

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC

POLINI RODRIGUES GOMES

**BACTÉRIAS TERMOTOLERANTES COMO INDICADOR DE POLUIÇÃO DO ARROIO DA
PRAIA DO RINCÃO, LITORAL SUL DE SANTA CATARINA**

CRICIÚMA, 2012

POLINI RODRIGUES GOMES

**BACTÉRIAS TERMOTOLERANTES COMO INDICADOR DE POLUIÇÃO DO ARROIO DA
PRAIA DO RINCÃO, LITORAL SUL DE SANTA CATARINA**

Trabalho de Conclusão de Curso III,
apresentado para obtenção do grau de Bacharel
no Curso de Ciências Biológicas da
Universidade do Extremo Sul Catarinense –
UNESC. Com linha de Pesquisa em:
Qualidade Ambiental.

Orientadora: Prof. MSc. Nadja Zim Alexandre

CRICIÚMA, 2012

POLINI RODRIGUES GOMES

**BACTÉRIAS TERMOTOLERANTES COMO INDICADOR DE POLUIÇÃO DO
ARROIO DA PRAIA DO RINCÃO, LITORAL SUL DE SANTA CATARINA**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela
Banca Examinadora para obtenção do Grau de
Bacharel, no Curso de Ciências Biológicas da
Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Criciúma, 05 de novembro de 2012.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: MSc. Nadja Zim Alexandre

Banca: MSc. Cláudio Ricken

Banca: MSc. Yasmine Moura da Cunha

GOMES, Polini Rodrigues, 1987–

Bactérias termotolerantes como indicador de poluição do arroio da praia do rincão, litoral sul de Santa Catarina: Polini Rodrigues Gomes. – 2012.

56f. : il. Color; 30cm

Orientadora: MSc. Nadja Zim Alexandre.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Curso de Ciências Biológicas – Bacharelado, 2012.

1. Poluição. 2. Bactérias termotolerantes. 3. Recursos Hídricos. I. Gomes, Polini Rodrigues. II. Universidade do Extremo Sul Catarinense. Curso de Ciências Biológicas – Bacharelado. III. Bactérias termotolerantes como indicador de poluição do arroio da praia do rincão, litoral sul de Santa Catarina

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus pelo dom da vida, pelo seu amor infinito, e por ter me dado uma família maravilhosa e amigos sinceros. Sem Deus nada sou.

Agradeço a minha mãe, meu maior exemplo. Obrigada por cada incentivo e orientação, pelas orações em meu favor, pela preocupação para que estivesse sempre andando pelo caminho certo.

Agradeço à professora Nadja por toda a atenção dedicação e esforço em me orientar, mesmo com o tempo tão escasso por conta das inúmeras tarefas.

À minha colega Tuane Pontes pelas dúvidas tiradas neste trabalho, pela ajuda dada e por sempre me encorajar.

Aos meus colegas de classe, em especial a Vanessa, Angele, Kamilla, João, Daniel, Ronaldo quem aprendi a adorar e construir laços eternos. Obrigada por todos os momentos em que fomos brincalhões, jogadores, estudiosos, cúmplices. Obrigada pelo sorriso, pela paciência, pelo abraço, pelas brigas e pela mão que sempre se estendia quando eu precisava. Minhas tardes não seriam a mesma sem vocês.

A Toda minha família e amigos que sempre me encorajaram e torceram por mim .” Tenho amigos (família) tão bonitos. Ninguém suspeita, mas sou uma pessoa muito rica.”
Caio Fernando de Abreu

*Quando a última árvore tiver caído;
Quando o último rio tiver secado;
Quando o último peixe for pescado;
Vocês vão entender que o dinheiro não se come.*

RESUMO

O distrito de Balneário Rincão, localizado no Município de Içara, no sul do estado de Santa Catarina, e assim como outros distrito litorâneos tem como características econômicas o turismo. A população flutuante, aquela que reside no local apenas no período de verão, tem aumentado gradativamente a cada temporada, o que pode comprometer os recursos ambientais do balneário. Entre as lagoas existentes no território do distrito, a Lagoa do Jacaré e a que se apresenta mais próxima da área urbanizada. O exutório desta lagoa forma o córrego popularmente conhecido como Arroio da Praia do Rincão, que corta a área central do Balneário e deságua no Oceano. O crescimento urbano sem planejamento faz com que este conjunto formado pela lagoa e arroio sofra o impacto da pressão imobiliária prejudicando as condições de balneabilidade. Com objetivo de quantificar este impacto foi quantificada a concentração de bactérias termotolerantes em quatro estações amostrais localizadas ao longo do percurso do arroio, utilizando esses organismos como indicadores de contaminação de origem fecal. Foram realizadas duas campanhas amostrais, caracterizando a condição de alta e baixa temporada. Os resultados demonstram a contaminação deste curso d'água por matéria de origem fecal, sendo que em uma das estações a presença de bactérias encontra-se acima do limite considerado como apropriado para recreação de contato primário conforme estabelece a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA 274/00.

Palavras-chave: poluição, recursos hídricos, bactérias termotolerantes.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Delimitação do litoral catarinense.....	15
Figura 2 - Localização do arroio, mostrando a exposição a edificações nas margens.....	17
Figura 3 - Representação da bactéria <i>E. coli</i> ampliada no microscópio.....	19
Figura 4 - Localização do Município de Içara, SC.....	24
Figura 5 - Localização dos pontos de amostragem, Balneário Rincão, litoral sul de Santa Catarina.....	27
Figura 6 - Diluição serial (10 ml, 1,0ml e 0,1 ml) para determinação do NMP/100ml de organismos do tipo coliformes.....	29
Figura 7 - Série de tubos com caldo lauril sulfato de sódio bili 2% lactosado, onde se observa no primeiro tubo a reação negativa e no segundo tubo a reação positiva com turvação do meio e formação de bolha de ar no interior do tubo de Duran.....	31
Figura 8 - Resultado positivo (com turvação) e negativo (sem turvação) para teste confirmativo de coliformes, onde: a) caldo EC (coliformes fecais ou termotolerantes) e b) caldo verde brilhante (coliformes totais).....	31
Figura 9 - Concentração de <i>Escherichia coli</i> entre 1999 e 2011, no Ponto 5, localizado no Arroio da Praia do Rincão. (em vermelho o limite máximo de bactérias para classificação da água como própria para banho).....	33
Figura 10 - Concentração de <i>Escherichia coli</i> entre 1999 e 2011, no Ponto 8, localizado a 100m à esquerda do Arroio da Praia do Rincão. (em vermelho o limite máximo de bactérias para classificação da água como própria para banho).....	34
Figura 11- Concentração de <i>Escherichia coli</i> entre 1999 e 2011, no Ponto 4, localizado na Frente do posto de salva vidas 2. (em vermelho o limite máximo de bactérias para classificação da água como própria para banho).....	34
Figura 12 - Representação do NMP de coliformes totais e fecais nas campanhas de alta e baixa temporada, onde no eixo x as estações de amostragem encontram-se na sequência de montante (lagoa do Jacaré) para jusante (foz do arroio); eixo y encontra-se em escala logarítmica e representa a contagem de bactérias em NMP/100mL. SC.....	37
Figura 13 – Situação da estação amostral P1 localizada na Lagoa do Jacaré, onde: a) panorama da rua Jaguaruna, em frente à estação P1; b) ocupação urbana no entorno da lagoa e localização do P1; exutório da lagoa. Balneário Rincão, SC.....	38
Figura 14 - Situação da estação amostral P2 localizada na rua da Matriz, onde: a) panorama da estação; b) ocupação urbana no entorno; c) local de amostragem. Balneário Rincão, SC.....	39
Figura 15 - Situação da estação amostral P3 onde: a) panorama da estação localizada na rua Santa Catarina; b) ocupação urbana no entorno; c) local de amostragem onde se observa entulhos de demolição na APP. Balneário Rincão, SC.....	40

Figura 16 - Situação da estação amostral P4 onde: a) panorama da Av Beira Mar e do ponto de amostragem; b) ocupação urbana a montante da estação e foz do arroio; c) local de amostragem onde se observa entulhos de demolição no leito do arroio. Balneário Rincão, SC.....41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição das estações de amostragem, Balneário Rincão, SC.....	26
Tabela 2 – Número mais provável de bactérias (NMP) em 100 mL de amostra, com limite de confiança de 95% para várias combinações de resultados positivos quando 5 tubos são usados para cada diluição (10 ml, 1,0 ml e 0,1 ml).....	29
Tabela3 - Resultados obtidos nas 4 estações de amostragem em alta e baixa temporada.....	35
Tabela 4 - Análise estatística das estações de amostragem.....	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 OBJETIVOS.....	22
1.1.1 Objetivo Geral.....	22
1.1.2 Objetivos Especificos.....	22
2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	23
2.1 ÁREA DE ESTUDO.....	23
2.1.1 Histórico de balneabilidade na área de estudo.....	25
2.2 AMOSTRAGEM.....	26
2.3 EXAMES LABORATORIAIS.....	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	33
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
REFERÊNCIAS.....	44

1 INTRODUÇÃO

“A água é um recurso natural indispensável para a sobrevivência do homem e demais seres vivos no Planeta. É uma substância fundamental para os ecossistemas da natureza” (CARVALHO; SILVA, 2006, p.3).

A compreensão tradicional das relações entre a sociedade e a natureza desenvolvidas até o século XIX, vinculadas ao processo de produção capitalista, considerava o homem e a natureza como pólos excludentes, e apontava uma fonte ilimitada de recursos a disposição do homem, porém hoje essa é uma das maiores preocupações no mundo (GUERRA; CUNHA, 2003). Infelizmente, esses recursos naturais encontram-se cada vez mais limitados e estão sendo exauridos pelas ações do homem, degradando a qualidade e prejudicando os ecossistemas (CARVALHO; SILVA, 2006).

Segundo Bobadillo e Cattaneo ([entre 2008 e 2012], p. 2), “no Brasil a demanda por recursos naturais é cada vez maior, visto que ainda tem-se a ilusão de que estes são ilimitados, baseando-se em um passado de abundância, especialmente no que concerne aos recursos hídricos”.

Muitos desses recursos se encontram nas zonas costeiras, que no Brasil se constituem pelo mar territorial e pelo conjunto dos territórios dos municípios litorâneos. Considerando que cerca de 50% da população mundial vive em zonas costeiras, a população atinge quase 44 milhões de habitantes, em constante evolução, com uma densidade populacional de 135 hab/km², ou seja, seis vezes a média nacional. Esses ecossistemas costeiros proporcionam serviços essenciais à sobrevivência humana e animal, como alimentos, abrigo aos animais, manutenção do clima e proteção costeira (BRASIL, 2010).

A zona costeira é alvo do verão, as pessoas praticam turismo nas praias, ilhas, cidades da zona costeira, o tamanho populacional original dos locais chega a triplicar na alta temporada. O problema é que esse acúmulo da população acarreta pressão aos municípios litorâneos, trazendo prejuízo aos recursos naturais como, por exemplo, a degradação da biodiversidade, aumento da poluição atmosférica e prejudicando a qualidade água, seja através de fontes de poluição difusa e pontual.

A Lei N° 7.661 de 16 de Maio de 1988 define zona costeira como “o espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e outra terrestre” (BRASIL, 1988, p. 1).

A Zona Costeira brasileira possui aproximadamente 514 mil km², dos quais cerca de 320 mil km² correspondem a 17 estados costeiros, incluídos a superfície das águas interiores, sendo que o restante se refere ao Mar Territorial (NICOLODI; ZAMBONI, 2008).

Em termos ambientais, encontram-se na costa brasileira os mais variados tipos de ecossistemas: campos de dunas, ilhas-recife, costões rochosos, estuários, brejos, falésias e baixios (ROSSO, [entre 2000-2005]).

“Aproximadamente 43 milhões de habitantes, cerca de 18% da população do País, residem na Zona Costeira e 16 das 28 regiões metropolitanas brasileiras encontram-se no litoral” (NICOLODI; ZAMBONI, 2008, p. 7).

Na sua maior parte é banhada por águas quentes, ocupando áreas tropicais e subtropicais do Atlântico Sul Ocidental. Uma pequena parcela no extremo norte no país é voltada para o mar do Caribe. As principais correntes marítimas que influenciam o clima do litoral brasileiro são: Corrente do Brasil, que acompanha o litoral do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul, direção norte-sul, com temperatura média de 22 graus; Corrente Equatorial que vai do Rio Grande do Norte ao Amapá, com direção leste-oeste e temperatura média de 25 graus. Possui ainda influência da Corrente das Malvinas, fluindo na direção sul-norte (ROSSO, [entre 2000-2005], p.1).

A gestão da zona costeira brasileira é prevista na Lei N° 7.661 de 16 de Maio de 1988, que Institui o Plano Nacional de Gerenciamento costeiro e dá outras providências, este deve prever o zoneamento de usos e atividades na Zona Costeira e dar prioridade a conservação e proteção, entre outros, dos bens como: recursos naturais, renováveis e não renováveis; recifes, parcéis e bancos de algas; ilhas costeiras e oceânicas; sistemas fluviais, estuarinos e lagunares, baías e enseadas; praias; promontórios, costões e grutas marinhas; restingas e dunas; florestas litorâneas, manguezais e pradarias submersas; sítios ecológicos de relevância cultural e demais unidades naturais de preservação permanente; monumentos que integrem o patrimônio natural, histórico, paleontológico, espeleológico, arqueológico, étnico, cultural e paisagístico (BRASIL, 1988).

Os impactos ambientais induzidos pela pressão humana são extremamente significativos nas áreas costeiras, trazendo sérios problemas, sendo muitas vezes superior a capacidade de assimilação dos sistemas naturais, exercendo pressões no ambiente ou produzindo vários impactos negativos, como a locação de materiais impróprios, suporte da infra-estrutura e modificação do escoamento superficial e a drenagem subterrânea, e desmatamento de áreas naturais (CAVALCANTI; CAMARGO, 2002, p.15).

“O processo de gestão da zona costeira é desenvolvido de forma integrada, descentralizada e participativa, sendo que a responsabilidade de formulação e implementação dos planos regionais e locais de gerenciamento costeiro é atribuída aos estados e municípios costeiros” (NICOLODI; ZAMBONI; BARROSO, 2009, p. 4).

A degradação dos ecossistemas, do patrimônio e dos recursos naturais da Zona Costeira implicará ao agente a obrigação de reparar o dano causado e a sujeição às penalidades, como multa simples ou diária, à perda ou restrição de incentivos e benefícios fiscais concedidos pelo Poder Público; à perda ou suspensão de participação em linhas de financiamento em estabelecimentos oficiais de crédito; à suspensão de sua atividade, previstas no art. 14 da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, elevado o limite máximo da multa ao valor correspondente a 100.000 (cem mil) Obrigações do Tesouro Nacional - OTN, sem prejuízo de outras sanções previstas em lei (BRASIL, 1988).

“A zona costeira do estado de Santa Catarina é formada por 38 municípios que mantêm divisas com o mar ou com importantes corpos hídricos costeiros” (HORT, 2008, p. 53), dentro destes encontra-se a região Carbonífera, onde se localiza o Município de Içara, em seguida Balneário do Rincão.

A zona costeira do estado de Santa Catarina atravessa uma delicada fase de urbanização, principalmente em áreas mais frágeis, com potencial de influir na economia futura do estado. Grande parte destes municípios litorâneos não suporta estas grandes demandas populacionais, resultando em problemas de tráfego, escassez dos recursos naturais (ex: água e energia), problemas de fragilidade geotécnica e saneamento básico, entre outros, os quais limitam o processo de ocupação, bem como a capacidade de suporte dos recursos naturais (HORT, 2008, p. 58).

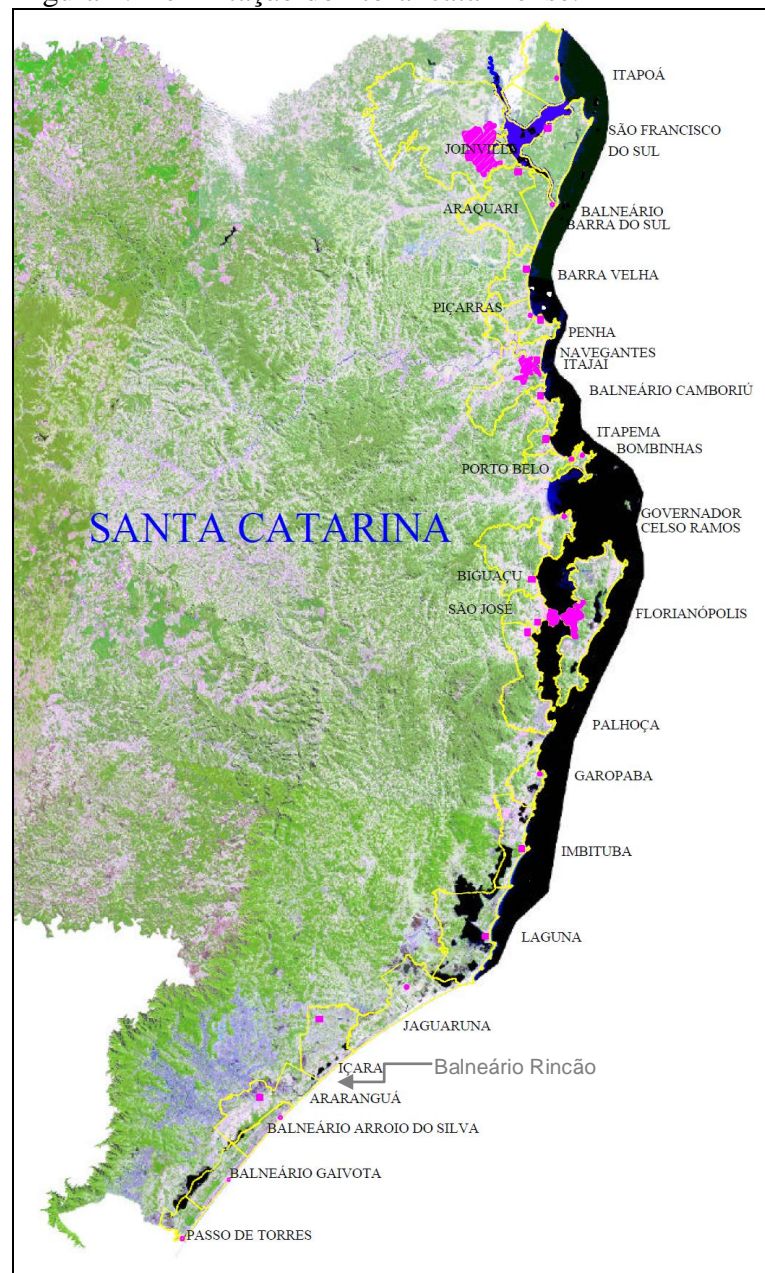
A figura 1 mostra o litoral catarinense que compreende desde Itapoá localizada ao norte da capital do estado até Passo de Torres que fica mais ao sul na divisa com o estado do Rio Grande do Sul.

A poluição dos recursos hídricos decorre da adição de substâncias ou de formas de energia que, diretamente ou indiretamente alteram as características originais do corpo d'água (SPERLING, 2006). Pereira (2004) ressalta que estas substâncias ou formas de energia quando dispostas na água em excesso ou em intensidade tal forma que prejudica os usos benéficos da água, podem também através do fluxo dos rios e arroios chegar a costa litorânea, contribuindo para a degradação vida marinha (PEREIRA, 2004).

Ao desaguardem no mar esses corpos d'água podem, em determinadas circunstâncias, comprometer a balneabilidade das praias, tornando-as impróprias ao contato primário. (...) Isso ocorre, sobretudo no verão, pelo aumento do contingente populacional e o conseqüente aporte de efluentes de origem doméstica. A disposição oceânica de efluentes domésticos e industriais está cada vez mais difundida no litoral (SILVA, 2010, p 15).

Sperling (2006) destaca que quando a poluição potencialmente é capaz de causar danos à saúde da população, esta é chamada de contaminação, e neste caso passa a ser considerado também problema de saúde pública.

Figura 1. Delimitação do litoral catarinense.



Fonte: adaptado de FATMA (2003).

Segundo Silva (2010 apud Freitas, 2008), a tutela penal é feita especialmente pela Lei 9.605, de 12.02.1998, comumente conhecida como lei dos crimes ambientais. O art. 54 considera crime, punido de 01 a 04 anos e multa, a “*poluição de qualquer natureza em níveis tais que possam resultar em danos a saúde humana, ou que provoque a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora*”.

Pereira (2004) destaca que as principais fontes de poluição da água são de origem pontual, difusa e mista, onde:

- a) poluição pontual refere-se àquelas onde os poluentes são lançados em pontos específicos dos corpos d'água e de forma individualizada, as emissões ocorrem de forma controlada, podendo-se identificar um padrão médio de lançamento;
- b) poluição difusa se dá quando os poluentes atingem os corpos d'água de modo aleatório, não havendo possibilidade de estabelecer qualquer padrão de lançamento, seja em termos de quantidade, frequência ou composição;
- c) poluição mista são aquelas que englobam características de cada uma das fontes anteriormente descritas.

O sistema de drenagem de água pluvial quando dimensionado de forma adequada é parte integrante do saneamento básico. Segundo Neto (2005) a água pluvial ao atingir o solo, vai escoar, infiltrar ou ficar armazenada na camada mais superficial do solo, independente da existência, ou não, de um sistema de drenagem adequado.

Silva (2006) afirma que, a falta de sistemas de coleta e tratamento projetados de forma a atender as reais necessidades é *grande*, (...), tornando a maioria dos corpos d'água como receptores e veículo de transporte do escoamento superficial urbano.

A situação é ainda mais crítica quando se trata do sistema de drenagem do esgoto doméstico, sendo que neste caso, pela falta de sistemas adequados de coleta e tratamento de esgoto, a própria população adotada meios alternativos para se desfazer dos seus dejetos. Entre as formas mais comuns, Nuvolari (2003) alerta para a condução do esgoto em sistemas de drenagens pluviais ou mesmo diretamente ao corpo d'água receptor. Outra forma, menos danosa de solucionar tal problema, e recomendada pela Norma Técnica da ABNT: NBR 7229, (1993) é a adoção de fossas sépticas seguidas de filtros anaeróbios ou sumidouros com a função de infiltrar o despejo no solo. Nestes casos, essa alternativa pode se tornar eficiente sob o ponto de vista de controle ambiental em pequenas comunidades, normalmente em torno de 500 pessoas (CETESB, 2003).

A água tem a capacidade de se mover por entre as partículas do solo, e neste movimento são filtradas. Neste processo ocorre a remoção de alguns poluentes, entre estes a maior parte dos microorganismos (TORTORA; FUNKE; CASE, 2005). Estes autores alertam que quanto maior for à fração argilosa do solo, mais lenta é a filtração e conseqüentemente, maior será a remoção dos contaminantes da água. O inverso ocorre quando o solo é predominantemente arenoso. Contudo, quando há uma sobrecarga de esgoto no solo, este perde a capacidade de auxiliar na depuração do despejo, funcionando apenas como meio de transporte para os microrganismos presentes no despejo.

A figura 2 detalha a ocupação da APP - Área de Preservação Permanente do Arroio da Praia do Rincão, onde se observa os pilares da residência construídos dentro do curso d'água. Esta situação ocorre em todo o percurso do arroio, sugerindo que os despejos domésticos sejam lançados de forma direta ou indireta no corpo receptor.

Figura 2. Parte do Arroio da praia do Rincão, expondo as edificações nas margens.



Fonte: Autor, 2011.

Os microrganismos presentes nos esgotos domésticos e nos cursos d'água desempenham diversas funções importantes relacionadas com a transformação da matéria orgânica nos ciclos biogeoquímicos (SPERLING, 2007). Por outro lado, é relevante também o fato da qualidade biológica da água estar relacionada à possibilidade da transmissão de doenças de veiculação hídrica (BRANCO, 1986).

Os principais grupos de organismos de interesse sob do ponto de vista de saúde pública são as bactérias, vírus, protozoários e os helmintos, sendo que muitos destes são considerados patógenos e tem a água como meio de veiculação (NUVOLARI, 2003).

A avaliação da contaminação por organismos patogênicos na água é determinada pela presença ou ausência de um organismo indicador e sua respectiva população (BETTEGA et al., 2006).

Para Sperling (2007) a quantidade de patógenos presentes no esgoto de uma determinada localidade é bastante variável e depende das condições socioeconômicas da população, das condições sanitárias, da geografia regional, da presença de indústrias agro-

alimentares, se há ou não estações de tratamento de esgoto (ETE) em operação de esgoto e o nível de tratamento a que é submetido o esgoto.

O mesmo autor informa que a ocorrência de doença ou não em um ser humano por ingestão de água contaminada depende da interação de diversos fatores, como o volume de água ingerido, a concentração do organismo patogênico na água, a dose infectiva do organismo patogênico e da resistência do indivíduo que ingeriu a água. Neste caso, os grupos de risco são as crianças, os idosos, desnutridos e imunodeprimidos.

A detecção de agentes patogênicos em uma amostra de água é difícil em função da baixa concentração e da diversidade destes organismos. Por esta razão se recomenda a adoção de organismos indicadores de contaminação fecal (MIERZWA; HESPANHOL, 2005). Para um microrganismo ser considerado indicador ideal, é preciso algumas características, como: ser aplicável a todos os tipos de água, ter população mais numerosa no ambiente que outros patógenos, sobreviver melhor que os possíveis patógenos, possuir resistência equivalente a dos patogênicos aos processos de autodepuração e ser detectado por uma metodologia simples e barata (BETTEGA et al., 2006).

Segundo Sperling (2006) os indicadores de contaminação fecal comumente utilizados são os coliformes totais (CT), os coliforme fecais (CF), preferencialmente denominados de coliforme termotolerantes, e *Escherichia coli* (EC).

Os coliformes são classificados como bactérias do tipo bastonetes gram-negativos ou anaeróbios facultativos, não formadores de endósporos, que fermentam lactose para formar gás em 48 horas após terem sido colocados em caldo lactosado a 35°C (TORTORA; FUNKE; CASE, 2005, p. 148).

A resolução 274/2000 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA classifica como coliformes fecais (termotolerantes) bactérias que pertencem ao grupo dos coliformes totais caracterizadas pela presença da enzima β -galactosidade e pela capacidade de fermentar a lactose com produção de gás em 24 horas á 44-45°C em meios contendo sais biliares e outros agentes tenso-ativos como propriedades inibidoras semelhantes, esses organismos se fazem presente em fezes humanas e de animais, além de serem encontradas em solos, plantas ou quaisquer efluentes contendo matéria orgânica (BRASIL, 2001).

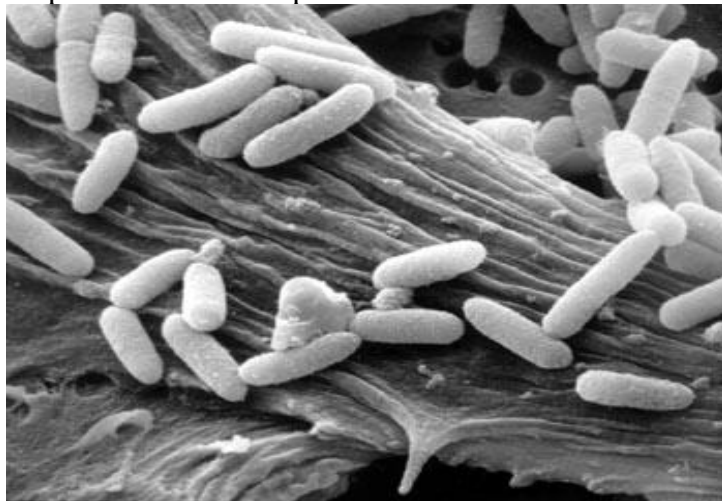
O grupo de coliformes totais constitui-se num grande grupo de bactérias isoladas em amostras de água e solo poluídos e não poluídos, bem como nas fezes de seres humanos e de outros animais de sangue quente (MACEDO, 2004). Este grupo foi bastante usado no passado como indicador de contaminação da água e segundo Sperling (2007) em alguns locais continuam ainda sendo utilizados, muito embora bactérias de origem não fecal também façam parte deste grupo. O autor informa que os coliformes totais poderiam ser entendidos como

bactérias ambientais, uma vez que representam também um grupo de organismos de vida livre. Por esta razão, não são bons indicadores de contaminação de origem fecal.

Sperling (2006) destaca que os coliformes fecais são um grupo de bactérias que indicam a presença de material de origem do trato intestinal humano e de outros animais de sangue quente. Neste grupo se encontram as *Escherichia coli*, ou simplesmente, *E. coli*. O teste de identificação das bactérias fecais é realizado em temperatura mais elevada, objetivando a supressão de bactérias de origem não fecal, por esta razão são denominadas de bactérias termotolerantes. O índice de coliformes fecais é empregado como indicador de contaminação fecal, ou seja, de condições higiênico-sanitárias deficientes, visto presumir-se que a população deste grupo é constituída de uma alta proporção de *E. coli*, que tem seu habitat exclusivo no trato intestinal de animais de sangue quente.

“A espécie bacteriana *Escherichia coli* é um dos habitantes mais comuns do trato intestinal e provavelmente o organismo mais conhecido da microbiologia” (TORTORA; FUNKE; CASE, 2005, p. 125).

Figura3. Fotomicrografia eletrônica de varredura da bactéria *E. coli* ampliada no microscópio.



Fonte: Dicas de Saúde, 2011.

Escherichia coli ou (*E.Coli*) bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae caracterizada pela atividade da enzima-glicuronidase. Produz indol a partir do aminoácido triptofano. É a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e outros animais homeotérmicos, onde ocorrem em densidades elevadas (MIERZWA; HESPANHOL, 2005).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde, atualmente cerca de 85% das doenças conhecidas são de veiculação hídrica. As principais doenças que infectam a

população são a gastroenterite, cólera, febre tifóide, hepatite A e E, poliomielite, leptospirose, giardíase, entre outras (MARIANO; VIDAL; SOUZA, 2008).

A Resolução do CONAMA, N°274/00, prescreve a avaliação da condição de balneabilidade das praias, através da medição das concentrações de um ou mais organismos indicadores presentes nos dejetos humanos ou de animais de sangue quente, sendo os valores empregados na classificação do meio como próprio ou impróprio para balneabilidade. Esta resolução ainda determina que os microorganismos indicadores de poluição fecal são: os coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* e *enterococos*. Quando forem utilizados mais de um indicador microbiológico, as águas são avaliadas de acordo com o critério mais restritivo (SALES, 2006).

No estado de Santa Catarina a empresa responsável por avaliar a balneabilidade das praias é a Fundação do Meio Ambiente – FATMA. Desde 1976 esta Fundação avalia 195 pontos ou estações amostrais distribuídas em aproximadamente 500 quilômetros de litoral (FATMA, 2003).

Cuidar da balneabilidade das praias catarinenses não é apenas uma preocupação com nosso potencial turístico, que deve ser desenvolvido baseado na qualidade de vida que buscamos, mas também uma questão de saúde pública, e, portanto, não pode ser objeto de discussão apenas durante a temporada de Verão, e sim prioridade para todos os segmentos da sociedade organizada, oficiais ou não (FATMA, 2003. p.1).

O programa de monitoramento atende as especificações que o CONAMA determina, através da resolução 274 de 2000, que define os critérios de balneabilidade. Os trabalhos tiveram início em 1976, “contudo, na região Sul de Santa Catarina, este programa foi implementado no ano de 1992” (SILVA, 2010, p. 32).

O mesmo autor ainda afirma que no Sul do estado o programa foi possível graças ao convenio firmado entre FATMA e FUCRI/UNESC “na ocasião eram monitoradas com apoio da Universidade 23 estações de monitoramento distribuídas entre os municípios de Imbituba e Passos de Torres”.

A FATMA conceitua balneabilidade como a “avaliação da qualidade da água para fins de recreação de contato primário através do estabelecimento de critérios objetivos, que se baseiam em indicadores a serem monitorados e seus valores confrontados com padrões pré-estabelecidos”. O quadro 1 apresenta a classificação de águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade ou recreação de contato primário (BRASIL, 2001).

Além dessas condições, a resolução ainda classifica como imprópria a água que apresentar resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação, e ainda apresentarem pH menor que 6,0 ou maior que 9,0, com exceção das condições naturais. Outros fatores que classificam a água como imprópria é a floração de algas ou outros organismos, até que se comprove que não oferecem riscos à saúde humana. Devem ser observados também, outros fatores que contra-indiquem, temporária ou permanentemente, o exercício da recreação de contato primário (BRASIL, 2001).

Quadro 1 - Classificação das águas segundo critérios da qualidade de água estabelecidos pela resolução 274/2000 do CONAMA.

BALNEABILIDADE - RESOLUÇÃO CONAMA 274/2000		
PRÓPRIAS	EXCELENTE	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, 250 coliformes fecais (termotolerantes) ou 200 <i>Escherichia coli</i> ou 25 enterococos por 100 mililitros;
	MUITO BOA	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, 500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 400 <i>Escherichia coli</i> ou 50 enterococos por 100 mililitros;
	SATISFATÓRIA	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, 1.000 coliformes fecais (termotolerantes) ou 800 <i>Escherichia coli</i> ou 100 enterococos por 100 mililitros;
	IMPRÓPRIAS	Quando não houver atendimento aos critérios estabelecidos para as águas próprias; Valor obtido na última amostragem for superior a 2500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 2000 <i>Escherichia coli</i> ou 400 enterococos por 100 mililitros;

Fonte: Brasil, 2001.

Ainda com relação ao disposto na resolução Conama 274/2000 um dos parâmetros indicador da balneabilidade, dentro desta classificação, é a densidade de coliformes, porém fatores como a incidência de surtos epidêmicos de doenças de veiculação hídrica, derramamento de petróleo ou a maré vermelha, podem tornar a região imprópria para recreação de contato primário.

“No Brasil as ações empregadas para garantir o Índice de Balneabilidade, estão juridicamente ligadas aos programas de Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA, Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH e ao Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC” (SILVA, 2010, p. 18 apud MORAES; SAMPAIO FILHO, 2009).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar a presença e concentração de bactérias termotolerantes como indicador de contaminação de origem fecal no Arroio da Praia do Rincão, litoral sul de Santa Catarina.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Levantar das condições de ocupação das margens da Lagoa do Jacaré e do Arroio da Praia do Rincão, litoral Sul de Santa Catarina;
- b) realizar amostragem de água em quatro estações, sendo uma na lagoa e três ao longo do percurso do arroio;
- c) determinar o número mais provável de coliformes totais e fecais (bactérias termotolerantes) nas amostras;
- d) comparar a densidade de contaminação nas estações amostrais entre os períodos de inverno e verão;
- e) verificar por meio de dados secundários, se o Arroio da Praia do Rincão contribui para condição de balneabilidade da praia.

2PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se no distrito de Balneário Rincão, localizado no município de Içara, sul do estado de Santa Catarina. Especificamente, o estudo foi realizado na área de drenagem da Lagoa do Jacaré, localizada a 1 km da orla marítima, e no córrego formado a partir da drenagem desta lagoa, popularmente conhecido como Arroio da Praia do Rincão.

Segundo o IBGE (2012), o Balneário Rincão é um distrito que em Janeiro de 2013 será considerado emancipado se tornando município de Balneário Rincão. No verão se torna uma praia bastante procurada no Sul do estado de Santa Catarina.

Içara, localizada no litoral, registra seus primeiros habitantes não indígenas no fim do século XVIII, de origem portuguesa. Em 1994 é criado o distrito de Balneário Rincão que, com 20 km de praias e lagoas, incluindo o “arroio da praia do rincão”, atrai cerca de 150mil veranista todos os anos, sendo que é registrado aproximadamente 10.330 habitantes dos 58.833 habitantes em uma área 294 km² (IBGE, 2010).

Içara conta com uma economia diversificada, destacando-se a apicultura e a produção de fumo, além de feijão e milho, e também na indústria vale lembrar a cerâmica e descartáveis plásticos (IBGE, 2010), pode se afirmar que a pesca não é tão predominante, mesmo com praias propícias e com uma das maiores lagoas do sul do estado, a Lagoa dos Esteves.

O bioma onde o Balneário se insere é classificado como Mata Atlântica, que compreende aproximadamente 1.110.182 km² ao longo de todo o país. É reconhecido como o mais descaracterizado dos biomas brasileiros, uma vez que sua área de abrangência tem a maior densidade populacional e a maior parte das atividades econômicas do país. A Mata Atlântica abriga uma biodiversidade ímpar, assumindo importância primordial para o país (IBGE, 2004).

O Balneário Rincão tem como cobertura vegetal original a Floresta Ombrófila Densa associada às restingas nas áreas onde o terreno é arenoso e sob influência marinha. Sua ocorrência está ligada ao clima tropical quente e úmido, sem período biologicamente seco, com chuvas bem distribuídas durante o ano e temperaturas médias que variam entre 22 e

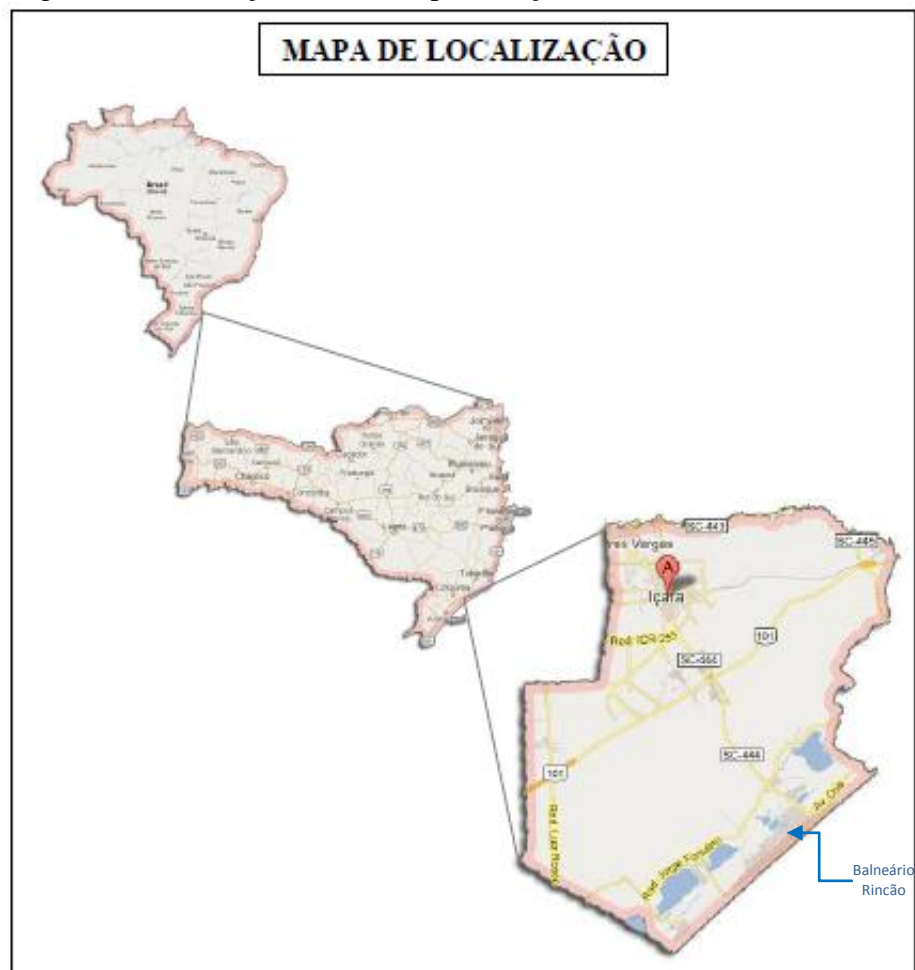
25°C. Além disso, o Balneário Rincão dentro da geomorfologia se classifica como Campos de Dunas, ou seja, são classificados como restingas (IBGE, 2010).

Segundo a Resolução do CONAMA nº 261/199 (BRASIL, 1999), as restingas são definidas como:

Um conjunto de ecossistemas que compreende comunidades vegetais florística e fisionomicamente distintas, situadas em terrenos predominantemente arenosos, de origens marinha, fluvial, lagunar, eólica ou combinações destas, de idade quaternária, em geral com solos pouco desenvolvidos. Estas comunidades vegetais formam um complexo vegetacional edáfico e pioneiro, que depende mais da natureza do solo que do clima, encontrando-se em praias, cordões arenosos, dunas e depressões associadas, planícies e terraços.

Devido ao fato de encontrar-se na orla marítima, possui uma baixa amplitude térmica com ventos de todos os quadrantes, onde predominam os ventos nordeste e sul (FERNANDES, 1998). O distrito de Balneário Rincão fica localizado no Sul Catarinense, a 186 km de Florianópolis, capital do Estado e a está a 16 km do Município de Içara, conforme mostra a Figura 4.

Figura 4. Localização do Município de Içara, SC.



Fonte: adaptado do Google Maps, 2012.

No litoral, os meses mais chuvosos são janeiro, fevereiro e março, sendo os de menor precipitação maio, junho e julho. A precipitação anual na região varia de 1.220 a 1.660mm, possuindo um total anual de dias de chuva entre 98 e 150 dias, com os menores valores ocorrendo na porção litorânea e os mais altos na Serra Geral (SÔNEGO, 2002 apud CALDAS; DAMÁSIO, 2004).

O clima da região sul, onde se inclui o Balneário Rincão, é do tipo subtropical úmido, com verões quentes. Caracteriza-se ainda pela ação de massas de ar intertropicais quentes e massas polares frias, sendo estas responsáveis pelo caráter mesotérmico do clima (CALDAS; DAMÁSIO, 2004).

Segundo Fernandes (1998) “a geologia é caracterizada por terrenos de domínio da cobertura sedimentar cenozóica, distribuída pelo litoral sul-catarinense composta por areias quartzozas síltico argilosas. O depósito fossilífero formou-se no pleistoceno, em ambiente marinho de águas rasas e ambientes lacustres”.

A mesma autora descreve também os aspectos estruturais do município de Içara, de onde se extrai as características geológicas da área de estudo, sendo de predomínio o Depósito Eólico: resultado de depósitos marinhos mobilizados pelo vento formando as dunas, compostas por substrato de granulometria uniforme, variando de areia média à areia fina e sem consolidação.

2.1.1 Histórico da balneabilidade na área de estudo

Para compreensão dos resultados realizou-se levantamento de dados históricos das condições de balneabilidade no Balneário Rincão. Os dados foram pesquisados após a anuência da FATMA e junto ao Laboratório de Microbiologia IPAT/UNESC. Com o acesso aos dados brutos do Programa de Balneabilidade da FATMA, e com auxílio software Microsoft Office Excell foi possível elaborar gráficos demonstrativos da evolução do NMP de coliformes no período compreendido entre os anos 1999 e 2011.

2.2 AMOSTRAGEM

Em excursões a campo foram selecionados quatro pontos para a realização de amostragem de água, codificados como P1 a P4. A tabela 1 apresenta a descrição das estações e as suas coordenadas geográficas. A distribuição espacial dos pontos amostrados ao longo do arroio encontra-se na figura 5. Observa-se nesta figura a intensa ocupação nas margens da Lagoa do Jacaré e ao longo do Arroio da Praia do Rincão em desacordo com o que estabelece a resolução n° 303, de 20 de março de 2002 do CONAMA que dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.

Foram realizadas duas campanhas de amostragem, uma na alta temporada (fevereiro de 2011) e a segunda campanha no período de baixa temporada (setembro de 2011). As amostras de água foram coletadas em frascos de polietileno esterilizados e mantidas refrigeradas em caixa térmica até a entrada no Laboratório de Microbiologia do IPAT/UNESC. Previamente à amostragem percorreu-se o entorno da Lagoa do Jacaré e a extensão do Arroio da Praia do Rincão. Nesta ocasião observou-se principalmente a ocupação da área de preservação permanente (APP), tanto da lagoa, considerando a distância de 100 metros no seu entorno, quanto do arroio, considerando-se 30 metros em cada margem, conforme determina a resolução 303/2002 do CONAMA.

Tabela 1 - Descrição das estações de amostragem, Balneário Rincão, SC.

Código da estação	Descrição	Coordenadas geográficas	
		Latitude	Longitude
P1	Estação localizada na Lagoa do Jacaré, no ponto onde há a formação do Arroio da Praia do Rincão. Ponto localizado a aproximadamente 1048 metros da orla.	28°49'33.81"S	49°14'1.35"O
P2	Ponto localizado a 362 metros da Lagoa do Jacaré, na Rua da Matriz.	28°49'44.10"S	49°13'54.77"O
P3	Ponto localizado a 696 metros da Lagoa do Jacaré, na Rua Santa Catarina.	28°49'52.95"S	49°13'47.59"O
P4	Ponto localizado a 950 metros da Lagoa do Jacaré, sob a Avenida Beira Mar.	28°49'46.87"S	49°13'29.72"O

Fonte: Próprio autor

Figura 5 - Localização dos pontos de amostragem. Balneário Rincão, litoral sul de Santa Catarina.



Fonte: Google Earth, setembro de 2011.

2.3 EXAMES LABORATORIAIS

A metodologia empregada foi a de Tubos Múltiplos, recomendado pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), através da Resolução nº 20 de 18 de junho de 1986, revisada pela Resolução nº 274 de 29 de novembro de 2000 e que se fundamenta no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* APHA – AWWA – WPCE – (FATMA, 2010).

O método dos tubos múltiplos é realizado em duas etapas: na primeira, a amostra é inoculada em caldo lauril sulfato de sódio, o qual inibe a microbiota acompanhante e, ao mesmo tempo é um meio de enriquecimento para bactérias do grupo dos coliformes. Bactérias deste grupo causam turvação no meio com formação de gás, detectado em tubos de Duhran, após 48 horas de incubação a 35°C (IPAT/UNESC, 2010).

A segunda etapa é realizada através da inoculação de alçadas dos caldos lauril positivos em caldos seletivos para *Escherichia coli* (EC).

Após incubação a 44,5°C, durante 24 horas, ocorre turvação do caldo EC com formação de gás quando positivos para coliformes fecais (BETTEGA et al., 2006).

A determinação do NMP (número mais provável) de coliformes em uma dada amostra é feita a partir da técnica dos tubos múltiplos, na qual volumes decrescentes da amostra (diluições decimais consecutivas) são inoculadas em um meio de cultura adequado, sendo que cada volume é inoculado em série de tubos selecionados.

Através do decréscimo dos volumes inoculados obtém-se uma determinada diluição em que todos os tubos, ou a maioria, fornecem resultados negativos. A combinação dos resultados positivos e negativos é usada na determinação do NMP.

O Manual do Laboratório de Microbiologia do IPAT/UNESC elaborado com base no “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*” afirma que as seguintes suposições são necessárias para dar suporte ao método de tubos múltiplos:

- a) A amostra é preparada de tal forma que as bactérias são distribuídas randomicamente;
- b) As bactérias estão separadas, não agrupadas e elas não se repelem;
- c) O meio de cultura e as condições de incubação são selecionados de tal maneira que se somente um organismo viável for inoculado, este poderá produzir crescimento detectável.

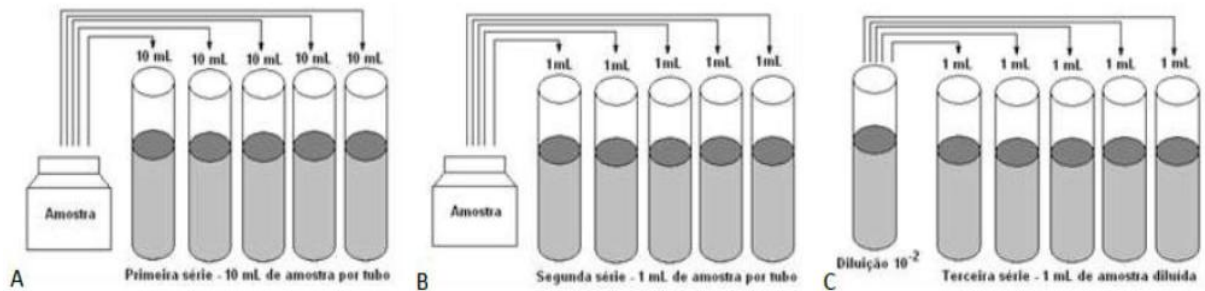
A essência do método de tubos múltiplos é a diluição da amostra de tal modo que o inóculo, algumas vezes, mas não sempre, contenha organismos viáveis.

O “resultado”, isto é, o número de inóculos produzindo crescimento em cada diluição irá implicar numa estimativa do original, ou seja, da concentração de bactérias viáveis na amostra não diluída.

Os reagentes utilizados como meio cultura para esse procedimento foram: caldo lactosado de concentração dupla, caldo lactosado de concentração simples, caldo verde brilhante, caldo EC.

Para que se obtenham estimativas sobre um amplo intervalo de concentrações possíveis, utiliza-se diluição serial, inoculando alguns tubos (ou placas) de cada diluição, teste demonstrado na Figura 6.

Figura 6 - Diluição serial (10 ml, 1,0 ml e 0,1 ml) para determinação do NMP/100mL de organismos do tipo coliformes.



Fonte: IPAT/UNESC, 2010.

O resultado é baseado em combinações de tubos que apresentam resultado positivo à reação desejada. O resultado é expresso em NMP/100mL, ou seja, número mais provável de organismos em 100 mililitros de amostra. Dependendo da combinação dos resultados e com auxílio de uma tabela correlata obtêm-se o valor numérico através da combinação formada pelo número de tubos positivos que apresentaram as diluições no Teste Confirmativo, conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Número mais provável de bactérias (NMP) em 100 mL de amostra, com limite de confiança de 95% para várias combinações de resultados positivos quando 5 tubos são usados para cada diluição (10 mL, 1,0 mL e 0,1 mL).

Combinação de resultados positivos	NMP/100mL	Limites	
		Inferior	Superior
5-4-4	350	160	820
5-5-0	240	100	940
5-5-1	300	100	1300
5-5-2	500	200	2000
5-5-3	900	300	2900
5-5-4	1600	600	5300
5-5-5	≥ 1600	-	-

Fonte: FUNASA, 2009

A sequência de análise é composta por duas etapas, sendo a primeira chamada de teste presuntivo e a segunda de teste confirmatório. Para a realização do teste presuntivo segue-se a seguinte rotina:

- a) fazer séries de três tubos;
- b) agitar a amostra;
- c) na primeira série caldo lactosado de concentração dupla, inocular 10 ml da amostra com pipeta esterilizada;
- d) na segunda série caldo lactosado de concentração simples inocular 1 ml da amostra;
- e) na terceira série caldo lactosado de concentração simples, transferir 10 ml da amostra para um frasco contendo (90 ± 2) ml de água de diluição (diluição 10^{-1}), agitar;
- f) pipetar 1 ml da água de diluição e transferir para os tubos da terceira série;
- g) todos os tubos deverão ser flambados e agitados antes e após a adição da amostra;
- h) os tubos devem ser incubados a temperatura de $36 \pm 1^\circ\text{C}$ por 24 a 48 horas;
- i) após este período, deve-se verificar a presença de crescimento bacteriano o que ocorre com a turvação do meio, podendo ou não ter presença de bolhas;
- j) considera-se positivo os tubos que apresentarem crescimento (turvação do meio) ou bolhas nos tubos invertidos (Duran) ou efervescência quando agitado gentilmente (Figura 7).

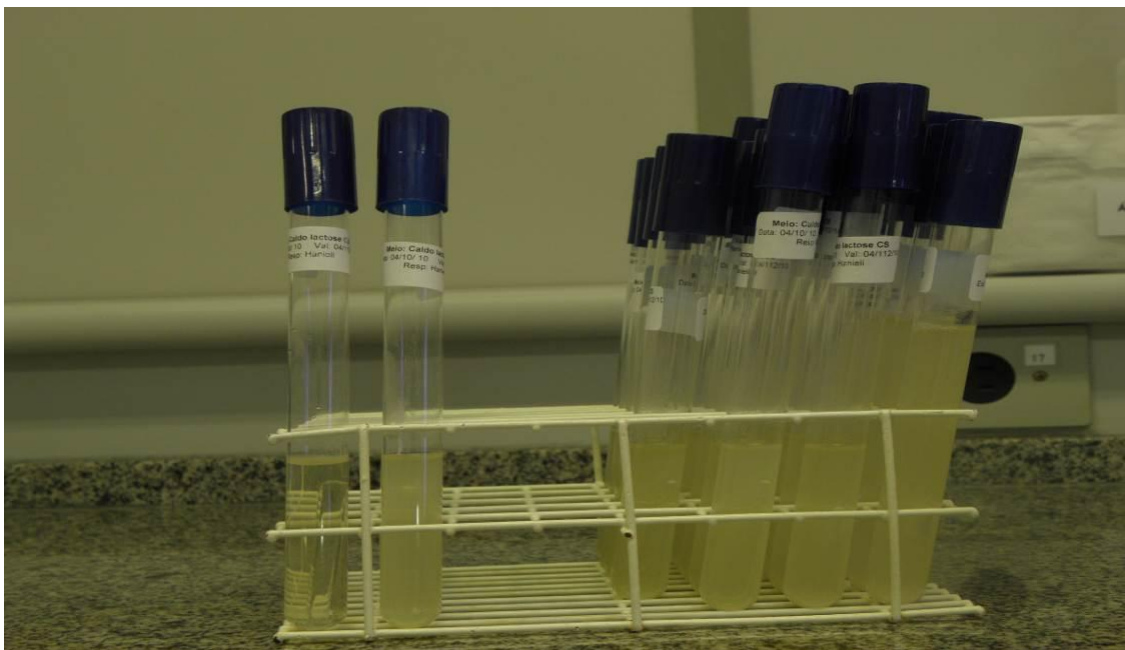
Para cada tubo positivo, deve-se fazer o teste confirmativo para coliformes, utilizando para isto o caldo verde brilhante para a determinação de coliformes totais e caldo EC para a determinação de coliformes fecais, conforme o roteiro básico:

- a) Para cada tubo positivo do ensaio presuntivo, inocular um tubo contendo caldo verde brilhante e um tubo contendo caldo EC, com uma alça de platina esterilizada ou 0,1 mL com micropipeta;
- b) Para cada tubo de caldo lactosado, deve-se organizar um tubo de verde brilhante e um tubo de caldo EC em suportes separados. Os tubos devem ser dotados de tubos de Duran invertido;
- c) Deve-se inocular o tubo de caldo verde brilhante primeiro e depois o tubo de caldo EC;

d) O caldo verde brilhante deve ser incubado em estufa a uma temperatura de $36 \pm 1^\circ\text{C}$ por 48 horas. O caldo EC deve ser colocado em banho-maria à temperatura de $45 \pm 0,2^\circ\text{C}$ por 24 a 48 horas.

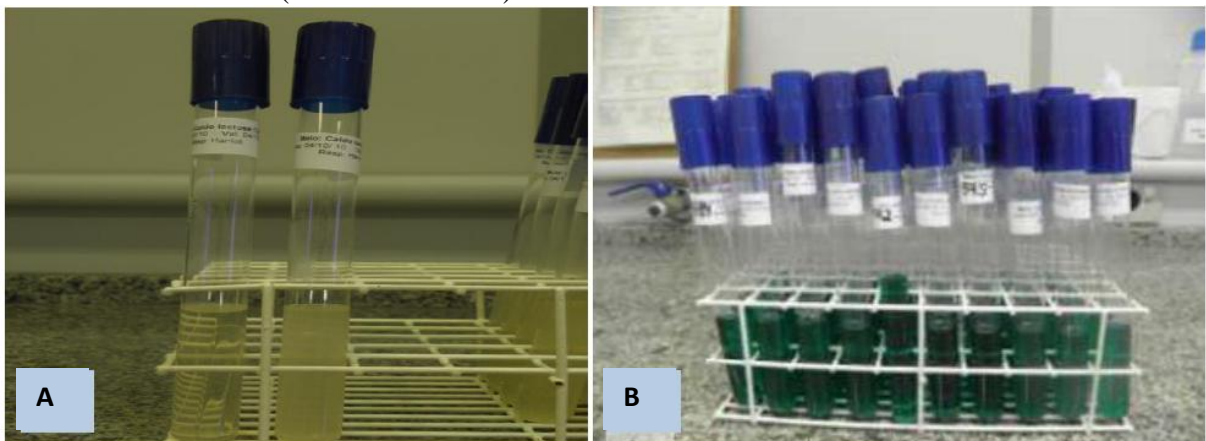
Tanto para o caldo EC quanto para o caldo verde brilhante a reação positiva é identificada com a formação de bolhas no interior do tubo de Duran, ou ainda, apresentarem turvação do meio ou efervescência quando o tubo é agitado gentilmente (Figura 8).

Figura 7 – Série de tubos com caldo lauril sulfato de sódio bile 2% lactosado, onde se observa no primeiro tubo a reação negativa e no segundo tubo a reação positiva com turvação do meio e formação de bolha de ar no interior do tubo de Duran.



Fonte: autora, 2011.

Figura 8 – Resultado positivo (com turvação) e negativo (sem turvação) para teste confirmativo de coliformes, onde: a) caldo EC (coliformes fecais ou termotolerantes) e b) caldo verde brilhante (coliformes totais).



Fonte: autora, 2011.

Toda a rotina do ensaio é realizada em capela de fluxo laminar e em ambiente esterilizado por radiação UV para evitar a contaminação da amostra. Também com este objetivo, previamente à inoculação os meios de cultura esterilizados a 121°C e sob pressão de 1 kg/cm² em autoclave durante 15 minutos (SILVA, 2010 apud FUNASA, 2004).

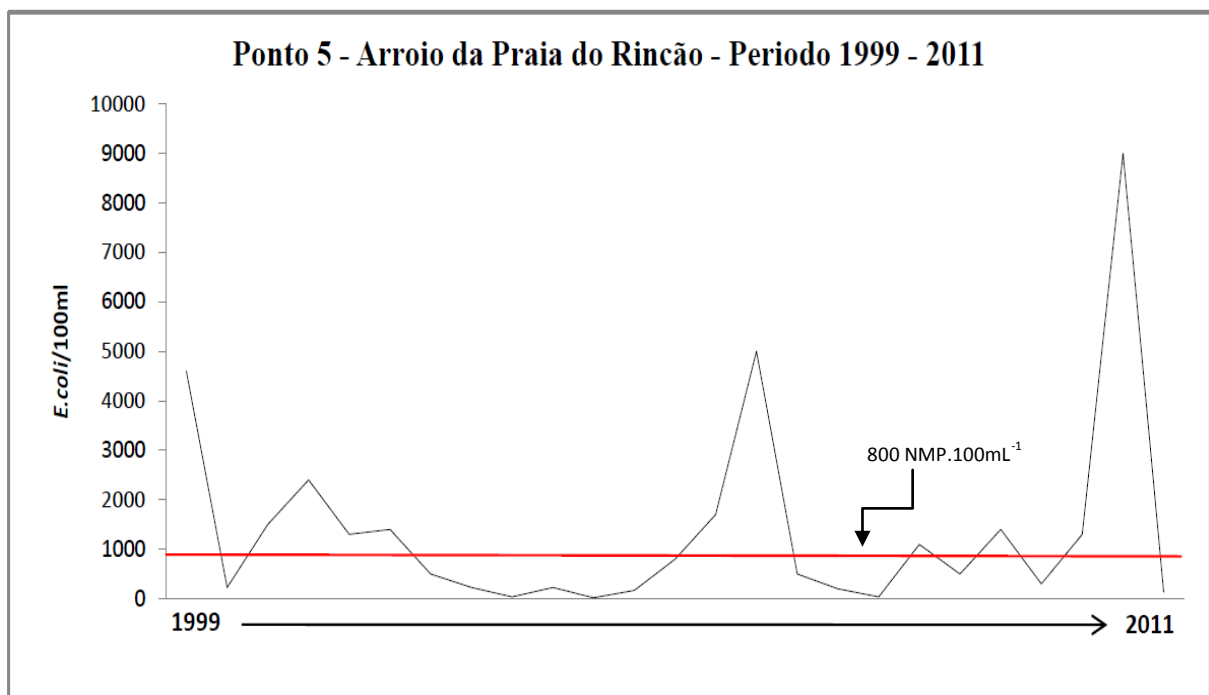
Não houve realização da análise estatística neste estudo, pois foram feitas somente duas campanhas, em apenas quatro estações de amostragem, o que acarreta em poucos dados para analisar estatisticamente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O acesso aos registros de laboratório, onde constam o NMP de coliformes por 100 mL de amostra, permitiu avaliar a evolução da condição de balneabilidade em tres pontos monitorados pela FATMA no período compreendido entre 1999 a 2011.

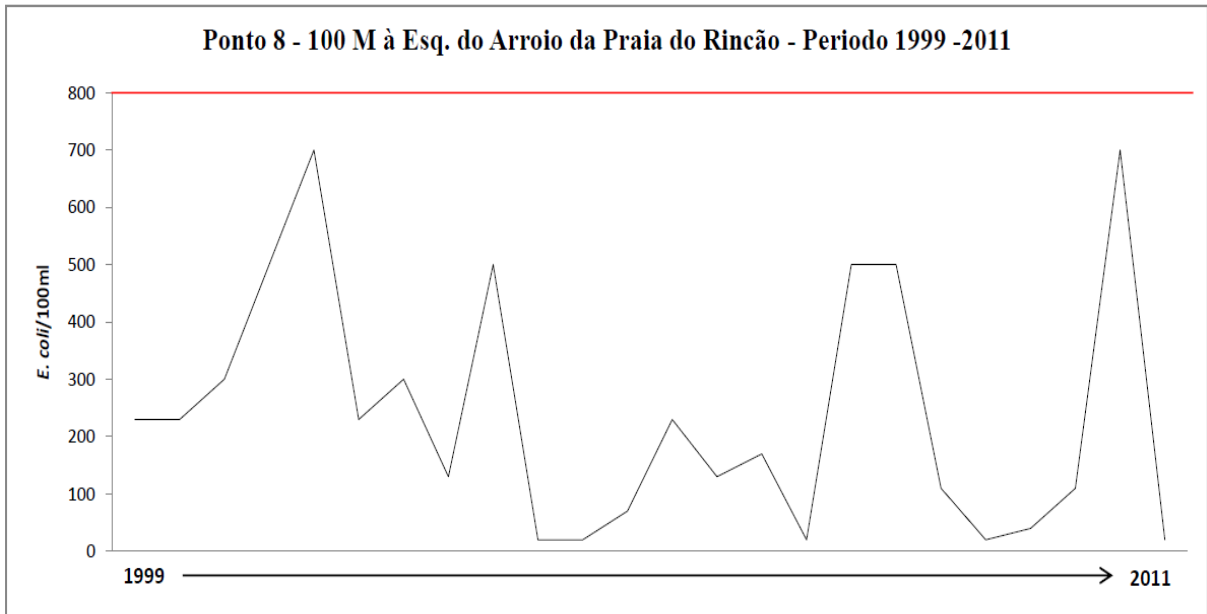
As figuras 9, 10 e 11 mostram a evolução temporal da qualidade da água no Ponto 5, localizado na foz do Arroio da Praia do Rincão (próximo ao P4), no ponto 8, localizado no mar e a 100 metros a esquerda da foz do arroio e no ponto 4, em frente ao posto salva-vidas n. 2 a 350 metros da foz do arroio.

Figura 9 - Concentração de *Escherichia coli* entre 1999 e 2011, no Ponto 5, localizado no Arroio da Praia do Rincão. (em vermelho o limite máximo de bactérias para classificação da água como própria para banho).



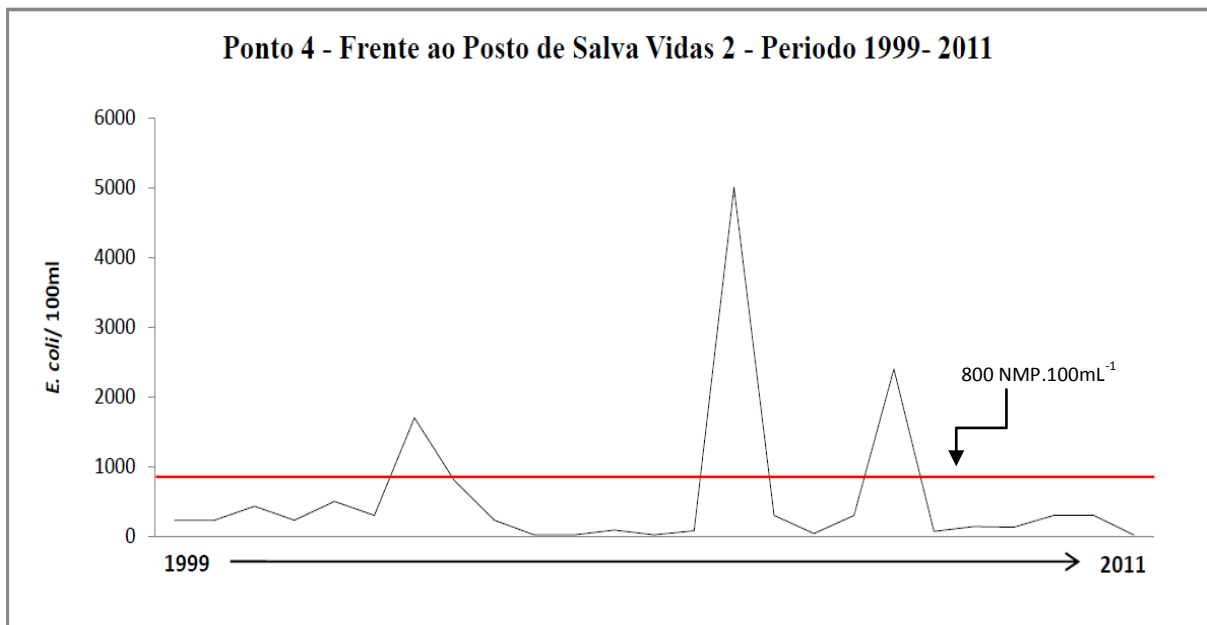
Fonte: adaptado de FATMA, 2012

Figura10 - Concentração de *Escherichia coli* entre 1999 e 2011, no Ponto 8, localizado á 100m à esquerda do Arroio da Praia do Rincão. (em vermelho o limite máximo de bactérias para classificação da água como própria para banho).



Fonte: adaptado de FATMA, 2012

Figura11- Concentração de *Escherichia coli* entre 1999 e 2011, no Ponto 4, localizado na Frente do posto de salva vidas 2. (em vermelho o limite máximo de bactérias para classificação da água como própria para banho).



Fonte: adaptado de FATMA, 2012.

Os pontos 4 e 8 da FATMA monitoram a água do *mar*, onde há maior fluxo de banhistas. A evolução temporal da qualidade da água no ponto 4, localizado à direita da foz do Arroio da Praia do Rincão apresentou em algumas ocasiões, episódios “impróprios para

banho” no período estudado (1999 à 2011); enquanto que o ponto 8, localizado à esquerda e mais próximo da foz do arroio, não apresentou em nenhuma das amostragens valor de E.coli maior que 800 NMP/100mL.

Neste caso, observa-se o que deslocamento da corrente marítima que é mais frequente em direção ao Sul. Desta forma, a carga de microrganismos transportada pelo arroio pode em determinadas condições de maré, contribuir para a qualidade da água no ponto 4 monitorado pela FATMA. Além disso, este ponto localiza-se em frente ao salva-vidas “principal” da praia, onde é maior o fluxo de banhistas devido ao fato de ser o “ponto central” do balneário. Deve ser considerado também a poluição que chega à orla marítima de forma difusa, ou seja, devido a contribuição do lençol freático, que no caso de regiões litorâneas é sub-aflorante.

No ponto 5, localizado na foz do Arroio da Praia do Rincão, a incidência de episódios “impróprios para banho” foi maior, quando se compara com o ponto 4. Neste caso, ressalta-se novamente que este curso d’água drena a área central do Balneário Rincão, e recebe de forma direta ou indireta, os despejos das residências, atividades comerciais e de prestação de serviços localizadas na sua bacia de contribuição.

O resultado do estudo realizado na Lagoa do Jacaré e ao longo de curso do Arroio da Praia do Rincão, encontra-se na tabela 3.

Tabela3 - Resultados obtidos nas 4 estações de amostragem em alta e baixa temporada.

ESTAÇÃO DE AMOSTRAGEM	COLIFORMES TOTAIS		COLIFORMES FECAIS (termotolerantes)	
	Alta temporada	Baixa temporada	Alta temporada	Baixa temporada
P1	2,40E+04	7,80E+01	2,40E+04	4,50E+01
P2	9,40E+02	1,30E+02	7,00E+02	4,50E+01
P3	1,70E+03	7,90E+02	1,30E+03	9,30E+01
P4	6,30E+02	1,30E+02	1,30E+02	1,30E+02

Os resultados obtidos nas duas campanhas amostrais foram comparados ao artigo 2º, parágrafo 1º, da resolução 274/2000 do CONAMA. Contudo, vale ressaltar que não é

objetivo do presente estudo a classificação das estações amostradas com relação à condição de balneabilidade, e sim avaliar os pontos mais críticos com relação à contaminação por despejos domésticos ao longo do percurso do Arroio.

De um modo geral, não obstante o fato de que todas as estações apresentaram contaminação, ou seja, apresentaram a presença de bactérias termotolerantes, apenas 1 das 4 estações apresentou na campanha de verão concentração acima do limite permitido pela resolução, ou seja, acima de 1.000 coliformes fecais (termotolerantes) para cada 100 mL de amostra

O restante das estações apresentaram condições próprias para banho, sendo que destas 62,5 % das estações apresentaram classificação excelente e própria para banho e 12,5% apresentaram categoria satisfatória conforme determina a resolução 274/2000 do CONAMA.

Considerando os resultados obtidos para coliformes fecais, na alta temporada 50 % das estações ficaram impróprias para banho, enquanto que 25% apresentaram condições satisfatórias e 25% apresentaram excelente qualidade para banho.

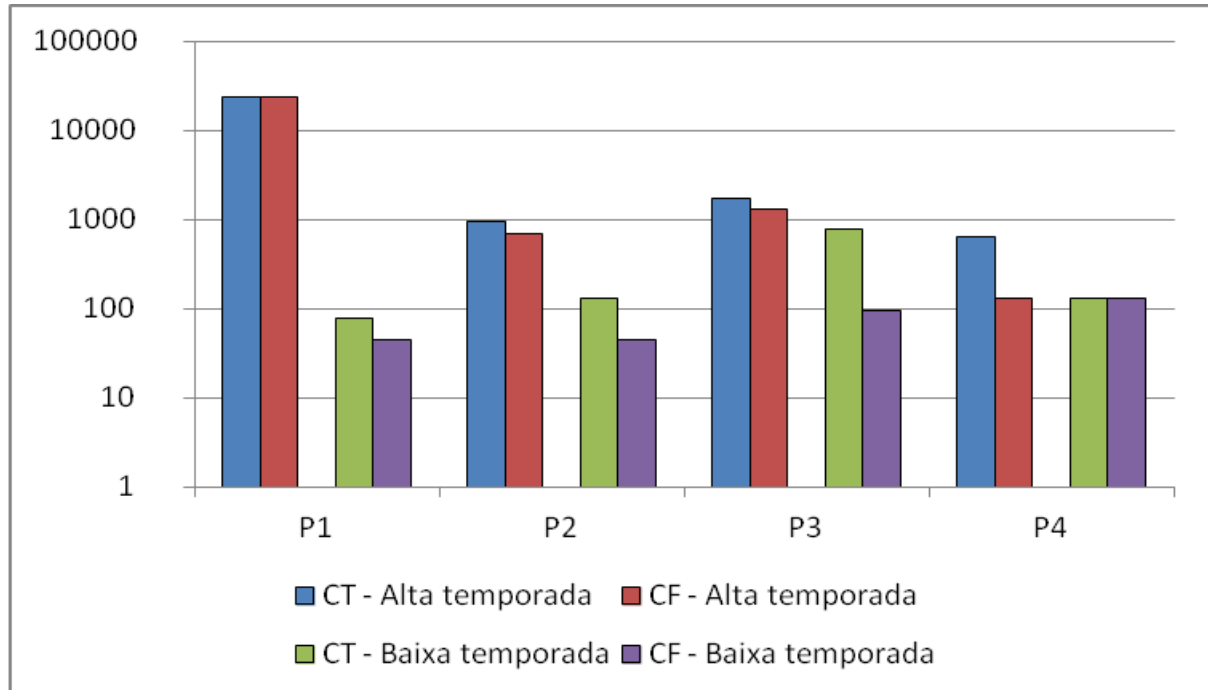
Neste caso convém lembrar que não foram realizadas 5 amostragens consecutivas conforme determina o CONAMA 274/2000, levando-se em conta apenas um campanha no período de verão. Na campanha de baixa temporada todas as estações apresentaram condições excelentes para banho considerando uma única amostragem.

A figura 12 apresenta graficamente os resultados obtidos nas estações de amostragem nas duas temporadas, onde se observa que a estação P1, localizada na Lagoa do Jacaré, é o ponto mais crítico.

Analisando os resultados obtidos para coliformes totais observa-se que o maior e o menor resultado foram registrados na estação P1, onde se obteve 78 NMP/100mL na amostragem de baixa temporada e 24.000 NMP/100mL na alta temporada.

A estação P1 localiza-se na Lagoa do Jacaré, que tem registrado desde a época da inauguração do Parque da Lagoa do Jacaré, intenso movimento nos meses de temporada.

Figura12 - NMP de coliformes totais (CT) e fecais (CF) nas campanhas de alta e baixa temporada, onde no eixo x as estações de amostragem encontram-se na sequência de montante (lagoa do Jacaré) para jusante (foz do arroio); eixo y encontra-se em escala logarítmica e representa a contagem de bactérias em NMP/100mL.



Fonte: Autora, 2012.

A Figura 13 mostra a ocupação urbana no entorno da lagoa. A mesma situação verificada para os coliformes totais também ocorre para coliformes fecais, variando na estação P1 de 45 NMP/100 mL (baixa temporada) à 24.000 NMP/100 mL (alta temporada).

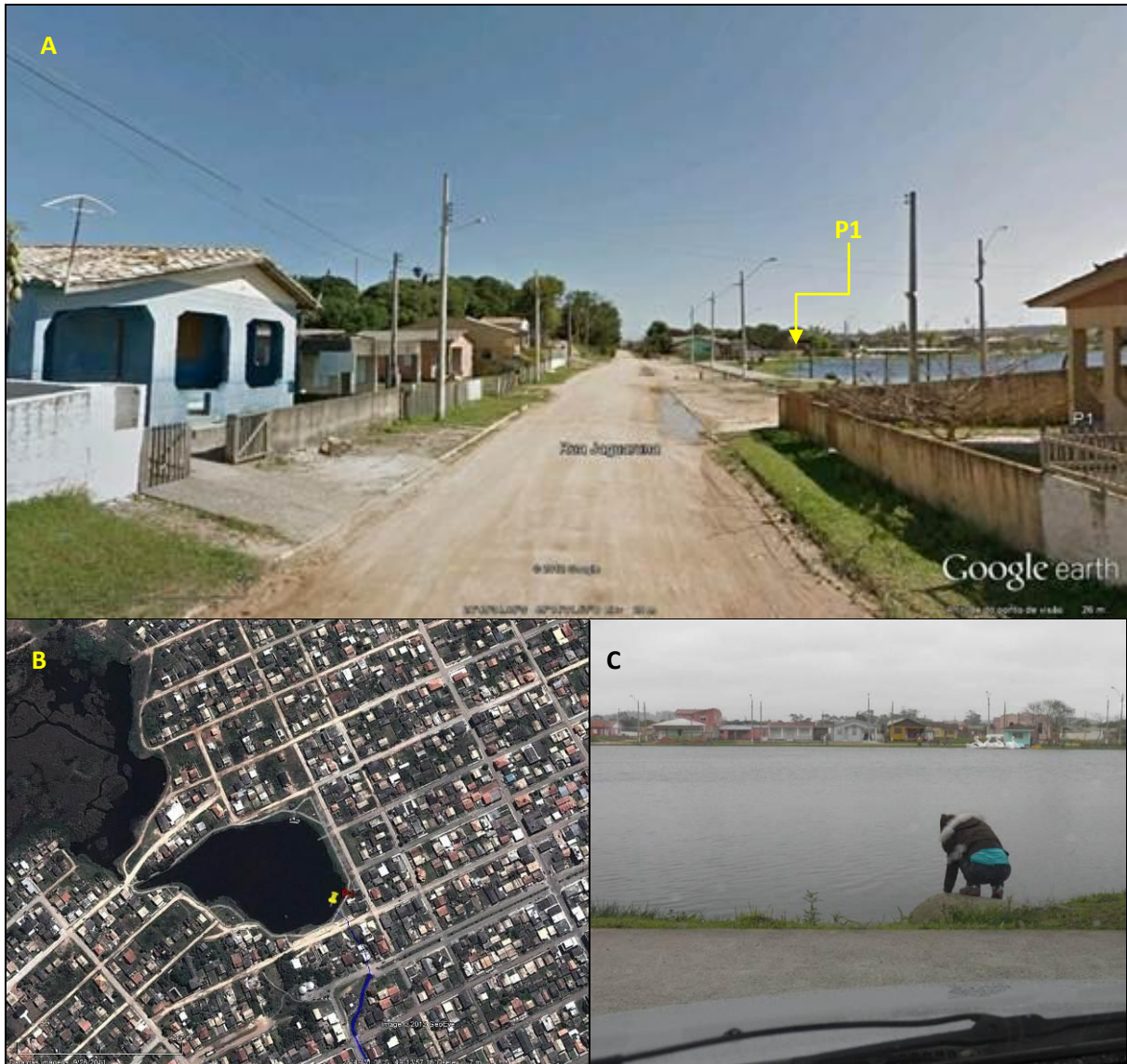
Considerando as análises de resultados isolados, ou seja, sem uma sequência de cinco campanhas consecutivas como determina a resolução 274/2000 do CONAMA, esta estação amostral poderia ser considerada imprópria para banho na alta temporada, enquanto que na baixa temporada teria uma condição excelente.

De qualquer forma, alerta-se para o fato de que o resultado obtido na estação P1, alta temporada, mostra a criticidade desta estação com relação à contaminação de origem bacteriológica.

Levando em conta que a amostragem foi realizada sequencialmente da estação P1 à P4 e a pouca distância entre elas, pode-se dizer que ocorre uma redução considerável entre a concentração de NMP de coliformes entre as estações P1 e P2. Os resultados na estação P2 variaram para coliformes totais de 940 NMP/100 mL alta temporada a 130 NMP/100 mL na

baixa temporada; e de 700 NMP/100 mL na alta temporada e 45 NMP/100 mL na baixa temporada para as bactérias termotolerantes.

Figura 13 – Situação da estação amostral P1 localizada na Lagoa do Jacaré, a) panorama da rua Jaguaruna, em frente à estação P1; b) ocupação urbana no entorno da lagoa e localização do P1; exutório da lagoa. Balneário Rincão, SC.



Fonte: adaptado de Google Earth ,2012; Autora, 2011.

Arceivala (1981) apud Sperling (2007) esclarece que os coliformes e outros organismos de origem intestinal apresentam mortalidade natural quando expostos às condições ambientais; e que essa é mais rápida em cursos d'água mais rápidos quando comparada à mortalidade ou decaimento ocorrida lagos e lagoas. A Figura 14 mostra a situação da estação P2, onde se observa a concentração de domicílios e a proximidade com que estes se encontram do arroio, em desacordo com o que estabelece a resolução 303/2002 do CONAMA e a Lei 12.651 de 2012 que dispõe sobre a vegetação nativa.

Figura 14 - Situação da estação amostral P2 localizada na rua da Matriz, a) panorama da estação; b) ocupação urbana no entorno; c) local de amostragem. Balneário Rincão, SC.



Fonte: adaptado de Google Earth ,2012; Autora, 2011.

O número de coliformes totais e fecais aumenta novamente no trecho compreendido entre as estações P2 e P3, registrando-se nesta última valores de 1700 NMP/100 mL de coliformes totais 1300 NMP/100 ml de coliformes fecais na alta temporada, enquanto que na amostragem de baixa temporada os valores foram de 790 e 93 NMP/100 ml, respectivamente para coliformes totais e fecais. A Figura 15 mostra a estação P3.

Figura 15 - Situação da estação amostral P3, a) panorama da estação localizada na rua Santa Catarina; b) ocupação urbana no entorno; c) local de amostragem onde se observa entulhos de demolição na APP. Balneário Rincão, SC.



Fonte: adaptado de Google Earth ,2012; Autora, 2011.

A figura 16 apresenta a situação do P4. A concentração de bactérias se fez menor neste ponto, registrando valores em alta temporada 630 NMP/100ml coliformes totais e 130 NMP/100mL coliformes fecais, e em baixa temporada 130 NMP/100ml para coliformes totais e fecais, e nas duas estações o ponto apresentou-se dentro dos limites estabelecidos, e ainda em condição excelente.

Figura 16 - Situação da estação amostral P4, a) panorama da Av Beira Mar e do ponto de amostragem; b) ocupação urbana a montante da estação e foz do arroio; c) local de amostragem onde se observa entulhos de demolição no leito do arroio. Balneário Rincão, SC.



Fonte: adaptado de Google Earth ,2012; Autora, 2011.

O conjunto de dados representativos da qualidade da água na alta temporada foi comparado estatisticamente com o conjunto de dados da baixa temporada.

Então, deve ser considerado que a presença de bactérias termotolerantes indicam a presença de organismos fecais, e portanto, deve ser considerada a presença de patógenos associados. Assim, apesar de que com exceção da estação P1, localizada na Lagoa do Jacaré e da estação P3, na porção intermediária do curso do Arroio da Praia do Rincão, as demais estações apresentaram valores abaixo de 1000 NMP/100 ML para coliformes fecais, o que sugere uma classificação como própria para banho. Contudo alerta-se que o risco de contaminação existe, uma vez que há comprovadamente material de origem fecal.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível afirmar que as condições de balneabilidade do Balneário Rincão encontra-se em parte com limite superior ao que estabelece o CONAMA, porém é importante lembrar que mesmo assim há risco de uma contaminação maior.

Levando em conta que a estação P1 ter apresentou em alta temporada valor de coliformes fecais 24 vezes superior ao mínimo permitido para água apropriada para recreações de contato primário, sugerindo que a população do Balneário Rincão também é responsável pela condição de balneabilidade de sua água.

Contudo, há de ser considerado que os dados históricos obtidos junto ao Programa de Balneabilidade da FATMA, apontam para uma situação satisfatória para as águas do balneário. Esta situação é observada também no Arroio da Praia do Rincão; porém o mesmo não se verificou na estação que monitorou a Lagoa do Jacaré.

Apesar de ter se realizado uma única campanha amostral no período de verão, o resultado obtido nesta lagoa deve servir de alerta para que o governo do novo município adote medidas de controle da poluição no entorno de reservatório de água, o que por consequência reduzirá a contaminação no arroio.

Sugere-se medidas educativas com o objetivo de conscientizar a população para a recuperação da qualidade ambiental deste ecossistema, além do que uma das prioridades do município deverá ser a implantação de uma estação de tratamento de esgoto (ETE).

Essa medida justifica-se não só pelo fato de contribuir para a recuperação da qualidade da água, mas principalmente em função da vocação turística do Balneário Rincão.

Ainda como sugestão, registra-se a necessidade de implantar um programa de monitoramento nas lagoas do Balneário e ao longo do curso do Arroio, com objetivo de validar os resultados do presente estudo, assim como identificar os pontos críticos de contaminação da água.

REFERÊNCIAS

- BETTEGA, J. M. P. R.; MACHADO, M. R.; PRESIBELLA, M.; BANISKI, G.; BARBOSA, C. A. **Métodos analíticos no controle microbiológico da água para consumo humano**. Paraná: Ciênc. agrotec., Lavras, v. 30, n. 5, 2006. 5p. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v30n5/v30n5a19.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2011.
- BOBADILHO, Rosani Sola; CATTANEO, Dilermando. **Análise ambiental do arroio vieira – Rio Grande/RS: conflitos de uso e ocupação**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa – UFV, [entre 2008 e 2012]. 20p.. Disponível em: <http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo11/080.pdf> Acesso em: 20 set. 2011.
- BRANCO, Samuel Murgel. **Hidrobiologia Aplicada à Engenharia Sanitária**. São Paulo: CETESB, 1986. 640p.
- BRASIL. **Lei N° 7.661 de 16 de Maio de 1988**. Brasília: Governo Federal, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17661.htm>. Acesso em: 02 jan. 2011.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA n° 274 de 29 de novembro de 2000**. Brasília: Distrito Federal, 2001, 3p. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/praias/res_conama_274_00.pdf>. Acesso em: 20 set. 2011.
- CALDAS, Alisson Fernandes; DAMASIO, Michelle. **Caracterização geoambiental da área de restinga no município de Içara - SC**. Criciúma: UNESC, 2003.
- CARVALHO, Daniel Fonseca de; SILVA, Leonardo Duarte Batista da. **Hidrologia**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2006. 10p. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap1-INTRO.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2011.
- CAVALCANTI, Agostinho Paula Brito; CAMARGO, José Carlos Godoy. **Impactos e condições ambientais da zona costeira do estado do Piauí**. São Paulo: UNESP, 2002. 20 p. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/geografia/pos/downloads/2002/impactos.pdf>>. Acesso em 15 jan. 2012.
- CASSINI, Servio Tulio. **Avaliação de bioindicadores de qualidade de água**. Espírito Santo, 2003. 41p.
- CETESB. SAO PAULO. **Drenagem urbana: manual de projeto**. 3. ed. São Paulo: CETESB, 2003. 451 p.
- FATMA. Fundação do Meio Ambiente. **Histórico de Balneabilidade**. Santa Catarina: Florianópolis, 2010. Disponível em: <www.fatma.sc.gov.br>. Acesso em: 25 out. 2010.
- FATMA. Fundação do Meio Ambiente. **Histórico de Balneabilidade**. Santa Catarina: Florianópolis, 2011. Disponível em: <www.fatma.sc.gov.br>. Acesso em: 25 out. 2012.

FATMA. Fundação do Meio Ambiente. **I fórum de Balneabilidade do Litoral**. Santa Catarina: Florianópolis, 2003 p. 10. Disponível em: <<http://www.fatma.sc.gov.br>>. Acesso em: 15 set. 2009.

FATMA. Fundação do Meio Ambiente. I fórum de Balneabilidade do Litoral. **Mapa**. Santa Catarina: Florianópolis, 2003 p. 10. Disponível em: <<http://www.fatma.sc.gov.br>>. Acesso em: 15 set. 2009.

FERNANDES, Elza de Mello. **Içara Nossa Terra Nossa Gente**. Içara: Ed. Da autora, 1998.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. Brasília, 2004. 148p.

GOOGLE. **Google Earth**. 2011. Disponível em: <www.earth.google.com>. Acesso em: 20 maio 2011.

GOOGLE. **Google Maps**. 2012. Disponível em: <www.google.com>. Acesso em: 15 jul. 2012.

GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. . **Geomorfologia e meio ambiente**. 4. ed Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 394 p.

HORT, Alexandre Appel. **Aplicação de indicadores de desenvolvimento sustentável – estudo de caso: avaliação do impacto antropogênico na zona costeira do estado de Santa Catarina – Brasil**. [Vale do Itajaí]: UNIVALI, 2008. 178p. Disponível em: <http://www.ivides.org/atlas/docs/PGII_Alexandre_Appel.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2012.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 08 ago. 2011.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Biomas**. Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 08 ago. 2012.

MARIANO, M. B.; VIDAL, C. M. S.; SOUZA, J. B. **Avaliação da qualidade microbiológica da água para balneabilidade do Salto Manduri, Prudentópolis – PR**. Prudentópolis: Campus Irati, 2008.

MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I. **Água na Indústria. Uso Racional e Reuso**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. 145p.

MMA. Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros. **Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil**. Brasília: MMA/SBF/GBA, 2010. 148 p.

MMA. Ministério do meio ambiente. **Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil**. Brasília, 2008. 241p.

MORAES, Flávio Henrique Reis; SAMPAIO FILHO, José Costa. **Determinação do Índice de Balneabilidade das Principais Praias do Município de São Luis – MA.** Maranhão: UNICEUMA, 2009. Disponível em:

<http://www.extranet.ceuma.br/noticias_mostrar.asp?noticia=1343>. Acesso em: 15 set. 2011.

NICOLODI, João Luiz; ZAMBONI, Ademilson. **Gestão Costeira.** Rio de Janeiro: UFRJ, 2008. 13p. Disponível em: < ftp://gw.laget.igeo.ufrj.br/macro/09_gestao.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2012.

NICOLODI, João Luiz; ZAMBONI, Ademilson; BARROSO, Gilberto Fonseca. **Gestão integrada de bacias hidrográficas e zonas costeiras no Brasil:** implicações para a região hidrográfica amazônica. Vale do Itajaí: Gestão Costeira Integrada, 2009. 32p.

NUVOLARI, Ariovaldo. **Esgoto sanitário: coleta transporte tratamento e reúso agrícola** São Paulo: Edgard Blücher, 2003. 520p.

PEREIRA, Régis da Silva. **Poluição Hídrica:** causas e conseqüências. Revista Eletrônica de Recursos Hídricos. v.1, n. 1. Pelotas: IFSUL, 2004. 20-36p. Disponível em: < <http://www.abrh.org.br/informacoes/rerh.pdf>>. Acesso em: 7 mar. 2011.

ROSSO, Thereza Christina de Almeida. **Gestão integrada em bacias hidrográficas costeiras.** [Rio de Janeiro]: UFRJ, [entre 2000 e 2005]. Disponível em: < http://www.oceanica.ufrj.br/costeira/eventos/panorama/contribuicoes/Rosso_texto.pdf>. Acesso em: 05 jan.2011.

SALES, Thaise Emmanuele Andrade. Dissertação: **Estudo da Balneabilidade das Praias Urbanas do Município de Natal- RN durante o ano de 2005.** Natal: UFRN, 2006, 108 p. Mestrado - Programa de Pós - Graduação, em Engenharia Sanitária, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

SILVA, Tuane Pontes Siqueira da. **Contribuição do sistema de drenagem pluvial para a condição de balneabilidade na Praia do Balneário Arroio do Silva, SC.** 2010. 45f.

Criciúma: UNESC. 2010. Disponível em:< <http://www.bib.unesc.net/biblioteca/sumario/00004D/00004D22.pdf> >. Acesso em: 20 mar. 2011.

SPERLING, Marcos. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos.** 3ª Ed. Belo Horizonte: UFMG, 2006. 452 p.

SPERLING, Marcos. Estudos e Modelagem da Qualidade da Água de rios. 1. Ed. Belo Horizonte: UFMG, 2007. 588 p.

SÔNIGO, Enio. **Pioneiro...também!.** Florianópolis: Do autor, 2002. 102 p.

TORTORA, Gerard J.; FUNKE, Berdell R.; CASE, Christine L. **Microbiologia.** 8.ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 894 p.