sendo possível a disposição de sumidouros (Funasa, 2014).

Sendo o enquadramento do sistema composto por tanque séptico e complementares considerados como unidades de tratamento secundário, a estimativa de redução de patógenos no efluente após passar por esses sistemas é de 1 a 3 log de redução para a bactéria *E. coli*, de 0.5 a 2 log de redução para vírus entéricos e de 0.5 a 1 log de redução para *Cryptosporidium* (WHO, 2016).

3.1.2 Sistema de tratamento de esgoto centralizado

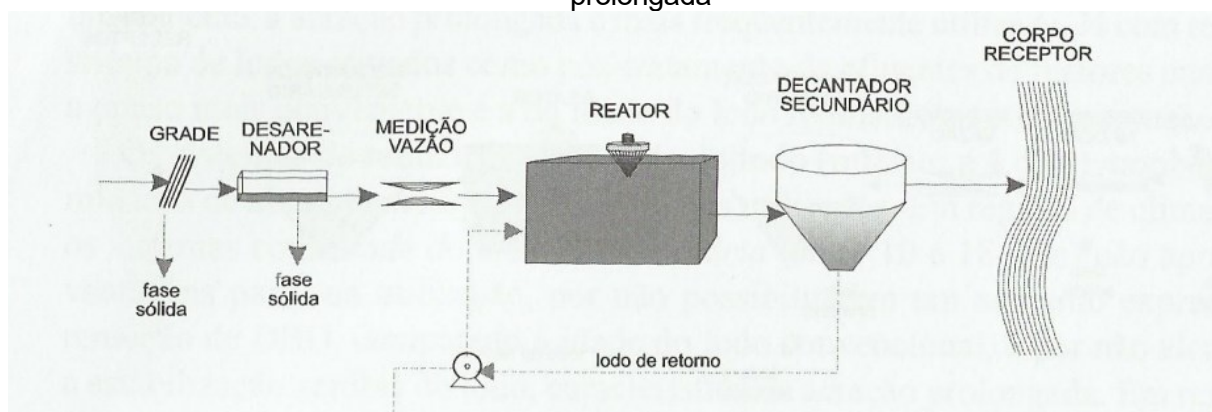
Sistemas de tratamento de esgoto centralizados, com rede coletora, são comumente considerados a principal concepção de esgotamento sanitário, fazendo parte das principais estatísticas de saneamento do país.

Os sistemas de tratamento de esgoto compostos por processos biológicos são aplicados ao esgoto sanitário pela sua elevada concentração de matéria orgânica. O tratamento biológico aeróbio, como é o caso dos sistemas de lodos ativados, realizam uma reprodução dos mecanismos de biodegradação que ocorre no meio naturalmente (Cordi *et al.*, 2008).

O sistema de tratamento considerado nesse trabalho é o sistema de lodos ativado, concebido no Reino Unido por Arden e Lockett, em 1914 (von Sperling, 2016). Esse sistema é amplamente utilizado para o tratamento de despejos domésticos e industriais, mundialmente, se encaixando quando o objetivo é uma alta qualidade do efluente tratado e área com tamanho reduzido (von Sperling, 2016).

Dentre as variantes do sistema de lodos ativados, a de aeração prolongada, segundo von Sperling (2016), apesar de utilizar maior energia no processo de aeração, possui maior eficiência na remoção de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). O sistema é composto por gradeamento, desarenador, reator (tanque de aeração), decantador secundário e recirculação do lodo (Figura 4).

Figura 4 – Representação esquemática de sistema de tratamento de lodos ativados com aeração prolongada



Fonte: von Sperling (2016).

Sendo o enquadramento do sistema composto por lodos ativados, como tratamento secundário, a estimativa de redução de patógenos após esses sistemas é de 1 a 3 log de redução para a bactéria *E. coli*, de 0.5 a 2 log de redução para vírus entéricos e de 0.5 a 1 log de redução para *Cryptosporidium* (WHO, 2016).

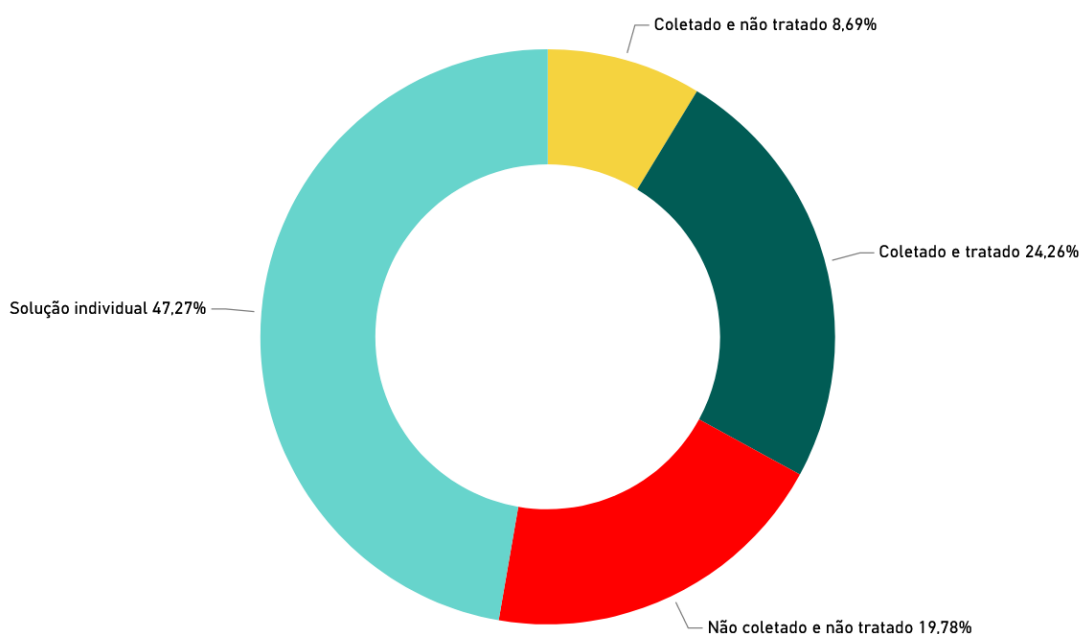
3.1.3 Situação do Saneamento no local de estudo – Distrito do Ribeirão da Ilha de Florianópolis

Em Florianópolis/SC, os sistemas de tratamento de esgoto, quando presentes, são compostos por rede coletora e estação centralizada, ou por sistemas no lote, compostos principalmente por tanque séptico e sumidouro, e tanque séptico e filtro anaeróbio, com efluente despejado na drenagem. Em casos da ausência de

sistemas de tratamento, ocorrem lançamentos do efluente bruto direto na drenagem (Florianópolis, 2011).

De acordo com dados do Atlas de Esgoto da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2013), em Florianópolis, 47,27% do esgoto gerado é tratado por soluções individuais (Figura 5), e de acordo com dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2021b), há coleta de 65,14% de esgoto. Ainda, de acordo com o PMISB (Florianópolis, 2021a), 65% da população é atendida pelos serviços públicos de esgotamento sanitário, e 32% utilizam soluções individuais, entendidos no estudo majoritariamente como sendo ligações irregulares, considerando a inexistência de fiscalização desses sistemas, exceto aqueles com aprovação pelo Habite-se Sanitário.

Figura 5 – Gráfico indicando percentuais de destinações do esgoto gerado em Florianópolis



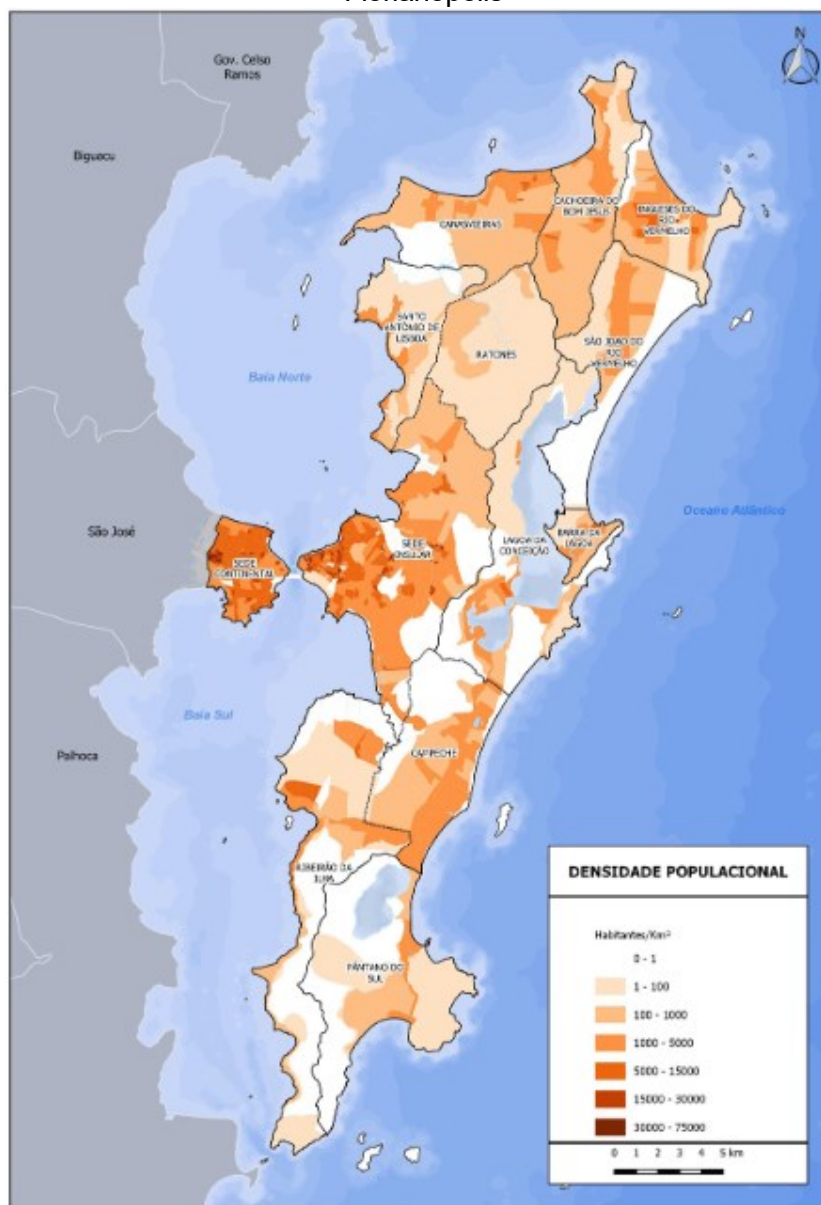
Fonte: ANA (2013).

De acordo com o Estudo de Concepção do Esgotamento Sanitário em Florianópolis (2019), dentre as regiões da cidade que não são atendidas pelos sistemas públicos semi centralizados e que por isso contam com sistemas descentralizados de tratamento no lote, está toda a região do Sul da Ilha de Santa Catarina.

Esses sistemas descentralizados são analisados e aprovados pela Vigilância em Saúde de Florianópolis. As orientações acerca dos critérios de implantação desses sistemas estão previstas em documento da prefeitura de 2019, recomendando que o efluente tratado seja disposto no solo, porém, nos locais sem viabilidade, é permitida a disposição na drenagem pluvial urbana, desde que o sistema possua tratamento terciário com desinfecção (Florianópolis, 2019). Caso o sistema de tratamento for composto por Estação de Tratamento de Efluentes Sanitários - ETE com vazão entre $0,5 \leq Q < 1,5$ l/s, o mesmo estará sujeito ao processo de licenciamento ambiental junto à Fundação Municipal de Meio Ambiente – FLORAM, com eficiência atendendo à legislação vigente (Florianópolis, 2019).

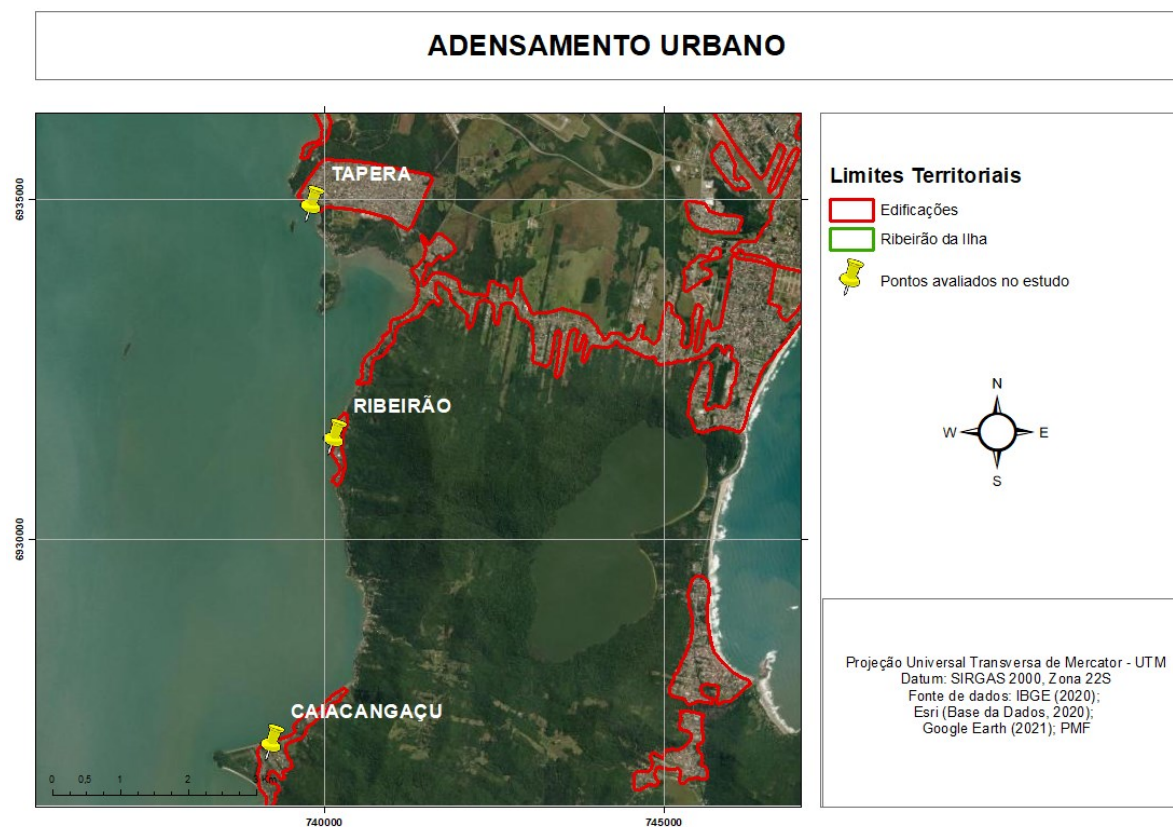
De acordo com informações do PMISB, com dados do Ipuf, em 2008, no município de Florianópolis, a população residente estava estimada em 497.817 pessoas e, em 2030, a população é estimada em 756.251 pessoas, podendo chegar a 1.303.118 de pessoas, considerando a população flutuante nos meses de dezembro a março, quando o turismo na cidade aumenta consideravelmente. No Ribeirão da Ilha, a população residente e flutuante somada foi estimada em 33.799 pessoas em 2008, podendo chegar em 2030 com a estimativa de, aproximadamente, 42.445 pessoas (Florianópolis, 2011). A densidade populacional no município em 2022 foi de 796,06 habitantes por km² segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, c2023). Nos mapas da Figura 6 e Figura 7 estão apresentadas informações referentes à densidade populacional nas zonas do município e adensamento urbano na região do Sul da Ilha de Florianópolis.

Figura 6 – Mapa com informações referentes à densidade populacional no município de Florianópolis



Fonte: Florianópolis, Floram e Ipuf (2020).

Figura 7 – Mapa com a delimitação de adensamentos urbanos na região do Sul da Ilha de Santa Catarina

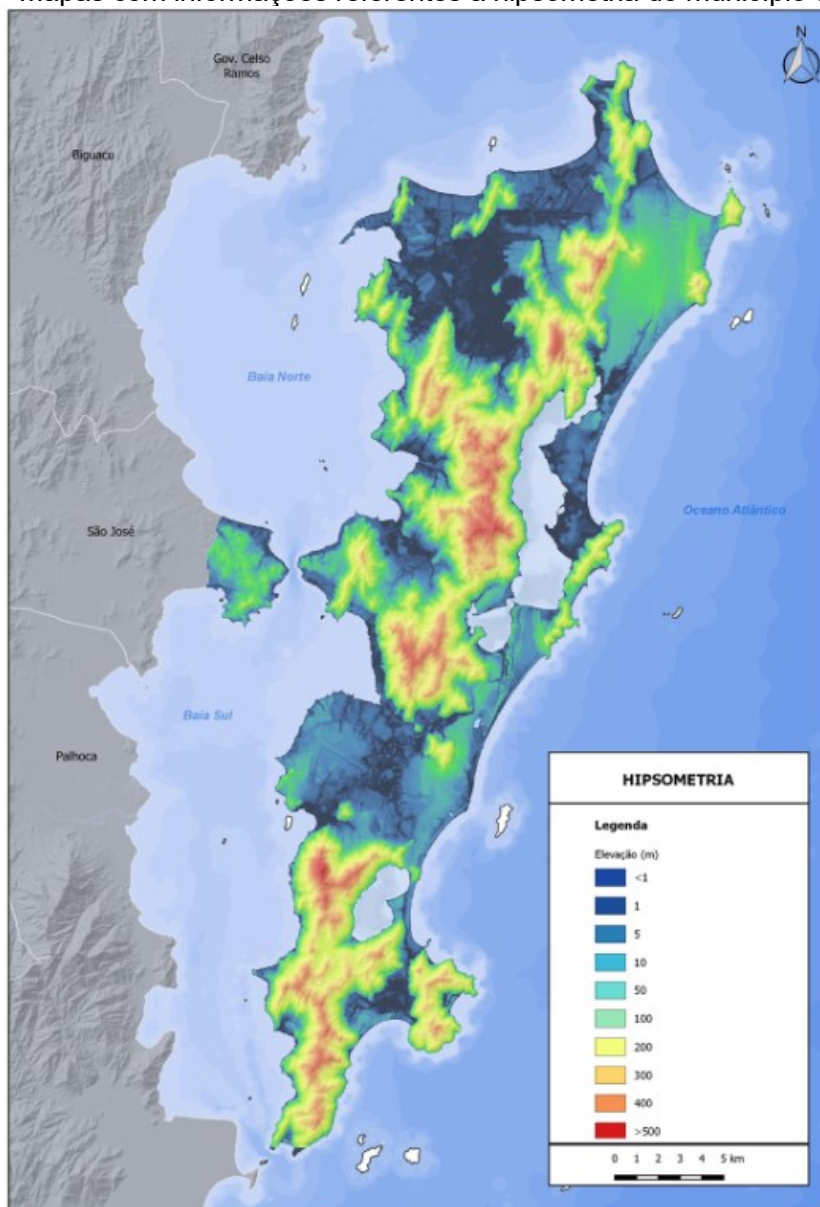


Fonte: Florianópolis, Floram e Ipuf (2020). Elaboração própria (2023)

A densidade demográfica em consonância com o adensamento urbano demonstra a maior concentração de pessoas nas áreas de centros dos bairros de Florianópolis, o qual é um fator preponderante nos municípios de Santa Catarina e de grande influência na tomada de decisão na implantação de sistemas de saneamento.

Com relação à declividade do terreno, de acordo com mapa do Plano Municipal da Mata Atlântica (Florianópolis; Floram; Ipuf, 2020), analisado na etapa de concepção de um sistema de saneamento, considerando que terrenos declivosos dificultam a instalação de redes coletoras de esgoto, as faixas próximas às praias do Sul da Ilha têm cotas variando de 300 metros a menos de 1 metro (Figura 8).

Figura 8 – Mapas com informações referentes à hipsometria do município de Florianópolis



Fonte: Florianópolis, Floram e Ipuf (2020).

3.1.3.1 Poluição das águas

De acordo com GESAMP (*United Nations Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution*) e ICES (*International Commission for the Exploration of the Sea*) há diferença entre os conceitos de Poluição e Contaminação. Contaminação é definida como a presença de concentrações elevadas, acima do nível normal existente, de substâncias na água, nos sedimentos ou organismos. Já poluição é definida como a introdução pelo homem, direta ou indiretamente de substâncias ou energia, resultando em efeitos nocivos que prejudiquem os recursos vivos, gerem

riscos à saúde humana e diminuem a qualidade da água para seu uso (Carapeto, 1999).

De acordo com a Resolução CONAMA 430 de 2011 (Brasil, 2011), a capacidade de suporte do corpo receptor é o valor máximo de determinado poluente que o corpo hídrico pode receber, sem comprometer a qualidade da água e seus usos.

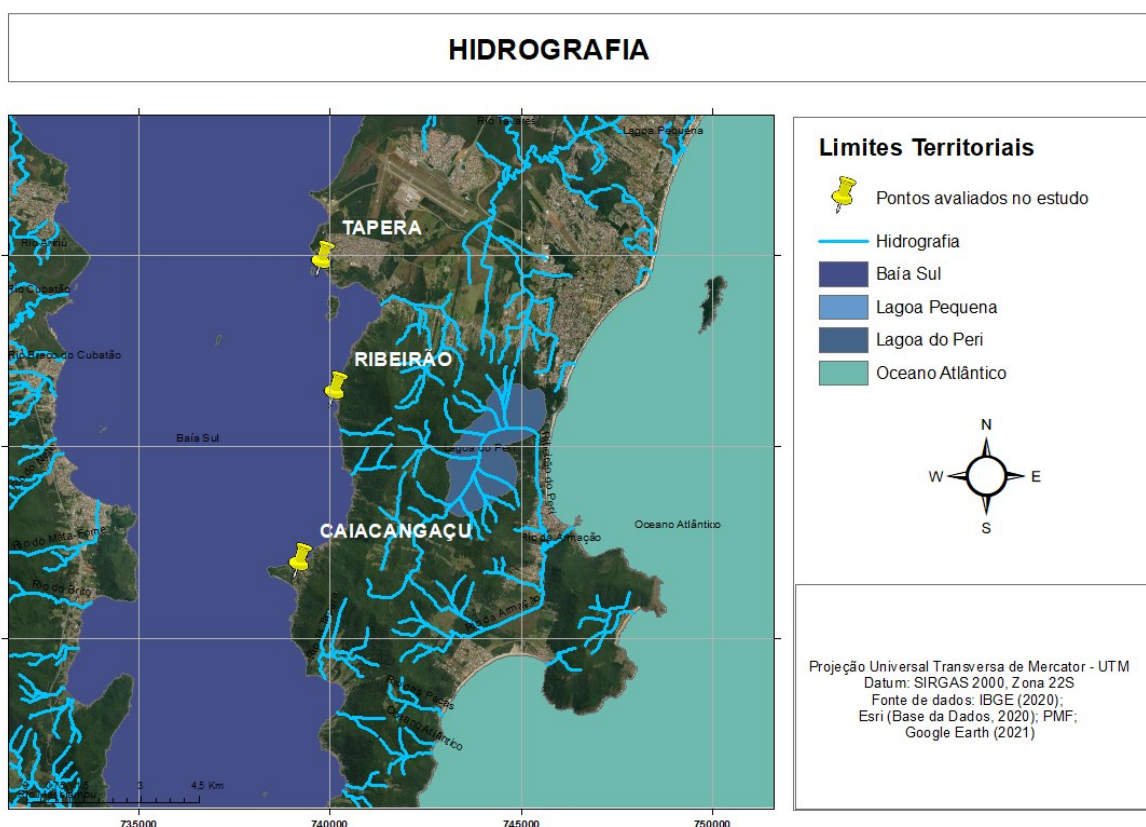
A disposição incorreta de esgotos nos solos, corpos d'água como nascentes, rios, lagos e drenagem urbana, conseqüentemente no mar, representa uma das principais causas de poluição hídrica, contribuindo para degradação do meio ambiente e veiculação de doenças entéricas (Florianópolis, 2021b).

O município de Florianópolis é vastamente irrigado, possui rede hidrográfica caracterizada por diversas bacias, cursos d'água e córregos de pequenas extensões e vazões, grande parte canalizados ou retificados e contaminados, desaguando nas baías Norte e Sul e no oceano Atlântico (Florianópolis, 2021b). As bacias hidrográficas do município são divididas em: Rio Ratonas, Saco Grande, Lagoa da Conceição, Itacorubi, Rio Tavares e Lagoa do Peri (Florianópolis, 2021b).

De acordo com o PMISB, os principais rios do município são: Rio Vermelho, Rio Ingleses, Rio Tavares, Rio Itacorubi, Rio Saco Grande e Rio Ratonas. Destaca-se a presença de dois aquíferos no município como fonte de captação de água com qualidade, o aquífero do Campeche e do Ingleses do Rio Vermelho, devido à existência de depósitos sedimentares permeáveis e porosos capazes de acumular e armazenar água na área (Florianópolis, 2021b).

A hidrografia na região do Sul da Ilha está apresentada no mapa na Figura 9, evidenciando a abundante abrangência de cursos d'água no local.

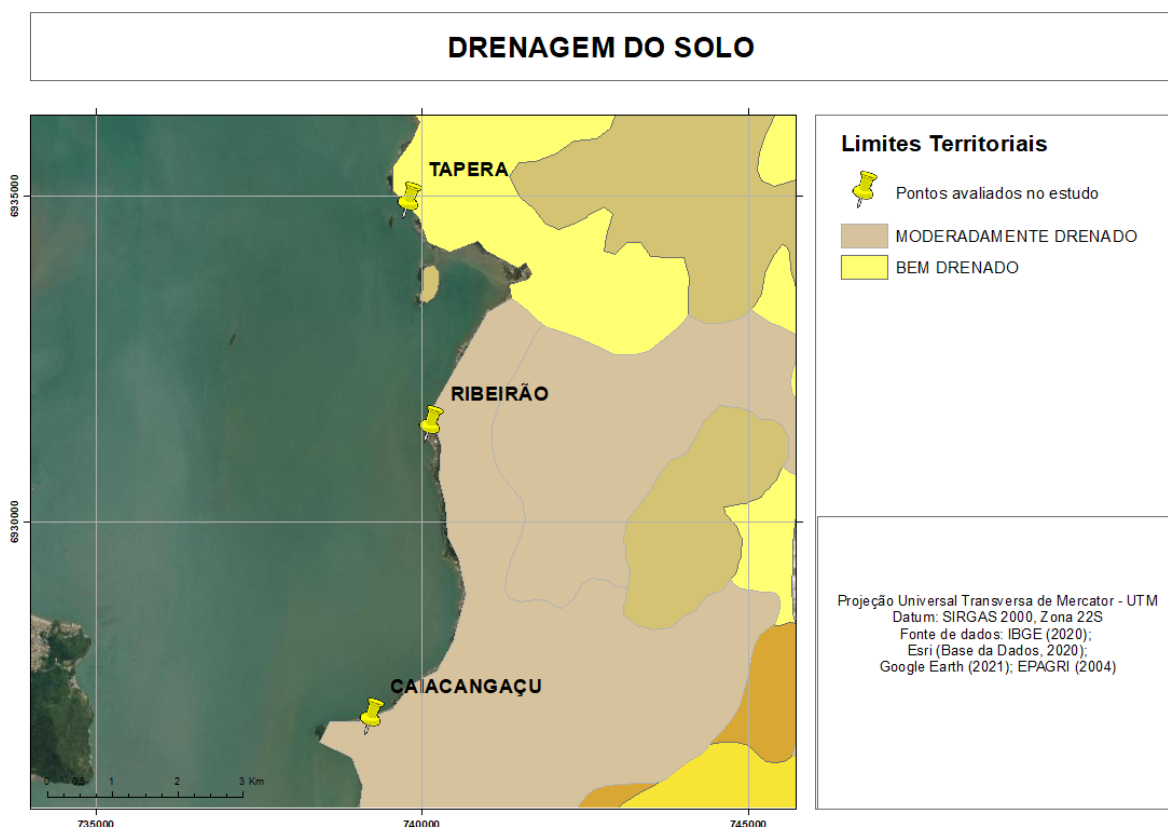
Figura 9 – Mapa com informações referentes à hidrografia do Sul da Ilha de Santa Catarina



Fonte: Florianópolis ([20--]). Elaboração própria (2023)

Na região do Sul da Ilha, no mapa da Figura 10, segundo dados da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) (Embrapa, 2018), pode ser observada a predominância do solo moderadamente drenado e bem drenado na região do Sul da Ilha, o que influencia diretamente no movimento de efluentes dispostos no solo, sendo fator considerado no cenário de potencial poluição das águas.

Figura 10 – Mapa com informações referentes à permeabilidade do solo na região do Sul da Ilha



Fonte: Embrapa (2018). Elaboração própria (2023)

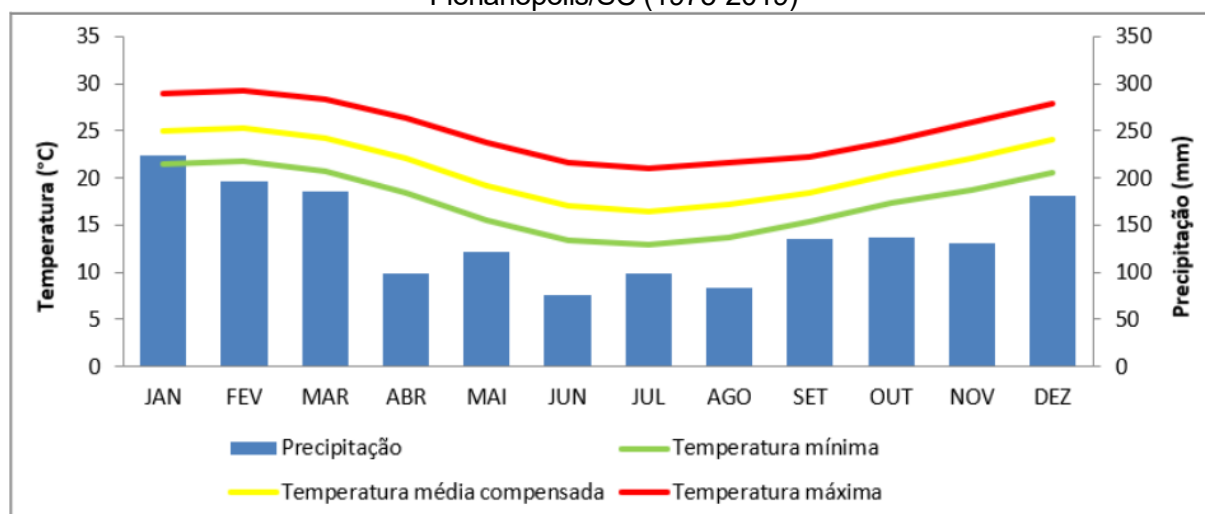
Outro fator contribuinte no estudo de poluição das águas é a precipitação em decorrência da lavagem das vias públicas e disposição nos dispositivos de drenagem pluvial urbana.

Segundo dados de série histórica entre 1975 e 2019 da Revista Brasileira de Climatologia, o regime pluviométrico do município apresentava 139,13 mm como média mensal, indicando o mês de janeiro como mais chuvoso, com 231,1 mm em junho, o mês com menor índice de precipitação, com média de 75,99 mm (Pereira e Nascimento Júnior, 2022).

Ainda, é observado que o período de maior concentração de chuva é nos meses correspondentes às estações verão e primavera, sem estação seca, considerando que as chuvas anuais são distribuídas por todas as estações do ano (Mendonça, 2002).

No mapa da Figura 11 é possível observar a relação entre precipitação e temperatura no município com a análise da série histórica entre os anos de 1975 e 2019.

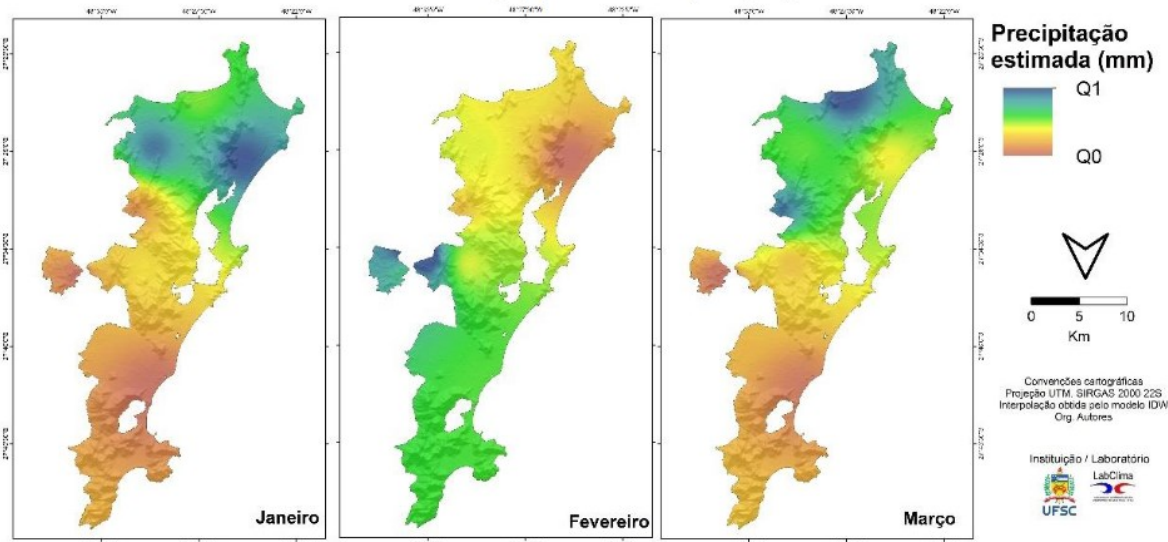
Figura 11 – Gráfico com informações referentes à precipitação e temperatura do município de Florianópolis/SC (1975-2019)



Fonte: Pereira e Nascimento Júnior (2022).

No mapeamento da Figura 12 é possível observar uma demonstração de diferença de precipitação nas regiões de Florianópolis na estação do verão, entre janeiro e março do ano de 2017, indicando que na região Sul do município, no mês de fevereiro, houve maior ocorrência de chuvas nesse ano (Pereira; Nascimento Júnior, 2022).

Figura 12 – Mapas indicando as diferenças dos valores estimados de precipitação (mm) no trimestre de verão (janeiro, fevereiro e março) no município de Florianópolis em 2017

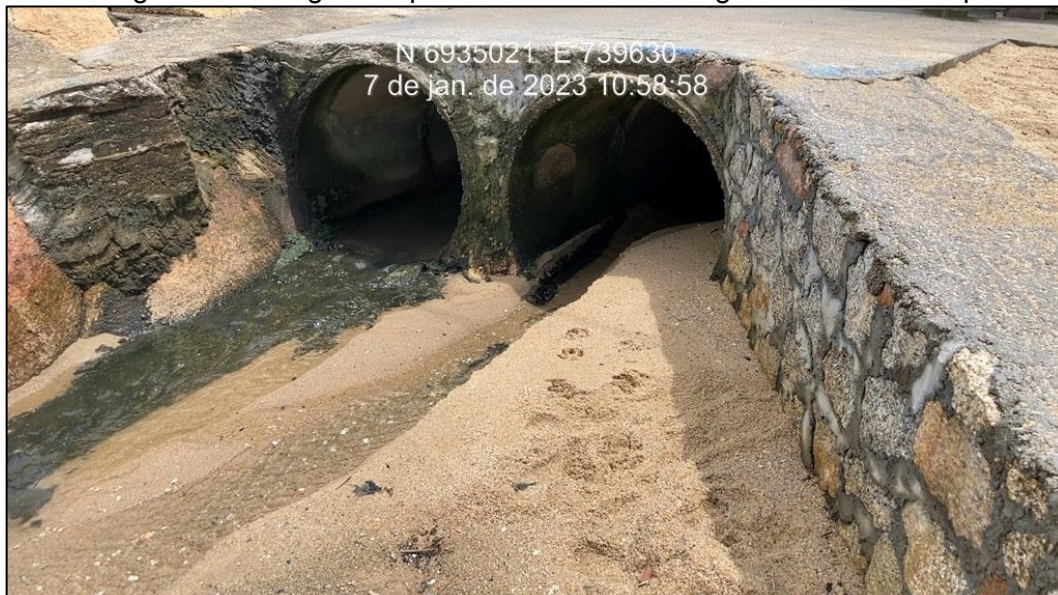


Fonte: Pereira e Nascimento Júnior (2022).

Na área de estudo nas praias da Tapera, Ribeirão da Ilha e Caiacangaçu, foram registradas, no dia 7 de janeiro de 2023, sem chuvas, saídas de águas na

drenagem pluvial urbana em pontos das praias, conforme ilustrado nas Figura 13 a Figura 18.

Figura 13 – Imagem de ponto de saída de drenagem na Praia da Tapera



Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 14 – Imagem de ponto de saída de drenagem na Praia da Tapera



Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 15 – Imagem de ponto de saída de drenagem na Praia do Ribeirão da Ilha



Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 16 – Imagem de ponto de saída de drenagem na Praia do Ribeirão da Ilha



Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 17 – Imagem de ponto de saída de drenagem na Praia de Caiacangaçu



Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 18 – Imagem de ponto de saída de drenagem na Praia de Caiacangaçu



Fonte: Elaboração própria (2023)

3.2 Uso das Águas dos Balneários

O presente estudo direciona-se às praias da Tapera, Ribeirão da Ilha e Caiacangaçu, que são rotas de turismo na estação do verão, principalmente entre os meses de dezembro e março, quando há uso das águas para recreação pelos banhistas e produção e consumo de ostras.

Nas imagens das Figura 19, Figura 20 e Figura 21 podem ser observados registros das praias da Tapera, Ribeirão da Ilha e Caiacangaçu no dia 7 de janeiro de 2023.

Figura 19 – Imagem de uso da água na Praia da Tapera no dia 7 de janeiro de 2023



Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 20 – Imagem de uso da água na Praia do Ribeirão da Ilha no dia 7 de janeiro de 2023



Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 21 – Imagem de uso da água na Praia de Caiacangaçu no dia 7 de janeiro de 2023



Fonte: Elaboração própria (2023)

3.2.1 Balneabilidade

A definição de balneabilidade, segundo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb, [20--]), é a qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário, onde a possibilidade de ingerir quantidades apreciáveis de água é elevada.

No estado de Santa Catarina é realizada pesquisa de balneabilidade pelo (IMA, 202-) desde 1976 em 237 pontos da costa catarinense, a fim de analisar a qualidade das águas de cada balneário e determinar se as águas estão próprias ou impróprias para banho.

Os pontos são selecionados de forma que sejam avaliadas as áreas mais suscetíveis à poluição, com maior concentração de banhistas, sendo realizadas mensalmente de abril a outubro e semanalmente de novembro a março. Essa pesquisa é realizada a partir de análises da concentração da bactéria *E. coli*, indicadora de contaminação fecal. De acordo com o órgão, consideram-se cinco semanas consecutivas de coletas para um resultado confiável. Ainda, de acordo com a Cetesb ([20--]), alguns dos fatores que influenciam o resultado da balneabilidade

são: existência de coleta e disposição de efluente nas proximidades, existência de córregos afluentes ao mar, turismo acentuado, fisiografia da praia, ocorrência de precipitação e condições de maré.

Nas Figura 22, Figura 23 e Figura 24 é possível observar registros das placas de informação acerca da balneabilidade nas praias da Tapera, Ribeirão da Ilha e Caiaçangaçu.

Figura 22 – Placa de informação acerca da balneabilidade na praia do Ribeirão da Ilha



Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 23 – Placa de informação acerca da balneabilidade na praia da Tapera



Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 24 – Placa de informação acerca da balneabilidade na praia de Caiacangaçu



Fonte: Elaboração própria (2023)

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) nº 274, de 29 de novembro de 2000, prevê em seu artigo 2º que as águas salinas destinadas à balneabilidade devem ter sua condição avaliada nas categorias própria e imprópria (Brasil, 2000).

Ainda, de acordo com a resolução, considerando o critério de presença de *E. coli*, as águas próprias podem ser subdivididas em excelente, muito boa e satisfatória, sendo esta quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo 800 *E. coli* por 100 mililitros. As águas serão consideradas impróprias quando o valor obtido na última amostragem for superior a 2.000 *E. coli* por 100 mililitros. Na resolução há a indicação de sugestão de pesquisa de organismos patogênicos quando a balneabilidade for imprópria.

Destaca-se que a balneabilidade das praias está diretamente relacionada à contribuição recebida, por ser corpo receptor de cursos hídricos, drenagem pluvial e muitas vezes efluentes tratados. Dessa forma, a fim de controlar as ações humanas de lançamento de efluentes nos corpos hídricos, há a Resolução Conama nº 430, de

13 de maio de 2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes (Brasil, 2011). No artigo 5º da resolução, é previsto que efluentes não devem alterar a qualidade original do corpo receptor, assim no artigo 21 são determinados os parâmetros e limites que devem ser seguidos para o lançamento de efluentes de sistemas de tratamento de esgoto sanitário, porém nestes não há indicação de organismos patogênicos, nem mesmo de bactérias indicadoras de contaminação fecal.

3.2.2 Cultivo de moluscos

Na esfera nacional, o cultivo de ostras e mexilhões são a fração mais importante da malacocultura, sendo o estado de Santa Catarina o maior produtor nacional (Santos *et al.* 2013), e a espécie *Crassostrea gigas* é a espécie mais cultivada no estado (Souza, 2014). As principais atividades econômicas do município de Florianópolis são: serviços relacionados à tecnologia e desenvolvimento, com 45% do Produto Interno Bruto (PIB), turismo nacional e internacional e indústria pesqueira, com 70% da produção de ostras do país, se destacando no cenário nacional com a maricultura em crescimento (Florianópolis; Floram; IpuF, 2020).

Tendo em vista o cenário de saneamento atual de uma das regiões produtoras, o Sul da Ilha de Florianópolis, há grande preocupação quanto ao risco envolvido aos consumidores de moluscos bivalves (Souza, 2014). Esse risco é devido à alteração da qualidade das águas de cultivo e dos organismos cultivados pela contaminação microbiológica realizada por meio da inserção de patógenos virais nas águas do mar (Souza, 2014).

3.2.2.1 Bioacumulação em ostras

A espécie *Crassostrea gigas* pertence ao filo Mollusca, classe Bivalvia, ordem Ostreoida, família Ostreidae e gênero *Crassostrea*. Sua estrutura é composta por corpo protegido por duas conchas calcárias unidas por ligamento em uma das extremidades, e o corpo se mantém fixado à concha por músculo adutor, possuindo brânquias que estão envolvidas na respiração e filtração de alimentos (Farias, 2008).

De acordo com Pereira (2006), em média, uma ostra consegue filtrar 10 litros de água por hora. A concentração de partículas é muito maior nos tecidos desses organismos do que nas águas de cultivo (Souza, 2014), visto que partículas virais podem ter até 100 vezes maior concentração na carne do molusco do que na água de cultivo (Butt *et al.* 2004). Assim, a ausência de contaminação na água não indica a ausência de contaminação nos moluscos por vírus (Lenoch, 2003), assim como a ausência de *Escherichia* nos moluscos não indica a ausência de vírus e protozoários, pois a bactéria possui menos resistência no meio e ao processo de filtro do próprio molusco (Ortega *et al.* 2009; Burri; Vale, 2006).

Considerando a informação de Gabutti *et al.* (2000), de possível permanência de vírus entéricos na água do mar por até 130 dias, período muito maior que o observado para os coliformes termotolerantes, de acordo com estudos, os vírus são capazes de persistir ainda por mais tempo nos tecidos dos moluscos (Richards, 2003; Caballero *et al.*, 2004; Le Guyader *et al.*, 2006).

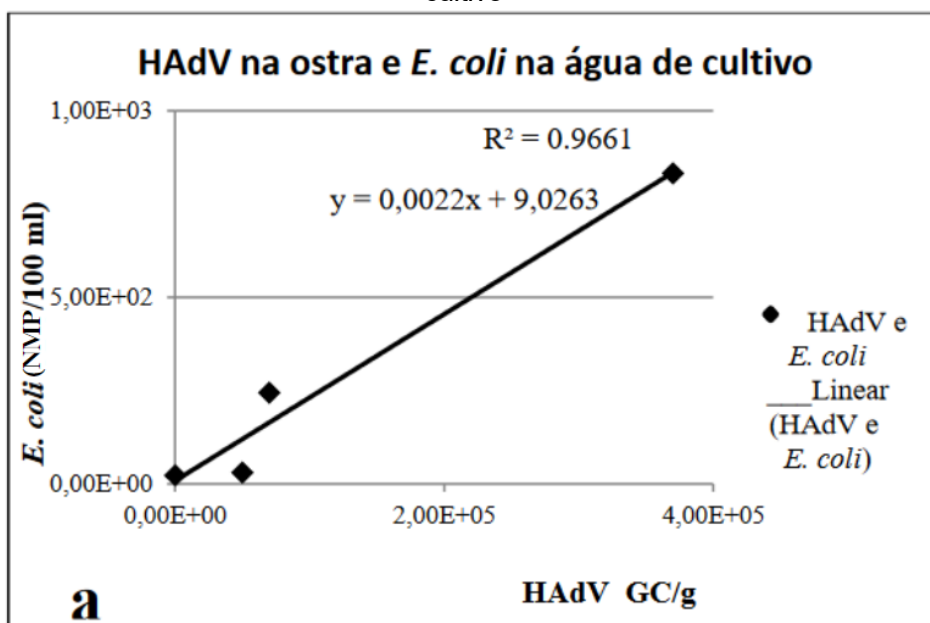
Ainda, com o aumento da temperatura da água, há aumento das taxas de filtração das ostras, seu crescimento e aceleração da bioacumulação de partículas (Christo, 2006). Dessa forma, esses organismos podem ser considerados bioindicadores de contaminação ambiental (Sincero *et al.* 2006).

Destaca-se que, perante essas informações relacionadas à persistência de patógenos nos organismos, ainda há maior preocupação na ingestão de moluscos quando crus, porém sem comprovações suficientes em consenso de redução dos patógenos com a ação de cozimento (Souza, 2014).

No trabalho de Souza (2014), intitulado *Aquisição e eliminação de contaminantes em tecidos de moluscos bivalves*, com estudo realizado em praias de Florianópolis, foi traçada regressão linear entre a presença de *E. coli* na água de cultivo e a presença do vírus entérico HadV nas ostras, por meio de análises das águas de cultivo e das ostras em: Ribeirão da Ilha, Tapera, Santo Antônio de Lisboa, Estuário do Rio Bücheler e Laboratório de Cultivo de Moluscos Marinhos da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Essa regressão foi obtida com análise de Correlação de Pearson, em que foi observada correlação de 0,98 entre *E. coli* e o Adenovírus e regressão linear com R² de 0,96 (Figura 25) (Souza, 2014).

Figura 25 – Figura com gráfico indicando regressão linear realizada entre a quantificação de Adenovírus (HAdV) em GC/ g presente em ostras e a bactéria *E. coli* (NMP/100 ml) na sua água de cultivo



Fonte: Souza (2014).

3.2.2.2 Legislação quanto ao consumo de moluscos

A Instrução Normativa nº7, de 8 de maio de 2012, institui o Programa Nacional de Controle Higiênico-Sanitário de Moluscos Bivalves (PNCMB) e estabelece os procedimentos para a sua execução. De acordo com Art. 1º o PNCMB foi instituído com a finalidade de estabelecer os requisitos mínimos necessários para a garantia da inocuidade e qualidade dos moluscos bivalves destinados ao consumo humano, bem como monitorar e fiscalizar o atendimento dos requisitos (Brasil, 2012).

A Instrução foi criada como medida de prevenção de riscos à saúde dos consumidores, garantindo padrões mínimos de qualidade, com o monitoramento dos microorganismos contaminantes em moluscos bivalves (Brasil, 2012).

De acordo com a IN 7, água do mar limpa é definida como água do mar que cumpre os mesmos critérios microbiológicos aplicados à água potável, que não haja

presença de substâncias danosas que possam afetar a qualidade dos moluscos (Brasil, 2012).

A retirada de moluscos para o consumo humano é definida na legislação como liberada, liberada sob condição e suspensa. Para a retirada liberada o limite é de até 230 NMP da bactéria *E. coli* em 100 gramas da parte comestível dos moluscos bivalves (Brasil, 2012).

3.2.3 Doenças transmitidas por água e alimentos

Doenças de transmissão hídrica e alimentar (DTHA) de acordo com o Ministério da Saúde (2021) são aquelas causadas pela ingestão de água ou alimentos contaminados, sendo que existem mais de 250 tipos dessas doenças no mundo e podem ser causadas por bactérias, vírus, parasitas intestinais ou substâncias químicas (Brasil, 2021).

Essas doenças geralmente são caracterizadas por náuseas, vômitos e/ou diarreia, acompanhada ou não de febre. Ainda, os quadros clínicos podem variar de leve desconforto intestinal até quadros graves com desidratação, diarreia sanguinolenta e insuficiência renal aguda (Brasil, 2021).

São considerados surtos de DTHA quando duas ou mais pessoas apresentam quadro clínico semelhante e fonte de contaminação comum ou aumento de casos em determinado período e local, exceto para botulismo e cólera, onde apenas um caso configura surto (Brasil, 2021).

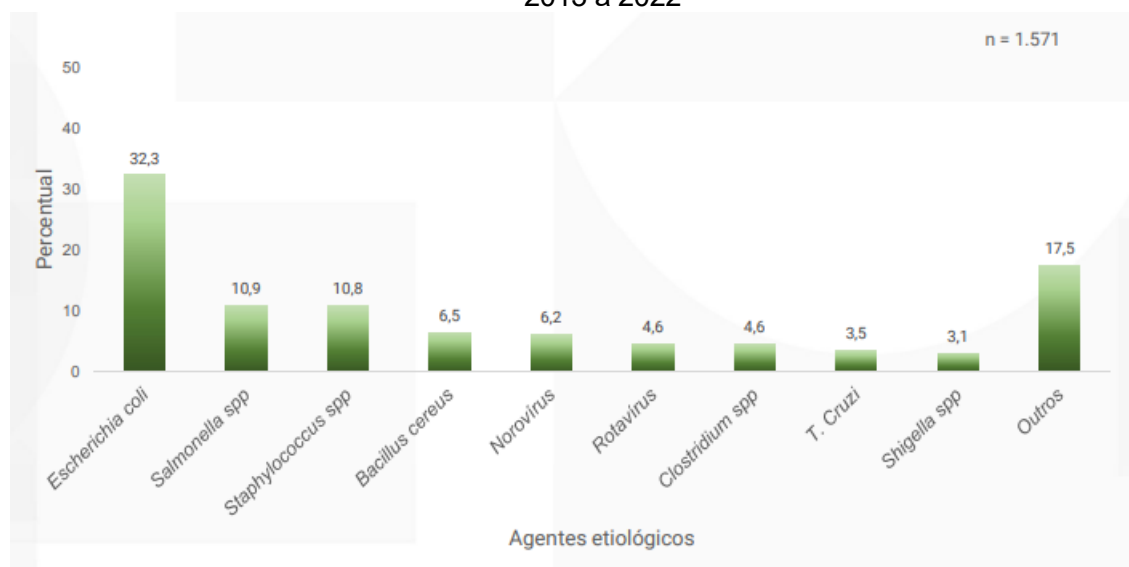
A vigilância epidemiológica das doenças de transmissão hídrica e alimentar é realizada a partir do monitoramento de casos e surtos e compreende a vigilância de algumas doenças de notificação compulsória e eventos de saúde pública (comunicação obrigatória de profissionais da saúde à autoridade de saúde sobre a ocorrência de suspeita ou confirmação de doença, agravo ou evento de saúde pública constantes na Lista Nacional de Notificação Compulsória de Doenças, Agravos e Eventos de Saúde pública). Como exemplos de doenças de notificação compulsória estão o a Botulismo, brucelose humana, cólera, doença de chagas por transmissão oral, doenças diarreicas agudas, febre tifoide, rotavirose, síndrome hemolítico-urêmica, toxoplasmose e surtos de DTHA (Brasil, 2021, Brasil, 2023).

No ano de 2016 no município de Florianópolis, ocorreram 0,1 internações por 1.000 habitantes, o equivalente a 42 internações no ano, devido a diarreia (IBGE, 2016).

De acordo com Manual do Ministério da Saúde (2021) a investigação de casos e surtos de doenças de transmissão hídrica e alimentar é realizado nas seguintes etapas: notificação por contato direto ao Ministério ou por meio do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan), logística para início da investigação, detecção e confirmação da existência de surto, definições de caso, realização de busca ativa (busca de casos, coleta de dados, coleta de amostras), caracterização do surto por tempo, lugar e pessoa, análise dos dados, formulação de hipóteses, estudos analíticos, medidas de prevenção e controle e encerramento do surto.

De acordo com boletim epidemiológico de 2023 (os principais agentes etiológicos causadores de doenças à nível nacional de 2013 a 2022 foram bactérias e vírus apresentados na Figura 26, com destaque para a *E. coli* que teve o maior percentual.

Figura 26 - Distribuição dos agentes etiológicos mais identificados em surtos de DTHA, Brasil de 2013 a 2022



Fonte: Brasil, 2023

No Brasil entre 1999 e 2001 foram notificados ao Ministério da Saúde 3.737 surtos com acometimento de 73.517 pessoas, com registro de 38 óbitos, havendo uma média de 684 surtos por ano (Brasil, 2020).

3.3 Patógenos entéricos

3.3.1 Vírus entéricos

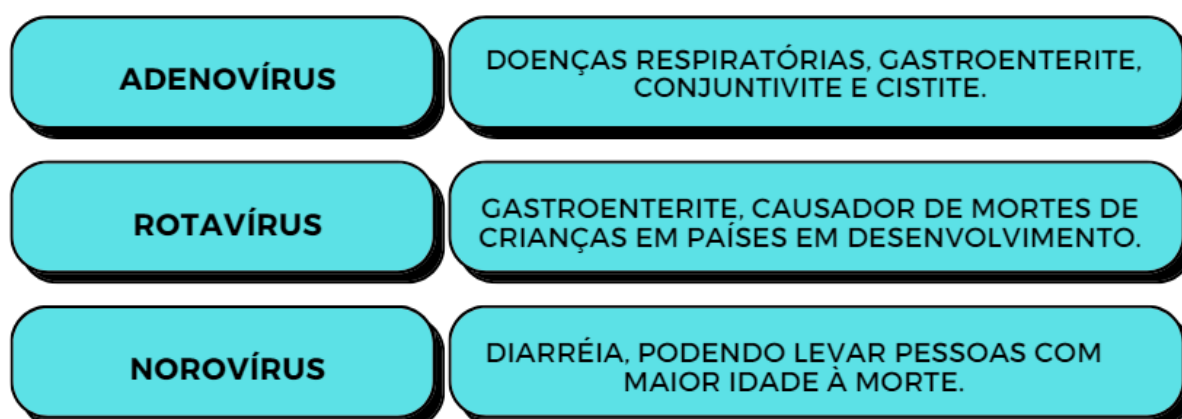
Vírus entéricos são aqueles capazes de infectar o trato gastrointestinal e serem excretados nas fezes, podendo causar doenças assintomáticas ou não (Huang, 2020; Wyn-Jones; Sellwood, 2001; Fong; Lipp, 2005; WHO, 2017). O desenvolvimento de doença depende de fatores como a imunidade e a idade do hospedeiro, o tipo e a virulência do organismo e a forma de exposição (Bosch, 1998).

Os grupos de vírus mais estudados são das famílias *Picornaviridae* (enterovírus, poliovírus e outros), *Adenoviridae* (adenovírus), *Caliciviridae* (norovírus, astrovírus e outros) e *Reoviridae* (Rotavírus e reovírus) (Fong; Lipp, 2005). Sendo nesse estudo contemplados o Adenovírus e o Rotavírus.

Os vírus entéricos são parasitas obrigatórios e, portanto, não podem se reproduzir no ambiente fora do trato gastrointestinal (Wyn-Jones; Sellwood, 2001). Apesar disso, muitos vírus possuem alta resistência e podem sobreviver às condições ambientais em escalas de dias para semanas (Haas; Rose; Gerba, 2014). Ainda, a morfologia dos vírus, caracterizados por suas dimensões pequenas, contribui para sua resistência a processos de tratamento de efluentes, dificultando processos de remoção, como a filtração, e alguns à desinfecção (WHO, 2017).

Na Figura 27 estão apresentadas as principais doenças relacionadas aos vírus entéricos considerados neste estudo.

Figura 27 – Representação esquemática de vírus entéricos e suas respectivas doenças relacionadas



Fonte: WHO (2016, tradução nossa).

3.3.1.1 *Adenovírus*

A família dos Adenovírus, *Adenoviridae*, é classificada em cinco gêneros, em que o Adenovírus humano (HadV) pertence ao Mastadenovirus, classificado de A a G. O vírus é caracterizado pela cápsula icosaédrica não envelopada, com diâmetro de 70 nm a 90 nm (ICTV, c2020a) e pelo DNA fita dupla (Stewart; Stephen; Burnett, 1993).

O Adenovírus pode causar muitas doenças, dependendo do seu sorotipo, mas as doenças transmitidas via fecal-oral são causadas pelos tipos 40 e 41, que são excretados nas fezes humanas (WHO, 2017).

O HadV possui a capacidade de resistir a processos de tratamento de água e desinfecção, havendo o risco de contaminação de águas consideradas potáveis pela legislação brasileira, que consideram a bactéria *E. coli* como organismo indicador de contaminação fecal (WHO, 2017). Ainda, esse vírus tem capacidade de persistir no ambiente aquático por longos períodos, tendo baixa taxa de decaimento (Moresco, 2016).

Considerando a importante contribuição desse vírus para efeitos na saúde pública e suas características de sobrevivência, o HadV está na lista de candidatos contaminantes pela Agência de Proteção Ambiental (EPA, do inglês – Environmental Protection Agency) (c2016).

3.3.1.2 *Rotavírus*

A família do Rotavírus é a Reoviridae, sendo o seu gênero um dos seis pertencentes à subfamília Sedoreovirinae, classificado de A a J. O vírus é caracterizado pela simetria icosaédrica, mas com formato esférico, diâmetro de 60 nm a 80 nm (ICTV, c2020b) e RNA fita dupla (Gazal *et al.*, 2011).

A doença entérica causada pelo Rotavírus é a mais importante causa de morte infantil no mundo, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) (WHO, 2017), uma vez que os grupos A, B e C são encontrados em humanos, sendo o grupo A o mais importante grupo de patógenos e maior responsável pelas doenças mundialmente (Haas; Rose; Gerba, 2014; Pereira, 2011; WHO, 2017).

Assim como o Adenovírus, o Rotavírus é resistente à desinfecção da água (WHO, 2017) e persistente no meio (Moresco, 2016).

3.3.2 Protozoários

3.3.2.1 *Cryptosporidium parvum*

Cryptosporidium parvum é uma espécie de protozoário parasita entérico obrigatório, que infecta o trato gastrointestinal de animais e humanos, causando a cryptosporidiose. O protozoário foi reconhecido como patógeno, agente causador de doença por veiculação hídrica em 1987 (Carey; Lee; Trevors, 2004).

Os protozoários *Cryptosporidium* pertencem à família Cryptosporidiidae, com 11 espécies do gênero *Cryptosporidium*, visto que os genótipos da espécie *Cryptosporidium parvum* referidos como genótipos humanos são o 1 ou H (Okhuysen; Chappell, 2002 Carey; Lee; Trevors, 2004).

Os oocistos do protozoário são resistentes à desinfecção com cloro e processos físicos de tratamento de água, sendo seu risco de transmissão via fecal-oral um problema global para a segurança hídrica (Carey; Lee; Trevors, 2004).

A espécie é também causadora de diarreia, e pode incluir sintomas como febre, icterícia, perda de peso, dor no quadrante superior e vômitos, atingindo principalmente pessoas com sistema imunológico comprometido, crianças menores de 1 ano e adultos (Chen *et al.*, 2002).

3.3.3 Coliformes totais e termotolerantes

Indicadores de contaminação fecal na água, utilizados para o monitoramento da qualidade, os coliformes totais incluem bactérias aeróbias e anaeróbias facultativas, gram-negativas, capazes de fermentar lactose em temperaturas de 35°C a 37°C. Ainda, os coliformes totais podem se desenvolver no ambiente (WHO, 2017).

Dentro do grupo dos coliformes totais, há os coliformes termotolerantes, que se diferenciam pela capacidade de fermentar a lactose em altas temperaturas de 44°C a 45°C, e dentro desse grupo há a *E. coli* (WHO, 2017).

3.3.3.1 *Escherichia coli*

A bactéria *E. coli*, um tipo de coliforme termotolerante, habita o trato gastrointestinal de seres de sangue quente, inclusive dos humanos, estando presente

em altas concentrações nas fezes humanas e de animais (Haas; Rose; Gerba, 2014; WHO, 2017).

A *E. coli* é comumente utilizada como indicador de contaminação fecal, considerando sua grande quantidade entre os coliformes termotolerantes (WHO, 2017). A bactéria é indicadora, mas são poucas as cepas que podem causar doenças entéricas. Algumas são a *E. coli* enterotoxigênica (ETEC), *E. coli* enteropatogênica (EPEC), *E. coli* enteroagregativa (EHEC), *E. coli* enteroinvasiva (EIEC) e *E. coli* enterohemorrágica (EAEC), todas transmitidas via-fecal oral (Haas; Rose; Gerba, 2014).

Dentre as doenças causadas por essas cepas, destacam-se a diarreia pela ETEC, diarreia infantil pela EPEC, colite hemorrágica pela EHEC, disenteria pela EIEC e diarreia pela EAEC (Haas; Rose; Gerba, 2014).

A presença de *E. coli* na água indica contaminação fecal recente ou contínua, uma vez que a temperatura da água e as condições de nutrientes são desfavoráveis à sobrevivência da bactéria, assim como é sensível à desinfecção, não sendo um parâmetro confiável para a estimativa de outros microrganismos (WHO, 2017).

3.3.4 Sobrevivência de patógenos no meio

O transporte de vírus pelo solo é uma preocupação em locais onde há disposição de efluente no solo, como ocorre com o sistema de saneamento no lote com valas de infiltração.

Há múltiplos fatores que influenciam o transporte dos organismos no solo. O tipo de solo é um deles, visto que solos argilosos, com menor granulometria, tendem a adsorver melhor as partículas (Sobsey *et al.*, 1980). Com relação à saturação do solo, esta influencia de modo que a adsorção se mostra mais eficiente quando há maior tempo do efluente na zona insaturada onde ainda há superfícies de contato, por meio da baixa taxa de infiltração (Lewis; Foster; Drasar, 1982). A maior eficiência da adsorção também ocorre em valores de pH menores (Sobsey *et al.*, 1980). A matéria orgânica no solo também influencia, diminuindo a adsorção dos vírus no solo por gerar competitividade (Sobsey; Hickey, 1985). Por fim, a presença de cátions e a ocorrência de precipitação também influenciam o transporte de organismos, onde os cátions

geram forças atrativas que favorecem a adsorção e a ocorrência de precipitação desfavorece (Gerba *et al.*, 1975).

Ainda, de acordo com Gerba e Goyal (1985) os fatores que influenciam a sobrevivência de bactérias e vírus no solo são a temperatura, o pH, a presença de cátions, a dessecação e a umidade do solo, a radiação solar, a microflora e a matéria orgânica. Em baixas temperaturas, há maior sobrevivência de microrganismos. Com relação ao pH, em valores mais altos há também maior sobrevivência de bactérias. A presença de cátions no solo também influencia a adsorção, como visto anteriormente, e aumenta a sobrevivência dos vírus adsorvidos. Com relação à umidade, há uma maior sobrevivência de bactérias e vírus em solos úmidos e durante precipitações, sendo a umidade favorecida também por solos argilosos. A radiação solar pode diminuir a sobrevivência desses microrganismos. A microflora diminui a sobrevivência das bactérias, e matéria orgânica aumenta sua sobrevivência (Gerba; Goyal, 1985).

Assim como no solo, no meio aquático há muitos fatores que interferem na sobrevivência dos patógenos, como a radiação solar, variação de pH, turbidez, composição orgânica, presença de outros microrganismos, e agregação a partículas suspensas. Porém, além de todos esses, há o fator da temperatura, que é considerado o mais importante (Ward *et al.*, 1986; Bertrand *et al.*, 2012).

De acordo com Gabutti *et al.* (2000), vírus entéricos podem permanecer viáveis na água do mar por período compreendido de dois até 130 dias.

Com relação à sobrevivência do protozoário *Cryptosporidium parvum* no meio, a temperatura também tem influência importante, uma vez que a infecciosidade dos oocistos diminui à medida que a temperatura aumenta (Carey; Lee; Trevors, 2004).

3.4 AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DE RISCO MICROBIOLÓGICO

Avaliação de risco é a caracterização qualitativa ou quantitativa e a estimativa dos potenciais efeitos adversos à saúde associados à exposição de indivíduos ao perigo (Haas; Rose; Gerba, 2014).

Como a avaliação de risco observa a exposição do indivíduo ao perigo e durante o processo de análise, os fatores de exposição são difíceis de mensurar, por isso, é importante definir potenciais erros (Haas; Rose; Gerba, 2014).

Enquanto há os problemas relacionados aos patógenos, como exposição, infecção, diferentes suscetibilidades dos organismos e impacto da doença, a AQRM

traz um sistema de entendimento, por meio de informações relacionadas ao risco, que trazem suporte às decisões relacionadas ao manejo da água (WHO, 2016).

No caso da avaliação para a água destinada ao consumo humano, a formulação do risco permite estimar se está dentro do limite aceitável determinado pela OMS, de 1×10^{-6} anos de vida perdidos em razão da doença (DALY, do inglês – *disability-adjusted life years*) por pessoa, por ano, ou de 1×10^{-4} de probabilidade de infecção anual, que pode equivaler a menos de um organismo por 10^4 a 10^5 litros (WHO, 2016, 2017).

Na avaliação de risco microbiológico voltada para a contaminação da água por patógenos, existem limitações quanto ao uso da bactéria indicadora de contaminação fecal, *E. coli*, como sinal de contaminação por vírus entéricos, considerando seu menor período de sobrevivência em meio aquático, maior susceptibilidade à remoção pelo processo de filtragem e passagem pelo solo. Assim, a presença de *E. coli* é um melhor indicador da presença de vírus entéricos do que sua ausência (WHO, 2016).

Com a finalidade de estimar os potenciais efeitos à saúde e seu risco, a AQRM conta com quatro passos a serem seguidos em sua metodologia: “Formulação do problema”, “Avaliação da exposição”, “Avaliação dos efeitos à saúde” e “Caracterização do risco” (Figura 28).

Figura 28 – Representação esquemática das quatro etapas que compõem a Avaliação Quantitativa de Risco Microbiológico



Fonte: WHO (2016).

3.4.1 Formulação do problema e identificação do perigo

A formulação do problema inicia-se com a definição do escopo da avaliação e o planejamento de sua execução, de forma que haja comunicação eficiente entre o avaliador e quem utilizará os dados, que devem ser suficientes para elucidar o problema em questão (WHO, 2016). Algumas questões que podem auxiliar o desenvolvimento da avaliação de risco são: Qual problema a ser investigado e sua fonte? Quais possíveis manejos do problema? Como a avaliação de risco auxiliará o problema? (NRC, 2009). Tendo em vista o que se deseja avaliar, deve ser considerado o grau de complexidade e detalhamento da análise, assim como opções de gerenciamento do risco, quando avaliado (WHO, 2016).

Na definição do escopo da AQRM é identificado o perigo, que é o processo qualitativo para identificar os microrganismos passíveis de preocupação quanto aos seus riscos, assim como as doenças que acometem os humanos, causadas por esses agentes (FAO; WHO, 2003, Haas; Rose; Gerba, 2014). Nesse levantamento, informações como patogenicidade e virulência do microrganismo são de grande relevância no estudo, assim como as doenças associadas a cada um, a resposta imunológica dos hospedeiros, considerando vários cenários de exposição, estudos epidemiológicos e vias de transmissão das doenças (Haas; Rose; Gerba, 2014).

3.4.2 Avaliação da exposição

Nessa etapa é determinada a quantidade de patógenos correspondentes a uma ou mais exposições, sendo estimada a magnitude e a frequência de exposição. A dose (Equação 1) é quantificada por meio da estimativa da concentração (μ de organismos presentes no meio) e o volume ingerido desse meio, como a água (m) (WHO, 2016; Haas; Rose; Gerba, 2014).

$$D = \mu \times m \quad (1)$$

A avaliação de exposição envolve três etapas: definição das rotas de exposição, que consideram as fontes de contaminação dos patógenos, tratamento para a redução desses organismos na chegada ao receptor e ocorrência da exposição; quantificação dos patógenos, em que são consideradas as características particulares de cada patógeno, como sobrevivência no meio, flutuações de

concentração, indicadores, concentrações já conhecidas na literatura; e eficiência do sistema do tratamento e caracterização da exposição (WHO, 2016).

Na Figura 29 está ilustrada em esquema como é realizada a caracterização da exposição ao agente.

Figura 29 – Representação esquemática de como ocorre a caracterização da exposição à infecção



Fonte: Elaboração própria (2023)

3.4.3 Avaliação dos efeitos à saúde

O objetivo da avaliação dose-resposta é relacionar, a partir de função matemática, a magnitude de exposição do indivíduo ao microrganismo, por meio da dose ingerida, com as consequências adversas desse evento, que podem resultar em infecção, doença, doença severa e morte (Haas; Rose; Gerba, 2014).

Os riscos causados por microrganismos infecciosos possuem duas características significativamente distintas de quaisquer outros riscos, que são os baixos riscos associados às baixas concentrações de patógenos e a habilidade de multiplicação dos agentes em hospedeiros suscetíveis. Observando que a dose ingerida pode ser muito baixa, qualquer número não negativo, a análise dose-resposta é utilizada para facilitar a extrapolação de baixos riscos, considerando-se o usual risco de menos de 1/1000 em uma exposição (Haas; Rose; Gerba, 2014).

Os modelos atuais utilizados para a análise dose-resposta, sem limite mínimo de dose (Westrell, 2004), são o Modelo Dose-Resposta Exponencial e o Modelo Dose-Resposta Beta-Poisson apresentados a seguir.

3.4.3.1 *Modelo Dose-Resposta Exponencial*

Este modelo é o mais simples e assume distribuição aleatória dos patógenos, considerando que cada microrganismo tem a mesma probabilidade de sobrevivência, sem analisar as variações do hospedeiro. Na Equação (2) representa-se o modelo apresentado, onde P_I é a probabilidade de infecção a partir de determinada dose (d) ingerida, r é a probabilidade de sobrevivência constante de cada organismo, e considerando $k = 1$, que é o número mínimo de organismos sobreviventes para iniciar uma infecção (Haas; Rose; Gerba, 2014).

$$P_I(d) = 1 - \exp(-rd) \quad (2)$$

3.4.3.2 *Modelo Dose-Resposta Beta-Poisson*

Diferentemente do modelo exponencial, que não considera variações na probabilidade de sobrevivência dos organismos de acordo com a susceptibilidade dos hospedeiros e capacidade do patógeno, o modelo Beta-Poisson considera (Haas; Rose; Gerba, 2014).

Na Equação (3), que representa o modelo apresentado, a variabilidade, de acordo com as características do patógeno e do hospedeiro, foi determinada pela substituição do parâmetro r , antes constante, pelos parâmetros α e β (Haas; Rose; Gerba, 2014).

$$P_I(d) = 1 - \left(1 + \frac{d}{\beta}\right)^{-\alpha} \quad (3)$$

3.4.3.3 *Probabilidade de infecção anual*

O cálculo de probabilidade de infecção anual considera a frequência de exposição ao patógeno em um ano e é calculado pela Equação (4) (Santos, 2019).

$$P_I(A) = 1 - (1 - P_I(d))^n \quad (4)$$

3.4.3.4 Probabilidade de doença

A probabilidade de doença é estimada assumindo que 50% das infecções resultam em doenças, por pessoa, por exposição, sendo calculada pela Equação (5) e podendo variar de acordo com a idade, o estado do sistema imunológico, a saúde e outras especificidades de cada indivíduo infectado (HAAS *et al.*, 1993).

$$P_D = 0,5 * P_{I(d)} \quad (5)$$

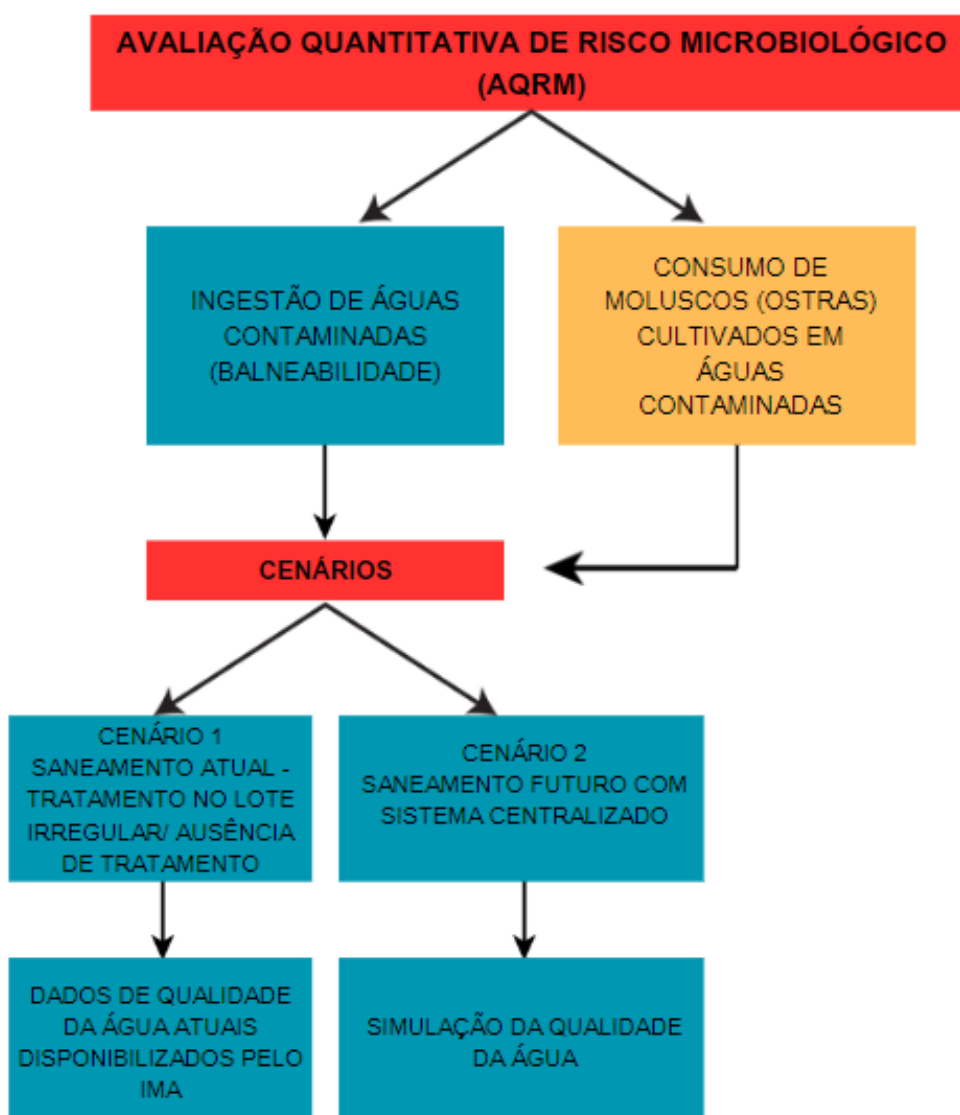
3.4.4 Caracterização do risco

Ocorre a combinação das três etapas anteriores para a estimativa do risco (FAO; WHO, 2003). Nessa etapa final, por meio da identificação do perigo, da dose-resposta e da exposição, é possível calcular a probabilidade de ocorrência com sua magnitude (Haas; Rose; Gerba, 2014).

4 METODOLOGIA

O trabalho foi dividido em duas etapas principais. A primeira etapa (Avaliação 01) consiste nos estudos de avaliação de risco referentes ao contato primário dos indivíduos por meio do banho com águas contaminadas pelos patógenos *E. coli* patogênica, Rotavírus e *Cryptosporidium parvum*. A segunda etapa (Avaliação 02) consiste nos estudos de avaliação de risco referentes ao consumo de ostras contaminadas pelo Adenovírus presente na água de cultivo. Na Figura 30 está apresentado fluxograma metodológico da Avaliação Quantitativa de Risco Microbiológico realizada.

Figura 30 – Fluxograma metodológico

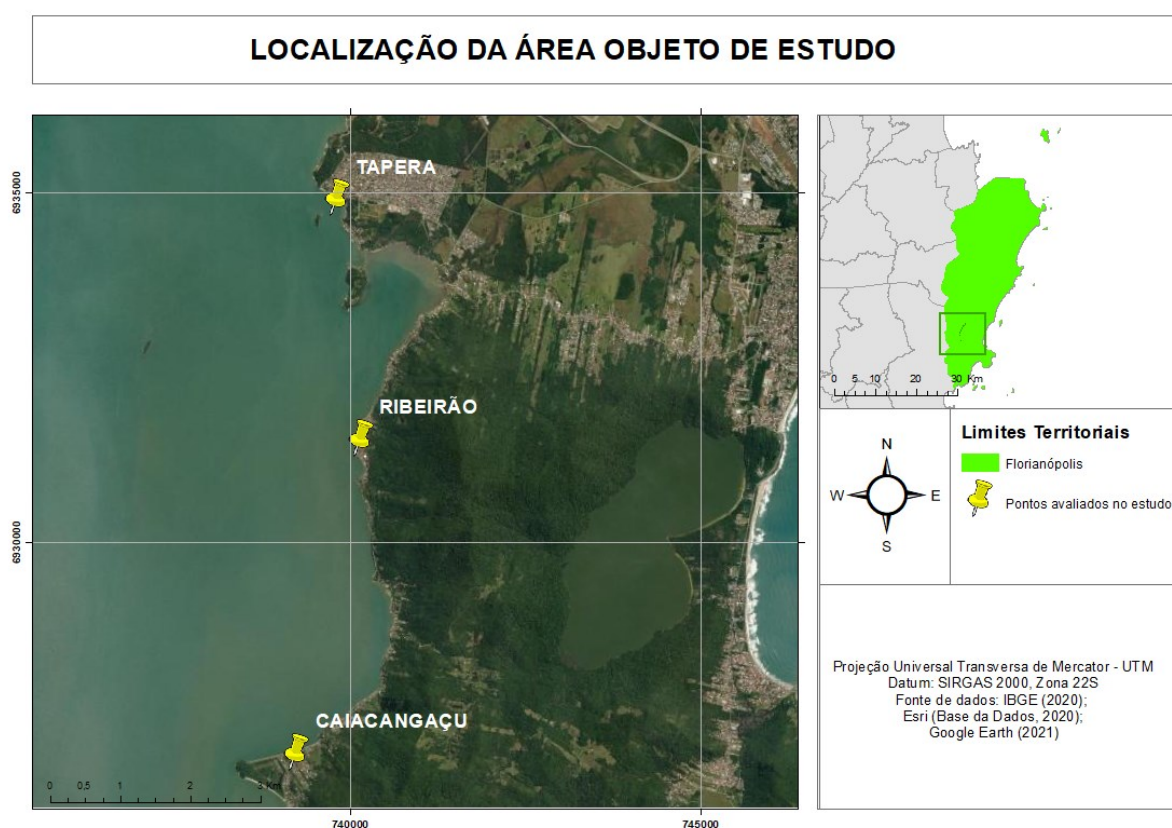


Fonte: Elaboração própria (2023)

4.1 Local de Estudo

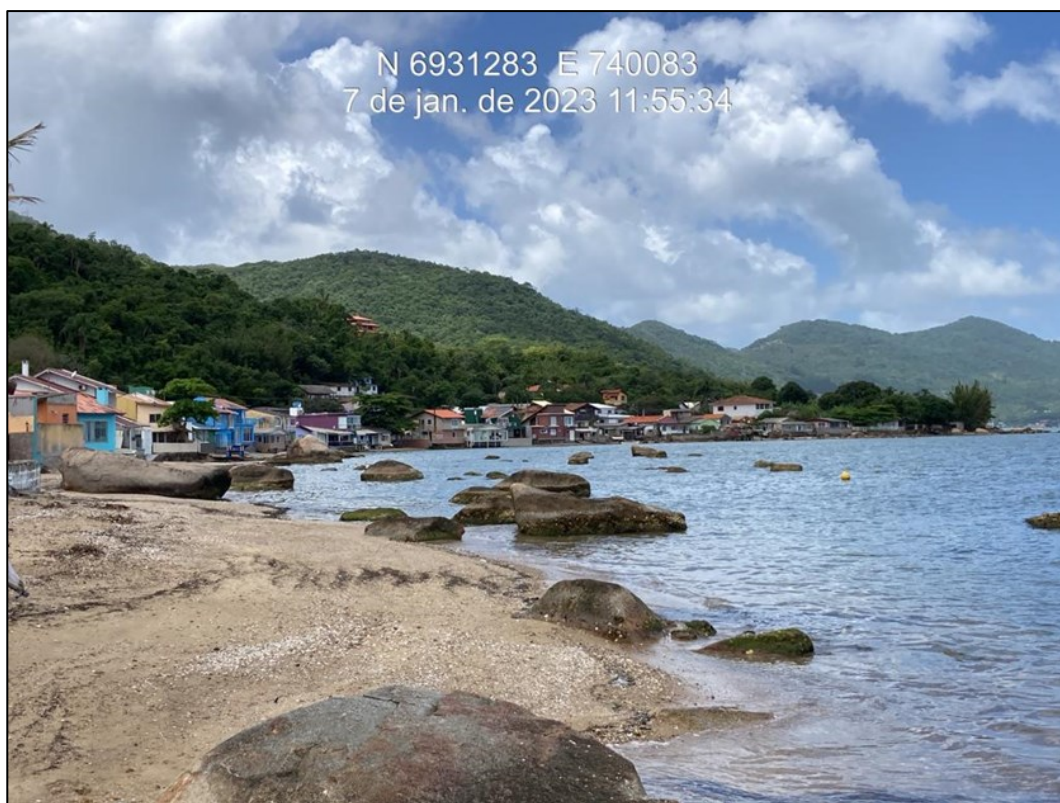
O estudo foi realizado utilizando dados secundários do IMA em três praias do Sul da Ilha de Santa Catarina, sendo elas Praia da Tapera (ponto 48), Praia do Ribeirão da Ilha (ponto 47) e Praia de Caiacangaçu (ponto 63). Os pontos podem ser observados no mapa da Figura 31 e imagens na Figura 32, Figura 33 e Figura 34.

Figura 31 – Mapa de localização dos pontos avaliados no estudo



Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 32 – Ilustração da praia de Ribeirão da Ilha, Florianópolis/SC.



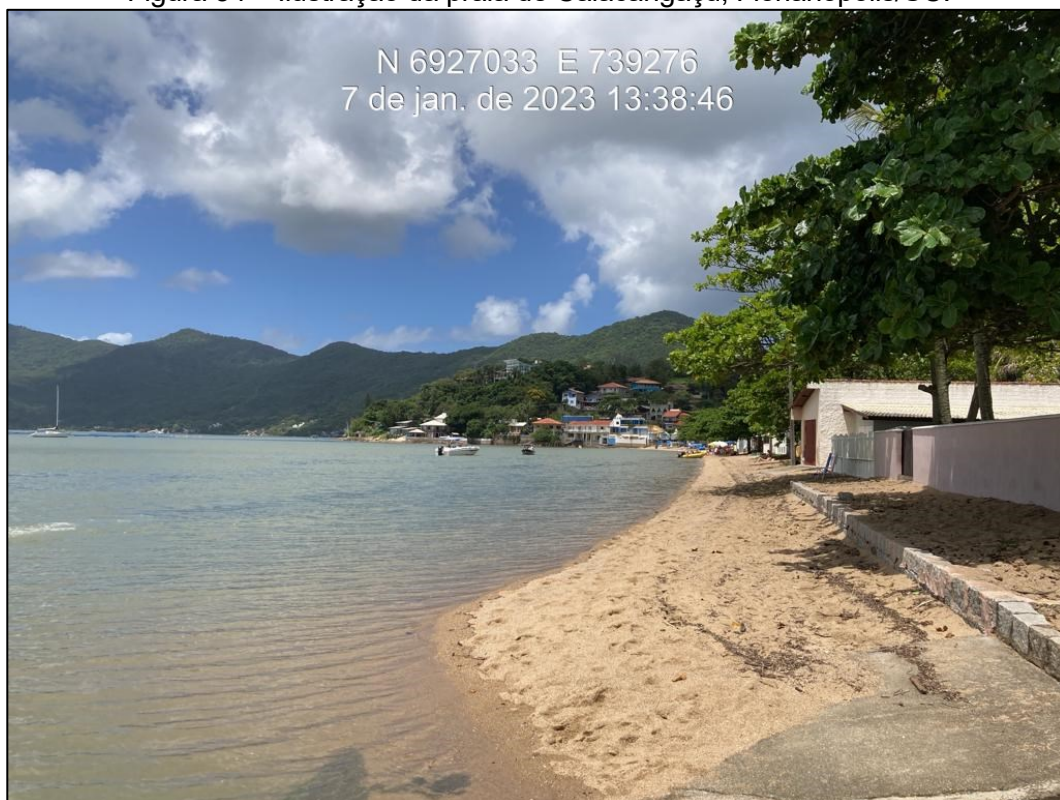
Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 33 – Ilustração da praia de Tapera, Florianópolis/SC.



Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 34 – Ilustração da praia de Caiacangaçu, Florianópolis/SC.

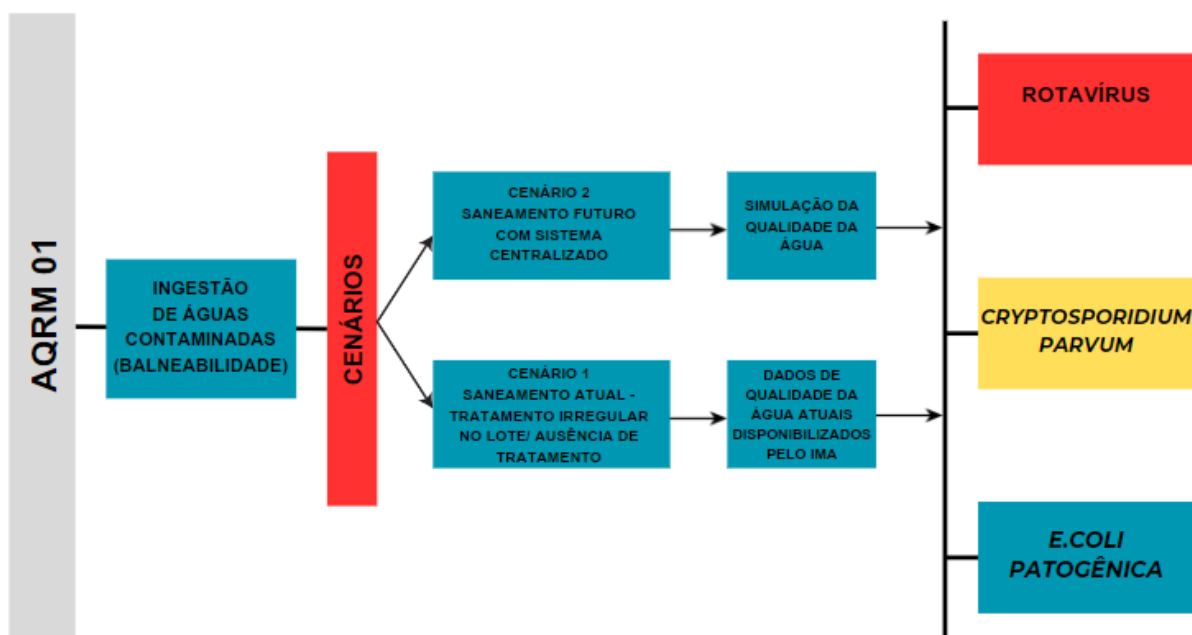


Fonte: Elaboração própria (2023)

4.2 Avaliação 01 – Ingestão de água por contato primário

Na Figura 35 está apresentado um fluxograma metodológico contemplando as etapas realizadas na avaliação 01 que consiste em cenários de ingestão de águas pelo contato primário por nado.

Figura 35 – Fluxograma metodológico - Avaliação 01



Fonte: Elaboração própria (2023)

4.2.1 Obtenção de dados

Os dados, quanto à concentração de patógenos, foram estimados a partir das concentrações de *E. coli*, sendo que estas foram obtidos na plataforma de informações sobre balneabilidade do IMA, nos pontos das praias: Tapera (ponto 48), Ribeirão da Ilha (ponto 47) e Caiacangaçu (ponto 63).

O órgão ambiental realiza mensalmente de abril a outubro e semanalmente de novembro a março a coleta de água de um ponto de cada praia que compõe o relatório de monitoramento que traz a condição de águas próprias ou impróprias para banho, com base no resultado de concentração de *E. coli* na amostra, medida em NMP/100 ml.

A série de dados utilizada no estudo foi de janeiro de 2000 a julho de 2023.

4.2.2 Avaliação quantitativa de risco microbiológico

Conforme apontado na revisão, o método da AQRM é dividido em quatro etapas: formulação do problema e identificação do perigo, avaliação da exposição, modelo dose-resposta e caracterização do risco.

4.2.2.1 *Formulação do problema e identificação do perigo*

O local de estudo, realizado em três praias do Sul da Ilha de Florianópolis, foi escolhido por ser uma região sem rede coletora de esgoto e sistema de tratamento centralizado, com adensamento urbano na zona costeira, com elevada atividade turística, principalmente pelas belezas naturais das praias.

Considerando a conformação desse conjunto de fatores, foram utilizadas análises de qualidade da água das praias, realizadas pelo IMA, da bactéria indicadora de contaminação fecal *E. coli*, como dados da avaliação dos riscos à saúde envolvendo banhistas por meio do contato primário – nado – nos pontos avaliados.

Além da formulação do problema, nessa etapa foram identificados os agentes etiológicos a serem avaliados. Sendo assim, foram selecionados o vírus entérico Rotavírus (RV) e o protozoário *Cryptosporidium parvum*, por estarem entre os organismos mais estudados e terem grande importância na saúde pública. Ainda, foi avaliada também a bactéria *E. coli patogênica*.

4.2.3 **Avaliação da exposição**

As exposições ao vírus entérico Rotavírus, protozoário *Cryptosporidium parvum* e bactéria *E. coli* foram avaliadas adotando o contato primário pelo nado com a água contaminada.

Nos cenários propostos foram consideradas as exposições dos indivíduos por evento durante uma hora.

Na Tabela 1 está apresentado o valor médio de volume de água ingerido por adultos e crianças durante o contato primário nas águas, de acordo com Donovan *et al.* (2008) e Dufour *et al.* (2006), em que, segundo o autor, crianças (acima de 06 anos) ingerem 2,31 vezes mais água por incidente do que os adultos.

Tabela 1 – Volume médio de água em ml/h ingerido por adultos e crianças em contato primário com as águas

Grau de contato	Atividade	Volume (ml/h)	
		Adultos	Crianças
Primário	Nado	50,00	115,63

Fonte: Donovan *et al.* (2008) e Dufour *et al.* (2006).

Ainda, além dos volumes pontuais apresentados, foi utilizada a distribuição angular de volume de ingestão, segundo Donovan *et al.* (2008), apresentada na

Tabela 2, porém, diferente da literatura que considerou a quantidade por dia, neste estudo foi considerado ml/h de forma conservadora.

Tabela 2 – Distribuição triangular dos volumes de água em ml/h ingeridos por adultos e crianças no contato primário com as águas

Grau de contato	Volume (ml/h)		
	Adultos/ Crianças		
	Mínimo	Médio	Máximo
Primário	10,00/ 23,13	16,00/ 37,00	100,00/ 231,25

Fonte: Donovan *et al.* (2008) e Dufour *et al.* (2006).

Os cenários de exposição da Avaliação 01 serão realizados considerando as concentrações de patógenos estimadas para as praias da Tapera, Ribeirão da Ilha e Caiacangaçu.

Avaliação 1 - Cenário 1: qualidade da água em cenário de saneamento atual

No **cenário 1**, para a avaliação da exposição à *E. coli* patogênica, ao Rotavírus e ao *Cryptosporidium parvum* foi considerado um indivíduo em contato primário com água do mar contaminada no dia da coleta de água realizada pelo IMA, considerando o cenário atual de saneamento.

Para estimar as concentrações de *E. coli* patogênica foi calculada a porcentagem de 8% a partir dos valores da série histórica de *E. coli* total em NMP/ml disponibilizados pelo IMA, a fim de considerar apenas a parcela de cepas patogênicas, (Haas; Rose; Gerba, 1999; WHO, 1996).

A estimativa da concentração de Rotavírus foi realizada utilizando o fator de conversão de $1:10^{-5}$ (*E. coli* total:Rotavírus), de acordo com Grimason *et al.* (1993).

Já a conversão dos dados de *E. coli* total NMP/ml para *Cryptosporidium parvum* foi uma estimativa realizada utilizando o fator de conversão de $0.1: 10^{-5}$ (*E. coli* total: *Cryptosporidium parvum*), de acordo com Grimason *et al.* (1993).

Avaliação 1 - Cenário 2: qualidade da água em cenário de saneamento futuro

No **cenário 2**, para a avaliação da exposição à *E. coli* patogênica, ao Rotavírus e ao *Cryptosporidium parvum* foi considerado um indivíduo em contato

primário com água do mar, considerando o cenário futuro com tratamento de esgoto coletivo em cada uma das três praias.

Foi simulada a concentração de *E. coli* patogênica nas praias, considerando-se que não houvesse contaminação com esgotos na rede de drenagem, nem sistemas de tratamento no lote com disposição no solo, e sim apenas pelo lançamento de efluente tratado por sistema centralizado¹ composto por lodos ativados, caracterizado como tratamento secundário, de abrangência de atendimento da área no entorno de cada praia considerada na avaliação de forma separada. Foi considerada a seguinte eficiência no sistema de lodos ativados: remoção de 1 log ou 90% para *E. coli*; redução de 0.5 log ou 45% de rotavírus; e 1 log ou 90% para a *Cryptosporidium parvum* (WHO, 2016).

4.2.4 Modelo Dose-Resposta

Os modelos utilizados foram adotados como os mais adequados para cada tipo de microrganismo de acordo com literaturas que realizaram avaliações semelhantes às deste estudo. Os modelos estão indicados a seguir de acordo com o vírus, bactéria e protozoário avaliados.

4.2.4.1.1 *E. coli*

De acordo com Haas, Rose e Gerba (2014) e Teunis, Takumi e Shinagawa (2004), o melhor modelo para o cálculo do risco associado à *E. coli* é o Beta-Poisson, já caracterizado na revisão em 3.4.3.2. As variáveis α e β utilizadas foram de 0,050 e 1,001, respectivamente, para adultos, e 0,084 e 1,440 para crianças (Teunis; Ogden; Strachan, 2008).

¹ **Sistema centralizado** considera a implantação de sistema de tratamento de esgoto com rede coletora na área no entorno de cada praia considerada no estudo, implantação das estações na área de cada praia e disposição do efluente tratado nas respectivas praias avaliadas. Dessa forma, sendo considerado sistema semicentralizado na região do Sul da Ilha.

4.2.4.1.2 Rotavírus

O modelo mais indicado para a simulação de risco para o Rotavírus é o Beta-Poisson, caracterizado em 3.4.3.2. (Haas; Rose; Gerba, 2014). As variáveis α e β utilizadas foram de 0,26 e 0,42, respectivamente (Regli *et al.*, 1991; Haas *et al.*, 1993).

4.2.4.1.3 *Cryptosporidium parvum*

Para o *Cryptosporidium parvum*, o modelo mais indicado na literatura é o Exponencial, caracterizado na revisão em 3.4.3.1. A variável r utilizada foi igual a 0,0572 (MICHIGAN STATE UNIVERSITY, 2023).

4.2.5 Caracterização do Risco

Esta etapa foi realizada calculando, para cada cenário, curvas de distribuição de probabilidade de risco microbiológico com auxílio do *software @risk*. Foram realizadas 10.000 interações para obtenção dos resultados com simulação de Monte Carlo.

Primeiramente foram geradas curvas de distribuições de frequência de concentrações dos patógenos na água, sendo selecionada a curva de acordo com o menor valor de AIC. Foram também geradas as curvas de distribuição de volume ingerido, nesse caso triangular, a partir de Tabela 2 – Distribuição triangular dos volumes de água em ml/h ingeridos por adultos e crianças no contato primário com as águas (Donovan *et al.*, 2008; Dufour *et al.*, 2006). As concentrações dos patógenos e os volumes de água ingeridos foram utilizados nos cálculos de doses.

As doses foram calculadas por meio da Equação (6), considerando as distribuições de volume de água ingeridas e as concentrações de cada patógeno na água nos diferentes cenários.

$$D = \mu \times m \tag{6}$$

Onde, D: dose ingerida

μ : concentração de organismos

m: volume ingerido.

Em cada cenário, então, a partir das doses calculadas, foram estimadas as probabilidades de infecção pelo patógeno.

Nos cenários, a probabilidade de infecção por dose ingerida de Rotavírus foi estimada por meio da Equação (7), modelo dose-resposta Beta-Poisson.

$$P_I(d) = 1 - \left(1 + \frac{d}{\beta}\right)^{-\alpha} \quad (7)$$

Onde, P_I : probabilidade de infecção

d: dose ingerida

α : parâmetro alfa

β : parâmetro beta.

A probabilidade de infecção por dose ingerida de *Cryptosporidium parvum* foi estimada por meio da Equação (8), modelo dose-resposta Exponencial.

$$P_I(d) = 1 - \exp(-rd) \quad (8)$$

Onde, P_I : probabilidade de infecção

d: dose ingerida

r : probabilidade de sobrevivência constante de cada organismo.

A probabilidade de doença por dose ingerida de *E. coli*, considerando apenas 8% das suas cepas patogênicas, foi estimada por meio da Equação (9), modelo dose-resposta Beta-Poisson.

$$P_I(d) = 1 - \left(1 + \frac{d}{\beta}\right)^{-\alpha} \quad (9)$$

Onde, P_I : probabilidade de infecção

d: dose ingerida

α : parâmetro alfa

β : parâmetro Beta.

Em todos os cenários foram estimadas as probabilidades anuais de infecção pela Equação (10), com frequência de exposição de 30 eventos, considerando período de férias dos indivíduos, para o Rotavírus e *Cryptosporidium parvum* e de 20 eventos para *E. coli*, considerando o tempo de sobrevivência desses organismos no meio. As probabilidades de doença foram calculadas por meio da Equação (11).

$$P_I(A) = 1 - (1 - P_I(d))^n \quad (10)$$

Onde, $P_I(A)$: probabilidade de infecção anual
 $P_I(d)$: probabilidade de infecção por dose ingerida
 n : números de dias de exposição.

$$P_D = 0,5 * P_I(d) \quad (11)$$

Onde, P_D = probabilidade de doença
 $P_I(d)$: probabilidade de infecção por dose ingerida.

4.3 Avaliação 02 – Ingestão de ostras

Na Figura 36 está apresentado o fluxograma metodológico contemplando as etapas realizadas na avaliação 02 que consiste em cenários de ingestão de ostras.

Figura 36 – Fluxograma metodológico - Avaliação 02



Fonte: Elaboração própria (2023)

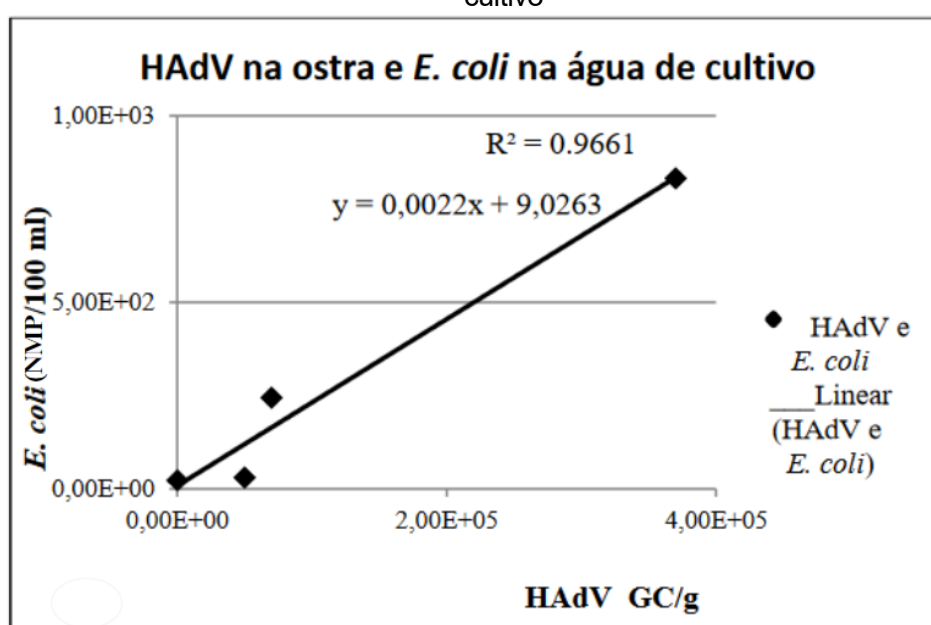
4.3.1 Obtenção de dados

4.3.1.1 Adenovírus

Os dados referentes à presença do vírus entérico Adenovírus em ostras cultivadas na praia do Ribeirão da Ilha foram obtidos a partir de simulação, utilizando

dados levantados pelo IMA (2000 – 2023) de concentração de *E. coli* em NMP/100 ml nas amostras da praia e equação da relação entre a presença do Adenovírus em amostras de ostras e *E. coli* na água de cultivo. A relação entre *E. coli* e Adenovírus foi realizada a partir de monitoramento realizado em pontos de Florianópolis, obtida por meio de regressão linear em estudo realizado em tese pela autora Doris Souza, pela UFSC, no Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia e Biociências, no ano de 2014, conforme a Figura 37. Destaca-se que foram consideradas todas as cópias genômicas de HadV como infecciosas, de forma conservadora.

Figura 37 - Figura com gráfico indicando regressão linear realizada entre a quantificação de Adenovírus (HadV) em GC/ g presente em ostras e a bactéria *E. coli* (NMP/100 ml) na sua água de cultivo



Fonte: Souza (2014).

4.3.1.2 Dados de consumo das ostras

Os dados de consumo das ostras foram levantados por meio de enquete realizada no ano de 2022 pela ferramenta do formulário google com 83 participantes aleatórios e um total de 61 respostas computadas, considerando a ocorrência de respostas incompletas que não puderam ser utilizadas.

A enquete era composta por seis perguntas:

- Você reside em Florianópolis?
- Qual a sua idade?
- Quantas vezes ao ano costuma consumir ostras?

- Por vez, costuma consumir em média quantas ostras?
- Você consome normalmente as ostras em casa ou em restaurantes?
- Como costuma consumir as ostras? In natura ou cozida?

Nos cálculos da avaliação quantitativa de risco microbiológico foram utilizados os dados referentes à quantidade de consumo e quantas vezes ao ano ocorre essa ingestão. Sendo assim, foi realizada análise estatística quanto a esses dados e verificada sua probabilidade de distribuição de frequência, de acordo com o menor valor do critério de AIC.

4.3.2 Avaliação de risco microbiológico

Conforme apontado na revisão, o método da AQRM é dividido em quatro etapas: formulação do problema e identificação do perigo, avaliação da exposição, modelo dose-resposta e caracterização do risco.

4.3.3 Formulação do problema e identificação do perigo

As mesmas premissas e características do local de estudo apresentadas na Avaliação 1 foram utilizadas para formular o problema da Avaliação 2, com a diferença que os dados de *E.coli* obtido no IMA foram utilizados para avaliação dos riscos à saúde envolvendo consumidores de ostras.

Além da formulação do problema, nesta etapa, foram identificados os agentes etiológicos a serem avaliados. Sendo assim, foi selecionado o vírus entérico Adenovírus por estar entre os organismos mais estudados e ter grande importância na saúde pública.

4.3.4 Avaliação da exposição

A via de exposição ao vírus entérico Adenovírus foi o consumo de ostras, uma vez cultivadas em água contaminada.

Nos cenários propostos foram consideradas as exposições dos indivíduos de acordo com a equação de distribuição de volume de ostras ingeridos ao ano, obtida por meio dos dados da enquête realizada. A partir disso, foi realizado cálculo das

gramas ingeridas por cada participante, considerando 43 gramas por unidade de ostra (VIEIRA, 2013).

Os cenários de exposição da Avaliação 02 serão realizados considerando as concentrações de patógenos analisadas para a praia do Ribeirão da Ilha.

Avaliação 2 – cenário 1: consumo de ostras cultivadas em situação de saneamento atual

No cenário 1, para a avaliação da exposição ao Adenovírus, foi considerado um indivíduo que consome ostras *in natura*, cultivadas no balneário do Ribeirão da Ilha no momento atual. Considerou-se a qualidade da água monitorada pelo órgão ambiental, e entende-se que esta qualidade está relacionada à precária situação do saneamento local.

Avaliação 2 – cenário 2: consumo de ostras cultivadas em situação de saneamento futuro

No cenário 2, para a avaliação da exposição ao Adenovírus, foi considerado um indivíduo que consome ostras *in natura*, sendo que estas foram cultivadas em água com a qualidade simulada a partir da adoção de um sistema de tratamento de efluente centralizado com atendimento na área no entorno da praia e disposição do efluente tratado nessa praia, considerou-se a redução de 1 log ou 90% da bactéria *E. coli* para posterior novo cálculo da concentração de Adenovírus, utilizando-se a equação apresentada na Figura 37.

4.3.5 Modelo Dose-Resposta – Adenovírus humano

Para o Adenovírus humano, o modelo mais indicado por diversas literaturas é o Exponencial, caracterizado na revisão em 3.4.3.1. (Crabtree *et al.*, 1997; Van Heerden; Ehlers; Grabow, 2005; Soller *et al.*, 2016). A variável r utilizada foi igual a 0,4172 (Crabtree, 1997; Van Heerden; Ehlers; Grabow, 2005; Soller *et al.*, 2016).

4.3.6 Caracterização do Risco

Esta etapa foi realizada calculando para cada cenário as curvas de probabilidade de risco microbiológico com auxílio do *software @risk*. Foram realizadas 10.000 interações para obtenção dos resultados com simulação de Monte Carlo.

No *software*, primeiramente, foi gerada a curva de distribuição do patógeno, de acordo com o menor valor de AIC e curva de distribuição de volume considerando as variações de quantidades de ostras consumidas, assim como do número de vezes consumido ao ano, que alimentaram o cálculo de doses.

As doses foram calculadas por meio da Equação (12), considerando as distribuições de ostras consumidas por evento e as concentrações de cada patógeno nas ostras nos diferentes cenários.

$$D = \mu \times m \quad (12)$$

Onde, D: dose ingerida

μ : concentração de organismos

M: volume ingerido.

Em cada cenário, então, a partir das doses calculadas, foram estimadas as probabilidades de infecção pelo patógeno.

A probabilidade de infecção por dose ingerida de Adenovírus foi estimada por meio da Equação (13), modelo dose-resposta Exponencial.

$$P_I(d) = 1 - \exp(-rd) \quad (13)$$

Onde, P_I : probabilidade de infecção

D: dose ingerida

r = probabilidade de sobrevivência constante de cada organismo.

Em todos os cenários foram estimadas as probabilidades anuais de infecção pela Equação (14), com frequência de exposição de acordo com os eventos de consumo de ostras em número de vezes ao ano e as probabilidades de doença por meio da Equação (15).

$$P_I(A) = 1 - (1 - P_I(d))^n \quad (14)$$

Onde, $P_I(A)$: probabilidade de infecção anual
 $P_I(A)$: probabilidade de infecção por dose ingerida
 n : números de dias de exposição.

$$P_D = 0,5 * P_{I(d)} \quad (15)$$

Onde, P_D : probabilidade de doença
 $P_I(d)$: probabilidade de infecção por dose ingerida.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fim de avaliar os riscos ao qual os indivíduos estão expostos ao ter contato com águas e alimentos contaminados, na região do Sul da Ilha de Santa Catarina, foi realizada Avaliação Quantitativa de Risco Microbiológico em dois cenários. Os cenários consideraram a qualidade das águas do balneário, e consequentemente a qualidade dos moluscos cultivados nestas águas, a partir da situação atual de saneamento da região do Sul da Ilha, com sistema de rede coletora inexistente e sem mapeamento de sistemas individuais implantados ou de sua eficiência, e possível situação no futuro, com a implantação de sistema de tratamento de esgoto centralizado. Para tal, foram obtidas as concentrações de *E. coli* total em NMP/100 ml disponibilizados pelo IMA (período de 2000 a 2023) nas praias da Tapera, Ribeirão e Caiacangaçu.

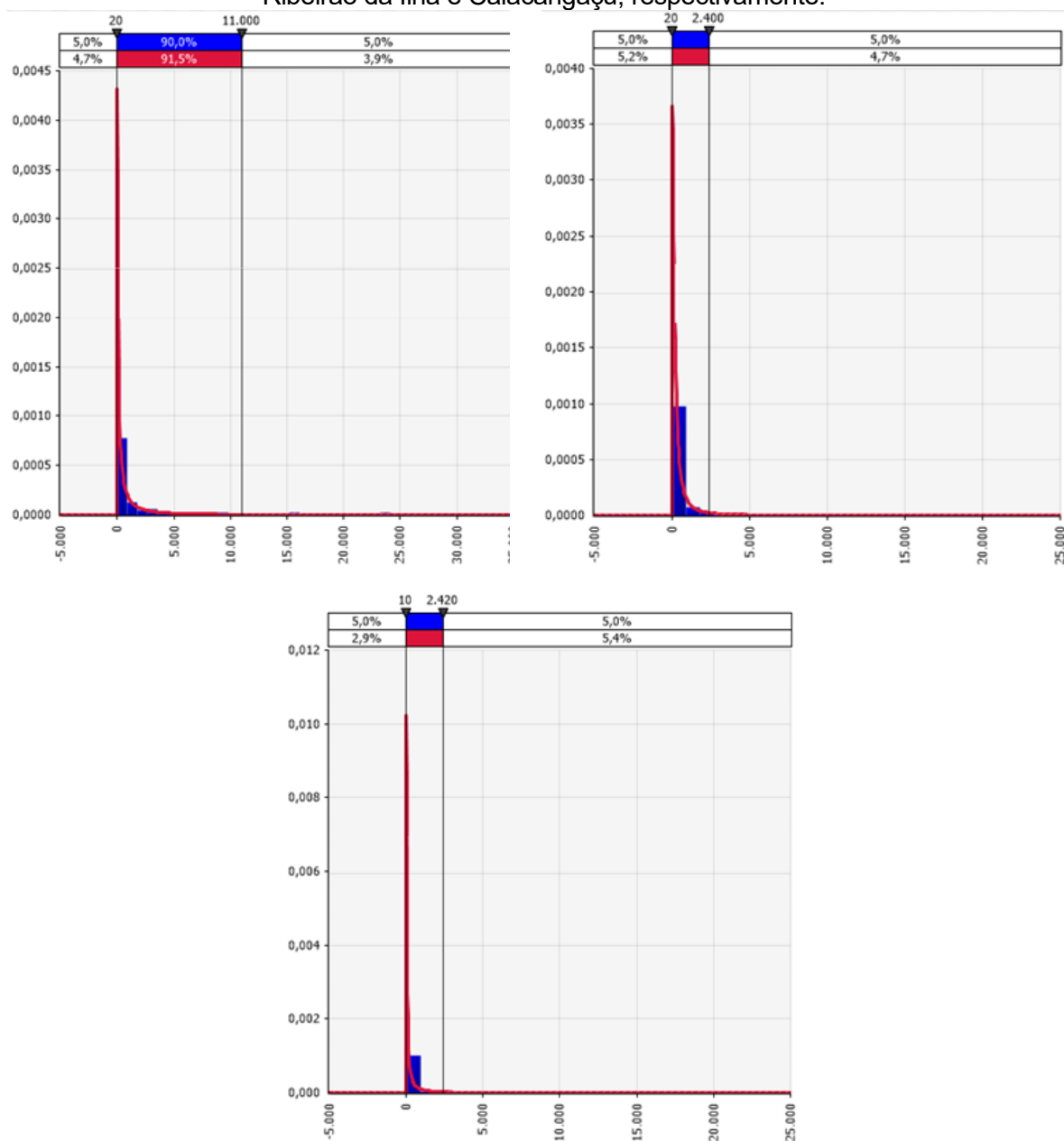
A interpretação dos dados brutos de *E. coli* foi iniciada com a realização de estatística descritiva, seguida de avaliação estatística por meio do *software @risk*, onde as distribuições de frequência dos dados de concentração de *E.coli* de cada praia foram escolhidas de acordo com o menor valor de AIC - Critério de Informação de Akaike, de acordo com Haas, Rose e Gerba (2014). As informações obtidas estão apresentadas na Tabela 3 e Figura 38.

Tabela 3 – Análise estatística descritiva (mínimo, média, máximo e desvio padrão) e distribuição de frequência dos dados de concentração de *E. coli* em NMP/100 ml disponibilizados pelo IMA nas praias da Tapera, Ribeirão da Ilha e Caiacangaçu no período entre 2000 e 2023.

Ponto	Mínimo	Média	Máximo	Desvio padrão	Distribuição
Tapera	10	1.818	24.196	4.286	Lognormal
Ribeirão	4	586	24.196	1.578	LogLogistic
Caiacangaçu	10	596	24.196	1.982	InvGauss

Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 38 – Distribuição de frequência de dados de *E. coli* em NMP/100 ml das praias da Tapera, Ribeirão da Ilha e Caiacangaçu, respectivamente.



Fonte: Elaboração própria (2023)

Ressalta-se que as análises realizadas pelo IMA com apresentação de todos os dados brutos constam no Apêndice III.

Com o objetivo de facilitar a visualização do comportamento dos dados de *E. coli* total foram calculadas as médias por ano separadamente entre as estações do verão e inverno. Os meses considerados como verão foram de novembro a março e como inverno de abril a outubro, seguindo o indicativo de meses que o IMA adota para a realização das amostragens, já que no verão o monitoramento da qualidade das águas ocorre com maior frequência (semanal no verão e mensal no inverno).

Nas tabelas Tabela 4, Tabela 5 e Tabela 6 estão apresentadas as médias anuais dos dados brutos de *E. coli* total em NMP/100 ml disponibilizados pelo IMA, por praia e por estação de verão e inverno. Nos gráficos que seguem as tabelas, estão apresentadas as mesmas médias, porém com os resultados transformados em log 10 para melhor visualização dos eixos.

Na Tabela 4 estão apresentadas as médias anuais por estação de verão e inverno dos dados de *E. coli* disponibilizados pelo IMA para a praia da Tapera entre os anos de 2000 e 2023.

Tabela 4 – Praia da Tapera – Concentrações médias anuais por estação do ano (verão e inverno) de dados de *E. coli* em NMP/100 ml disponibilizados pelo IMA de período entre 2000 a 2023

TAPERA - MÉDIAS ANUAIS POR ESTAÇÃO DE *E. COLI* (DADOS IMA 2000-2023)

ANO	VERÃO	INVERNO
2000	1997	931
2001	775	317
2002	975	348
2003	2671	2141
2004	1226	2673
2005	1947	2097
2006	1595	656
2007	1371	836
2008	793	1159
2009	509	118
2010	1787	3362
2011	2587	3771
2012	807	627
2013	986	1294
2014	694	675
2015	2320	970
2016	3447	7752
2017	10127	8927
2018	2730	2189
2019	313	393
2020	1344	42
2021	874	281
2022	528	459
2023	597	168

Fonte: Elaboração própria (2023)

Por meio dos dados apresentados na

Ressalta-se que as análises realizadas pelo IMA com apresentação de todos os dados brutos constam no Apêndice III.

Com o objetivo de facilitar a visualização do comportamento dos dados de *E. coli* total foram calculadas as médias por ano separadamente entre as estações do verão e inverno. Os meses considerados como verão foram de novembro a março e como inverno de abril a outubro, seguindo o indicativo de meses que o IMA adota para a realização das amostragens, já que no verão o monitoramento da qualidade das águas ocorre com maior frequência (semanal no verão e mensal no inverno).

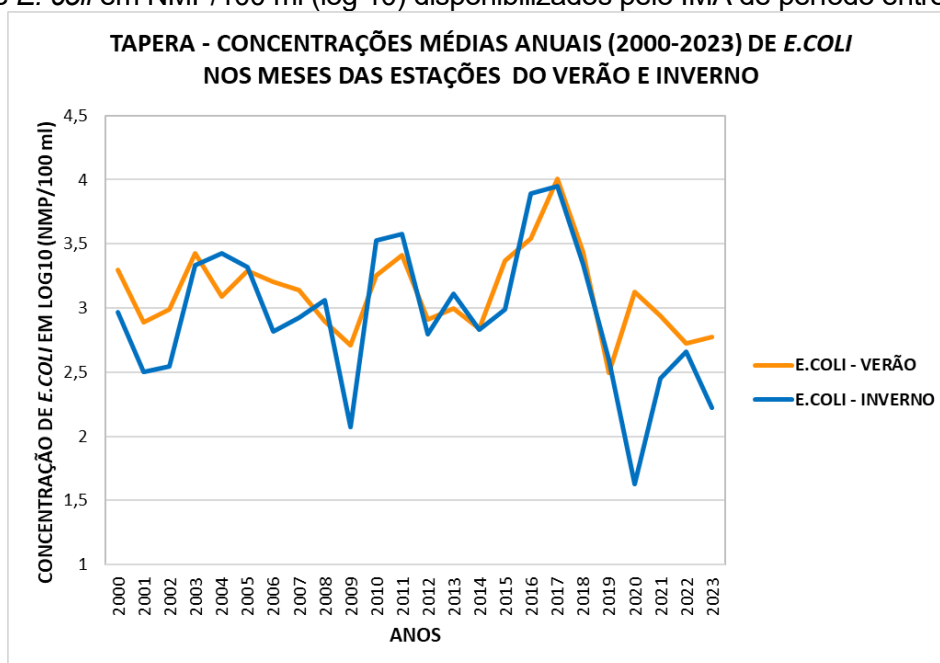
Nas tabelas Tabela 4, Tabela 5 e Tabela 6 estão apresentadas as médias anuais dos dados brutos de *E. coli* total em NMP/100 ml disponibilizados pelo IMA, por praia e por estação de verão e inverno. Nos gráficos que seguem as tabelas, estão apresentadas as mesmas médias, porém com os resultados transformados em log 10 para melhor visualização dos eixos.

Na Tabela 4 estão apresentadas as médias anuais por estação de verão e inverno dos dados de *E. coli* disponibilizados pelo IMA para a praia da Tapera entre os anos de 2000 e 2023.

Tabela 4 e Figura 39 é possível observar que as médias de verão e inverno tiveram o mesmo padrão de elevação e baixas das concentrações ao longo dos anos.

Contudo, apesar de as concentrações demonstrarem comportamentos semelhantes de altas e baixas nos mesmos anos nas duas estações, as concentrações no verão ao longo do período de 2000 a 2023 apresentaram média de 1792 NMP/100 ml, valor acima da média das concentrações no inverno, de 1758 NMP/100 ml.

Figura 39 – Praia da Tapera – Concentrações médias anuais por estação do ano (verão e inverno) de dados de *E. coli* em NMP/100 ml (log 10) disponibilizados pelo IMA de período entre 2000 a 2023



Fonte: Elaboração própria (2023)

A partir da Figura 39 foi possível observar picos de concentração com valores acima da média em ambas as estações com log equivalente a aproximadamente 3,25, e valores de médias no inverno acima das médias do verão em 8, dos 23 anos, o que equivale a 33%. Nesse sentido, para melhor interpretação dos valores, foi calculado o desvio padrão das médias das estações, onde o desvio padrão nos valores da estação do inverno foi de 2232 NMP/ 100 ml e do verão foi de 1923 NMP/ 100 ml.

Para o verão, no ano de 2017 foi verificada a maior concentração de *E. coli* com média de 10.127 NMP/100 ml e em 2019 a menor, com 313 NMP/100 ml. Para o inverno o ano de 2017 teve também a maior concentração com 8.927 NMP/100 ml e no ano de 2020 a menor de 42 NMP/ 100 ml.

Destaca-se, ainda, que no decorrer da série histórica de dados, foram verificadas 193 análises acima de 800 NMP/100 ml, que é o limite aceitável considerado pela Resolução Conama nº 274 (Conama, 2000). Esse número equivalente a 31% das análises fora do padrão.

Na Tabela 5 estão apresentadas as médias anuais por estação de verão e inverno dos dados de *E. coli* disponibilizados pelo IMA para a praia do Ribeirão entre os anos de 2000 e 2023.

Tabela 5 – Praia do Ribeirão – Concentrações médias anuais por estação do ano (verão e inverno) de dados de *E. coli* em NMP/100 ml disponibilizados pelo IMA de período entre 2000 a 2023

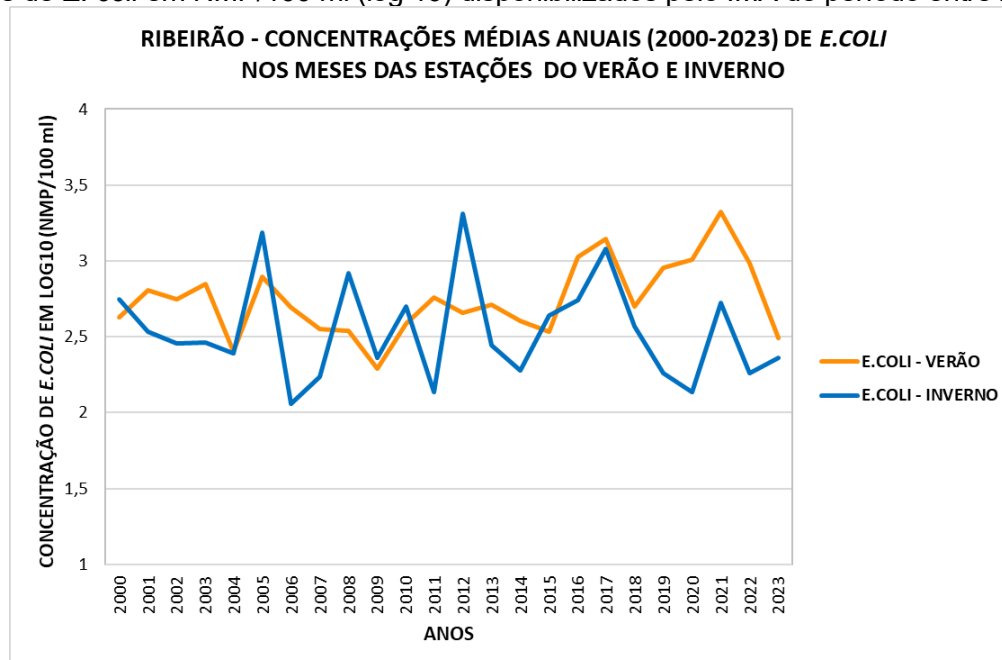
RIBEIRÃO - MÉDIAS ANUAIS POR ESTAÇÃO DE <i>E. COLI</i>		
(DADOS IMA 2000-2023)		
ANO	VERÃO	INVERNO
2000	426	556
2001	643	341
2002	560	287
2003	702	289
2004	252	244
2005	785	1530
2006	497	114
2007	357	173
2008	344	826
2009	194	228
2010	384	500
2011	571	137
2012	454	2047
2013	517	279
2014	404	190
2015	341	437
2016	1054	550
2017	1401	1205
2018	503	369
2019	903	182
2020	1023	136
2021	2091	530
2022	960	183
2023	309	230

Fonte: Elaboração própria (2023)

Na praia do Ribeirão, por meio dos dados apresentados na Tabela 5 e Figura 40, é possível observar que as concentrações tiveram seus valores abaixo das concentrações da praia da Tapera, porém mantendo a diferença de valores entre

verão e inverno, onde no verão a média foi de 653 NMP/100 ml, e no inverno, de 482 NMP/100 ml.

Figura 40 - Praia do Ribeirão – Concentrações médias anuais por estação do ano (verão e inverno) de dados de *E. coli* em NMP/100 ml (log 10) disponibilizados pelo IMA de período entre 2000 a 2023



Fonte: Elaboração própria (2023)

A partir da Figura 40, foi possível observar picos de concentração com valores acima da média em ambas as estações com log equivalente ao valor de 2,6-2,8 e também valores de médias no inverno acima das médias do verão em 7 dos 23 anos, o que equivale a 29% do período. O desvio padrão dos dados referentes à praia do Ribeirão se manteve maior para a estação do inverno com 468 NMP/ 100 ml e 417 NMP/ 100 ml para o verão.

No ano de 2021 foi verificada maior concentração de *E. coli* na estação do verão com média de 2.091 NMP/100 ml e menor em 2004 com 252 NMP/100 ml e no inverno em 2012 com 2.047 NMP/100 ml e em 2006 com 114 NMP/100 ml.

Destaca-se, ainda, que no decorrer da série histórica de dados, foram verificadas 83 análises acima de 800 NMP/100 ml, que é o limite aceitável considerado pela Resolução Conama nº 274 (Conama, 2000). Esse número corresponde a 13% das análises fora do padrão.

Na Tabela 6 estão apresentadas as médias anuais por estação de verão e inverno dos dados de *E. coli* disponibilizados pelo IMA para a praia de Caiacangaçu entre os anos de 2000 e 2023.

Tabela 6 – Praia de Caiacangaçu – Concentrações médias anuais por estação do ano (verão e inverno) de dados de *E. coli* em NMP/100 ml disponibilizados pelo IMA de período entre 2000 a 2023

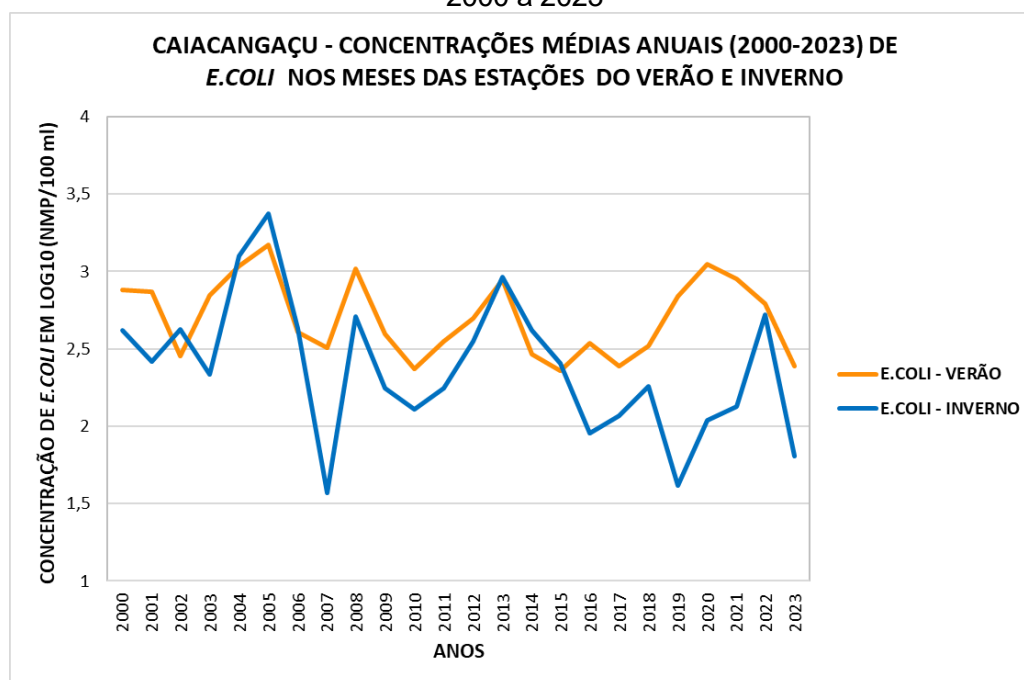
CAIACANGAÇU - MÉDIAS ANUAIS POR ESTAÇÃO DE <i>E. COLI</i>		
(DADOS IMA 2000-2023)		
ANO	VERÃO	INVERNO
2000	759	417
2001	744	260
2002	282	420
2003	697	216
2004	1091	1269
2005	1479	2349
2006	407	429
2007	321	37
2008	1042	510
2009	395	177
2010	233	129
2011	353	176
2012	500	354
2013	883	921
2014	293	414
2015	229	255
2016	345	90
2017	245	116
2018	329	181
2019	687	41
2020	1114	110
2021	893	133
2022	617	524
2023	243	64

Fonte: Elaboração própria (2023)

Na praia de Caiacangaçu, por meio dos dados apresentados na Tabela 6 e Figura 41, é possível observar que as concentrações tiveram seus valores abaixo das concentrações da praia da Tapera e do Ribeirão, o que pode ser devido a menor ocupação populacional nessa área.

Com relação a diferença de valores entre verão e inverno, nesse ponto a estação do verão apresentou também valor acima da estação do inverno, onde no verão ao longo do período de 2000 a 2023 a média foi de 591 NMP/100 ml, e no inverno, de 400 NMP/100 ml. Nessa praia é possível verificar a predominância de maiores valores de concentração na estação do verão.

Figura 41 - Praia de Caiacangaçu – Concentrações médias anuais por estação do ano (verão e inverno) de dados de *E. coli* em NMP/100 ml (log 10) disponibilizados pelo IMA de período entre 2000 a 2023



Fonte: Elaboração própria (2023)

A partir da Figura 41, foi possível observar picos de concentração com valores acima da média em ambas as estações com log equivalente ao valor entre 2,6-2,7. Na praia de Caiacangaçu verificou-se ainda que os valores de média no inverno sobrepuseram os valores de médias no verão em 7 dos 23 anos, o que equivale a 29% período. O desvio padrão dos valores ficou em torno de 493 NMP/100 ml para a estação do inverno e 340 NMP/100 ml para o verão.

No ano de 2005 foi verificada maior concentração de *E. coli* na estação do verão com média de 1.479 NMP/100 ml e menor em 2015 com 229 NMP/100 ml. No inverno a maior concentração foi também em 2005 com 2.349 NMP/100 ml e menor em 2007 com 37 NMP/100 ml.

Ressalta-se, ainda, que no decorrer da série histórica de dados, foram verificadas 62 análises acima de 800 NMP/100 ml, que é o limite aceitável considerado pela Resolução Conama nº 274 (Conama, 2000). Esse número corresponde ao equivalente a 10% das análises fora do padrão.

Realizando a comparação entre as concentrações nas estações do inverno e verão, nas três praias estudadas, observou-se que no verão a média das concentrações das análises de *E. coli* esteve acima da média no inverno. Essa

diferença pode ser justificada pela maior contribuição de efluentes na baía, pela existência de população flutuante nas áreas litorâneas, considerando que nos meses de verão, com a alta temporada de turismo, há um aumento do número de pessoas ocupando as áreas de praias. De acordo com o Plano Municipal de Saneamento de Florianópolis (2011) a população do Ribeirão da Ilha pode aumentar em até 34% nos meses do verão.

Com relação a picos de concentração ocorridos na estação do inverno nas três praias, esses podem ser influenciados por fatores de precipitação, temperatura da água no período de amostragem, influência das correntes marítimas, contaminações pontuais, incidência de luz solar, entre outros fatores.

Tendo em vista os valores de concentrações obtidos nas três praias, observa-se que as concentrações de *E. coli* foram maiores na praia da Tapera, seguida pela praia do Ribeirão e por último praia de Caiacangaçu. Destaca-se que as praias seguem a mesma ordem para ocupação e adensamento populacional, sendo a maior na praia da Tapera e menor na praia de Caiacangaçu.

5.1 Avaliação 01 - Ingestão de água por contato primário

A avaliação 01 consistiu em dois cenários de exposição de indivíduos à ingestão de água contaminada por meio do contato primário na atividade de nado nas três praias estudadas.

O cenário 1 considerou a situação atual de saneamento na região do Sul da Ilha de Santa Catarina onde não há rede coletora de esgoto e não há controle da implantação ou eficiência de sistemas de tratamento de esgoto no lote, e o cenário 2 considerou um cenário futuro com a implantação de sistema de tratamento de esgoto centralizado com disposição final de efluente tratado no mar na região do Sul da Ilha de Florianópolis. Em ambos os cenários foram avaliadas exposições aos patógenos *E. coli*, Rotavírus e *Cryptosporidium parvum*.

Os resultados de concentrações de *E. coli* patogênica foram obtidos por meio dos dados de *E. coli* total levantados (Apêndice III) nas águas das praias da Tapera, Ribeirão da Ilha e Caiacangaçu. Esses valores foram calculados considerando a porcentagem de 8% desses valores de *E. coli* total convertidos em *E. coli* patogênica, sendo utilizados no cenário 1.

Para uso no cenário 2, foi realizada simulação de redução de *E. coli* em 1 log, 90% de remoção do patógeno na ETE central.

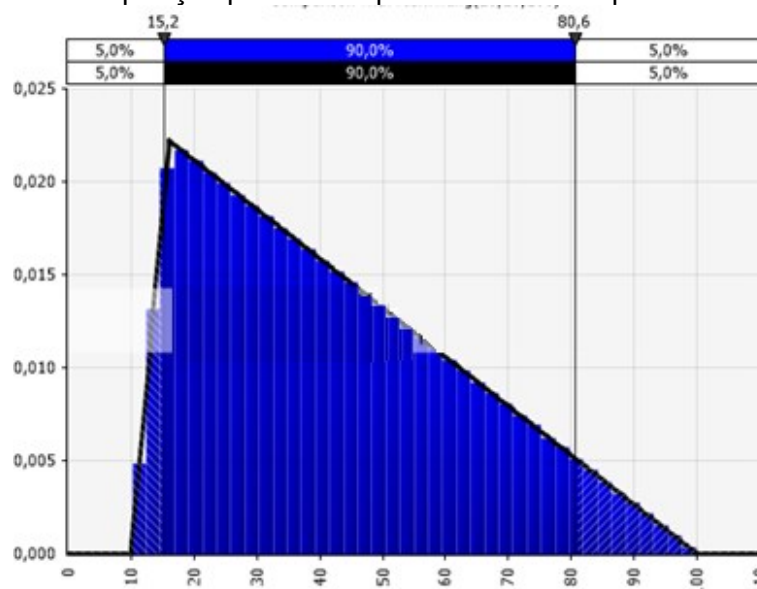
No cenário 1, os resultados de concentrações de Rotavírus e *Cryptosporidium parvum* foram obtidos por meio dos dados de *E. coli* total levantados (Apêndice III) nas águas das praias da Tapera, Ribeirão da Ilha e Caiacangaçu, com fator de conversão conforme apresentado na metodologia de $1:10^{-5}$ para o primeiro e $0.1:10^{-5}$ para o segundo.

Para uso no cenário 2, foi realizada simulação de redução do vírus em 0,5 log e 1 log para o protozoário.

A partir de toda série histórica de dados que compreendeu o período de 2000 a 2023, foram calculadas as doses ingeridas por evento de exposição por contato primário de 1 hora no contato com as águas contaminadas por adultos e crianças para *E. coli* patogênica e apenas adultos para o Rotavírus e *Cryptosporidium parvum*.

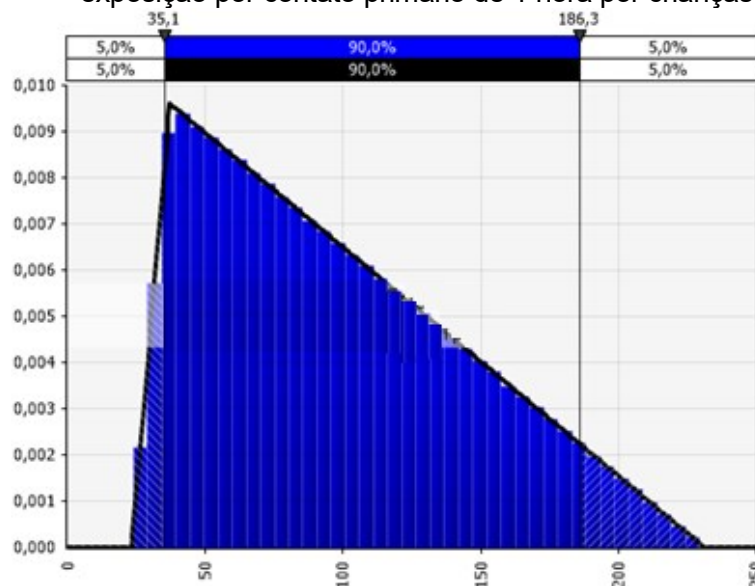
Os cenários 1 e 2 da Avaliação 01 consideraram a distribuição triangular de volume de água ingerida em miligramas por hora de evento de exposição, calculada no *software @risk*, conforme dados da literatura para adultos e para crianças, apresentadas na Figura 42 e Figura 43.

Figura 42 - Distribuição triangular do volume de água ingerida em miligramas por evento de exposição por contato primário de 1 hora por adultos



Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 43 - Distribuição triangular do volume de água ingerida em miligramas por evento de exposição por contato primário de 1 hora por crianças



Fonte: Elaboração própria (2023)

Por meio da metodologia da avaliação quantitativa de risco microbiológico, combinando as etapas de identificação do perigo, avaliação da exposição, identificação do modelo-dose resposta e cálculo da dose, foram realizadas as estimativas de risco de infecção por dose e anual pela simulação de Monte Carlo, utilizando o *software @Risk*, com 10.000 interações e considerando 90% de intervalo de confiança.

Os resultados da Avaliação 01 serão apresentados divididos por praias, sendo que para cada cálculo de probabilidade estão apresentados cenário 1 e cenário 2 para efeito de comparação.

5.1.1 Praia da Tapera

5.1.1.1 Probabilidade de infecção por dose ingerida $P_i(d)$

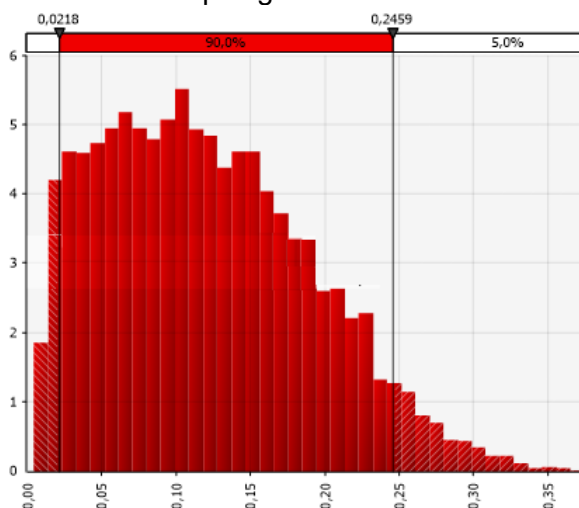
A probabilidade de infecção por dose ingerida apresenta o risco de infecção de um indivíduo ao se expor às águas contaminadas por meio do contato primário durante um evento de exposição de uma hora de natação.

Assim, a probabilidade de infecção por dose ingerida resultante em 0% significa que o não ocorrerá infecção do indivíduo durante o evento de exposição e de 100% significa que ocorrerá a infecção do indivíduo pelo patógeno durante o evento.

Na praia da Tapera, Cenário 1, é possível observar por meio da curva apresentada na Figura 44, que a probabilidade de infecção em adultos por dose ingerida de águas contaminadas por *E. coli* patogênica apresentou variação entre 2,2% a 24,6%, com média de 12%. Esses resultados demonstram a fragilidade do cenário existente do saneamento na região da praia da Tapera ao longo de mais de 20 anos, considerando a série histórica de dados que resultou na curva apresentada. Assim, verifica-se que durante esse período o risco médio de o indivíduo ser infectado por *E. coli* patogênica foi de aproximadamente 1:10 durante um evento de exposição.

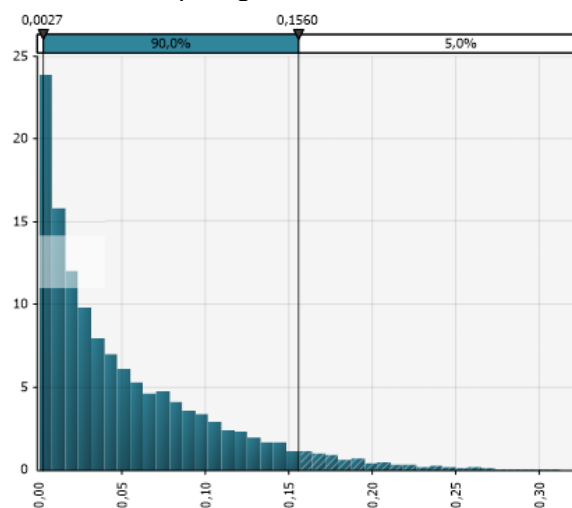
Nessa praia, já no Cenário 2 (Figura 45), onde foi simulada a redução de contribuição de *E. coli* na baía pela implantação de sistema centralizado na região e consequente redução do patógeno na água, o risco reduziu para o intervalo entre 0,3% e 15,6%, com média de 5%.

Figura 44 - Tapera – Simulação $P_i(d)$ – *E. coli* patogênica – Cenário 1



Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 45 - Tapera - Simulação $P_i(d)$ – *E. coli* patogênica - Cenário 2



Fonte: Elaboração própria (2023)

Comparando os dois cenários é possível observar que ainda que haja redução de 1 log na concentração de *E. coli* nas águas por um novo sistema de tratamento de esgoto, a diferença do risco médio foi de menos de 10%, porém nota-se que o comportamento da curva apresentada na Figura 45 foi diferente, com maior número de probabilidades próximas de 0,3%.

Destaca-se que a probabilidade de infecção não traz a informação de desenvolvimento de doença, pois essa está relacionada a múltiplos fatores como sistema imunológico do organismo exposto ao patógeno, podendo variar com a idade, estado prévio de saúde e resistência específica.

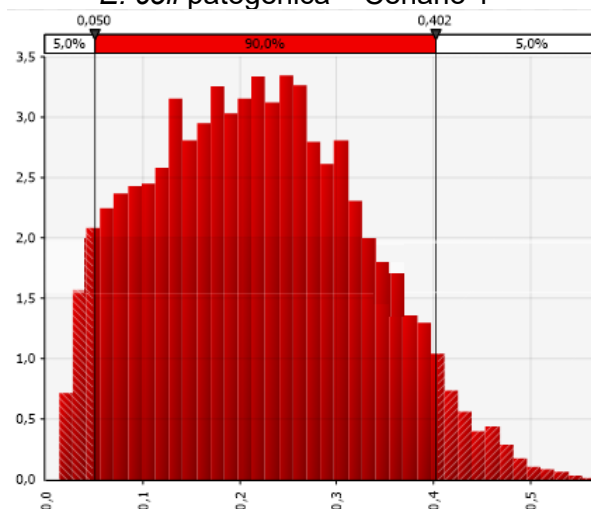
Tendo em vista essa informação, foi calculada a probabilidade de desenvolvimento de doença dos indivíduos, sendo assumido de acordo com Haas *et al.* (1993) que 50% das infecções resultam em doenças, por pessoa, por exposição.

Em adultos a probabilidade de doença máxima, portanto, foi de aproximadamente 12%.

Realizando a probabilidade de infecção por dose ingerida por crianças, que ingerem 2,31 vezes mais água por incidente do que os adultos, de acordo com Donovan *et al.* (2008) e Dufour *et al.* (2006), verificou-se aumento dos riscos com relação aos adultos. A variação no cenário 1, conforme Figura 46, foi de 5% a 40,2%, com probabilidade média de 21,7%, sendo aproximadamente 10% mais alto que em adultos.

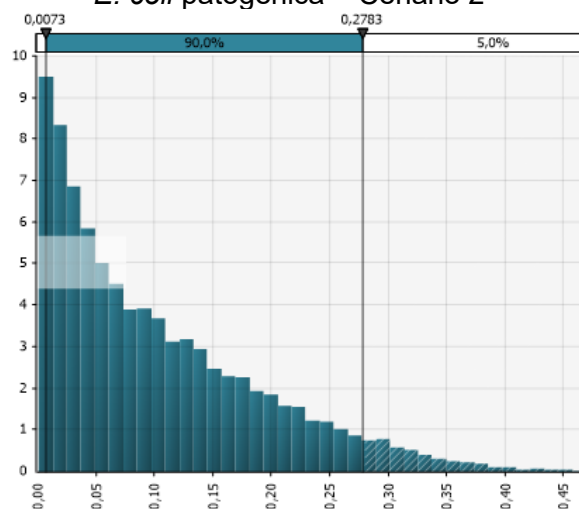
No cenário 2 (Figura 47), com a simulação de redução em 1 log da bactéria, o risco reduziu para a estimativa entre 0,7% e 27,8%, com média de 10,2%, assim como em adultos, com redução de risco em torno de 10%, porém com mudança no comportamento da curva, com maior número de resultados próximos de 0,7%.

Figura 46 - Tapera – Simulação $P_i(d)$
(Crianças) –
E. coli patogênica – Cenário 1



Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 47 - Tapera – Simulação $P_i(d)$
(Crianças) –
E. coli patogênica – Cenário 2



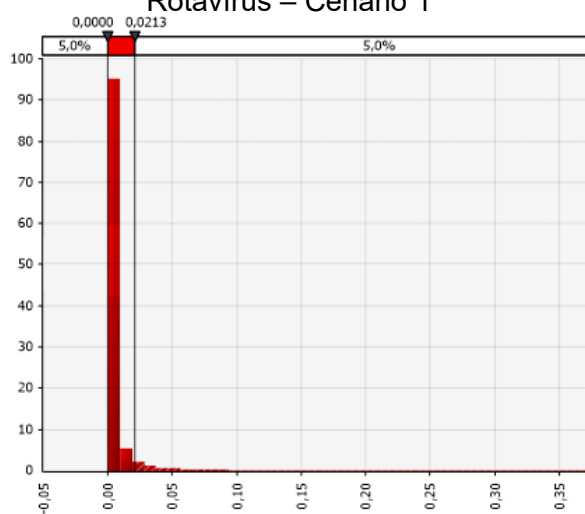
Fonte: Elaboração própria (2023)

Esses resultados apresentam a situação de que o risco de infecção pelo patógeno da *E. coli* ainda aumenta em crianças, onde no cenário de saneamento atual, há um risco de aproximadamente 1:5 associados à exposição de crianças ao nado nas águas.

O patógeno Rotavírus, estudado por ser um dos maiores vírus causadores de doenças no mundo e com alta sobrevivência no meio ambiente, apresentou no cenário 1, na praia da Tapera, conforme Figura 48, probabilidades de infecção por dose ingerida variando de 0% a 2,1%, com média de 0,5%.

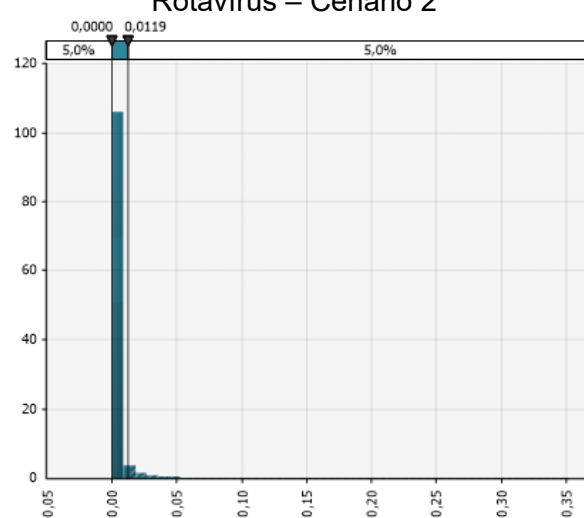
No cenário 2 (Figura 49), com a simulação de redução em 0,5 log do vírus, o risco reduziu para a estimativa entre 0% e 1,2%, com média de 0,3%, tendo risco médio com baixa diferença comparado ao Cenário 1. Essa diferença inferior está relacionada à resistência do vírus a tratamentos de água, quando comparado por exemplo à bactéria *E. coli*. Assim, um tratamento secundário de esgoto não indica eficiência significativa na remoção do vírus em termos de risco à saúde.

Figura 48 - Tapera – Simulação $P_i(d)$ – Rotavírus – Cenário 1



Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 49 - Tapera – Simulação $P_i(d)$ – Rotavírus – Cenário 2



Fonte: Elaboração própria (2023)

Nota-se que comparado ao risco associado à ingestão de *E. coli* em adultos, para o Rotavírus o risco foi consideravelmente mais baixo. Deve ser destacado que as concentrações de Rotavírus na água foram consideradas menores na simulação de acordo com a literatura e da interpretação de que há menor concentração do vírus no esgoto, tendo em vista que nem todo indivíduo da população está infectado com o Rotavírus e, portanto, não o excreta em suas fezes.

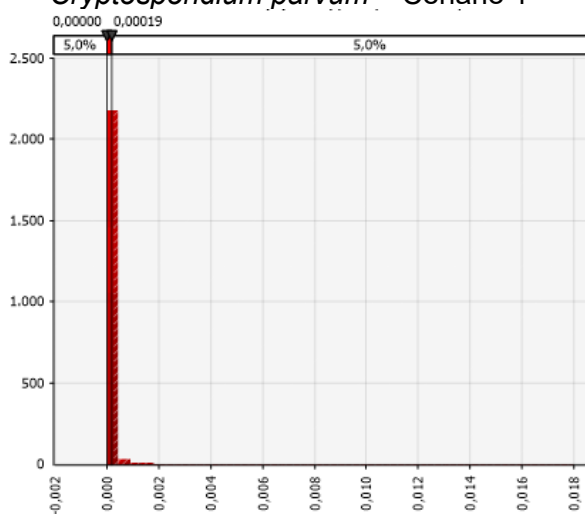
Contudo, apesar de o vírus estar em menor concentração nas águas, ainda sim seu risco foi elevado, considerando sua persistência no meio ambiente e baixa dose infectante, onde uma pequena quantidade de vírus presentes na água é capaz de infectar o indivíduo. Nesse caso a probabilidade de desenvolvimento de doença foi em torno de 1%.

Ressalta-se que nos dois cenários as probabilidades tiveram maior número de resultados próximo ao mínimo.

O último patógeno avaliado, protozoário *Cryptosporidium parvum*, apresentou os menores resultados de probabilidade de infecção por dose ingerida, quando comparado à bactéria *E. coli* e ao vírus entérico Rotavírus.

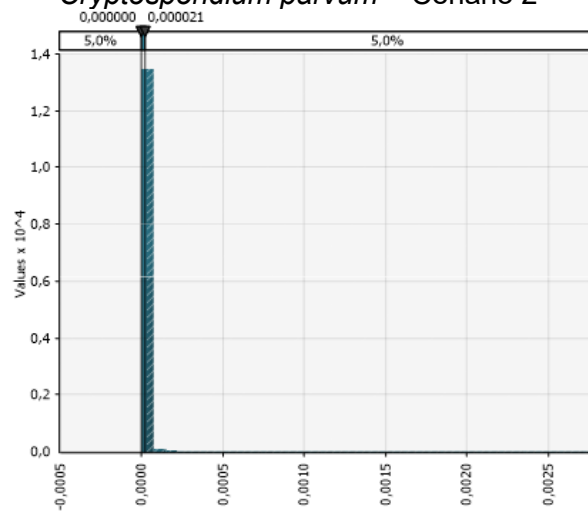
Conforme a curva apresentada na Figura 50, os riscos variaram no cenário 1 entre 0% a 0,02%, com média de 0,006%. E no Cenário 2 (Figura 51), com simulação de redução em 1 log da concentração do protozoário na água, o risco reduziu para a estimativa entre 0,0% e 0,002%, com média de 0,0006%.

Figura 50 - Tapera – Simulação Pi(d) – *Cryptosporidium parvum* – Cenário 1



Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 51 - Tapera – Simulação Pi(d) – *Cryptosporidium parvum* – Cenário 2



Fonte: Elaboração própria (2023)

Esses resultados de menos de 1% de risco, podem estar associados tanto a menor concentração do protozoário na água, na casa de 1 log a menos do que a concentração do Rotavírus, assim como também à sua dose infectante. Esse protozoário atinge principalmente indivíduos com o sistema imunológico comprometido.

5.1.1.2 Probabilidade de infecção anual $P_i(A)$

A probabilidade de infecção anual apresenta o risco de infecção de um indivíduo ao se expor às águas contaminadas por meio do contato primário durante um número determinado de eventos de exposição de uma hora de natação ao ano. No presente estudo foram considerados 20 eventos de exposição ao ano para a bactéria e 30 eventos de exposição ao ano para os demais patógenos conforme item 4.2.5.

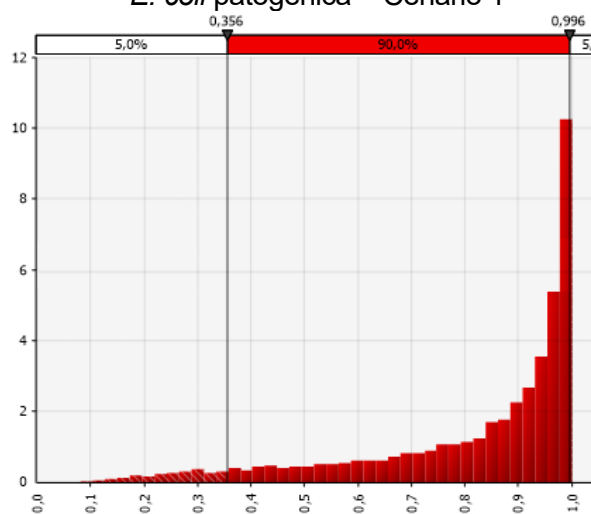
Assim, a probabilidade de infecção anual resultante em 0% significa que durante em um ano ao se expor diversas vezes à contaminação, não haverá infecção do indivíduo e de 100% significa que ao menos durante 1 evento ao ano ocorrerá a infecção do indivíduo pelo patógeno.

Considerando que geralmente a exposição ao risco não ocorre apenas uma vez ao ano, foi calculada a probabilidade de infecção anual de um indivíduo exposto 30 vezes às águas contaminadas por *E. coli*.

As probabilidades de infecção anual na praia da Tapera, conforme curva da Figura 52, no cenário 1, variaram entre 35,6% e 99,6%, com média de 82,1%. Esses resultados demonstram que o indivíduo ao nadar diversas vezes na praia da Tapera, em um ano, o que comumente ocorre na estação do verão na região pelo alto potencial turístico, a probabilidade de ocorrência de infecção ao menos uma vez no ano é de mais de 4:5.

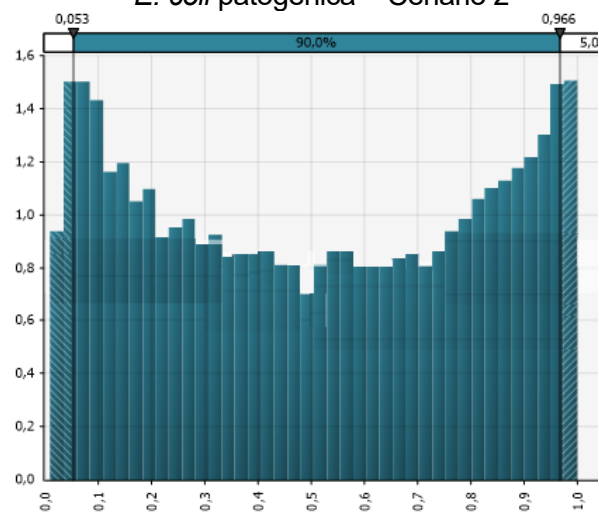
No Cenário 2 (Figura 53), com a implantação de sistema centralizado no local e estimativa de redução de *E. coli* nas águas, ainda assim a probabilidade anual variou entre 5% e 96,6%, com média de 50,5%, demonstrando que em ambos os cenários os riscos permanecem elevados, porém, nesse cenário nota-se mudança na curva.

Figura 52 - Tapera – Simulação Pi(A) – *E. coli* patogênica – Cenário 1



Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 53 - Tapera - Simulação Pi(A) – *E. coli* patogênica – Cenário 2



Fonte: Elaboração própria (2023)

Considerando que a bactéria *E. coli* possui menor resistência ao meio e à tratamentos de água e menos tempo de sobrevivência, quando comparada à outros organismos patogênicos, esses resultados indicam a ineficiência no alcance de bons níveis de balneabilidade e prevenção de riscos à saúde por meio dos sistemas de saneamento existentes, que são precários. De forma semelhante, o modelo convencional de saneamento que se pretende visando a universalização, também não conseguiria promover o objetivo primordial do saneamento, que é a promoção de saúde. As estações de tratamento de esgotos dificilmente são concebidas no Brasil visando a remoção de microrganismos patogênicos, e sim a remoção de matéria orgânica, e em alguns casos, a transformação de nitrogênio.

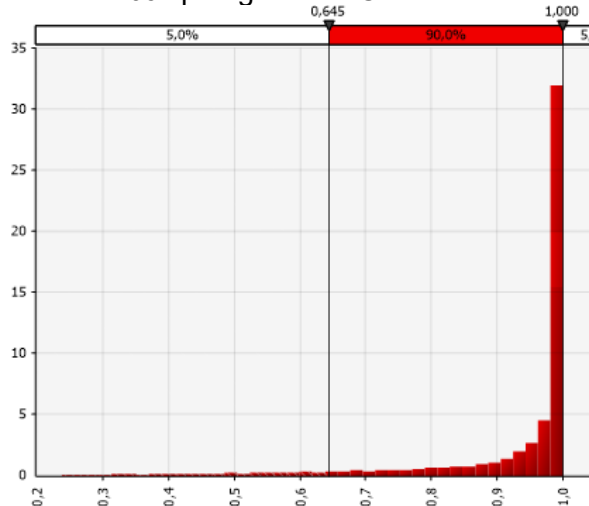
Complementarmente, a fim de avaliar ainda a eficiência de limites estabelecidos na legislação referente à balneabilidade das praias, foi realizada simulação de probabilidade de infecção anual para dados de concentrações de *E. coli* até o limite de 800 NMP/100 ml ao longo dos anos. Esse padrão é definido pela Resolução CONAMA 274 de 2000. A probabilidade anual máxima obtida para *E. coli* nesses termos foi de 96,1%. Esse resultado demonstra a ineficiência do parâmetro utilizado como determinante de balneabilidade nas praias, considerando a probabilidade anual aceitável estabelecida pela OMS de 0,01% (WHO, 2016, 2017), somado ao fato da alta fragilidade deste indicador uma vez em contato com águas salgadas ou salobras.

Dessa forma, interpreta-se que mesmo que a praia esteja com a placa identificada como própria para banho, a mesma oferece risco à saúde dos indivíduos que efetuarem contato com essa água, havendo um alto risco de ao menos uma vez ao ano o mesmo ser infectado. Tendo em vista a maior dose ingerida pelas crianças em função do maior volume de água ingerido, as probabilidades anuais foram também maiores do que para os adultos.

Sendo assim, as probabilidades de infecção anual no cenário 1 (Figura 54) para crianças na praia da Tapera variaram entre 64,5% e 100%, com média de 93,6% considerando o cenário de saneamento existente na região. A probabilidade máxima chegar a 100% traz a informação de que considerando os parâmetros de exposição inferidos no estudo, ao menos uma vez ao ano a criança será infectada pelo patógeno e possui chance de 50% de desenvolver a doença.

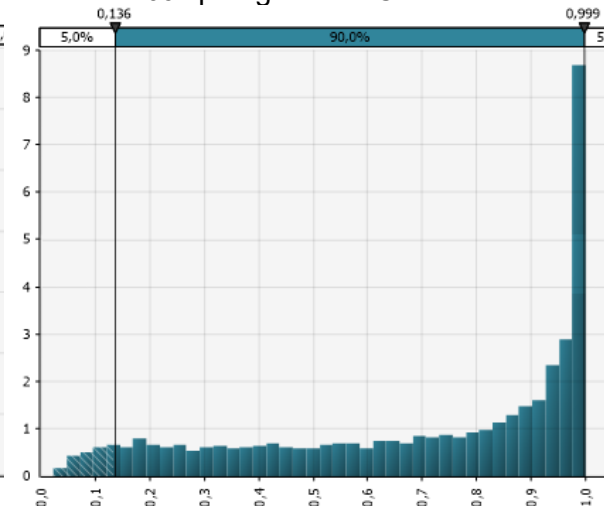
Avaliando a probabilidade anual no cenário 2 (Figura 55), com a redução de contribuição da *E. coli* na praia, a probabilidade máxima reduziu apenas para 99,9%, porém a média teve maior redução, chegando a 69,5%, demonstrando a diminuição de riscos a crianças à medida que melhoramos a questão do saneamento na região.

Figura 54 - Tapera – Simulação $P_i(A)$
(Crianças) –
E. coli patogênica – Cenário 1



Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 55 - Tapera – Simulação $P_i(A)$
(Crianças) –
E. coli patogênica – Cenário 2



Fonte: Elaboração própria (2023)

Com relação ao vírus entérico Rotavírus, considerando sua simulação de menor concentração nas águas avaliadas, as probabilidades de infecção anual, no cenário 1 (Figura 56) na praia da Tapera tiveram a máxima de 47,5%, com média de 9,2%, como pode ser observado na curva da Figura 56.

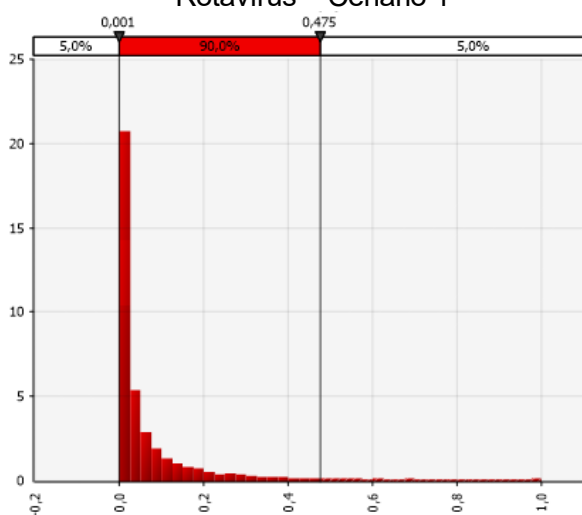
Quando comparado ao risco de infecção por *E. coli* em adultos, foi aproximadamente 8 vezes menor.

Contudo, deve ser observado que patógenos virais como o Rotavírus possuem comportamento diferente da bactéria indicadora de contaminação fecal *E. coli*. Sendo assim, devem ser avaliadas também as questões relativas à sobrevivência dos patógenos no meio. O Rotavírus persiste por maior tempo no ambiente, sendo que se sua presença for continuada com o lançamento de esgotos, mesmo com menor risco em comparação com a *E. coli*, esse risco será também prolongado.

Para o patógeno Rotavírus, no cenário atual de saneamento e seguindo os parâmetros da CONAMA 274/2000, a probabilidade anual de infecção em situação de praia própria para banho, teve seu valor máximo em aproximadamente 6%, estando fora do limite aceitável pela OMS.

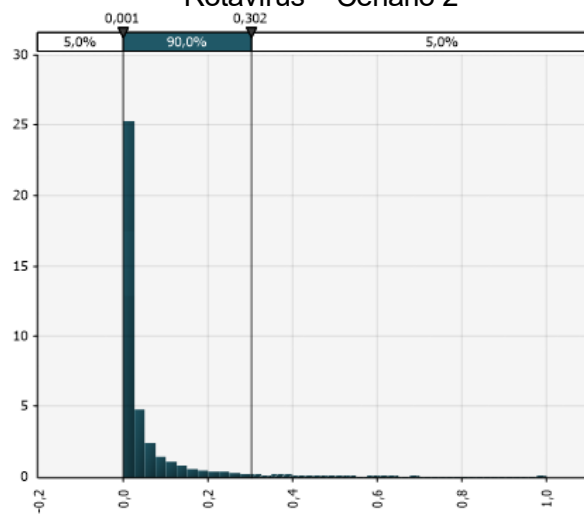
Avaliando o cenário 2 (Figura 57), com possibilidade de mudança da dinâmica do saneamento, o risco máximo foi de 30%, sendo uma diminuição de aproximadamente 17%, diferente do cenário de *E. coli* onde a diminuição foi de mais de 30%. Essas diferenças evidenciam os diferentes comportamentos dos patógenos frente à tratamentos de efluente, demonstrando a necessidade de implantação de tratamentos pensados para a remoção de patógenos virais, além da bactéria *E. coli*.

Figura 56 - Tapera - Simulação Pi(A) – Rotavírus – Cenário 1



Fonte: Elaboração própria (2023)

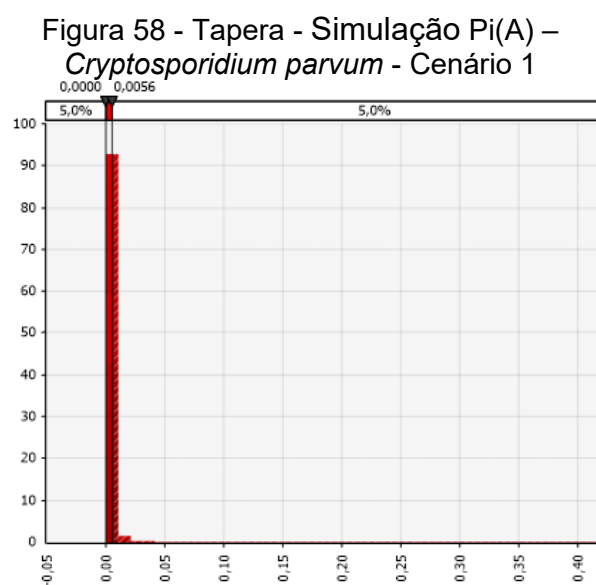
Figura 57 - Tapera - Simulação Pi(A) – Rotavírus – Cenário 2



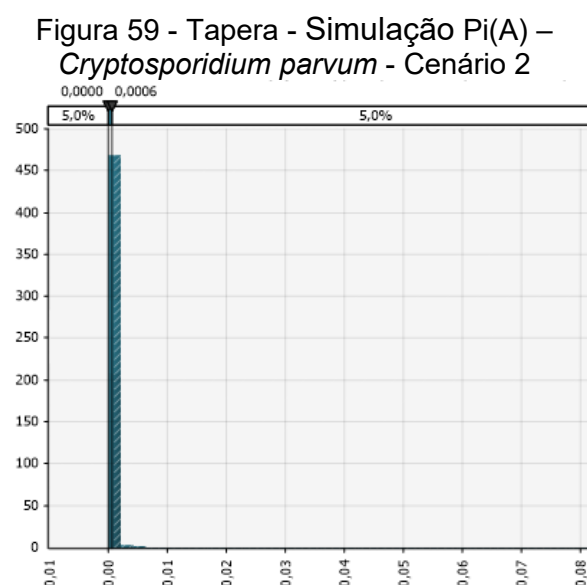
Fonte: Elaboração própria (2023)

Ainda, observa-se que em ambos os cenários é possível observar maior número de resultados próximos a 0,1%, indicando que mesmo os mínimos, com baixas concentrações de Rotavírus, ainda apresentam risco acima do limite da OMS.

Conforme esperado pela baixa concentração no ambiente obtida por meio de simulação, as probabilidades de infecção anual (Figura 58 e Figura 59) para o protozoário *Cryptosporidium parvum* foram próximas de zero tanto no cenário 1 como no cenário 2, sendo que no cenário dois a probabilidade anual se aproximou do valor aceitável pela OMS, chegando a 0,02%. Em ambos os cenários os resultados se concentraram próximos a 0%.



Fonte: Elaboração própria (2023)



Fonte: Elaboração própria (2023)

Na Tabela 7 estão apresentados os dados de probabilidades de infecção pontual e anuais médias das três praias analisadas.

Tabela 7 – Resumo de resultados de probabilidade média de infecção pontual e anual médias da praia da Tapera em porcentagem

Patógeno	Cenário 1		Cenário 2	
	Probabilidade de infecção pontual média	Probabilidade de infecção anual média	Probabilidade de infecção pontual média	Probabilidade de infecção anual média
<i>E. coli</i> em adultos	12,0	82,1	5,0	50,5
<i>E. coli</i> em crianças	21,7	93,6	10,2	69,5
Rotavírus	0,5	9,2	0,3	6,0
<i>Cryptosporidium parvum</i>	0,005	0,2	0,0005	0,02

Fonte: Elaboração própria (2023)

A partir dos dados apresentados é possível observar que as probabilidades foram maiores para o patógeno *E. coli* por sua maior concentração nas águas analisadas, e para as crianças, considerando o maior volume de água ingerido.

Com relação à probabilidade anual aceitável, apenas o protozoário *Cryptosporidium parvum* obteve resultado de probabilidade anual média próximo ao valor de 0,01% no cenário 2. No cenário atual de saneamento, nenhum patógeno teve probabilidades dentro do valor aceitável.

Ainda, destaca-se que devido ao uso de dados de análises em ponto específico da praia, esses riscos podem aumentar ou diminuir para os diferentes patógenos avaliados, considerando a dispersão e características de sobrevivência no ambiente.

5.1.2 Praia do Ribeirão

5.1.2.1 Probabilidade de infecção por dose ingerida $P_i(d)$

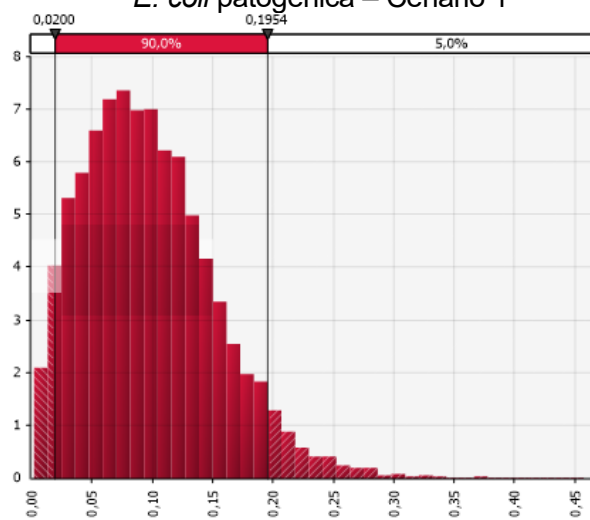
Seguindo a premissa de que a probabilidade de infecção por dose ingerida resultante em 0% significa que o não ocorrerá infecção do indivíduo durante o evento de exposição e de 100% significa que ocorrerá a infecção do indivíduo pelo patógeno durante o evento na praia do Ribeirão da Ilha, a probabilidade de infecção por dose ingerida média de *E. coli* patogênica foi de aproximadamente 10% de chance de o indivíduo ser infectado.

Na curva apresentada na Figura 60, observa-se que os riscos ainda variaram de 2% a 19,5%.

Comparando com a probabilidade de infecção média para esse patógeno na praia da Tapera, verifica-se que na praia do Ribeirão o valor foi próximo, com uma diferença de menos de 3%.

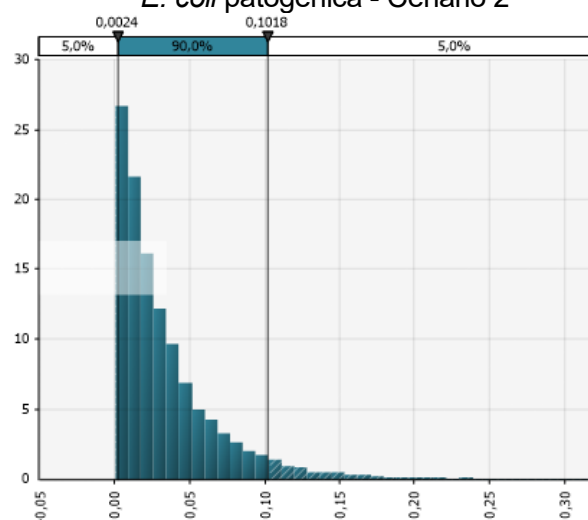
Assim como na praia da Tapera, no cenário 2 com a simulação de redução em 1 log da bactéria, o risco médio reduziu aproximadamente 7%, chegando a 3,3% com valor máximo da curva (Figura 61) em 10,2%, porém, da mesma forma, constatou-se uma mudança no comportamento da curva com maior número de riscos próximos ao mínimo.

Figura 60 – Ribeirão – Simulação $P_i(d)$ – *E. coli* patogênica – Cenário 1



Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 61 – Ribeirão - Simulação $P_i(d)$ – *E. coli* patogênica - Cenário 2



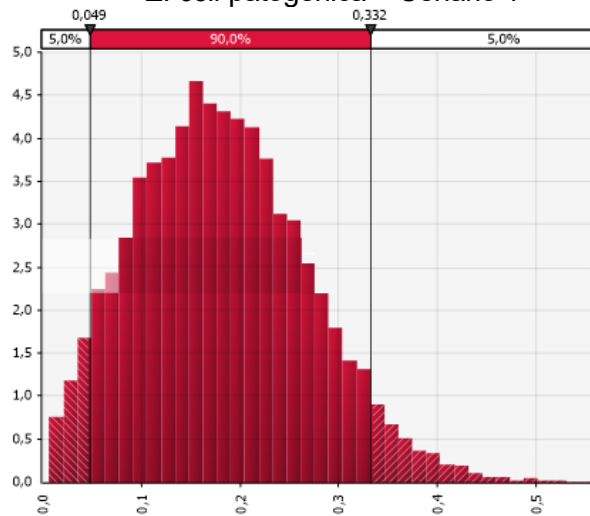
Fonte: Elaboração própria (2023)

Os riscos associados à exposição de crianças com relação aos adultos, conforme esperado também na praia do Ribeirão, é maior devido ao maior volume ingerido, cerca de 2,31 vezes.

Nessa praia, a probabilidade de infecção por dose ingerida variou de 4,9% a 33,2% em 90% das interações, com média de 18,2% (Figura 62). A partir do risco médio de quase 20% para uma criança ao se expor em um evento de 1 hora nas águas, a probabilidade de desenvolver uma doença entérica devido à esta infecção é de 10%.

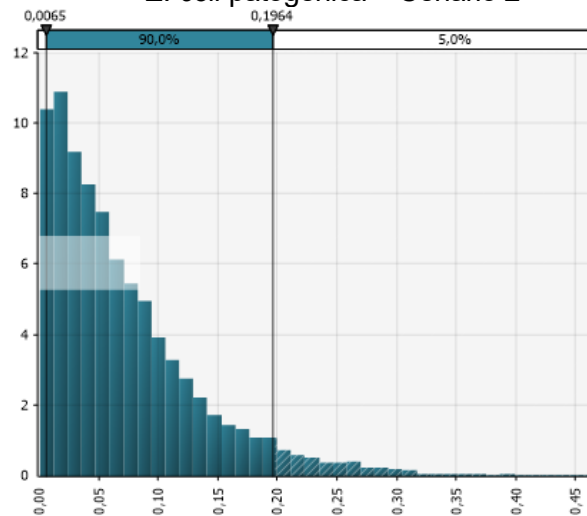
Essa probabilidade média cai para aproximadamente 7% no cenário 2 (Figura 63), havendo ainda um risco considerável às crianças. Contudo, nota-se mudança no comportamento da curva, com menores concentrações geradas a partir dos valores da série histórica de *E.coli*, resultando em riscos próximos ao mínimo.

Figura 62 – Ribeirão – Simulação Pi(d)
(Crianças)
– *E. coli* patogênica – Cenário 1



Fonte: Elaboração própria (2023)

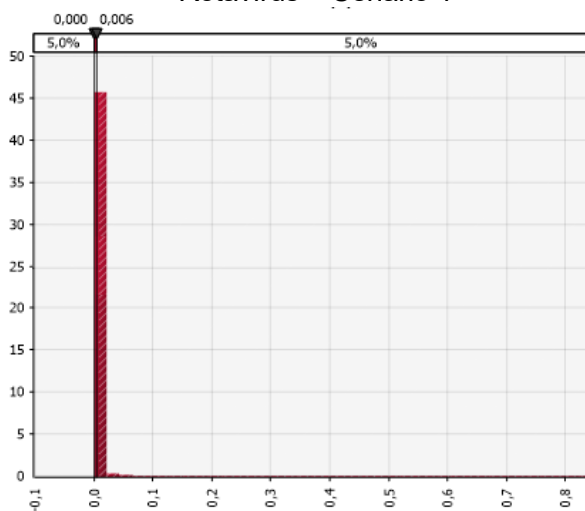
Figura 63 – Ribeirão – Simulação Pi(d)
(Crianças)
– *E. coli* patogênica – Cenário 2



Fonte: Elaboração própria (2023)

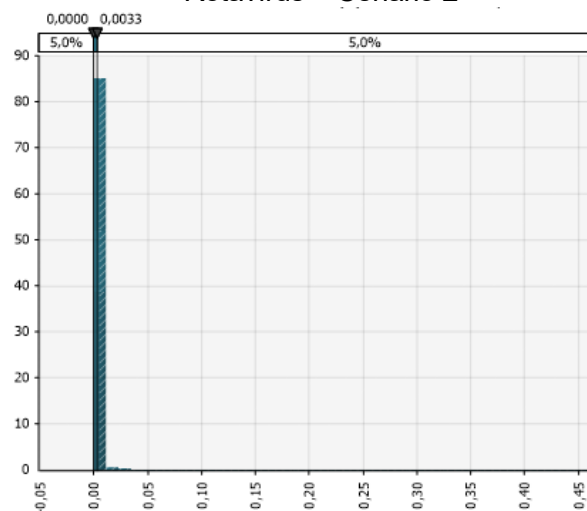
Com relação à probabilidade de infecção por dose ingerida de Rotavírus, os riscos foram significativamente inferiores, conforme pode ser observado nas curvas de risco (Figura 64 e Figura 65), com máxima de 0,6% e média de 0,2% no cenário 1, caindo para média de 0,1% em cenário 2. Em ambos os cenários os resultados foram concentrados próximos à 0%.

Figura 64 - Ribeirão - Simulação Pi(d) –
Rotavírus – Cenário 1



Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 65 - Ribeirão - Simulação Pi(d) –
Rotavírus – Cenário 2



Fonte: Elaboração própria (2023)

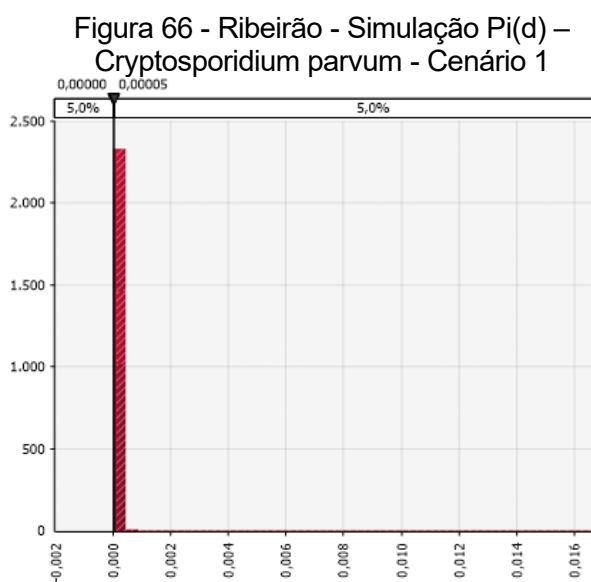
Apesar de neste trabalho ter sido utilizada correlação entre a presença de *E. coli* nas águas e os outros patógenos para fins de cálculo de simulação, deve ser enfatizado que a *E. coli* não é tão persistente no meio como o Rotavírus, sendo que a sua ausência não determina a ausência de outros patógenos.

Ainda, deve ser observado que em caso de surtos de doenças causadas por patógenos como Rotavírus, há consequente aumento do mesmo nos efluentes e em sua contribuição nas águas, podendo aumentar significativamente o risco à saúde de banhistas e influenciar na balneabilidade da praia.

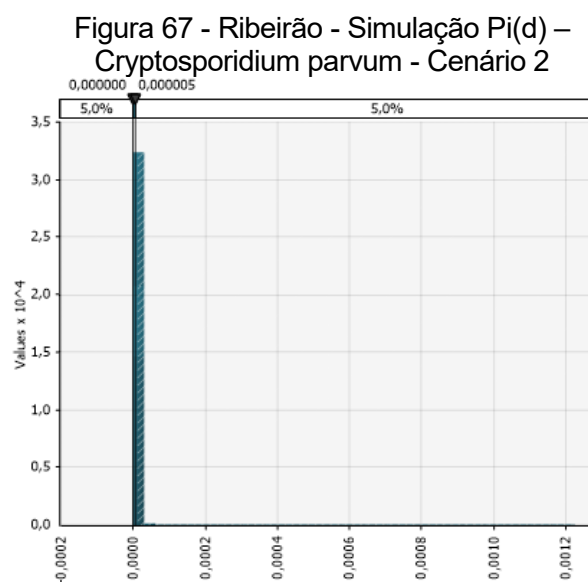
Exemplificando, considerando a presença de 10^5 a 10^{11} partículas de vírus por grama de fezes (FARTHING, 1989) por indivíduo infectado, se simularmos 50 pessoas doentes pelo vírus na região e que o decaimento até as águas da praia fosse de 5 logs, a probabilidade por dose ingerida poderia chegar a 95%.

Os riscos relacionados ao protozoário frente aos outros patógenos se mostraram igualmente inferiores nessa praia e ainda menores do que com relação à Tapera.

A média chegou a 0,002% no cenário atual (Figura 66) e 0,0002% no cenário futuro (Figura 67), atingindo o limite aceitável pela OMS no cenário 2.



Fonte: Elaboração própria (2023)



Fonte: Elaboração própria (2023)

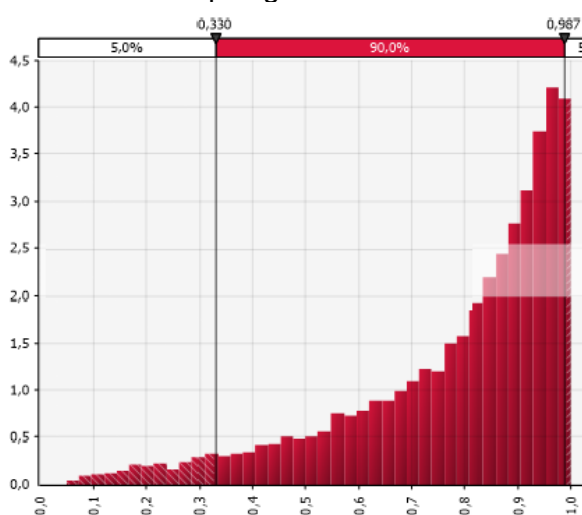
5.1.2.2 Probabilidade de infecção anual $P_i(A)$

Os cálculos das probabilidades de infecção anual, assim como para a praia do Ribeirão, consideraram 20 eventos de exposição ao ano para a bactéria e 30 eventos de exposição ao ano para os demais patógenos.

As probabilidades de infecção anuais, importantes na avaliação em termos de exposição de indivíduos às águas de praias por ser um evento que ocorre diversas vezes ao ano, teve risco médio considerando a situação de saneamento atual (Figura 68), de 78% e máxima de 98,7%. Esses valores demonstram que assim como na praia da Tapera, no Ribeirão da Ilha, um indivíduo frequentador da praia que costuma nadar no local, tem um risco máximo de quase 100% de se infectar pela *E. coli* ao menos uma vez ao ano.

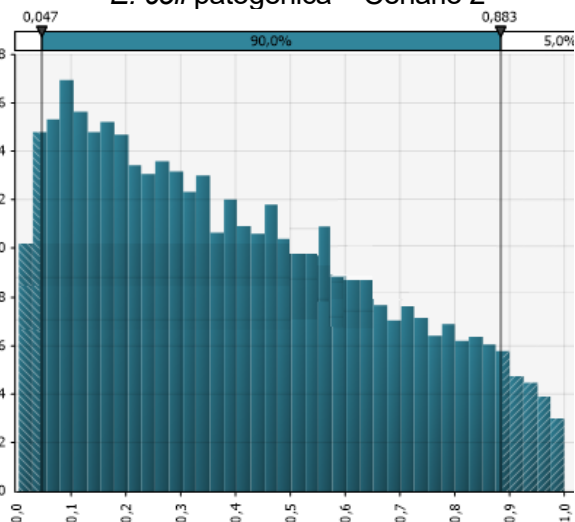
Na simulação do cenário 2 (Figura 69) o risco máximo cai para 88,3% e médio para 40%, sendo uma diminuição significativa, mas ainda insuficiente em termos de valores aceitáveis de acordo com a organização mundial de saúde (OMS). Apesar do risco máximo e médio ainda serem altos, na curva pode ser observado que no cenário 2, houve mudança no sentido da curva, aumentando o número de riscos mais baixos com relação ao cenário 1 e diminuindo os resultados de riscos mais elevados próximos a 88%.

Figura 68 - Ribeirão – Simulação $P_i(A)$ – *E. coli* patogênica – Cenário 1



Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 69 - Ribeirão - Simulação $P_i(A)$ – *E. coli* patogênica – Cenário 2



Fonte: Elaboração própria (2023)

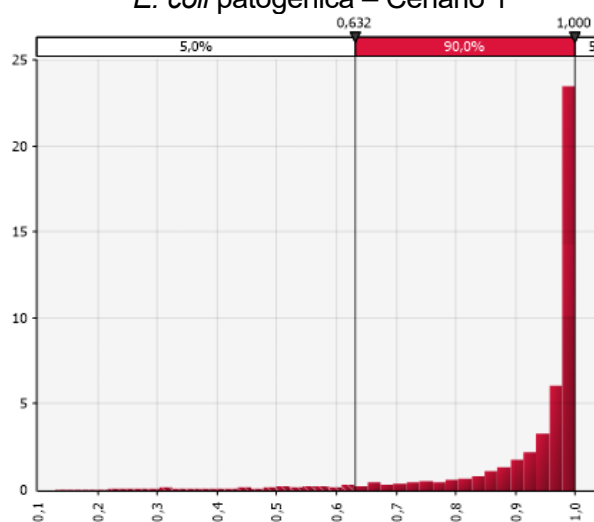
Realizando a simulação de probabilidade anual considerando somente dados de *E. coli* dentro do limite previsto na legislação de 800 NMP/100 ml, foi obtida a

probabilidade média de 74%, indicando que na praia do Ribeirão, mesmo em períodos onde a balneabilidade está tida como própria, à risco anual à saúde do indivíduo.

Assim como esperado, para crianças as probabilidades aumentam e nesse caso chegam ao risco máximo de até 100%, com média de 92,4% no cenário atual (Figura 70), sendo valor preocupante tendo em vista que as crianças muitas vezes são expostas com maior frequência nas águas e por mais tempo.

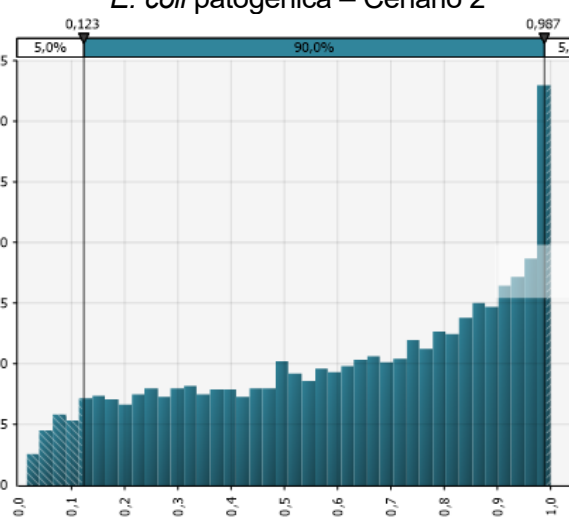
No cenário 2 (Figura 71), o risco médio foi de 62% e mínimo de 12,3%, demonstrando que a remoção de *E. coli* não foi suficiente para diminuir o risco ao nível aceitável.

Figura 70 - Ribeirão – Simulação Pi(A)
(Crianças) –
E. coli patogênica – Cenário 1



Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 71 - Ribeirão – Simulação Pi(A)
(Crianças) –
E. coli patogênica – Cenário 2

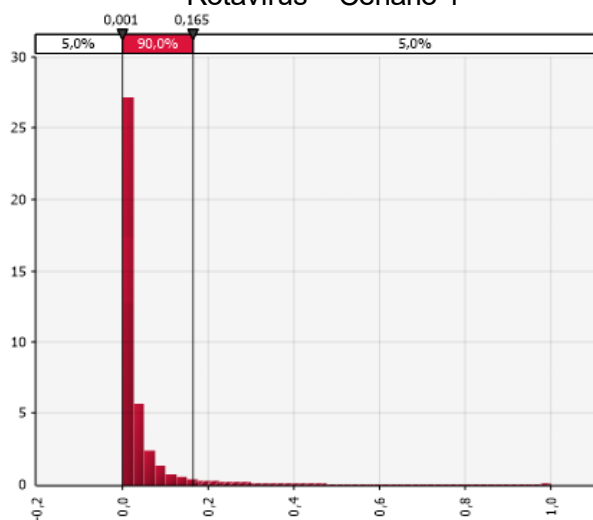


Fonte: Elaboração própria (2023)

Conforme a curva apresentada na Figura 72, as probabilidades de infecção anual para o Rotavírus na praia do Ribeirão variaram entre 0,1% e 16,5%, com média de 4%.

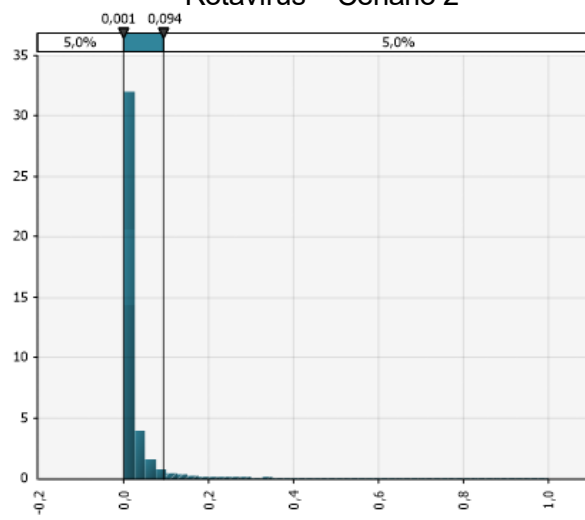
Já no cenário 2 (Figura 73) temos resultados com média de probabilidade em 2,5 e máxima de 9,4%.

Figura 72 - Ribeirão - Simulação Pi(A) – Rotavírus – Cenário 1



Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 73 - Ribeirão - Simulação Pi(A) – Rotavírus – Cenário 2



Fonte: Elaboração própria (2023)

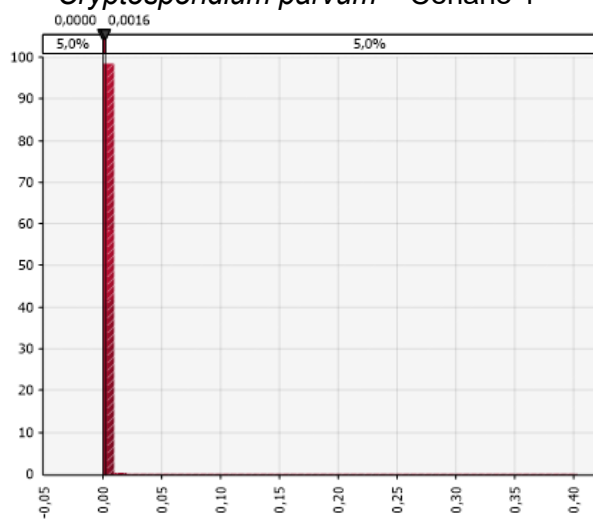
Ressalta-se que em ambos os cenários os valores se concentraram próximos ao mínimo de 0,1%.

Realizando a simulação apenas com valores de dados de *E. coli* até 800 NMP/100 ML, a probabilidade média foi de 2% e máxima de 5%, não atendendo ao risco aceitável pela OMS.

Esse exemplo evidencia a fragilidade da atual situação do saneamento nessa praia, assim como nas outras praias avaliadas, onde há contribuição de efluentes nas águas da baía, sendo considerada poluição das águas por ser proveniente de ação humana de acordo com Carapeto (1999).

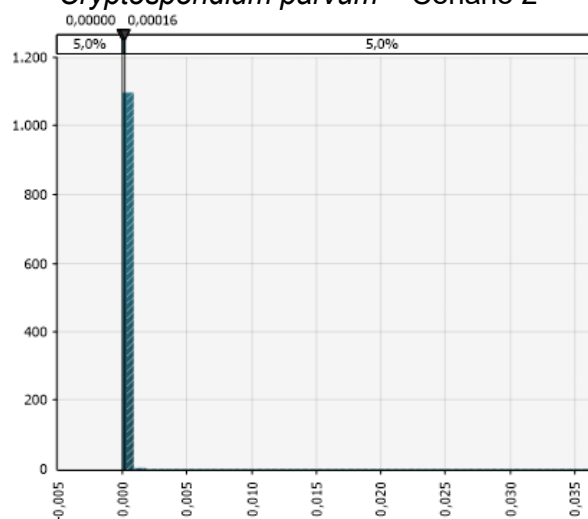
Igualmente à praia da Tapera, as probabilidades anuais no Ribeirão para o protozoário foram próximas a 0% no cenário 1 e 2 (Figura 74 e Figura 75, respectivamente), chegando no cenário 2 à média de 0,01%, sendo o risco dentro do valor aceitável.

Figura 74 – Ribeirão – Simulação Pi(A) – *Cryptosporidium parvum* – Cenário 1



Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 75 – Ribeirão – Simulação Pi(A) – *Cryptosporidium parvum* – Cenário 2



Fonte: Elaboração própria (2023)

A partir das informações apresentadas na Tabela 8, verificou-se que a probabilidade média anual de infecção foi aceitável para o patógeno *Cryptosporidium parvum* no cenário 2, e em nenhuma das simulações no cenário atual os riscos estiveram dentro do padrão aceitável pela OMS.

Tabela 8 – Resumo de resultados de probabilidade média de infecção pontual e anual em porcentagem da praia do Ribeirão em porcentagem

Patógeno	Cenário 1		Cenário 2	
	Probabilidade de infecção pontual	Probabilidade de infecção anual	Probabilidade de infecção pontual	Probabilidade de infecção anual
<i>E. coli</i> em adultos	9,7	78,0	3,3	40,4
<i>E. coli</i> em crianças	18,2	82,4	7,1	62,1
Rotavírus	0,2	4,0	0,1	2,5
<i>Cryptosporidium parvum</i>	0,002	0,1	0,0002	0,01

Fonte: Elaboração própria (2023)

As mais altas probabilidades foram para o patógeno *E. coli* pela sua maior concentração e para crianças, conforme esperado, por ingerirem uma maior dose.

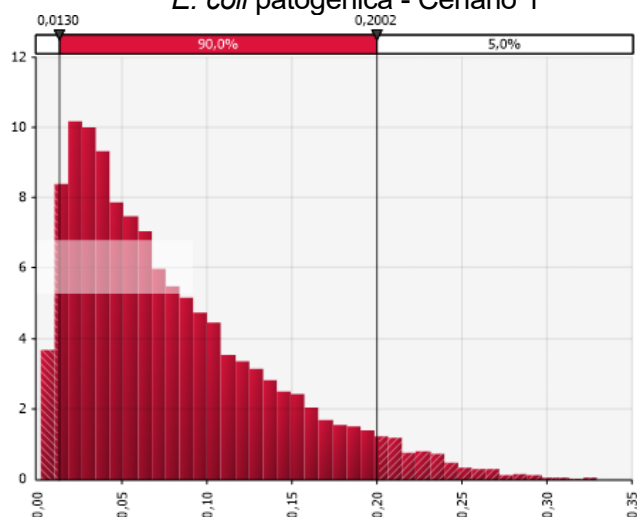
5.1.3 Praia de Caiacangaçu

5.1.3.1 Probabilidade de infecção por dose ingerida $Pi(d)$

Na praia de Caiacangaçu, as probabilidades de infecção por dose ingerida da bactéria *E. coli* conforme curva apresentada na Figura 76, variaram de 1,3% a 20%, com média de 8%, sendo os menores resultados entre as três praias analisadas.

No cenário 2 (Figura 77), com a simulação de redução em 1 log da bactéria, o risco máximo reduziu para 10,5%, com média de 2,7%.

Figura 76 - Caiacangaçu – Simulação $P_i(d)$ – *E. coli* patogênica - Cenário 1



Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 77 - Caiacangaçu - Simulação $P_i(d)$ – *E. coli* patogênica - Cenário 2

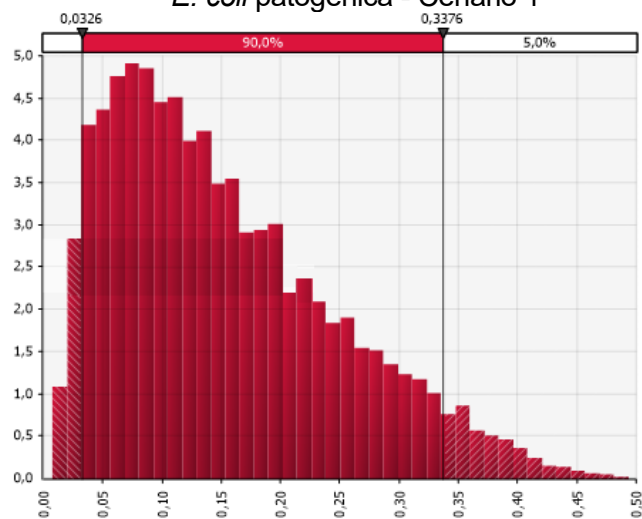


Fonte: Elaboração própria (2023)

Esses dados demonstram claramente que mesmo com valores reduzidos de *E. coli* nas águas, ainda assim os riscos chegam até a 20% no cenário atual e a 10% em futuro com melhoria das condições de saneamento na região.

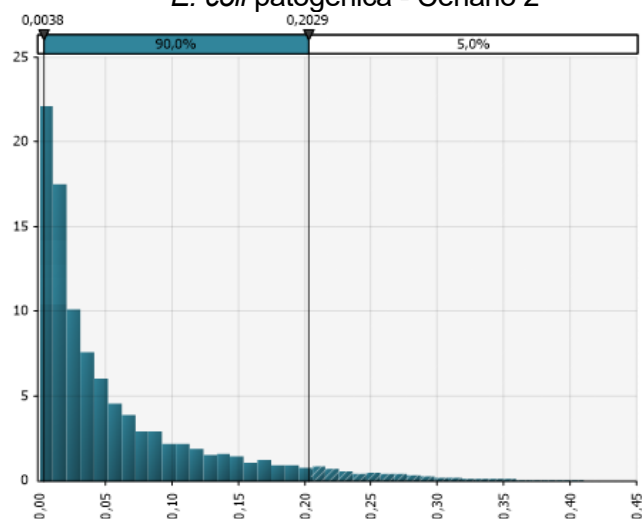
Com relação às probabilidades em crianças, conforme curva da Figura 78, o risco máximo foi de aproximadamente 34% e médio de 15%, caindo para o risco máximo de 20% e aproximadamente 6% no cenário 2 (Figura 79). Observa-se que o risco máximo para adultos no cenário atual é o equivalente ao risco máximo para crianças somente em um cenário onde ocorra a redução da concentração de *E. coli* pela implantação de controle do saneamento na área.

Figura 78 - Caiacangaçu - Simulação $P_i(d)$
(Crianças) –
E. coli patogênica - Cenário 1



Fonte: Elaboração própria (2023)

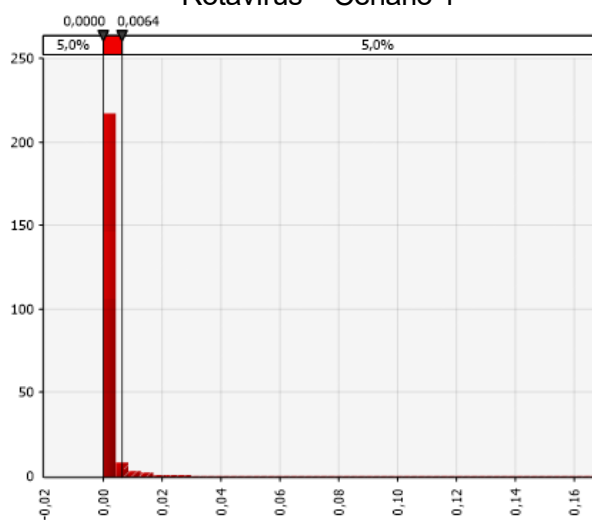
Figura 79 - Caiacangaçu - Simulação $P_i(d)$
(Crianças) –
E. coli patogênica - Cenário 2



Fonte: Elaboração própria (2023)

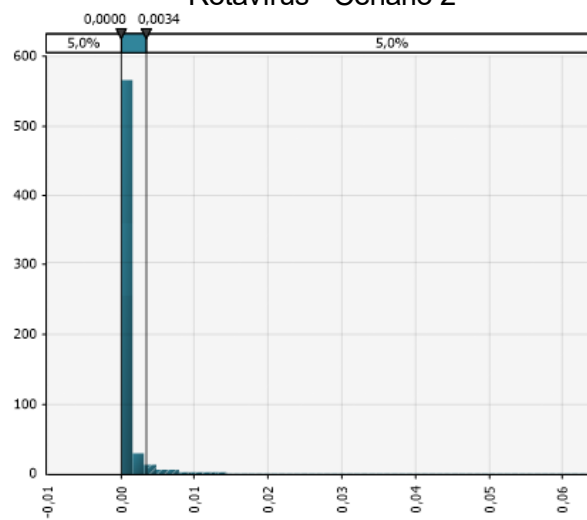
As probabilidades de infecção por dose ingerida de Rotavírus, conforme variaram de 0% a 0,6%, com média de 0,1% (Figura 80). Já no cenário 2 (Figura 81), com a simulação de redução em 0,5 log do vírus, o risco associado reduziu para a estimativa de entre 0% e 0,3%, com média de menos de 0,1%. Esses resultados foram próximos aos obtidos nas outras praias, todos com risco médio inferior a 1% e com grande parte dos resultados próximos de 0%.

Figura 80 - Caiacangaçu - Simulação $Pi(d)$ – Rotavírus – Cenário 1



Fonte: Elaboração própria (2023)

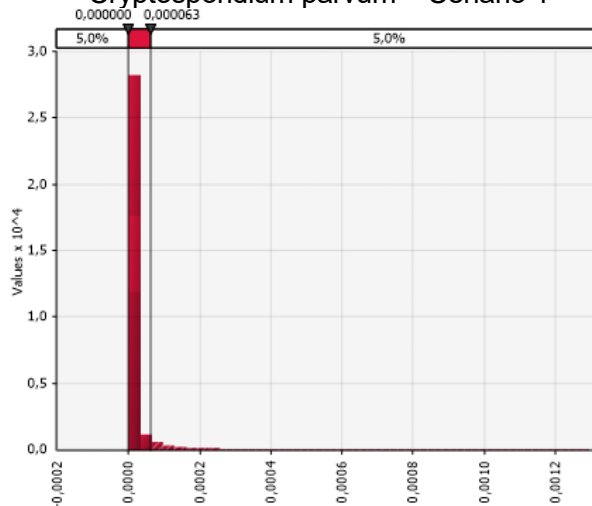
Figura 81 - Caiacangaçu - Simulação $Pi(d)$ – Rotavírus - Cenário 2



Fonte: Elaboração própria (2023)

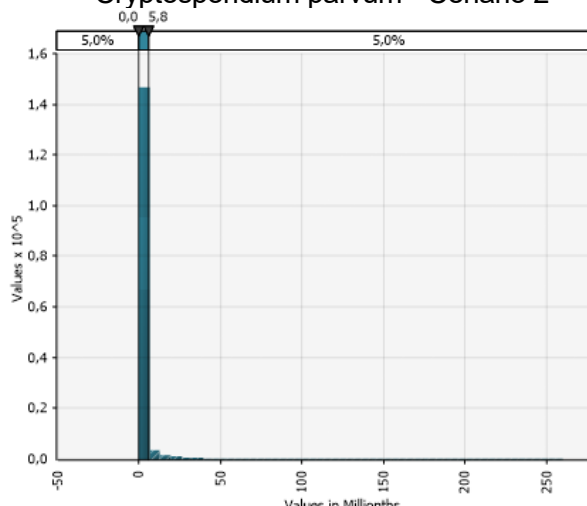
Conforme previsto mediante os resultados das praias anteriores e seguindo o mesmo comportamento, na praia de Caiacangaçu, a probabilidade de infecção por dose ingerida ficou em torno de 0% com média de 0,001% no cenário atual (Figura 82) e no cenário 2 (Figura 83) com a redução em 1 log do protozoário, o risco médio reduziu para 0,0001%, estando ambos dentro do limite aceitável.

Figura 82 - Caiacangaçu - Simulação $Pi(d)$ – Cryptosporidium parvum – Cenário 1



Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 83 - Caiacangaçu - Simulação $Pi(d)$ – Cryptosporidium parvum - Cenário 2



Fonte: Elaboração própria (2023)

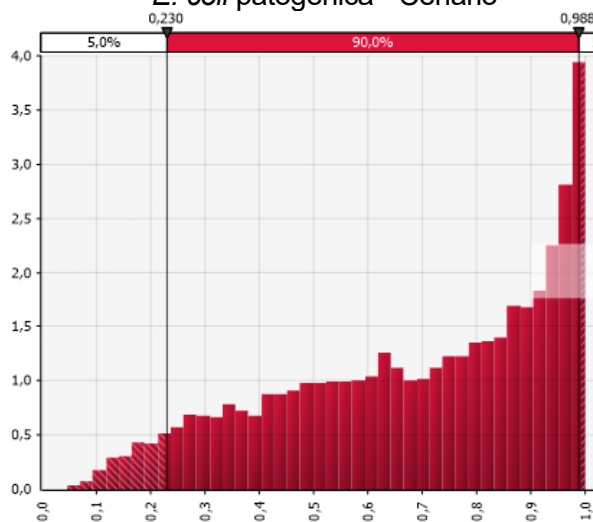
5.1.3.2 Probabilidade de infecção anual $Pi(A)$

Os cálculos de probabilidades de infecção anual consideraram, assim como nas outras duas praias, 20 eventos de exposição ao ano para a bactéria e 30 eventos de exposição ao ano para os demais patógenos.

Entre as três praias, a praia de Caiacangaçu, que possui o menor adensamento populacional, apresentou os menores valores de concentrações de *E. coli* nas análises realizadas pelo IMA. Dessa forma, os valores de riscos foram os menores entre as três praias, variando no cenário atual entre 23% e 98,8%, com média de 68,5%, e no cenário 2 entre 2,8% e 89,3%, com média de 31,9% (Figura 84).

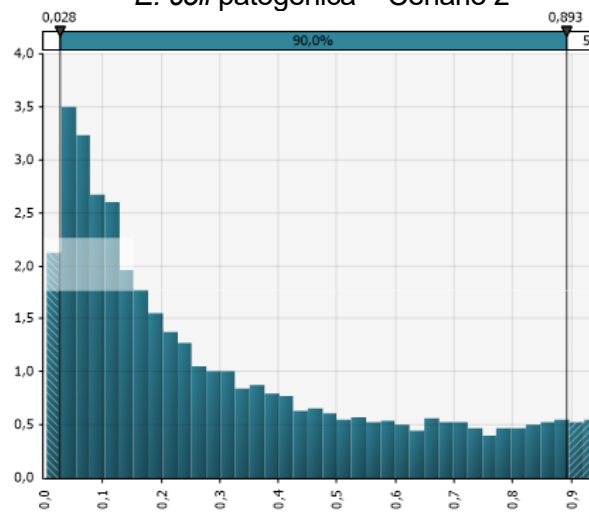
Observa-se que a probabilidade média diminuiu mais de 50% entre os cenários e houve assim como nas outras praias, mudança no comportamento da curva (Figura 84), evidenciando a importância da redução da contribuição dos organismos nas águas.

Figura 84 - Caiacangaçu – Simulação Pi(A) - *E. coli* patogênica - Cenário



Fonte: Elaboração própria (2023)

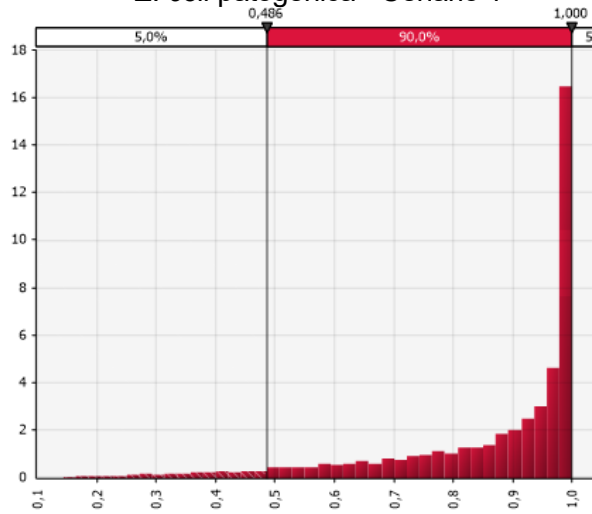
Figura 85 - Caiacangaçu - Simulação Pi(A) - *E. coli* patogênica – Cenário 2



Fonte: Elaboração própria (2023)

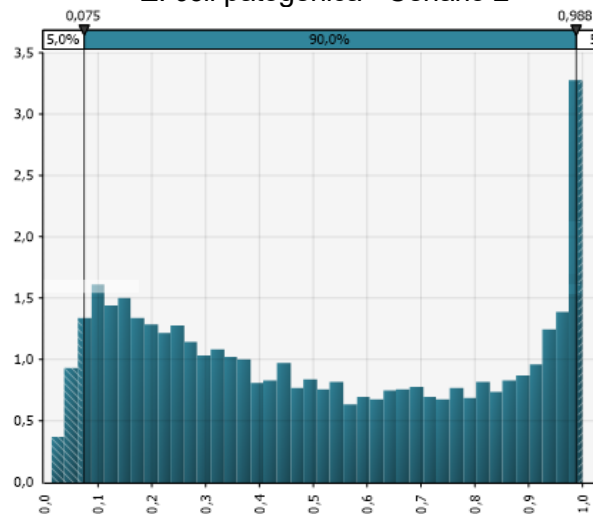
Nessa praia as probabilidades de infecção anual para crianças chegaram a 100%, com média de 86,4% no cenário 1 (Figura 86) e no cenário 2, o risco máximo reduziu para 98,8% e médio para 50,3% (Figura 87).

Figura 86 - Caiacangaçu - Simulação Pi(A)
(Crianças) –
E. coli patogênica - Cenário 1



Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 87 - Caiacangaçu - Simulação Pi(A)
(Crianças) –
E. coli patogênica - Cenário 2



Fonte: Elaboração própria (2023)

Constata-se com esses resultados que crianças expostas 20 vezes ao ano em eventos de 1 hora de natação na praia de Caiacangaçu, conforme dados da série histórica utilizada de 2000 a 2023, estão suscetíveis a ao menos uma vez ao ano serem infectadas pela *E. coli* patogênica e 50% de chance de desenvolver uma doença entérica. No cenário futuro esse risco máximo reduz em menos de 2%.

Com relação ao Rotavírus, as probabilidades de infecção anual conforme curva apresentada na Figura 88, foram no máximo de 17,4% e médio de 3,6%, reduzindo no cenário 2 (Figura 89) para o máximo de 10,4% e médio de 2,1%, com a tendência próxima a 0% em grande frequência. Essas probabilidades foram menores também na praia de Caiacangaçu, conforme esperado.

Figura 88 - Caiacangaçu - Simulação Pi(A) – Rotavírus – Cenário 1

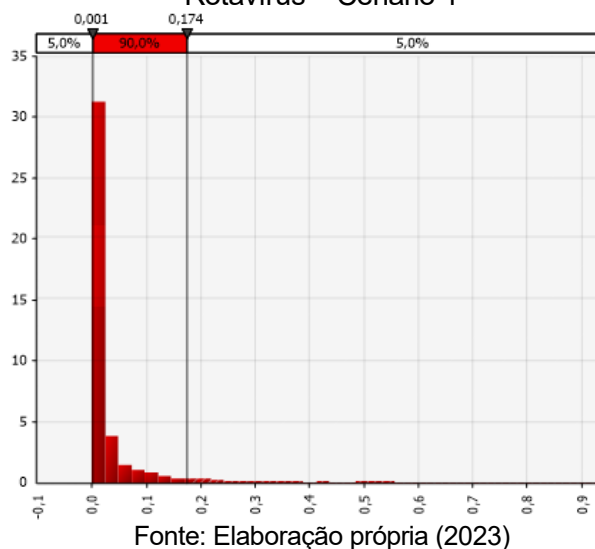
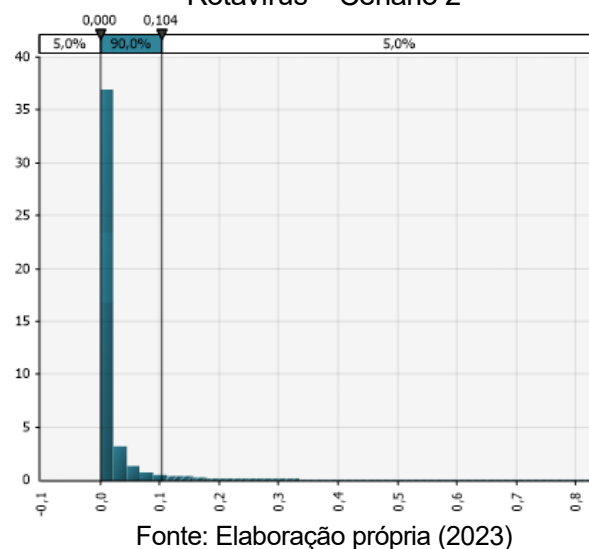


Figura 89 - Caiacangaçu - Simulação Pi(A) – Rotavírus – Cenário 2



Por fim, para o protozoário, em Caiacangaçu, assim como nas outras praias, ocorreram as menores probabilidades, sendo que os riscos máximos obtidos no cenário 1 (Figura 90) e 2 (Figura 91) foram de menos de 1% e os médios foram de 0,04% no cenário 1, se aproximando do aceitável e no cenário 2 de 0,004% estando de acordo com o limite da OMS.

Figura 90 - Caiacangaçu - Simulação Pi(A) – Cryptosporidium parvum - Cenário 1

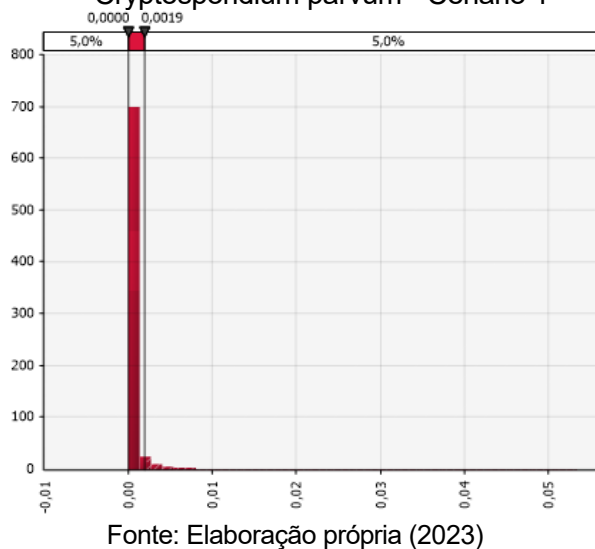
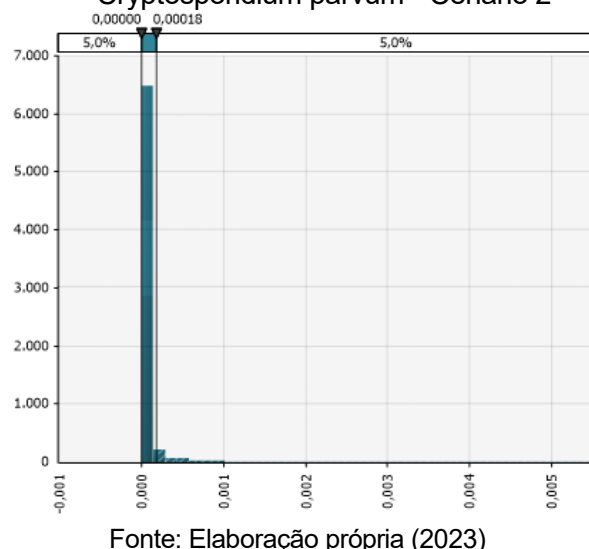


Figura 91 - Caiacangaçu - Simulação Pi(A) – Cryptosporidium parvum - Cenário 2



Na Tabela 9 apresenta-se um resumo dos principais resultados de probabilidade de infecção modelados para a praia de Caiacangaçu.

Tabela 9 – Resumo de resultados de probabilidade média de infecção pontual e anual em porcentagem da praia de Caiacangaçu em porcentagem

Patógeno	Cenário 1		Cenário 2	
	Probabilidade de infecção por dose	Probabilidade de infecção anual	Probabilidade de infecção por dose	Probabilidade de infecção anual
<i>E. coli</i> em adultos	8,0	68,5	2,7	31,9
<i>E. coli</i> em crianças	15,2	86,4	5,7	50,3
Rotavírus	0,1	3,6	0,1	2,1
<i>Cryptosporidium parvum</i>	0,001	0,04	0,0001	0,004

Fonte: Elaboração própria (2023)

A partir dos resultados apresentados para a praia de Caiacangaçu, pode ser observado que igualmente às outras praias os riscos foram menores para o protozoário, por consequência de sua menor incidência e concentração.

Ainda, é possível verificar que as probabilidades anuais foram acima do valor aceitável pela OMS em todas as situações, exceto no cenário 2 para o protozoário.

Sendo assim, fica claro que mesmo uma praia com menor contribuição de efluentes, em local com menos população, há contaminação das águas e essa contaminação gera riscos além do aceitável à saúde dos frequentadores.

A partir dos dados apresentados na Tabela 10 é possível observar que as probabilidades foram maiores na praia da Tapera, seguida pela praia do Ribeirão da Ilha e por último em Caiacangaçu. Considerando que para todas foi utilizada a mesma distribuição de volume de água ingerida, a diferença é associada principalmente à poluição e consequente presença de microorganismos patogênicos simulados, neste trabalho, a partir da concentração real de *E. coli*, de acordo com as recomendações da OMS (WHO, 2006).

Tabela 10 – Resumo de resultados de probabilidade média de infecção pontual e anual em porcentagem das três praias

Praias	Tapera		Ribeirão		Caiacangaçu							
	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 1	Cenário 2						
Patógeno	Pi(d)	Pi(A)	Pi(d)	Pi(A)	Pi(d)	Pi(A)	Pi(d)	Pi(A)	Pi(d)	Pi(A)	Pi(d)	Pi(A)
<i>E. coli</i> em adultos	12	82,1	5	50,5	9,7	78	3,3	40,4	8	68,5	2,7	31,9
<i>E. coli</i> em crianças	21,7	93,6	10,2	69,5	18,2	92,4	7,1	62,1	15,2	86,4	5,7	50,3
Rotavírus	0,5	9,2	0,3	6	0,2	4,0	0,1	2,5	0,1	3,6	0,1	2,1
<i>C. parvum</i>	0,005	0,2	0,0005	0,02	0,002	0,1	0,0002	0,01	0,001	0,04	0,0001	0,004

Fonte: Elaboração própria (2023)

Com essas diferenças de concentrações e riscos, observa-se que as maiores contribuições de *E. coli* estão nas praias de maior ocupação populacional e podem estar relacionadas também ao nível de regularização das unidades habitacionais com relação ao tratamento de seus efluentes.

No cenário 1, os riscos médios estiveram acima dos valores considerados como aceitáveis, exceto para o protozoário, inclusive para as concentrações de *E. coli* que são consideradas adequadas para a determinação de balneabilidade das praias.

Esses resultados indicam a fragilidade do critério de concentração de *E. coli* utilizado para balneabilidade e da situação de saneamento irregular existentes na região das praias do Sul da Ilha, onde não há controle de eficiência dos sistemas existentes ou de ligações irregulares em drenagens.

No cenário 2 do presente estudo, foi simulada a implantação de sistema de tratamento de esgoto secundário, com diferentes remoções de acordo com os patógenos, resultando em probabilidades anuais médias reduzidas, mas não suficientes quando comparadas às probabilidades aceitáveis nos termos de potencial risco à saúde.

Assim, são necessárias diferentes abordagens para a concepção de sistemas de saneamento visando, além do controle da poluição ambiental, a real promoção da saúde pública.

Uma alternativa é a concepção de sistemas de tratamento de esgotos com diferentes tecnologias voltadas à redução de patógenos resistentes no ambiente. Algumas tecnologias que podem ser sugeridas, de acordo com a OMS (2016), seriam o uso de filtro com membrana com remoção de vírus de 2,5 a 6 log, osmose reversa com >6 logs, e ozonização de 3 a 6 logs. Observa-se que o tipo de microorganismo limitante em termos de dificuldade de remoção, principalmente em função de seu tamanho, variedade de tipos e resistência, são os vírus.

Essas seriam alternativas com maior remoção dos patógenos, quando comparada à cloração (a mais utilizada convencionalmente) e sem a formação de subprodutos como organoclorados, considerando ainda que alguns patógenos como o Adenovírus e o *Cryptosporidium parvum*, são resistentes à desinfecção por cloração. Realizando-se uma simulação com a remoção de 3 logs de Rotavírus na praia da Tapera, por exemplo, teríamos uma probabilidade anual média aceitável de 0,01%.

Ainda em caso de surtos, por exemplo, seria necessária maior remoção em termos de unidades logarítmicas para a diminuição do risco.

Uma outra alternativa de concepção, que vem ao encontro de uma lógica de circularidade, é o reciclo dos efluentes tratados, evitando que os mesmos sejam dispostos diretamente na água. Para o reciclo indireto de efluentes, normalmente há uma necessidade muito menor de redução da concentração de microorganismos patogênicos. Este reciclo pode ser concebido em escala centralizada, mas também em escala descentralizada, inclusive no nível dos lotes.

A dispersão oceânica a maiores distâncias também pode ser avaliada como uma opção, apesar de ser limitada em locais como o caso em questão, em função do tipo de baía e interligação marítima próxima com outros balneários. Esta opção é entendida como uma lógica linear, na contramão de concepções mais contemporâneas de saneamento, e de difícil aceitação pública.

A concepção de sistemas de tratamento individuais de esgotos, ou chamados sistemas no lote, também deve ser considerada, principalmente contando com a grande capacidade do solo na retenção e redução da concentração de microorganismos patogênicos. No entanto, esta concepção depende da construção de sistemas dentro das normas de engenharia (como a NBR 7229 e 13969), de sua manutenção periódica, e também do estudo da capacidade de infiltração e permeabilidade do solo e proximidade com o lençol freático. Esta última questão é um fator limitante para a implantação de sistemas eficientes na promoção de barreira microbiológica, e em locais litorâneos, como no caso em estudo, deve ser avaliada com rigor técnico.

Por fim, ressalta-se que a nenhuma destas concepções deve ser pensada de forma isolada, ou excludente das demais, sendo que modelos híbridos de saneamento tendem a cobrir melhor as necessidades e tipologias de uma localidade, que provavelmente serão sempre múltiplas.

5.2 Avaliação 02 – Ingestão de ostras cultivadas no Ribeirão da Ilha

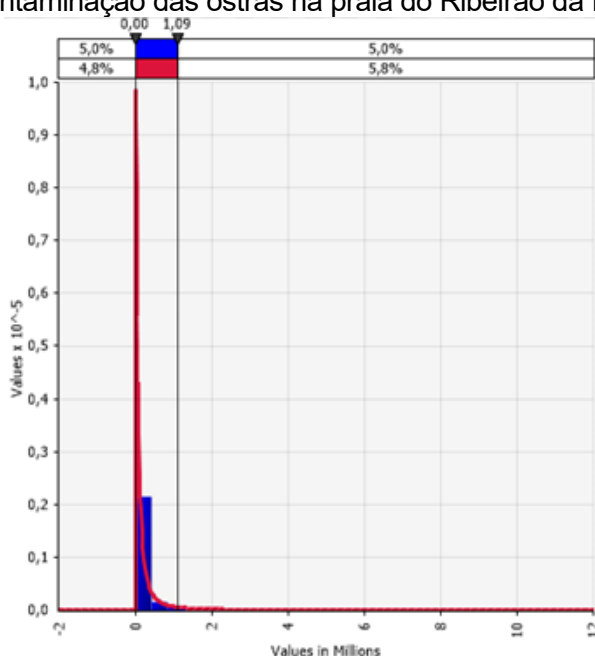
A avaliação 02 consistiu em dois cenários de exposição de indivíduos à ingestão de ostras cultivadas em águas contaminadas na praia do Ribeirão da Ilha.

O cenário 1 considerou a situação atual de saneamento na região da praia do Ribeirão da Ilha onde não há rede coletora de esgoto e não há controle da implantação

ou eficiência de sistemas de tratamento de esgoto no lote e o cenário 2 considerou um cenário futuro com a implantação de sistema de tratamento de esgoto centralizado na região. Em ambos os cenários foram avaliadas exposições ao patógeno Adenovírus.

Os resultados de concentrações de Adenovírus nas ostras foram obtidos por meio dos dados de *E. coli* total levantados (Apêndice III) nas águas da praia do Ribeirão da Ilha, com a utilização de regressão linear apresentada na Figura 37. Uma vez gerada a série de dados de adenovírus nas ostras, a distribuição de frequência foi determinada no *software @risk* (Figura 92).

Figura 92 - Distribuição de frequência de dados de Adenovírus *em* GC/g obtidos para a contaminação das ostras na praia do Ribeirão da Ilha.



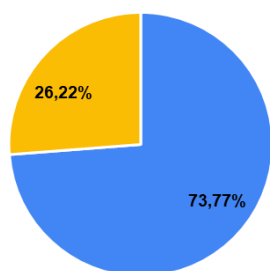
Fonte: Elaboração própria (2023)

Para uso no cenário 2, foi realizada simulação de redução do dado inicial de *E. coli* em 1 log, ou 90% de remoção do patógeno, e com esses dados de concentrações reduzidas foi simulada novamente a concentração de Adenovírus nas ostras por meio da regressão linear.

A fim de calcular as doses de ingestão de ostras e entender como ocorre o consumo delas pelos indivíduos foi realizada enquete em 2022, conforme descrito na metodologia. Ao todo a enquete era composta por seis questionamentos, os quais estão apresentados juntamente com os resultados na Figura 93 a Figura 98.

Figura 93 - Reside em Florianópolis?

RESIDE EM FLORIANÓPOLIS?

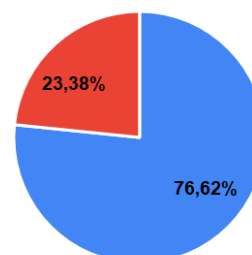


■ Sim ■ Não

Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 94 - Qual modo de consumo das ostras?

MODO DE CONSUMO DAS OSTRAS

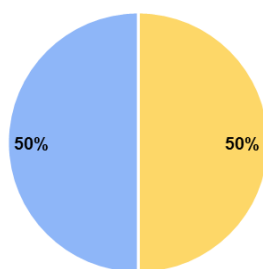


■ Cozida ■ In natura

Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 95 - Qual local de consumo das ostras?

LOCAL DE CONSUMO DAS OSTRAS

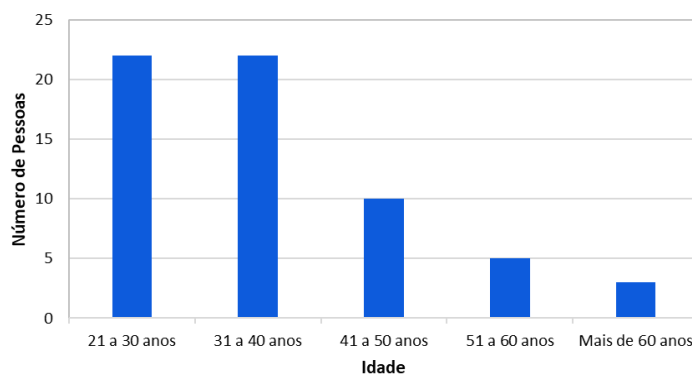


■ Casa ■ Restaurante

Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 96 - Qual a sua idade?

IDADE



Fonte: Elaboração própria (2023)

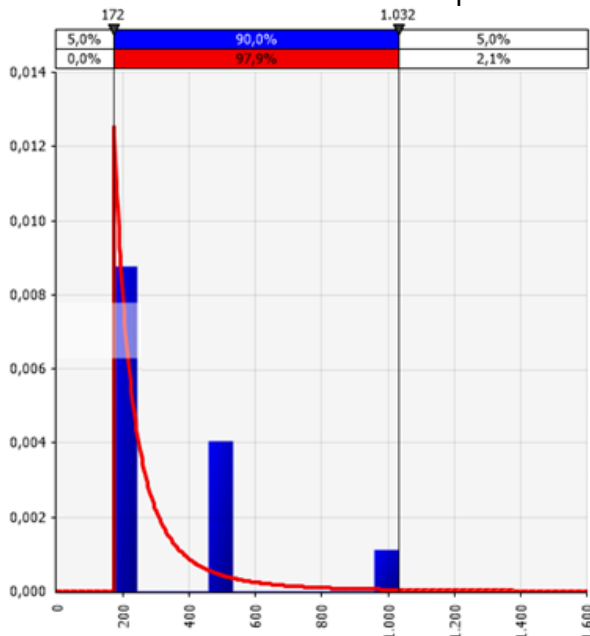
Por meio dos dados obtidos, observou-se que a maioria da população participante da pesquisa é de Florianópolis, o modo de consumo das ostras de 76,6% é como cozido, o local de consumo se divide entre “em casa” e “restaurantes”, e a idade de maior parte dos participantes ficou entre 21 e 40 anos.

Destaca-se que, apesar da maior parte das pessoas consumirem as ostras cozidas, o risco foi calculado para o consumo *in natura* em função dos possíveis altos riscos.

Os cenários 1 e 2 da Avaliação 02 consideraram para o cálculo de dose a distribuição de pareto da quantidade de ostras consumidas em gramas. Para o cálculo de probabilidade anual foi considerada também uma distribuição de pareto que descreve a frequência do consumo de ostras. Estas distribuições foram determinadas no *software*

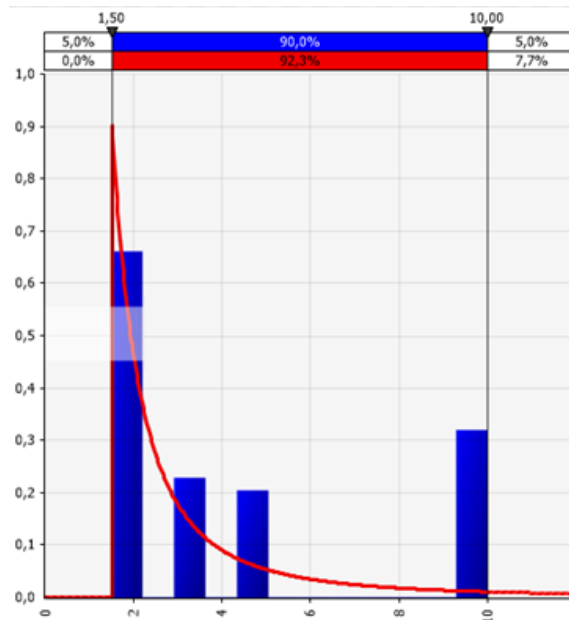
@risk, de acordo com o menor valor de AIC, conforme dados levantados em enquete realizada, apresentadas na Figura 97 e Figura 98 e Tabela 11.

Figura 97 – Distribuição de frequência do volume de ostras consumidas por evento



Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 98 - Distribuição da frequência de consumo de ostras no ano



Fonte: Elaboração própria (2023)

Tabela 11 – Análise estatística quantitativa (mínimo, média, máximo e desvio padrão) e distribuição de frequência dos dados de quantidade de ostras consumidas em gramas por evento e frequência anual de consumo de ostras.

Dados	Mínimo	Médio	Máximo	Desvio padrão	Distribuição
Consumo em gramas	172	341,23	1.032	257,75	Pareto
Frequência anual	1,5	4,25	3,5	3,37	Pareto

Fonte: Elaboração própria (2023)

Os dados brutos resultantes da enquete quanto ao número de ostras consumidas por resposta e quantidade de vezes ao ano estão expressos no Anexo B.

A avaliação 02 para os diferentes cenários 1 e 2 na praia do Ribeirão da Ilha e patógeno Adenovírus está apresentada na sequência.

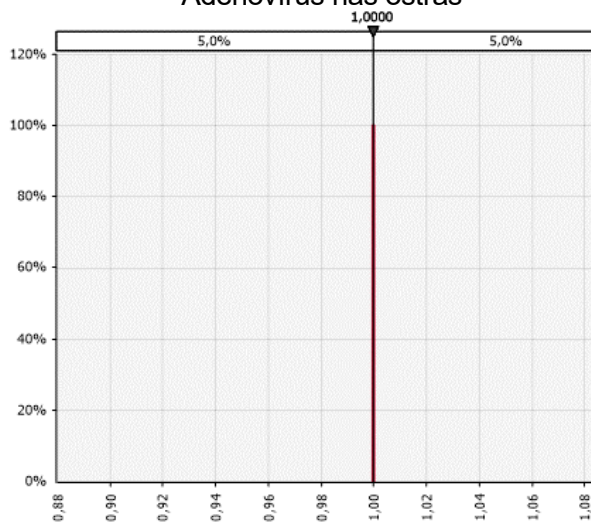
5.2.1 Cenário 1: Adenovírus nas ostras – situação atual de saneamento

Considerando a característica da região da praia do Ribeirão da Ilha como produtora de moluscos e principalmente de ostras e seu elevado potencial turístico pela gastronomia durante todo ano e com maior intensidade no verão, foram

realizadas estimativas de probabilidade de infecção por dose ingerida por evento de consumo, probabilidade anual de infecção e probabilidade de doença no consumo de ostras cultivadas na baía.

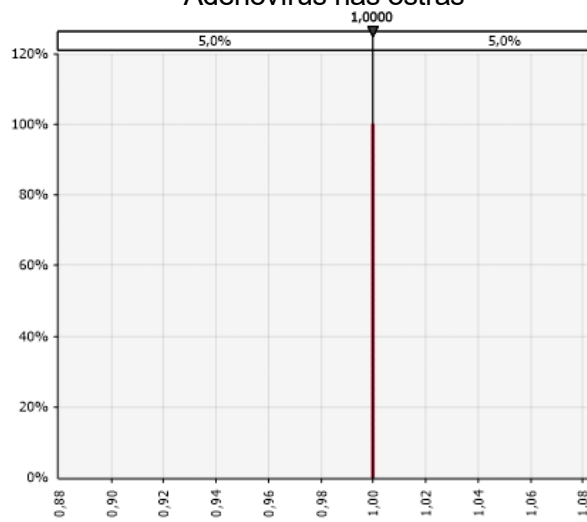
Os resultados de probabilidades de infecção por dose ingerida e probabilidade anual obtidos, apresentados nas curvas das Figura 99 e Figura 100, foram ambos 100%.

Figura 99 – Simulação $P_i(d)$ – Adenovírus nas ostras



Fonte: Elaboração própria (2023)

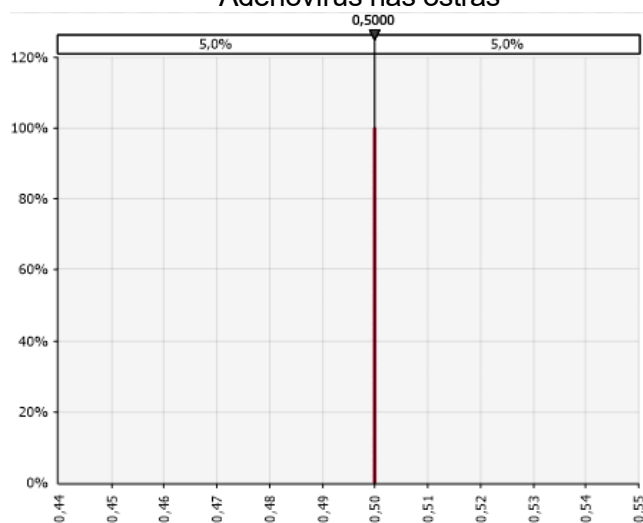
Figura 100 – Simulação $P_i(A)$ – Adenovírus nas ostras



Fonte: Elaboração própria (2023)

Destaca-se que as probabilidades de infecção por dose ingerida não significam o desenvolvimento de doenças propriamente ditas, sendo considerado que 50% dos infectados desenvolvem doenças como problemas respiratórios, gastroenterite, conjuntivite e cistite, sendo uma probabilidade que depende de diversos fatores como sistema imunológico do indivíduo, idade entre outros (WHO, 2016), conforme apresentado na simulação da Figura 101.

Figura 101 – Simulação Probabilidade de doença – Adenovírus nas ostras



Fonte: Elaboração própria (2023)

Analisando os dados e cálculos, é possível observar que esses riscos máximos estão relacionados às altas doses ingeridas, compostas pelos volumes em gramas de ostras e pela concentração de Adenovírus por grama de ostra *in natura*.

As altas concentrações de Adenovírus obtidas por meio de regressão linear podem ser devidas ao fato de todas as cópias genômicas de Adenovírus terem sido consideradas infecciosas, ainda, pelas ostras serem organismos bioacumuladores e filtradores, assim a tendência é a de que organismos patogênicos sejam potencializados na sua carne. Ainda o patógeno Adenovírus possui alta infecciosidade e baixa dose infectante, onde poucos organismos não capazes de infectar os indivíduos. Destaca-se ainda que esse organismo pode persistir no ambiente aquático por longos períodos, tendo baixa taxa de decaimento (Moresco, 2016).

5.2.2 Cenário 2: Adenovírus nas ostras – situação de saneamento futura

No cenário futuro foi considerada remoção de 90% de *E. coli* na água de cultivo e conseqüentemente diminuição na concentração de adenovírus em 1 log por meio da equação linear utilizada.

No Cenário 2 com a redução de 1 log do patógeno, as probabilidades de risco permaneceram em torno de 100%.

Apesar de haver dados divergentes acerca da redução de patógenos nas ostras quando submetidos ao cozimento, foi realizada simulação de redução dos patógenos em 2 logs nas ostras por cozimento, acumulado no cenário 2, tendo em vista que a maioria dos participantes afirmou ingerir o molusco do modo cozido.

Ainda assim, mesmo após essa redução estimando o cozimento, verificou-se que os resultados de probabilidades foram de 100%.

Esses resultados estão relacionados à alta dose associada pela alta concentração dos vírus nos moluscos e alta infecciosidade do patógeno, que possui baixa dose infectante, visto que poucos organismos são capazes de infectar o indivíduo, assim como grandes quantidades de patógenos são excretadas nas fezes de pessoas infectadas. Ainda, o patógeno apresenta alta resistência a tratamentos de água e elevada resistência às condições ambientais, assim como o Rotavírus. Dessa forma, constata-se a necessidade de critérios de análise de outros patógenos na carne das ostras além da *E.coli*.

Destaca-se que essa foi uma simulação de estimativa utilizando dados de análise de *E.coli* realizadas em área pontual e regressão linear, sem considerar dispersões ou outros fatores.

Ademais, ressalta-se o cenário de vulnerabilidade apresentado na praia do Ribeirão da Ilha com relação à sua qualidade da água para o cultivo de seu principal produto, tendo altos riscos à saúde da população consumidora de ostras, assim como provavelmente dos demais moluscos.

6 CONCLUSÃO

A partir das simulações realizadas neste estudo na Avaliação 01 considerando *E.coli* patogênica como 8% dos dados de *E.coli* total disponibilizados pelo IMA das três praias analisadas e as relações entre *E.coli* total e Rotavírus e *Cryptosporidium parvum* conclui-se:

- A AQRM na ingestão de águas contaminadas nas três praias apresentou resultados de probabilidades de infecção pontuais e anuais maiores na praia da Tapera, seguidos pela praia do Ribeirão da Ilha e, por fim, na praia de Caiacangaçu. Essa diferença de riscos foi observada, principalmente, considerando que na praia da Tapera as concentrações iniciais de *E.coli* foram maiores do que nas outras duas praias.
- Dentre os patógenos avaliados, a bactéria *E.coli* apresentou maiores riscos associados à sua ingestão nas águas, seguido pelo Rotavírus e *Cryptosporidium parvum*, contudo, destaca-se que apesar disso, os riscos associados ao vírus e protozoário podem persistir por maior período, considerando sua maior resistência no ambiente. Ainda, com relação à *E.coli*, em decorrência do maior volume de água normalmente ingerido, houve maiores riscos às crianças do que em adultos.
- Destaca-se que os riscos pela infecção causada por Rotavírus pode ser diminuída com a aplicação da vacinação.
- Os resultados obtidos demonstram a influência do sistema de esgotamento sanitário na qualidade da água do balneário e, por consequência, na saúde da população, que exposta as águas se torna suscetível aos riscos.
- Os riscos à saúde observados, grande parte acima do limite aceitável pela OMS de probabilidade anual de 0,01%, indicam a necessidade de acompanhamento de sistemas no lote por meio do Habite-se sanitário ou por meio de monitoramento da eficiência no licenciamento ambiental e a proposição de sistemas de tratamento de esgoto centralizados com maior eficiência na remoção de patógenos incluindo diferentes tecnologias combinadas.

- Ainda, destaca-se que no estudo foram realizadas simulações considerando dados secundários e relações numéricas, não tendo sido realizada modelagens, sendo estes fatores limitantes do estudo.

A partir das simulações realizadas neste estudo na Avaliação 02 considerando a relação entre *E.coli* e Adenovírus conclui-se:

- Os riscos foram de 100% tanto no cenário de esgotamento sanitário atual como futuro.
- Os altos riscos indicam a importante influência da qualidade da água no cultivo de moluscos e a necessidade de planejamento na área do saneamento para garantir segurança à produção e consumo de ostras na região do Sul da Ilha de Santa Catarina.
- Destaca-se que as cópias genômicas no estudo foram consideradas todas infecciosas, em pior cenário, o que pode ter aumentado os riscos consideravelmente, o que na realidade é improvável, sendo este fator limitante do estudo. Assim como, a simulação de cozimento foi realizada com uma estimativa de remoção, não tendo sido utilizado estudo da real remoção que pode ser alcançada com a depuração.

7 RECOMENDAÇÕES

- Realização de estudo acerca do comportamento dos patógenos em águas marítimas, entendendo a influência da maré e dispersão em sua concentração.
- Realização de amostragens para vírus entéricos nas praias e uso desses parâmetros nas definições de balneabilidade.
- Realização de amostragens de patógenos em mais de um ponto nas praias.
- Realização de avaliações específicas sobre os impactos de diferentes concepções de saneamento nas condições de balneabilidade.
- Inclusão de novos parâmetros na legislação, normas e instruções que preveem sobre questões de balneabilidade e liberação do cultivo de moluscos, considerando avaliações de risco à saúde.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Atlas Esgoto: despoluição de bacias hidrográficas**. [Brasília, DF], [2013]. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiZjA1ZjQwZWUtYmRkYS00YjMOLWFhMjltMTMyOTQ0NDljNGQyYliwidCI6ImUwYmI0MDEyLTgxMGItdmNDY5YS04YjRkLTY2N2ZjZDFiYWY4OCJ9>. Acesso em: 16 ago. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 7229:2013**: Projeto, construção e operação de Sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 13969:1997**: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

BERTRAND, I.; SCHIJVEN, J. F.; SÁNCHEZ, G.; WYN-JONES, P.; OTTOSON, J.; MORIN, T.; MUSCILLO, M.; VERANI, M.; NASSER, A.; DE ROSA HUSMAN, A. M.; MYRMEL, M.; SELLWOOD, J.; COOK, N.; GANTZER, C. **The impact of the temperature on the inactivation of enteric viruses in food and water: a review**. *Journal of Applied Microbiology*, v.p.1-16, 2012.

BOSCH, A. Human enteric viruses in the water environment: a minireview. *Internatl Microbiol*, [s. l.], v. 1, p. 191–196, 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Instrução Normativa Interministerial Mpa/Mapa nº 07, de 08 de maio de 2012**. Institui o Programa Nacional de Controle Higiênico-Sanitário de Moluscos Bivalves (PNCMB), estabelece os procedimentos para a sua execução e dá outras providências. Brasília, DF: Ministério da Agricultura e Pecuária, 2012. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/mpa/legislacao/legislacao-geral-da-pesca/ini-mpa-mma-ndeg-7-de-08-05-2012.pdf/view>. Acesso em: 3 set. 2023.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. **PLANSAB**: Plano Nacional de Saneamento Básico. Mais Saúde com Qualidade de Vida e Cidadania. Documento em revisão submetido à apreciação dos conselhos nacionais de saúde, recursos hídricos e meio ambiente. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Regional, 25 jul. 2019. 240 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Boletim Epidemiológico**: informe semanal sarampo : brasil, semanas epidemiológicas 1 a 30, 2020. Brasília: 2020

BRASIL. Ministério da Saúde. **Surtos de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar Informe - 2023**. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Imunizações e Doenças Transmissíveis. **Vigilância epidemiológica das doenças de transmissão hídrica e alimentar : manual de treinamento / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Imunização e Doenças Transmissíveis.** – Brasília : Ministério da Saúde, 2021. 196 p. : il.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.** Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Brasília, DF: Presidência da República, 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 7 set. 2023.

BRASIL. SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE E AMBIENTE. . **Notificação Compulsória.** Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svsa/notificacao-compulsoria>. Acesso em: 27 out. 2023.

BURRI, S.; VALLE, P. Contaminação de bivalves por DSP: risco de episódios de gastroenterites numa região de toxicidade endêmica. **Revista Portuguesa de Saúde Pública**, [s. l.], v. 24, n. 1, p. 115-124, 2006.

BUTT, A. A., K. E. ALDRIDGE and C. V. SANDERS (2004). **Infections related to the ingestion of seafood Part I: Viral and bacterial infections.** *The Lancet Infectious Diseases* 4(4): 201-212.

CABALLERO, S., F. X. ABAD, F. Loisy, et al. (2004). **Rotavirus Virus-Like**

Particles as surrogates in environmental persistence and inactivation studies.

Applied and Environmental Microbiology 70(7): 3904-3909.

CARAPETO, Cristina. **Poluição das Águas.** Lisboa: Universidade Aberta, 1999. 170 p.

CAREY, C. M.; LEE, H.; TREVORS, J. T. Biology, persistence and detection of *Cryptosporidium parvum* and *Cryptosporidium hominis* oocyst. **Water Research**, [s. l.], v. 38, p. 818–862, 2004. Disponível em: <https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/j.watres.2003.10.012>. Acesso em: 20 ago. 2023.

Chen X, Keithly JA, Paya CV, LaRusso NF. **Cryptosporidiosis.** *N Engl J Med* 2002;346(22):1723–31.

CHEN, Yan-Huan *et al.* Quantitative microbial risk assessment and sensitivity analysis for workers exposed to pathogenic bacterial bioaerosols under various aeration modes in two wastewater treatment plants. **Science Of The Total Environment**, [S.L.], v. 755, n. 142615, p. 48-9697, fev. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142615>.

CHRISTO, S. W. **Biologia reprodutiva e ecologia de ostras do gênero crassostrea sacco, 1897 na baía de Guaratuba (Paraná – Brasil): um subsídio ao cultivo.** 2006. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal do Paraná, Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Curitiba, 2006.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Praias. **Balneabilidade e Saúde**. São Paulo, [20--]. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/praias/balneabilidadeesaude/#:~:text=O%20que%20%C3%A9%20Balneabilidade%20%3F,apreci%C3%A1veis%20de%20%C3%A1gua%20%C3%A9%20elevada>. Acesso em: 7 set. 2023.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000**. [Brasília, DF]: Conama, 2000. Disponível em: http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/Resolu%C3%A7%C3%A3o_Conama_274_Balneabilidade.pdf. Acesso em: 20 ago. 2023.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. [Brasília, DF]: Conama, 2011. Disponível em: https://www.suape.pe.gov.br/images/publicacoes/CONAMA_n.430.2011.pdf. Acesso em: 20 ago. 2023.

CORDI, L. *et al.* Montagem, partida e operação de um sistema de lodos ativados para o tratamento de efluentes: parâmetros físico-químicos e biológicos. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 5, n. 1, p. 97-115, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Livia-Cordi-2/publication/228963520_Montagem_partida_e_operacao_de_um_sistema_de_lodos_ativados_para_o_tratamento_de_efluentes_parametros_fisico-quimicos_e_biologicos/links/00b4953ab1765a8614000000/Montagem-partida-e-operacao-de-um-sistema-de-lodos-ativados-para-o-tratamento-de-efluentes-parametros-fisico-quimicos-e-biologicos.pdf. Acesso em: 7 set. 2023.

CRABTREE, K. D. *et al.* Waterborne adenovirus: a risk assessment. **Water Science and Technology**, [s. l.], v. 35, n. 11-12, p. 1-6, 1997.

DONOVAN, E. *et al.* Risk of Gastrointestinal Disease Associated with Exposure to Pathogens in the Water of the Lower Passaic River. **Applied and Environmental Microbiology**, [s. l.], v. 74, n. 4, p. 994-1003, 2008.

DUFOUR, A. P. *et al.* Water ingestion during swimming activities in a pool: A pilot study. **Journal of Water and Health**, Cincinnati, v. 4, p. 425-430, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Embrapa Solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do estado de Santa Catarina. **GeoInfo**, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: https://geoinfo.cnps.embrapa.br/layers/geonode%3Alev_sc_estado_solos_lat_long_wgs84#more. Acesso em: 7 set. 2023.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **Contaminant Candidate List (CCL) and Regulatory Determination: Microbial Contaminants - CCL 4**. Washington, DC, c2016. Disponível em: <https://www.epa.gov/ccl/microbial-contaminants-ccl-4>. Acesso em: 3 ago. 2023.

FARIAS, H. (2008). **Qualidade higiênico-sanitária na cadeia produtiva de ostras, Crassostrea sp., cultivadas na Baía de Guaratuba**, PR, Brasil. Mestrado, Universidade Federal do Paraná.

Farthing MJG (1989) **Viruses and the Gut**. Welwyn Garden City, Hertfordshire: Smith Kline & French

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO); WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Hazard Characterization for Pathogens in Food and Water**: guidelines. [S. l.]: FAO: WHO, 2003.

FLORIANÓPOLIS. CONSELHO MUNICIPAL DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE DE FLORIANÓPOLIS (CONDEMA). **Resolução nº 002, de 2019**. 2 de julho de 2019

FLORIANÓPOLIS; FUNDAÇÃO MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE (FLORAM); INSTITUTO DE PLANEJAMENTO URBANO DE FLORIANÓPOLIS (IPUF). **Plano Municipal da Mata Atlântica**: Florianópolis – Santa Catarina. 1. Ed. Florianópolis: Prefeitura de Florianópolis, 2020. 160 p.

FLORIANÓPOLIS. Geoprocessamento. **Mapas para download**. Florianópolis: Prefeitura Municipal de Florianópolis, [20--]. Disponível em: <https://www.pmf.sc.gov.br/entidades/geo/index.php?cms=mapas+para+download>. Acesso em: 7 set. 2023.

FLORIANÓPOLIS. Secretaria Municipal de Habitação e Saneamento Ambiental (SMHSA). **Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico – PMISB**. Produto 11: Versão Consolidada Final. Florianópolis: SMHSA, 2011. 300 p.

FLORIANÓPOLIS. Secretaria Municipal de Infraestrutura. Superintendência de Habitação e Saneamento. Diretoria de Saneamento. **Revisão do Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico**. Florianópolis: Secretaria Municipal de Infraestrutura, jan. 2021a. Disponível em: http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/28_01_2021_14.02.38.2702fa6dabba3692679338f9eac54d38.pdf. Acesso em: 16 ago. 2023.

FLORIANÓPOLIS. Secretaria Municipal de Infraestrutura. Superintendência de Habitação e Saneamento. **Estudo de concepção do esgotamento sanitário de Florianópolis**. Florianópolis: SMI: SMHS, 2019. 215 p.

FLORIANÓPOLIS. Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMMA). **Plano Municipal de Saneamento Básico**: Versão Final. 1ª revisão. Florianópolis: SMMA, jun. 2021b. Disponível em: https://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/05_04_2022_11.50.56.a6d0cb8eb0ca6e77f9eb77a9dd8cbe40.pdf. Acesso em: 14 ago. 2023.

FONG, T.; LIPP, E. K. Enteric Viruses of Humans and Animals in Aquatic Environments: Health Risks, Detection, and Potential Water Quality Assessment Tools. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, [s. l.], v. 69, n. 2, p. 357-371, 2005.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Manual de Orientações Técnicas para Elaboração de Propostas para o Programa e Melhorias Sanitárias Domiciliares**. 1. ed. Brasília, DF: Funasa, 2014.

GABUTTI, G. *et al.* Comparative Survival of Faecal and Human Contaminants and Use of *Staphylococcus aureus* as an Effective Indicator of Human Pollution. **Marine Pollution Bulletin**, [s. l.], v. 40, n. 8, p. 697-700, 2000.

GAZAL, S. *et al.* Ovine rotaviruses. **Open Veterinary Journal**, [s. l.], v. 1, p. 50-54, 2011.

GERBA, C. P.; GOYAL, S. M. Pathogen Removal from wastewater during groundwater Recharge. **Artificial Recharge of Groundwater**, [s. l.], p. 283–317, 1985.

GERBA, C.P., C. Wall is and J.L. Melnick. 1975. **Fate of wastewater bacteria and viruses in soil**. Journal of Irrigation and drainage Viviiion, American Society of Civil Engineers, 101 (IR3), 157-175.

Grimason AM, Smith HV, Thitai WN, Smith PG, Jackson MH, Girdwood RWA (1993). **Occurrence and removal of Cryptosporidium spp. oocysts and Giardia spp. cysts in Kenyan waste stabilization ponds**. Water Sci Technol. 27(3–4):97–104.

HAAS, C. N. *et al.* Risk Assessment of Virus in Drinking Water. **Risk Analysis**, [s. l.], v. 13, n. 5, 1993.

HAAS, C. N.; ROSE, J. B.; GERBA, C. P. **Quantitative Microbial Risk Assessment**. 2. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2014. 441 p.

HUANG, P. Microbiota and enteric viruses infection. **Medicine in Microecology 3**, [s. l.], v. 3, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590097820300033?via%3Dihub>. Acesso em: 8 set. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades. Florianópolis. **Panorama**. [Rio de Janeiro], c2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/florianopolis/panorama>. Acesso em: 14 ago. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades. Florianópolis. Panorama: Saúde. **Internações por diarreia**. [Rio de Janeiro], 2016. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/florianopolis/panorama>. Acesso em: 14 ago. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2017**: Abastecimento de água e esgotamento sanitário. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em:

<https://biblioteca.ibge.gov.br/124epositório124/livros/liv101734.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2020.

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE (IMA). **Informações**. Florianópolis, [202-]. Disponível em: <https://www.ima.sc.gov.br/index.php/qualidade-ambiental/balneabilidade/124epositório>. Acesso em: 20 ago. 2023.

INTERNATIONAL COMMITTEE ON TAXONOMY OF VIRUSES (ICTV). **ICTV 9th Report (2011)**: Adenoviridae. [S. l.], c2020a. Disponível em: https://talk.ictvonline.org/ictv-reports/ictv_9th_report/dsdna-viruses-2011/w/dsdna_viruses/93/adenoviridae. Acesso em: 3 out. 2020.

INTERNATIONAL COMMITTEE ON TAXONOMY OF VIRUSES (ICTV). **ICTV 9th Report (2011)**: Reoviridae. [S. l.], c2020b. Disponível em: https://talk.ictvonline.org/ictv-reports/ictv_9th_report/dsrna-viruses-2011/w/dsrna_viruses/188/reoviridae. Acesso em: 3 out. 2020.

JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

LE GUYADER, F. S., F. LOISY, R. L. ATMAR, et al. (2006). **Norwalk Virus-specific binding to oyster digestive tissues**. *Emerging Infectious Diseases* 12(06): 931-936.

LENOCH, R. (2003) **Saúde pública e os moluscos marinhos cultivados**. *Revista Conselho Federal de Medicina Veterinária* 28-29, 65-70.

LEWIS, W. J.; FOSTER, S. S. D.; DRASAR, B. S. The risk of groundwater pollution by on-site sanitation in developing countries. **IRCWD-Report**, [s. l.], n. 1, 1982.

MENDONÇA, M. **A dinâmica têmporo-espacial do clima subtropical na região conurbada de Florianópolis/SC**. Tese (Doutorado em Geografia Física). Departamento de Geografia da F.F.L.C.H./USP. São Paulo, 2002.

MICHIGAN STATE UNIVERSITY. *Cryptosporidium parvum*. **QMRA Wiki**, Michigan, 2023. Disponível em: <https://qmrawiki.org/pathogens/cryptosporidium-parvum>. Acesso em: 8 set. 2023.

MORESCO, V. **Estabilidade térmica de vírus entéricos em águas de superfície**. 2016. Tese (Doutorado em Biotecnologia e Biociências) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia e Biociências, 2016.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Science and Decisions: advancing risk assessment**. Washington, D.C.: The National Academy Press, 2009. 422 p.

ORTEGA, C. *et al.* Correlations between microbial indicators, pathogens, and environmental factors in a subtropical Estuary. **Marine Pollution Bulletin**, [s. l.], v. 58, p. 1374–138, 2009.

OWENS, Christopher E.L. *et al.* Implementation of quantitative microbial risk assessment (QMRA) for public drinking water supplies: systematic review. **Water Research**, [S.L.], v. 174, n. 115614, p. 43-1354, maio 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2020.115614>.

PEREIRA, E. L.; NASCIMENTO JÚNIOR, L. As chuvas em Florianópolis/SC: um ensaio sobre a gênese, dinâmica e distribuição espaço-temporal das precipitações. **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados, MS, v. 30, jan./jun. 2022, ISSN 2237-8642 248.

PEREIRA, L. A. **Variabilidade genética dos rotavírus do grupo A detectados em crianças com infecções gastrointestinais no Hospital de Clínicas da UFPR no período de 2001 a 2008**. 2011. Dissertação (Mestrado em Medicina Interna) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

PEREIRA, M. A. *et al.* Microbiological quality of oysters (*crassostrea gigas*) produced and commercialized in the coastal region of Florianópolis – Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, [s. l.], v. 37, p. 159-163, 2006.

REGLI, S. Modeling the Risk from Giardia and Viruses in Drinking Water. **Journal AWWA**, [s. l.], 1991, 9 p.

RICHARDS, G. P. (2003). **Human protozoan parasites in molluscan shellfish: epidemiology and detection**. Molluscan Shellfish Safety. A. Villalba, B. Requere, J.L.Romalde and R. Beiras. Santiago de Compostela, Spain, Conselleria de Pesca e Asuntos Marítimos, Hunta de Galicia, Spain: 397-405.

SANTOS, A. A. D., A. L. T. NOVAES, F. M. SILVA, *et al.* (2010). **Síntese Informativa da Maricultura**. Florianópolis, SC, EPAGRI: 1-7.

SANTOS, A. A. D., A. L. T. NOVAES, F. M. SILVA, *et al.* (2013) **Síntese Informativa da Maricultura 2012** EPAGRI Dados Estatísticos da Aquicultura, 7.

SANTOS, A. B. dos (org.). **Caracterização, Tratamento e Gerenciamento de Subprodutos de Correntes de Esgotos Segregadas e Não Segregadas em Empreendimentos Habitacionais**. Fortaleza: Impreco, 2019.

SINCERO, T. C. M. *et al.* Detection of hepatitis A virus (HAV) in oysters (*Crassostrea gigas*). **Water Research**, [s. l.], v. 40, p. 859-902, 2006.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **Do SNIS ao SINISA**. Informações para planejar o Saneamento Básico. Brasília, DF: SNIS, dez. 2021a. 49 p.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). Painel de Saneamento. **Mapa de Indicadores de Esgoto**: Florianópolis/SC. [Brasília, DF], 2021b. Disponível em:

http://appsnis.mdr.gov.br/indicadores/web/agua_esgoto/mapa-esgoto/?cod=4205407. Acesso em: 16 ago. 2023.

SOBSEY, M. D. *et al.* Interactions and Survival of Enteric Viruses in Soil Materials. **Applied and Environmental Microbiology**, [s. l.], v. 40, n. 1, p. 92-101, 1980.

SOBSEY, M. D.; HICKEY, A. R. Effects of Humic and Fulvic Acids on Poliovirus Concentration from Water by Microporous Filtration. **Applied and Environmental Microbiology**, [s. l.], v. 49, n. 2, p. 259-264, 1985.

SOLLER, J. A. *et al.* Use of quantitative microbial risk assessment to improve interpretation of a recreational water epidemiological study. **Microbial Risk Analysis**, [s. l.], v. 1, p. 2-11, 2016.

SOUZA, D. S. M. **Aquisição e eliminação de contaminantes em tecidos de moluscos bivalves**. 2014. Tese (Doutorado em Biotecnologia e Biociências) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia e Biociências, Florianópolis, 2014.

SCHIJVEN, Jack *et al.* QMRA of adenovirus in drinking water at a drinking water treatment plant using UV and chlorine dioxide disinfection. **Water Research**, [S.L.], v. 158, n. , p. 34-45, jul. 2019. Elsevier BV.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2019.03.090>.

STEWART, P. L.; STEPHEN, D. F.; BURNETT, R. M. Difference imaging of adenovirus: bridging the resolution gap between X-ray crystallography and electron microscopy. **The EMBO Journal**, [s. l.], v.12, n.7, p. 2589-2599, 1993.

TEUNIS, P. F. M.; OGDEN, I. D.; STRACHAN, N. J. C. Hierarchical dose response of E. coli O157:H7 from human outbreaks incorporating heterogeneity in exposure. **Epidemiol. Infect.**, [s. l.], v. 136, p. 761–770, 2008.

TEUNIS, P.; TAKUMI, K.; SHINAGAWA, K. Dose Response for Infection by Escherichia coli O157:H7 from Outbreak Data. **Risk Analysis**, [s. l.], v. 24, n. 2, p. 401-407, 2004.

VAN HEERDEN, J.; EHLERS, M. M.; GRABOW, W. O. K. Detection and risk assessment of adenoviruses in swimming pool water. **Journal of Applied Microbiology**, [s. l.], v. 99, p. 1256–1264, 2005.

VIEIRA, K. S. **Parâmetros genéticos para peso e altura de ostras do Pacífico (*Crassostrea gigas*)**. 2013. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, 2013.

VON SPERLING, M. **Lodos Ativados**: princípios do tratamento biológico de águas residuárias. 4. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2016. V. 4. Disponível em: https://www.digitalwater.com.br/wp-content/uploads/2020/03/conteudo_livro_LODOS_ATIVADOS.pdf. Acesso em: 7 set. 2023.

WARD, R. L.; KNOWLTON, D. R.; WINSTON, P. E. **Mechanism of inactivation of enteric viruses in fresh water.** *Applied and Environmental Microbiology*, v.52, p.450-459, 1986.

WESTRELL, T. **Microbial risk assessment and its implications for risk management in urban water systems.** 1. ed. Linköping: Linköping University, 2004. 90 p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Guidelines for Drinking-water Quality:** Vol. 2. Health and other supporting criteria, second edition. Geneva: WHO, 1996.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Guidelines for Drinking-water Quality:** incorporating the first addendum. 4. ed. Geneva: WHO, 2017. 631 p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Guidelines on Sanitation and Health.** Geneva: WHO, 2018. 220 p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Quantitative Microbial Risk Assessment:** Application for Water Safety Management. Geneva: WHO, 2016. 204 p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Who Guidelines for the:** safe wastewater, excreta and greywater. 1. ed. Geneva: WHO, 2006. 100 p.

WYN-JONES, A. P.; SELLWOOD, J. Enteric viruses in the aquatic environment. **Journal of Applied Microbiology** 2001, [s. l.], v. 91, p. 945-962, 2001.

ZHANG, Qian *et al.* Synergy between quantitative microbial source tracking (qMST) and quantitative microbial risk assessment (QMRA): a review and prospectus. **Environment International**, [S.L.], v. 130, n. 104703, p. 160-4120, set. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2019.03.051>.

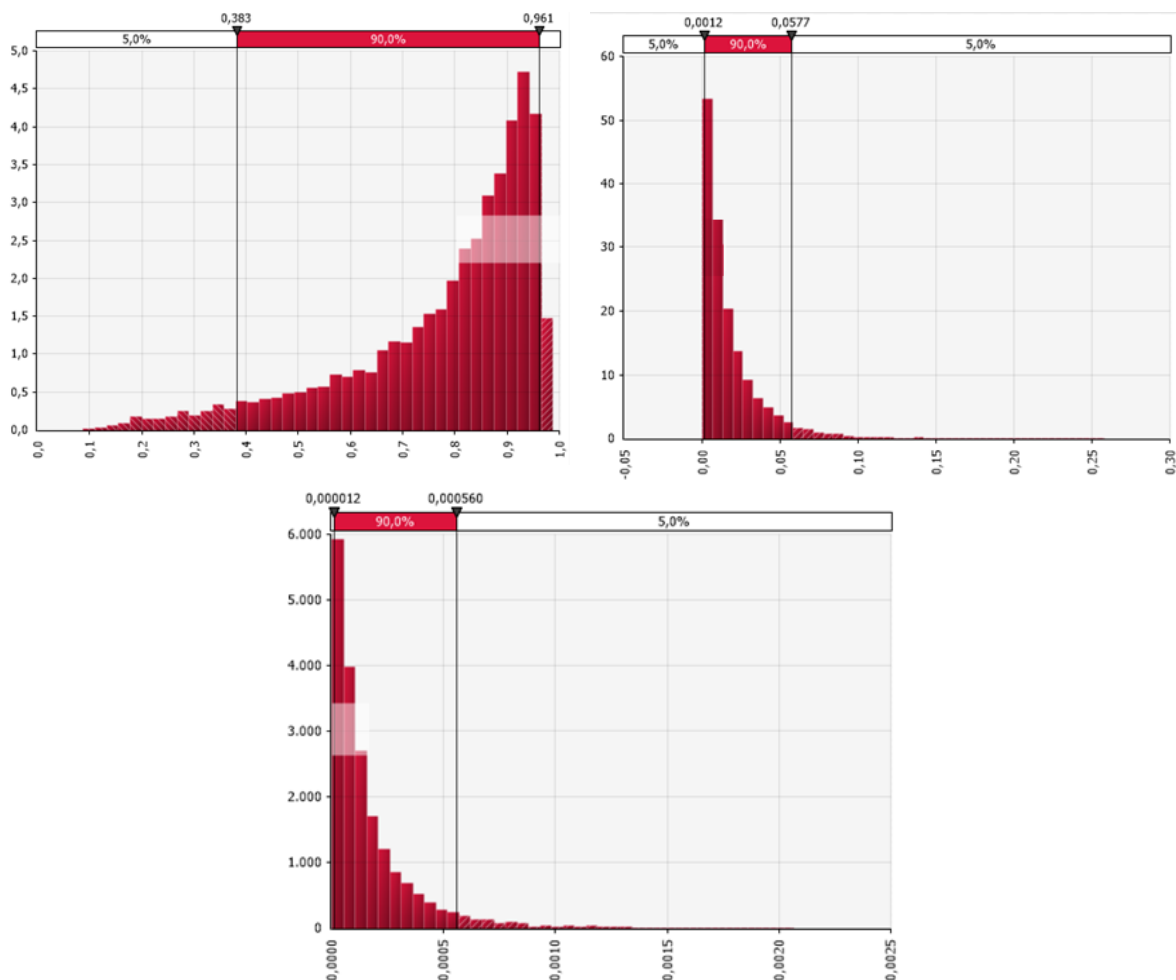
APÊNDICES

APÊNDICE I – RESULTADOS DA ENQUETE REALIZADA

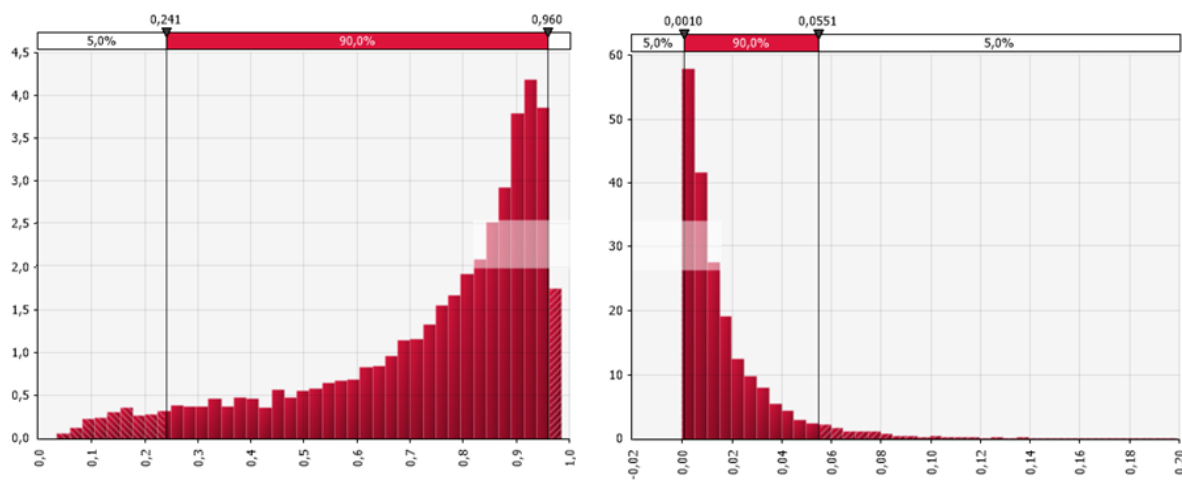
Carimbo de data/hora	Você reside em Florianópolis?	Qual a sua idade?	Quantas vezes ao ano costuma consumir ostras?	Por vez, costuma consumir em média quantas ostras?	Você consome normalmente as ostras em casa ou em restaurantes?	Como costuma consumir as ostras?
8/30/2022 11:19:17	Sim		1 a 2	2 a 6 ostras	Em casa	
9/16/2022 16:54:13	Sim	31 a 40 anos	3 a 4	2 a 6 ostras	Em casa	Cozida
10/4/2022 13:01:32	Sim	21 a 30 anos	1 a 2	2 a 6 ostras	Restaurantes	In natura
10/4/2022 15:17:49	Sim	21 a 30 anos	1 a 2	1 dúzia	Restaurantes	As duas opções
10/5/2022 10:33:01	Não	31 a 40 anos	Aprox. 5 vezes	1 dúzia	Em casa	In natura
10/5/2022 10:39:36	Sim	21 a 30 anos	1 a 2	2 a 6 ostras	Restaurantes	As duas opções
10/5/2022 10:41:26	Não	21 a 30 anos	1 a 2	2 a 6 ostras	Restaurantes	Cozida
10/5/2022 10:41:40	Sim	21 a 30 anos	1 a 2	2 a 6 ostras	Restaurantes	Cozida
10/5/2022 10:43:49	Sim	31 a 40 anos	3 a 4	2 a 6 ostras	Em casa	Cozida
10/5/2022 10:44:36	Sim	31 a 40 anos	Aprox. 10 vezes	1 dúzia	Em casa	Cozida
10/5/2022 10:45:44	Sim	51 a 60 anos	1 a 2	2 a 6 ostras	Restaurantes	As duas opções
10/5/2022 10:46:29	Sim	Mais de 60 anos	1 a 2	2 a 6 ostras	Restaurantes	Cozida
10/5/2022 10:48:32	Não	21 a 30 anos	Aprox. 10 vezes	1 dúzia	Restaurantes	Cozida
10/5/2022 10:49:05	Sim	21 a 30 anos	1 a 2	1 dúzia	Em casa	Cozida
10/5/2022 10:50:18	Não	31 a 40 anos	1 a 2	Mais de 2 dúzias	Em casa	As duas opções
10/5/2022 10:51:53	Sim	21 a 30 anos	1 a 2	2 a 6 ostras	Restaurantes	Cozida
10/5/2022 10:51:56	Não	21 a 30 anos	1 a 2	2 a 6 ostras	Restaurantes	As duas opções
10/5/2022 10:53:32	Sim	Mais de 60 anos	1 a 2	2 a 6 ostras	Em casa	Cozida
10/5/2022 11:07:17	Não	31 a 40 anos	1 a 2	2 a 6 ostras	Restaurantes	Cozida
10/5/2022 11:11:58	Sim	21 a 30 anos	Aprox. 5 vezes	2 a 6 ostras	Em casa	Cozida
10/5/2022 11:19:25	Sim	21 a 30 anos	1 a 2	2 a 6 ostras	Em casa	Cozida
10/5/2022 11:19:48	Sim	21 a 30 anos	0			
10/5/2022 11:20:51	Não	21 a 30 anos	1 a 2	2 a 6 ostras	Restaurantes	Cozida
10/5/2022 11:26:15	Não	21 a 30 anos	1 a 2	2 a 6 ostras	Em casa	Cozida
10/5/2022 11:28:27	Não	41 a 50 anos	1 a 2	2 a 6 ostras	Em casa	Cozida
10/5/2022 11:28:48	Sim	31 a 40 anos	0			
10/5/2022 11:28:55	Sim	31 a 40 anos	0			
10/5/2022 11:28:56	Sim	21 a 30 anos	Aprox. 10 vezes	1 dúzia	Restaurantes	As duas opções
10/5/2022 11:29:21	Não	21 a 30 anos	0			
10/5/2022 11:29:39	Sim	31 a 40 anos	3 a 4	2 a 6 ostras	Restaurantes	As duas opções
10/5/2022 11:29:46	Não	21 a 30 anos	0			
10/5/2022 11:32:03	Sim	31 a 40 anos	3 a 4	2 a 6 ostras	Restaurantes	Cozida
10/5/2022 11:32:54	Sim	21 a 30 anos	1 a 2	2 a 6 ostras	Em casa	As duas opções
10/5/2022 11:33:26	Não	31 a 40 anos	0			
10/5/2022 11:34:08	Sim	41 a 50 anos	3 a 4	1 dúzia	Restaurantes	As duas opções
10/5/2022 11:35:02	Sim	31 a 40 anos	Aprox. 10 vezes	2 dúzias	Em casa	Cozida
10/5/2022 11:37:06	Sim	21 a 30 anos	1 a 2	2 a 6 ostras	Restaurantes	As duas opções
10/5/2022 11:37:45	Sim	21 a 30 anos	1 a 2	2 a 6 ostras	Em casa	Cozida
10/5/2022 11:38:59	Sim	41 a 50 anos	0			
10/5/2022 11:39:26	Sim	21 a 30 anos	0			
10/5/2022 11:40:16	Sim	31 a 40 anos	3 a 4	2 a 6 ostras	Restaurantes	Cozida
10/5/2022 11:43:01	Sim	41 a 50 anos	0			
10/5/2022 11:43:19	Sim	21 a 30 anos	0	2 a 6 ostras	Em casa	As duas opções
10/5/2022 11:47:21	Sim	21 a 30 anos	Aprox. 5 vezes	2 a 6 ostras	Restaurantes	In natura
10/5/2022 11:52:42	Sim	31 a 40 anos	Aprox. 10 vezes	2 a 6 ostras	Em casa	Cozida
10/5/2022 11:55:04	Sim	31 a 40 anos	1 a 2	2 a 6 ostras	Restaurantes	Cozida
10/5/2022 11:56:26	Não	21 a 30 anos	1 a 2	2 a 6 ostras	Restaurantes	Cozida
10/5/2022 11:56:36	Não	21 a 30 anos	0			
10/5/2022 11:56:58	Sim	51 a 60 anos	Aprox. 5 vezes	1 dúzia	Em casa	Cozida
10/5/2022 11:58:23	Não	31 a 40 anos	1 a 2	1 dúzia	Restaurantes	As duas opções
10/5/2022 11:58:39	Sim	Mais de 60 anos	0			
10/5/2022 12:01:01	Sim	31 a 40 anos	Aprox. 10 vezes	2 a 6 ostras	Restaurantes	Cozida
10/5/2022 12:02:35	Não	41 a 50 anos	1 a 2	2 a 6 ostras	Restaurantes	Cozida
10/5/2022 12:04:59	Sim	Mais de 60 anos	3 a 4	1 dúzia	Em casa	Cozida
10/5/2022 12:09:50	Sim	21 a 30 anos	0			
10/5/2022 12:11:25	Sim	31 a 40 anos	Aprox. 10 vezes	1 dúzia	Restaurantes	As duas opções
10/5/2022 12:18:47	Não	21 a 30 anos	0	2 a 6 ostras	Restaurantes	Cozida
10/5/2022 12:22:01	Sim	31 a 40 anos	0			
10/5/2022 12:24:31	Sim	21 a 30 anos	0			
10/5/2022 12:24:35	Sim	31 a 40 anos	1 a 2	2 a 6 ostras	Restaurantes	Cozida
10/5/2022 12:27:21	Não	31 a 40 anos	0			
10/5/2022 12:31:47	Sim	41 a 50 anos	Aprox. 5 vezes	1 dúzia	Em casa	Cozida
10/5/2022 12:34:36	Não	21 a 30 anos	1 a 2	2 a 6 ostras	Restaurantes	Cozida
10/5/2022 12:35:35	Não	31 a 40 anos	Aprox. 10 vezes	2 a 6 ostras	Em casa	As duas opções
10/5/2022 12:46:17	Sim	51 a 60 anos	Aprox. 5 vezes	2 a 6 ostras	Restaurantes	Cozida
10/5/2022 12:51:09	Sim	31 a 40 anos	Aprox. 5 vezes	1 dúzia	Em casa	Cozida
10/5/2022 12:54:57	Não	31 a 40 anos	0			
10/5/2022 12:57:35	Não	31 a 40 anos	3 a 4	2 dúzias	Em casa	Cozida
10/5/2022 13:59:18	Sim	41 a 50 anos	1 a 2	2 a 6 ostras	Restaurantes	Cozida
10/5/2022 14:00:30	Sim	21 a 30 anos	0			
10/5/2022 16:32:14	Sim	31 a 40 anos	1 a 2	1 dúzia	Em casa	As duas opções
10/5/2022 18:08:42	Sim	21 a 30 anos	0			
10/5/2022 18:43:56	Não	21 a 30 anos	1 a 2	2 a 6 ostras	Restaurantes	Cozida
10/6/2022 18:25:01	Sim	41 a 50 anos	Aprox. 10 vezes	1 dúzia	Em casa	As duas opções
10/6/2022 18:29:11	Sim	31 a 40 anos	Aprox. 10 vezes	1 dúzia	Em casa	Cozida
10/6/2022 18:35:20	Sim	41 a 50 anos	Aprox. 10 vezes	2 a 6 ostras	Em casa	Cozida
10/6/2022 18:36:27	Sim	41 a 50 anos	Aprox. 5 vezes	2 a 6 ostras	Em casa	Cozida
10/6/2022 19:04:25	Sim	41 a 50 anos	Aprox. 5 vezes	1 dúzia	Em casa	Cozida
10/6/2022 19:19:24	Sim	41 a 50 anos	3 a 4	2 a 6 ostras	Em casa	Cozida
10/6/2022 19:42:10	Sim	51 a 60 anos	Aprox. 10 vezes	1 dúzia	Em casa	Cozida
10/7/2022 9:09:49	Sim	51 a 60 anos	Aprox. 10 vezes	Mais de 2 dúzias	Em casa	Cozida
10/7/2022 9:59:23	Sim	31 a 40 anos	Aprox. 10 vezes	2 dúzias	Em casa	Cozida
10/23/2022 10:44:52	Sim	21 a 30 anos	3 a 4	2 a 6 ostras	Restaurantes	Cozida

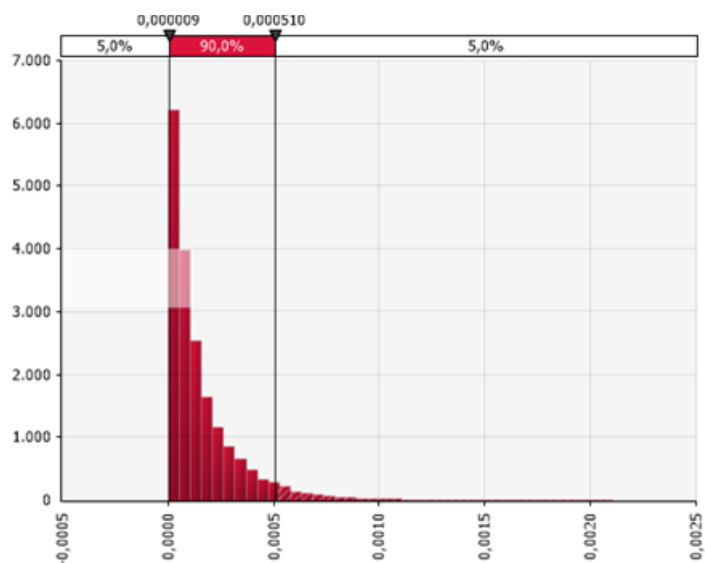
APÊNDICE II – RESULTADOS DE PROBABILIDADE DE INFECÇÃO ANUAL COM DADOS DE *E. COLI* ATÉ 800 NMP/100 ML

Praia da Tapera – Probabilidade anual para *E.coli*, Rotavírus e *Cryptosporidium parvum*, respectivamente.

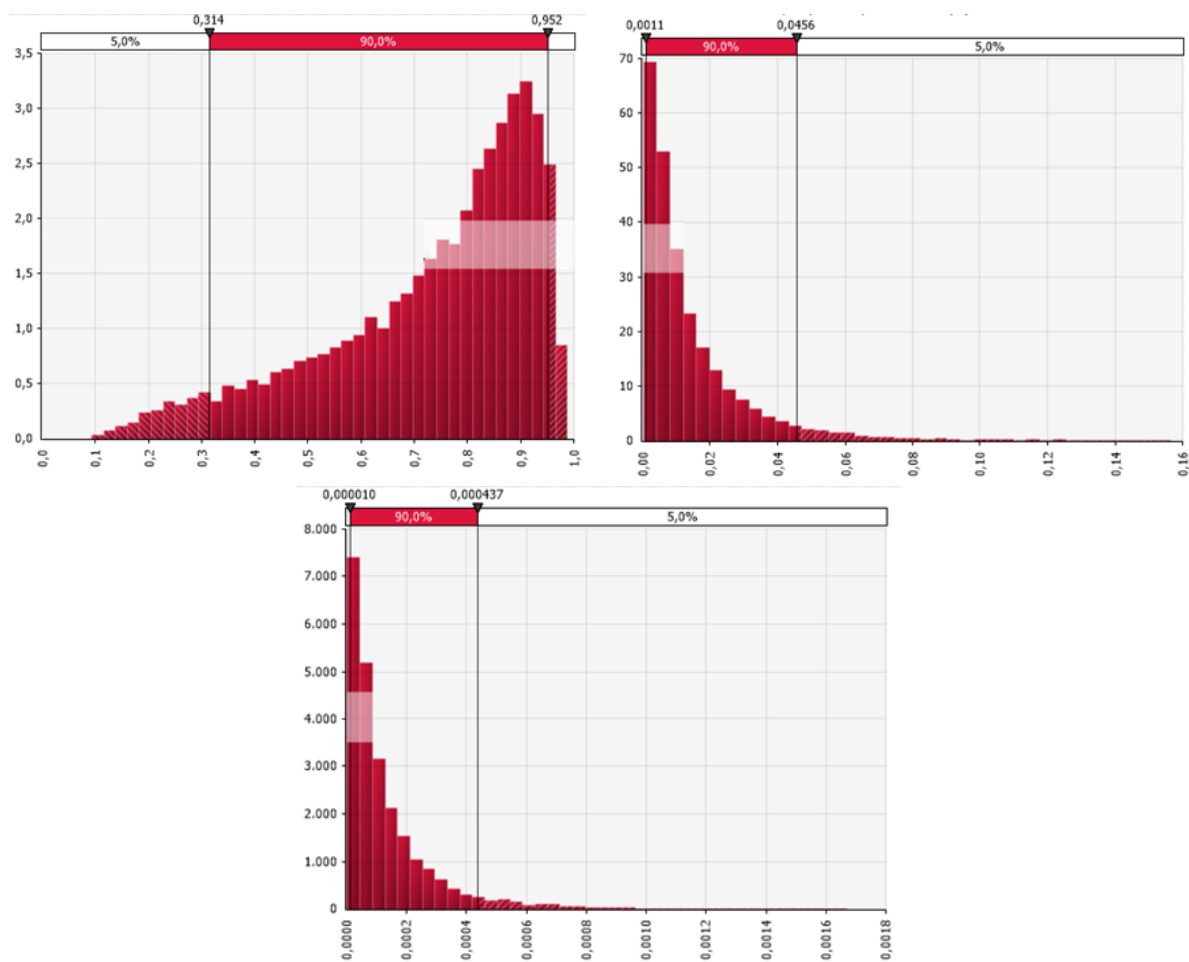


Praia do Ribeirão da Ilha – Probabilidade anual para *E.coli*, Rotavírus e *Cryptosporidium parvum*, respectivamente.





Praia de Caiacangaçu– Probabilidade anual para *E.coli*, Rotavírus e *Cryptosporidium parvum*, respectivamente.



**APÊNDICE III – RESULTADOS DE *E. COLI* EM NMP/100 ML DAS
ANÁLISES DO IMA**

TAPERA		RIBEIRÃO		CAIACANGAÇU	
<i>E. coli</i>		<i>E. coli</i>		<i>E. coli</i>	
DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml	DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml	DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml
18/12/2000	9000	18/12/2000	300	18/12/2000	230
11/12/2000	9000	11/12/2000	300	11/12/2000	500
04/12/2000	500	04/12/2000	230	04/12/2000	230
27/11/2000	300	20/11/2000	230	20/11/2000	230
20/11/2000	1700	14/11/2000	700	14/11/2000	230
14/11/2000	1700	09/11/2000	230	09/11/2000	800
09/11/2000	230	26/10/2000	230	26/10/2000	800
26/10/2000	230	19/10/2000	1700	19/10/2000	700
19/10/2000	230	27/09/2000	230	27/09/2000	230
27/09/2000	300	29/08/2000	500	29/08/2000	500
29/08/2000	300	01/08/2000	230	01/08/2000	230
01/08/2000	230	15/05/2000	500	15/05/2000	230
15/05/2000	230	14/04/2000	500	14/04/2000	230
14/04/2000	5000	28/03/2000	390	28/03/2000	4600
28/03/2000	750	20/03/2000	230	20/03/2000	430
20/03/2000	230	16/03/2000	230	16/03/2000	230
16/03/2000	430	28/02/2000	230	28/02/2000	430
08/03/2000	230	23/02/2000	230	23/02/2000	230
28/02/2000	230	14/02/2000	2400	14/02/2000	4600
23/02/2000	230	09/02/2000	230	09/02/2000	230
14/02/2000	1500	24/01/2000	230	24/01/2000	230
09/02/2000	230	17/01/2000	430	17/01/2000	930
24/01/2000	230	10/01/2000	430	10/01/2000	230
17/01/2000	11000	05/01/2000	230	05/01/2000	930
10/01/2000	230	20/12/2001	300	20/12/2001	230
05/01/2000	230	11/12/2001	300	11/12/2001	500
20/12/2001	230	05/12/2001	230	27/11/2001	800
11/12/2001	300	27/11/2001	300	22/11/2001	230
05/12/2001	230	22/11/2001	500	13/11/2001	500
27/11/2001	230	13/11/2001	700	06/11/2001	300
22/11/2001	1300	06/11/2001	500	30/10/2001	300
13/11/2001	1400	30/10/2001	300	17/09/2001	300
06/11/2001	500	17/09/2001	800	20/08/2001	230
30/10/2001	230	20/08/2001	230	25/07/2001	300
17/09/2001	500	25/07/2001	300	18/06/2001	230
20/08/2001	230	18/06/2001	300	23/05/2001	230
25/07/2001	230	23/05/2001	230	27/04/2001	230
18/06/2001	500	27/04/2001	230	26/03/2001	300
23/05/2001	300	26/03/2001	230	19/03/2001	300
27/04/2001	230	19/03/2001	300	14/03/2001	500
26/03/2001	300	14/03/2001	500	05/03/2001	800
19/03/2001	3000	05/03/2001	300	20/02/2001	230
14/03/2001	230	28/02/2001	300	13/02/2001	230
05/03/2001	700	20/02/2001	1100	05/02/2001	5000
28/02/2001	300	13/02/2001	230	30/01/2001	230
20/02/2001	3000	05/02/2001	5000	22/01/2001	300
13/02/2001	230	30/01/2001	300	17/01/2001	230
05/02/2001	2400	22/01/2001	230	08/01/2001	1100
30/01/2001	230	17/01/2001	230	02/01/2001	5000
22/01/2001	230	08/01/2001	800	18/12/2002	20
17/01/2001	230	02/01/2001	500	09/12/2002	230
08/01/2001	230	18/12/2002	230	03/12/2002	140
02/01/2001	230	09/12/2002	130	25/11/2002	230

(Continuação)

TAPERA		RIBEIRÃO		CAIACANGAÇU	
<i>E. coli</i>		<i>E. coli</i>		<i>E. coli</i>	
DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml	DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml	DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml
18/12/2002	700	03/12/2002	230	19/11/2002	500
09/12/2002	1700	25/11/2002	1400	11/11/2002	80
03/12/2002	40	19/11/2002	800	06/11/2002	20
25/11/2002	500	11/11/2002	130	24/09/2002	230
19/11/2002	230	06/11/2002	80	26/08/2002	300
11/11/2002	80	24/09/2002	230	30/07/2002	230
06/11/2002	220	26/08/2002	230	24/06/2002	230
24/09/2002	230	30/07/2002	230	20/05/2002	230
26/08/2002	800	24/06/2002	230	24/04/2002	1300
30/07/2002	300	20/05/2002	300	27/03/2002	300
24/06/2002	300	24/04/2002	500	19/03/2002	230
20/05/2002	230	27/03/2002	1700	11/03/2002	230
24/04/2002	230	19/03/2002	300	05/03/2002	230
27/03/2002	3000	11/03/2002	300	26/02/2002	500
19/03/2002	500	05/03/2002	230	19/02/2002	230
11/03/2002	300	26/02/2002	700	14/02/2002	500
05/03/2002	500	19/02/2002	1300	05/02/2002	230
26/02/2002	3000	14/02/2002	230	30/01/2002	230
19/02/2002	1300	05/02/2002	230	22/01/2002	230
14/02/2002	3000	30/01/2002	500	16/01/2002	230
05/02/2002	2200	22/01/2002	800	08/01/2002	230
30/01/2002	500	16/01/2002	300	02/01/2002	230
22/01/2002	230	08/01/2002	300	15/12/2003	110
16/01/2002	500	02/01/2002	1300	08/12/2003	80
08/01/2002	700	15/12/2003	300	01/12/2003	110
02/01/2002	300	08/12/2003	40	24/11/2003	230
15/12/2003	40	01/12/2003	300	17/11/2003	130
08/12/2003	110	24/11/2003	300	12/11/2003	230
01/12/2003	700	17/11/2003	3000	04/11/2003	20
24/11/2003	230	12/11/2003	230	28/10/2003	230
17/11/2003	16000	04/11/2003	230	23/09/2003	140
12/11/2003	80	28/10/2003	1300	19/08/2003	70
04/11/2003	3000	23/09/2003	80	22/07/2003	20
28/10/2003	500	19/08/2003	110	17/06/2003	40
23/09/2003	230	22/07/2003	80	21/05/2003	230
19/08/2003	16000	17/06/2003	80	05/05/2003	500
22/07/2003	40	21/05/2003	300	23/04/2003	500
17/06/2003	20	05/05/2003	130	25/03/2003	20
21/05/2003	130	23/04/2003	230	19/03/2003	230
05/05/2003	80	25/03/2003	40	11/03/2003	9000
23/04/2003	130	19/03/2003	230	06/03/2003	170
25/03/2003	1300	10/03/2003	5000	25/02/2003	800
19/03/2003	3000	06/03/2003	1700	17/02/2003	500
11/03/2003	3000	25/02/2003	230	10/02/2003	40
06/03/2003	5000	17/02/2003	900	05/02/2003	40
25/02/2003	80	10/02/2003	170	27/01/2003	130
17/02/2003	16000	05/02/2003	230	20/01/2003	220
10/02/2003	500	27/01/2003	80	14/01/2003	40
05/02/2003	230	20/01/2003	300	07/01/2003	5000
27/01/2003	40	14/01/2003	20	13/12/2004	270
20/01/2003	1100	07/01/2003	40	06/12/2004	20
14/01/2003	170	13/12/2004	700	29/11/2004	40
07/01/2003	170	06/12/2004	170	22/11/2004	20

(Continuação)

TAPERA		RIBEIRÃO		CAIACANGAÇU	
<i>E. coli</i>		<i>E. coli</i>		<i>E. coli</i>	
DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml	DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml	DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml
13/12/2004	700	29/11/2004	80	16/11/2004	130
06/12/2004	110	22/11/2004	20	08/11/2004	20
29/11/2004	230	16/11/2004	300	03/11/2004	20
22/11/2004	3000	08/11/2004	130	26/10/2004	800
16/11/2004	20	03/11/2004	130	24/09/2004	2200
08/11/2004	20	26/10/2004	110	26/08/2004	20
03/11/2004	70	24/09/2004	40	27/07/2004	20
26/10/2004	500	26/08/2004	20	24/06/2004	40
24/09/2004	40	27/07/2004	230	25/05/2004	5000
26/08/2004	20	24/06/2004	40	22/04/2004	800
27/07/2004	9000	25/05/2004	1100	30/03/2004	300
24/06/2004	110	22/04/2004	170	26/03/2004	1300
25/05/2004	9000	30/03/2004	40	18/03/2004	16000
22/04/2004	40	26/03/2004	230	09/03/2004	20
30/03/2004	110	18/03/2004	300	02/03/2004	40
26/03/2004	800	09/03/2004	130	26/02/2004	40
18/03/2004	1700	02/03/2004	230	17/02/2004	300
09/03/2004	20	26/02/2004	130	10/02/2004	220
02/03/2004	1100	17/02/2004	110	05/02/2004	220
26/02/2004	1100	10/02/2004	230	26/01/2004	1300
17/02/2004	1700	05/02/2004	130	19/01/2004	20
10/02/2004	5000	26/01/2004	800	12/01/2004	260
05/02/2004	2200	19/01/2004	230	05/01/2004	40
26/01/2004	1700	12/01/2004	900	22/12/2005	110
19/01/2004	3000	05/01/2004	40	12/12/2005	130
12/01/2004	230	22/12/2005	800	05/12/2005	20
05/01/2004	1700	12/12/2005	80	29/11/2005	40
22/12/2005	300	05/12/2005	40	21/11/2005	20
12/12/2005	300	29/11/2005	130	16/11/2005	130
05/12/2005	1100	21/11/2005	230	08/11/2005	130
29/11/2005	500	16/11/2005	20	17/10/2005	16000
21/11/2005	110	08/11/2005	140	20/09/2005	80
16/11/2005	170	17/10/2005	9000	22/08/2005	110
08/11/2005	1300	20/09/2005	80	25/07/2005	80
17/10/2005	2400	22/08/2005	700	15/06/2005	20
20/09/2005	9000	25/07/2005	700	23/05/2005	130
22/08/2005	40	15/06/2005	40	19/04/2005	20
25/07/2005	800	23/05/2005	170	28/03/2005	500
15/06/2005	20	19/04/2005	20	14/03/2005	800
23/05/2005	2400	28/03/2005	90	07/03/2005	20
19/04/2005	20	14/03/2005	9000	28/02/2005	500
28/03/2005	80	07/03/2005	20	21/02/2005	40
14/03/2005	16000	28/02/2005	700	14/02/2005	20
07/03/2005	300	21/02/2005	80	09/02/2005	16000
28/02/2005	300	14/02/2005	20	31/01/2005	3000
21/02/2005	16000	09/02/2005	230	24/01/2005	500
14/02/2005	20	31/01/2005	130	17/01/2005	20
09/02/2005	220	24/01/2005	3000	11/01/2005	20
31/01/2005	40	17/01/2005	20	03/01/2005	20
24/01/2005	20	11/01/2005	170	18/12/2006	80
17/01/2005	40	03/01/2005	20	11/12/2006	500
11/01/2005	170	18/12/2006	300	04/12/2006	220
03/01/2005	20	11/12/2006	1700	27/11/2006	5000

(Continuação)

TAPERA		RIBEIRÃO		CAIACANGAÇU	
<i>E. coli</i>		<i>E. coli</i>		<i>E. coli</i>	
DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml	DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml	DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml
18/12/2006	40	04/12/2006	170	20/11/2006	130
11/12/2006	16000	27/11/2006	2200	16/11/2006	40
04/12/2006	80	20/11/2006	230	06/11/2006	130
27/11/2006	800	16/11/2006	130	12/10/2006	20
20/11/2006	3000	06/11/2006	700	19/09/2006	20
16/11/2006	230	12/10/2006	40	30/08/2006	2200
06/11/2006	230	19/09/2006	230	19/07/2006	20
12/10/2006	330	30/08/2006	130	19/06/2006	20
19/09/2006	20	19/07/2006	300	15/05/2006	20
30/08/2006	20	19/06/2006	40	17/04/2006	700
19/07/2006	120	15/05/2006	40	27/03/2006	800
19/06/2006	800	17/04/2006	20	20/03/2006	20
15/05/2006	500	27/03/2006	20	13/03/2006	20
17/04/2006	2800	20/03/2006	300	06/03/2006	130
27/03/2006	3000	13/03/2006	20	20/02/2006	170
20/03/2006	20	06/03/2006	1700	14/02/2006	90
13/03/2006	20	20/02/2006	500	06/02/2006	90
06/03/2006	3000	14/02/2006	500	30/01/2006	20
20/02/2006	2400	06/02/2006	20	23/01/2006	20
14/02/2006	700	30/01/2006	500	16/01/2006	20
06/02/2006	70	23/01/2006	130	12/01/2006	20
30/01/2006	1700	16/01/2006	80	03/01/2006	80
23/01/2006	40	12/01/2006	110	17/12/2007	220
16/01/2006	40	03/01/2006	130	10/12/2007	80
12/01/2006	110	17/12/2007	500	03/12/2007	20
03/01/2006	80	10/12/2007	220	26/11/2007	20
17/12/2007	230	03/12/2007	40	19/11/2007	80
10/12/2007	1100	26/11/2007	110	12/11/2007	20
03/12/2007	130	19/11/2007	20	05/11/2007	20
26/11/2007	20	12/11/2007	1300	25/10/2007	80
19/11/2007	800	05/11/2007	20	17/09/2007	20
12/11/2007	80	25/10/2007	230	27/08/2007	20
05/11/2007	20	17/09/2007	40	19/07/2007	20
25/10/2007	3500	27/08/2007	230	25/06/2007	20
17/09/2007	230	19/07/2007	40	28/05/2007	20
27/08/2007	130	25/06/2007	130	23/04/2007	80
19/07/2007	500	28/05/2007	40	26/03/2007	800
25/06/2007	170	23/04/2007	500	19/03/2007	500
28/05/2007	20	26/03/2007	220	13/03/2007	40
23/04/2007	1300	19/03/2007	170	06/03/2007	20
26/03/2007	800	13/03/2007	130	26/02/2007	20
19/03/2007	16000	06/03/2007	300	22/02/2007	1100
13/03/2007	1700	26/02/2007	110	12/02/2007	80
06/03/2007	500	22/02/2007	2400	05/02/2007	20
26/02/2007	2200	12/02/2007	800	29/01/2007	40
22/02/2007	1100	05/02/2007	230	22/01/2007	5000
12/02/2007	80	22/01/2007	80	15/01/2007	20
05/02/2007	1700	15/01/2007	80	08/01/2007	230
29/01/2007	230	08/01/2007	40	03/01/2007	80
22/01/2007	300	03/01/2007	20	15/12/2008	500
15/01/2007	300	15/12/2008	20	08/12/2008	800
08/01/2007	40	08/12/2008	20	01/12/2008	500
03/01/2007	80	01/12/2008	800	17/11/2008	40

(Continuação)

TAPERA		RIBEIRÃO		CAIACANGAÇU	
<i>E. coli</i>		<i>E. coli</i>		<i>E. coli</i>	
DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml	DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml	DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml
15/12/2008	300	17/11/2008	230	10/11/2008	2800
08/12/2008	1700	10/11/2008	3000	03/11/2008	16000
01/12/2008	110	03/11/2008	300	20/10/2008	3000
17/11/2008	110	20/10/2008	1400	22/09/2008	80
10/11/2008	3000	22/09/2008	700	13/08/2008	20
03/11/2008	800	13/08/2008	80	22/07/2008	20
20/10/2008	170	22/07/2008	300	23/06/2008	20
22/09/2008	500	23/06/2008	130	29/05/2008	130
13/08/2008	300	29/05/2008	170	22/04/2008	300
22/07/2008	3000	22/04/2008	3000	24/03/2008	20
23/06/2008	40	24/03/2008	230	17/03/2008	40
29/05/2008	1700	17/03/2008	130	10/03/2008	40
22/04/2008	2400	10/03/2008	20	03/03/2008	110
24/03/2008	1700	03/03/2008	700	25/02/2008	300
17/03/2008	20	25/02/2008	130	18/02/2008	40
10/03/2008	1400	18/02/2008	170	12/02/2008	800
03/03/2008	170	12/02/2008	130	06/02/2008	1700
25/02/2008	600	06/02/2008	90	28/01/2008	500
18/02/2008	2400	28/01/2008	230	21/01/2008	20
12/02/2008	800	21/01/2008	80	14/01/2008	300
06/02/2008	1300	14/01/2008	130	07/01/2008	20
28/01/2008	500	07/01/2008	80	07/01/2008	20
21/01/2008	170	02/01/2008	40	02/01/2008	20
14/01/2008	20	20/12/2009	40	20/12/2009	70
07/01/2008	130	14/12/2009	40	14/12/2009	70
07/01/2008	130	09/12/2009	500	09/12/2009	20
02/01/2008	500	30/11/2009	400	30/11/2009	170
20/12/2009	60	23/11/2009	300	23/11/2009	20
14/12/2009	800	16/11/2009	110	16/11/2009	20
09/12/2009	20	11/11/2009	40	11/11/2009	20
30/11/2009	60	03/11/2009	230	03/11/2009	300
23/11/2009	40	20/10/2009	500	20/10/2009	80
16/11/2009	300	22/09/2009	110	22/09/2009	800
11/11/2009	20	18/08/2009	500	18/08/2009	20
03/11/2009	40	16/06/2009	70	16/06/2009	40
20/10/2009	130	26/05/2009	170	26/05/2009	80
22/09/2009	80	16/04/2009	20	16/04/2009	40
18/08/2009	130	23/03/2009	70	23/03/2009	500
16/06/2009	130	16/03/2009	110	16/03/2009	40
26/05/2009	220	12/03/2009	300	12/03/2009	170
16/04/2009	20	02/03/2009	230	02/03/2009	40
23/03/2009	300	25/02/2009	300	25/02/2009	40
16/03/2009	210	18/02/2009	170	18/02/2009	5000
12/03/2009	1300	09/02/2009	20	09/02/2009	1700
02/03/2009	170	02/02/2009	90	02/02/2009	60
25/02/2009	130	26/01/2009	110	26/01/2009	230
18/02/2009	130	19/01/2009	300	19/01/2009	500
09/02/2009	900	12/01/2009	500	12/01/2009	210
02/02/2009	1700	05/01/2009	20	05/01/2009	20
26/01/2009	70	19/12/2010	500	19/12/2010	20
19/01/2009	2400	14/12/2010	40	14/12/2010	230
12/01/2009	1400	07/12/2010	1100	07/12/2010	20
05/01/2009	130	30/11/2010	230	30/11/2010	20

(Continuação)

TAPERA		RIBEIRÃO		CAIACANGAÇU	
<i>E. coli</i>		<i>E. coli</i>		<i>E. coli</i>	
DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml	DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml	DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml
19/12/2010	700	23/11/2010	500	23/11/2010	300
14/12/2010	130	17/11/2010	20	17/11/2010	700
07/12/2010	3000	09/11/2010	300	09/11/2010	20
30/11/2010	500	27/10/2010	80	27/10/2010	20
23/11/2010	5000	13/09/2010	230	13/09/2010	70
17/11/2010	3000	17/08/2010	20	17/08/2010	110
09/11/2010	20	13/07/2010	230	13/07/2010	40
27/10/2010	20	21/06/2010	40	21/06/2010	230
13/09/2010	230	20/05/2010	2400	20/05/2010	300
17/08/2010	20	22/04/2010	500	22/04/2010	130
13/07/2010	1700	23/03/2010	80	23/03/2010	40
20/05/2010	2200	15/03/2010	80	15/03/2010	20
22/04/2010	16000	08/03/2010	20	08/03/2010	80
23/03/2010	3000	02/03/2010	1100	02/03/2010	70
15/03/2010	1700	22/02/2010	230	22/02/2010	230
08/03/2010	2400	17/02/2010	230	17/02/2010	110
02/03/2010	3000	08/02/2010	20	08/02/2010	40
22/02/2010	9000	01/02/2010	80	01/02/2010	20
17/02/2010	170	25/01/2010	40	25/01/2010	40
08/02/2010	140	19/01/2010	2400	19/01/2010	300
01/02/2010	70	11/01/2010	90	11/01/2010	700
25/01/2010	230	04/01/2010	230	04/01/2010	2200
19/01/2010	1700	22/12/2011	230	22/12/2011	230
11/01/2010	170	15/12/2011	700	15/12/2011	230
04/01/2010	20	08/12/2011	2200	08/12/2011	300
22/12/2011	230	28/11/2011	500	28/11/2011	300
15/12/2011	300	21/11/2011	500	21/11/2011	230
08/12/2011	800	14/11/2011	500	14/11/2011	300
28/11/2011	1100	07/11/2011	230	07/11/2011	230
21/11/2011	230	27/10/2011	300	27/10/2011	300
14/11/2011	2200	28/09/2011	230	28/09/2011	700
07/11/2011	230	01/09/2011	80	01/09/2011	40
27/10/2011	300	13/07/2011	130	13/07/2011	20
28/09/2011	9000	13/06/2011	70	13/06/2011	20
01/09/2011	220	17/05/2011	130	17/05/2011	20
13/07/2011	80	12/04/2011	20	12/04/2011	130
13/06/2011	500	29/03/2011	80	29/03/2011	110
17/05/2011	16000	22/03/2011	300	22/03/2011	500
12/04/2011	300	15/03/2011	1400	15/03/2011	20
29/03/2011	40	10/03/2011	1300	10/03/2011	800
22/03/2011	500	01/03/2011	230	01/03/2011	20
15/03/2011	3000	21/02/2011	70	21/02/2011	800
10/03/2011	700	14/02/2011	1100	14/02/2011	110
01/03/2011	1100	10/02/2011	800	10/02/2011	2200
21/02/2011	5000	01/02/2011	20	01/02/2011	20
14/02/2011	16000	24/01/2011	700	24/01/2011	300
10/02/2011	2400	17/01/2011	230	17/01/2011	1400
01/02/2011	20	10/01/2011	90	10/01/2011	20
24/01/2011	1700	04/01/2011	230	04/01/2011	170
17/01/2011	20	17/12/2012	1700	17/12/2012	5000
10/01/2011	170	10/12/2012	700	10/12/2012	230
04/01/2011	16000	03/12/2012	500	03/12/2012	300

(Continuação)

TAPERA		RIBEIRÃO		CAIACANGAÇU	
<i>E. coli</i>		<i>E. coli</i>		<i>E. coli</i>	
DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml	DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml	DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml
17/12/2012	230	26/11/2012	230	26/11/2012	800
10/12/2012	1300	19/11/2012	230	19/11/2012	300
03/12/2012	230	12/11/2012	300	12/11/2012	230
26/11/2012	2400	05/11/2012	500	05/11/2012	230
19/11/2012	230	10/10/2012	230	10/10/2012	230
12/11/2012	1300	26/09/2012	300	26/09/2012	230
05/11/2012	5000	02/08/2012	800	02/08/2012	1100
10/10/2012	230	11/07/2012	9000	11/07/2012	230
26/09/2012	500	26/06/2012	2400	26/06/2012	230
02/08/2012	230	15/05/2012	1300	15/05/2012	230
11/07/2012	230	10/04/2012	300	10/04/2012	230
26/06/2012	300	27/03/2012	230	27/03/2012	230
15/05/2012	2400	20/03/2012	230	20/03/2012	230
10/04/2012	500	13/03/2012	800	13/03/2012	230
27/03/2012	230	06/03/2012	230	06/03/2012	230
20/03/2012	300	28/02/2012	300	28/02/2012	230
13/03/2012	230	24/02/2012	230	24/02/2012	500
06/03/2012	230	16/02/2012	300	16/02/2012	300
28/02/2012	230	09/02/2012	300	09/02/2012	230
24/02/2012	230	02/02/2012	230	02/02/2012	230
16/02/2012	230	26/01/2012	1300	26/01/2012	230
09/02/2012	230	19/01/2012	230	19/01/2012	300
02/02/2012	300	12/01/2012	300	12/01/2012	700
26/01/2012	1700	05/01/2012	230	05/01/2012	300
19/01/2012	230	19/12/2013	230	19/12/2013	500
12/01/2012	500	09/12/2013	300	09/12/2013	230
05/01/2012	800	02/12/2013	130,1	02/12/2013	137,2
19/12/2013	230	25/11/2013	42,2	25/11/2013	261,3
09/12/2013	300	18/11/2013	2419,6	18/11/2013	2419,6
02/12/2013	159	13/11/2013	2419,6	13/11/2013	1119,9
25/11/2013	98	06/11/2013	980,4	06/11/2013	770,1
18/11/2013	2420	21/10/2013	500	21/10/2013	230
13/11/2013	770	11/09/2013	230	11/09/2013	300
06/11/2013	770	06/08/2013	230	06/08/2013	230
21/10/2013	230	09/07/2013	230	09/07/2013	230
11/09/2013	5000	12/06/2013	230	12/06/2013	230
06/08/2013	300	09/05/2013	300	09/05/2013	230
09/07/2013	1700	03/04/2013	230	03/04/2013	5000
12/06/2013	300	25/03/2013	230	25/03/2013	230
09/05/2013	1300	18/03/2013	230	21/03/2013	300
03/04/2013	230	11/03/2013	500	11/03/2013	230
25/03/2013	1300	04/03/2013	230	04/03/2013	230
18/03/2013	230	25/02/2013	230	25/02/2013	230
11/03/2013	700	18/02/2013	230	18/02/2013	300
04/03/2013	230	13/02/2013	300	13/02/2013	2400
25/02/2013	300	04/02/2013	300	28/01/2013	5000
18/02/2013	230	28/01/2013	300	21/01/2013	230
13/02/2013	230	21/01/2013	230	14/01/2013	230
04/02/2013	800	14/01/2013	300	07/01/2013	230
28/01/2013	9000	07/01/2013	230	18/12/2014	20
21/01/2013	500	18/12/2014	9,6	15/12/2014	30
14/01/2013	230	15/12/2014	233	08/12/2014	63
07/01/2013	230	08/12/2014	272	01/12/2014	41

(Continuação)

TAPERA		RIBEIRÃO		CAIACANGAÇU	
<i>E. coli</i>		<i>E. coli</i>		<i>E. coli</i>	
DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml	DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml	DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml
18/12/2014	97	01/12/2014	282	24/11/2014	281
15/12/2014	75	24/11/2014	195	10/11/2014	189
08/12/2014	3076	10/11/2014	537	09/10/2014	1198
01/12/2014	74	09/10/2014	187	03/09/2014	122
24/11/2014	3448	03/09/2014	292	14/08/2014	146
10/11/2014	1050	14/08/2014	122	04/06/2014	20
09/10/2014	146	04/06/2014	41	29/04/2014	583
03/09/2014	1860	29/04/2014	308	27/03/2014	230
14/08/2014	1145	27/03/2014	300	21/03/2014	230
04/06/2014	52	21/03/2014	230	10/03/2014	21,4
29/04/2014	174	10/03/2014	151,5	05/03/2014	46,8
27/03/2014	230	05/03/2014	37	26/02/2014	18,9
21/03/2014	1300	26/02/2014	11,4	12/02/2014	13,5
10/03/2014	177	12/02/2014	4	29/01/2014	133,7
05/03/2014	94	29/01/2014	120,1	22/01/2014	167
26/02/2014	43	22/01/2014	2419,6	13/01/2014	2419,6
12/02/2014	25	13/01/2014	344,8	06/01/2014	187,3
29/01/2014	153	06/01/2014	124,3	16/12/2015	20
22/01/2014	291	16/12/2015	97	09/12/2015	218
13/01/2014	866	09/12/2015	218	02/12/2015	231
06/01/2014	110	02/12/2015	833	24/11/2015	10
14/12/2015	2755	24/11/2015	52	18/11/2015	576
08/12/2015	12033	18/11/2015	882	12/11/2015	63
30/11/2015	809	12/11/2015	201	28/10/2015	265
24/11/2015	292	28/10/2015	616	23/09/2015	305
18/11/2015	3076	23/09/2015	135	25/08/2015	487
12/11/2015	145	25/08/2015	408	28/07/2015	602
28/10/2015	1086	28/07/2015	253	23/06/2015	10
23/09/2015	1039	23/06/2015	127	26/05/2015	85
25/08/2015	275	26/05/2015	98	27/04/2015	31
28/07/2015	269	27/04/2015	1421	26/03/2015	218
23/06/2015	179	26/03/2015	529	16/03/2015	241
26/05/2015	3441	16/03/2015	84	09/03/2015	1281
27/04/2015	504	09/03/2015	776	03/03/2015	31
26/03/2015	309	03/03/2015	85	23/02/2015	193
16/03/2015	794	23/02/2015	144	18/02/2015	84
09/03/2015	4352	18/02/2015	275	10/02/2015	231
03/03/2015	4352	10/02/2015	355	02/02/2015	20
23/02/2015	2098	02/02/2015	450	26/01/2015	84
18/02/2015	206	26/01/2015	332	19/01/2015	350
10/02/2015	987	19/01/2015	213	14/01/2015	86
02/02/2015	318	14/01/2015	318	07/01/2015	10
26/01/2015	2755	07/01/2015	285	13/12/2016	209
19/01/2015	591	13/12/2016	146	06/12/2016	554
14/01/2015	5794	06/12/2016	763	29/11/2016	10
07/01/2015	97	29/11/2016	504	22/11/2016	10

(Continuação)

TAPERA		RIBEIRÃO		CAIACANGAÇU	
<i>E. coli</i>		<i>E. coli</i>		<i>E. coli</i>	
DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml	DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml	DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml
13/12/2016	379	22/11/2016	10	17/11/2016	586
06/12/2016	24196	17/11/2016	185	08/11/2016	10
29/11/2016	246	08/11/2016	131	03/11/2016	10
22/11/2016	10	03/11/2016	7270	18/10/2016	41
17/11/2016	691	18/10/2016	759	15/09/2016	379
08/11/2016	2142	15/09/2016	420	29/08/2016	20
03/11/2016	813	29/08/2016	63	13/07/2016	10
18/10/2016	2282	13/07/2016	2187	20/06/2016	10
15/09/2016	9804	20/06/2016	30	16/05/2016	10
29/08/2016	98	16/05/2016	109	28/04/2016	158
13/07/2016	17329	28/04/2016	284	29/03/2016	85
20/06/2016	41	29/03/2016	933	21/03/2016	909
16/05/2016	512	21/03/2016	98	14/03/2016	1968
27/04/2016	24196	14/03/2016	146	09/03/2016	285
29/03/2016	6488	09/03/2016	383	01/03/2016	146
21/03/2016	52	01/03/2016	1722	24/02/2016	211
16/03/2016	10	24/02/2016	1314	17/02/2016	1314
09/03/2016	408	17/02/2016	546	10/02/2016	327
01/03/2016	512	10/02/2016	393	03/02/2016	279
24/02/2016	383	03/02/2016	2012	27/01/2016	85
17/02/2016	285	27/01/2016	728	20/01/2016	85
10/02/2016	185	20/01/2016	2481	13/01/2016	1259
02/02/2016	7270	13/01/2016	142	19/12/2017	231
25/01/2016	145	06/01/2016	134	13/12/2017	31
19/01/2016	203	19/12/2017	833	06/12/2017	2481
12/01/2016	24196	13/12/2017	86	29/11/2017	20
04/01/2016	324	06/12/2017	197	21/11/2017	30
19/12/2017	3448	29/11/2017	52	07/11/2017	10
13/12/2017	24196	21/11/2017	20	24/10/2017	235
06/12/2017	521	07/11/2017	63	26/09/2017	10
29/11/2017	1153	24/10/2017	63	29/08/2017	146
21/11/2017	24196	26/09/2017	75	25/07/2017	10
07/11/2017	24196	29/08/2017	86	27/06/2017	10
24/10/2017	15531	25/07/2017	98	23/05/2017	272
26/09/2017	24196	27/06/2017	10	25/04/2017	132
29/08/2017	12997	23/05/2017	6867	28/03/2017	20
25/07/2017	1334	25/04/2017	41	21/03/2017	960
27/06/2017	6488	28/03/2017	161	14/03/2017	135
23/05/2017	809	21/03/2017	2098	07/03/2017	63
25/04/2017	1137	14/03/2017	158	02/03/2017	10
28/03/2017	97	07/03/2017	657	21/02/2017	10
21/03/2017	1539	02/03/2017	31	14/02/2017	749
14/03/2017	11199	21/02/2017	131	07/02/2017	63
07/03/2017	12997	14/02/2017	1470	24/01/2017	31
02/03/2017	3873	07/02/2017	241	17/01/2017	10
21/02/2017	24196	01/02/2017	6131	10/01/2017	120
14/02/2017	134	24/01/2017	31	03/01/2017	292
07/02/2017	496	17/01/2017	20	03/01/2017	292
01/02/2017	24196	10/01/2017	98	27/12/2018	410
24/01/2017	24196	03/01/2017	14136	17/12/2018	203
17/01/2017	17329	27/12/2018	1259	12/12/2018	75
10/01/2017	20	17/12/2018	262	04/12/2018	148
03/01/2017	2282	12/12/2018	10	27/11/2018	900
03/01/2017	2282	04/12/2018	41	20/11/2018	30

(Continuação)

TAPERA		RIBEIRÃO		CAIACANGAÇU	
<i>E. coli</i>		<i>E. coli</i>		<i>E. coli</i>	
DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml	DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml	DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml
27/12/2018	41	27/11/2018	2400	13/11/2018	31
17/12/2018	86	20/11/2018	30	06/11/2018	187
12/12/2018	10	13/11/2018	63	23/10/2018	63
04/12/2018	10	06/11/2018	97	25/09/2018	10
27/11/2018	230	23/10/2018	109	28/08/2018	860
20/11/2018	24196	25/09/2018	189	24/07/2018	31
13/11/2018	86	28/08/2018	41	26/06/2018	10
06/11/2018	24196	24/07/2018	546	23/05/2018	230
23/10/2018	336	26/06/2018	134	24/04/2018	63
25/09/2018	1720	23/05/2018	230	27/03/2018	259
28/08/2018	1396	24/04/2018	1334	20/03/2018	10
24/07/2018	11199	27/03/2018	110	13/03/2018	2909
26/06/2018	109	20/03/2018	52	06/03/2018	52
23/05/2018	500	13/03/2018	1236	27/02/2018	63
24/04/2018	63	06/03/2018	31	20/02/2018	529
27/03/2018	1585	27/02/2018	98	15/02/2018	41
20/03/2018	2909	20/02/2018	1014	06/02/2018	1396
13/03/2018	369	15/02/2018	20	30/01/2018	52
06/03/2018	161	06/02/2018	279	23/01/2018	480
27/02/2018	211	30/01/2018	336	16/01/2018	52
20/02/2018	41	23/01/2018	1785	09/01/2018	10
15/02/2018	537	16/01/2018	644	03/01/2018	108
06/02/2018	86	09/01/2018	199	26/12/2019	10
30/01/2018	473	03/01/2018	109	18/12/2019	103
23/01/2018	241	26/12/2019	20	11/12/2019	10
16/01/2018	10	18/12/2019	75	04/12/2019	10
09/01/2018	10	11/12/2019	10	27/11/2019	10
03/01/2018	1850	04/12/2019	10	20/11/2019	10
26/12/2019	20	27/11/2019	158	13/11/2019	420
18/12/2019	1281	20/11/2019	31	06/11/2019	10
11/12/2019	109	13/11/2019	1153	23/10/2019	230
04/12/2019	420	06/11/2019	52	25/09/2019	10
27/11/2019	631	23/10/2019	230	28/08/2019	10
20/11/2019	41	25/09/2019	10	24/07/2019	10
13/11/2019	10	28/08/2019	10	26/06/2019	10
06/11/2019	109	24/07/2019	441	29/05/2019	10
23/10/2019	230	26/06/2019	63	23/04/2019	10
25/09/2019	52	29/05/2019	41	26/03/2019	10
28/08/2019	10	23/04/2019	135	19/03/2019	98
24/07/2019	2224	26/03/2019	41	12/03/2019	15531
26/06/2019	122	19/03/2019	238	07/03/2019	512
29/05/2019	63	12/03/2019	1017	26/02/2019	10
23/04/2019	52	07/03/2019	30	19/02/2019	1565
26/03/2019	41	26/02/2019	369	12/02/2019	10
19/03/2019	20	19/02/2019	7270	05/02/2019	30
12/03/2019	10	12/02/2019	86	29/01/2019	336
07/03/2019	20	05/02/2019	98	22/01/2019	52
26/02/2019	216	29/01/2019	75	15/01/2019	63
19/02/2019	1918	22/01/2019	10	08/01/2019	10
12/02/2019	135	15/01/2019	31	03/01/2019	131
05/02/2019	30	08/01/2019	4611	28/12/2020	231
29/01/2019	98	28/12/2020	253	21/12/2020	345
22/01/2019	189	21/12/2020	201	16/12/2020	323
15/01/2019	187	16/12/2020	1782	09/12/2020	309
08/01/2019	61	09/12/2020	7701	02/12/2020	345
03/01/2019	1017	02/12/2020	85	25/11/2020	41

(Continuação)

TAPERA		RIBEIRÃO		CAIACANGAÇU	
<i>E. coli</i>		<i>E. coli</i>		<i>E. coli</i>	
DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml	DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml	DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml
28/12/2020	3255	25/11/2020	41	18/11/2020	41
21/12/2020	417	18/11/2020	10	11/11/2020	281
16/12/2020	1576	11/11/2020	41	05/11/2020	109
09/12/2020	437	05/11/2020	20	28/10/2020	122
02/12/2020	110	28/10/2020	305	20/10/2020	10
25/11/2020	41	20/10/2020	41	15/10/2020	10
18/11/2020	132	15/10/2020	10	07/10/2020	146
11/11/2020	98	07/10/2020	52	30/09/2020	359
05/11/2020	431	30/09/2020	253	02/09/2020	10
28/10/2020	121	02/09/2020	30	11/03/2020	41
20/10/2020	20	11/03/2020	97	04/03/2020	31
15/10/2020	52	04/03/2020	496	26/02/2020	24196
07/10/2020	31	26/02/2020	52	19/02/2020	10
30/09/2020	10	19/02/2020	355	12/02/2020	187
02/09/2020	20	12/02/2020	4884	05/02/2020	1095
11/03/2020	703	05/02/2020	1058	29/01/2020	565
04/03/2020	5012	29/01/2020	63	22/01/2020	10
26/02/2020	9208	22/01/2020	10	15/01/2020	98
19/02/2020	160	15/01/2020	10	08/01/2020	20
12/02/2020	784	08/01/2020	110	02/01/2020	31
05/02/2020	171	02/01/2020	148	27/12/2021	10
29/01/2020	30	27/12/2021	246	20/12/2021	41
22/01/2020	336	20/12/2021	10	15/12/2021	63
15/01/2020	97	15/12/2021	31	08/12/2021	31
08/01/2020	435	08/12/2021	20	01/12/2021	10
02/01/2020	3448	01/12/2021	31	24/11/2021	74
27/12/2021	373	24/11/2021	10	18/11/2021	7701
20/12/2021	20	18/11/2021	24196	10/11/2021	10
15/12/2021	1012	10/11/2021	20	27/10/2021	272
08/12/2021	404	27/10/2021	10	29/09/2021	10
01/12/2021	146	29/09/2021	364	01/09/2021	41
24/11/2021	74	01/09/2021	161	28/07/2021	327
18/11/2021	2282	28/07/2021	63	30/06/2021	243
10/11/2021	10	30/06/2021	2489	26/05/2021	20
27/10/2021	20	26/05/2021	63	28/04/2021	20
29/09/2021	41	28/04/2021	41	10/03/2021	209
01/09/2021	41	10/03/2021	504	03/03/2021	908
28/07/2021	933	03/03/2021	1785	24/02/2021	10
30/06/2021	173	24/02/2021	241	17/02/2021	246
26/05/2021	292	17/02/2021	602	10/02/2021	10
28/04/2021	464	10/02/2021	86	03/02/2021	556
10/03/2021	2595	03/02/2021	1376	27/01/2021	256
03/03/2021	1529	27/01/2021	1439	20/01/2021	41
24/02/2021	63	20/01/2021	96	13/01/2021	10
17/02/2021	462	13/01/2021	305	06/01/2021	11199
10/02/2021	185	06/01/2021	2481	26/12/2022	529
03/02/2021	20	26/12/2022	2755	21/12/2022	7701
27/01/2021	20	21/12/2022	683	14/12/2022	10
20/01/2021	6131	14/12/2022	85	07/12/2022	292
13/01/2021	134	07/12/2022	813	01/12/2022	2613
06/01/2021	279	01/12/2022	10462	23/11/2022	31

(Continuação)

TAPERA		RIBEIRÃO		CAIACANGAÇU	
<i>E. coli</i>		<i>E. coli</i>		<i>E. coli</i>	
DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml	DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml	DATA	CONCENTRAÇÃO NMP*/100ml
26/12/2022	86	23/11/2022	31	16/11/2022	20
21/12/2022	3654	16/11/2022	158	09/11/2022	41
14/12/2022	275	09/11/2022	41	31/10/2022	10
07/12/2022	249	31/10/2022	52	26/10/2022	52
01/12/2022	1553	26/10/2022	41	19/10/2022	2603
23/11/2022	148	19/10/2022	581	28/09/2022	41
16/11/2022	20	28/09/2022	135	31/08/2022	419
09/11/2022	63	31/08/2022	86	03/08/2022	231
31/10/2022	238	03/08/2022	216	22/06/2022	1291
26/10/2022	1296	22/06/2022	298	25/05/2022	10
19/10/2022	52	25/05/2022	10	27/04/2022	63
28/09/2022	613	27/04/2022	52	24/03/2022	723
31/08/2022	213	24/03/2022	785	16/03/2022	10
03/08/2022	1616	16/03/2022	20	09/03/2022	20
22/06/2022	10	09/03/2022	20	02/03/2022	74
25/05/2022	63	02/03/2022	573	23/02/2022	10
27/04/2022	31	23/02/2022	10	16/02/2022	74
24/03/2022	571	16/02/2022	41	09/02/2022	85
16/03/2022	41	09/02/2022	52	02/02/2022	723
09/03/2022	185	02/02/2022	249	26/01/2022	145
02/03/2022	645	26/01/2022	359	19/01/2022	10
23/02/2022	209	19/01/2022	63	12/01/2022	52
16/02/2022	987	12/01/2022	10	05/01/2022	20
09/02/2022	327	05/01/2022	86	26/07/2023	109
02/02/2022	41	26/07/2023	161	28/06/2023	20
26/01/2022	132	28/06/2023	695	31/05/2023	52
19/01/2022	10	31/05/2023	10	26/04/2023	75
12/01/2022	1296	26/04/2023	52	29/03/2023	243
05/01/2022	75	29/03/2023	20	20/03/2023	428
26/07/2023	10	20/03/2023	109	15/03/2023	594
28/06/2023	73	15/03/2023	480	08/03/2023	583
31/05/2023	109	08/03/2023	528	01/03/2023	63
26/04/2023	480	01/03/2023	448	22/02/2023	31
29/03/2023	63	22/02/2023	2046	15/02/2023	109
20/03/2023	135	15/02/2023	52	08/02/2023	249
15/03/2023	886	08/02/2023	31	01/02/2023	135
08/03/2023	670	01/02/2023	10	25/01/2023	187
01/03/2023	379	25/01/2023	107	18/01/2023	41
22/02/2023	4352	18/01/2023	62	11/01/2023	420
15/02/2023	31	11/01/2023	41	04/01/2023	75
08/02/2023	10	04/01/2023	84		
01/02/2023	359				
25/01/2023	631				
18/01/2023	10				
11/01/2023	85				
04/01/2023	145				