

Universidade Brasil
Campus de São Paulo

SARAH DIANA GUEDES GARCIA DE CARVALHO BORGES

DENSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DE BACTÉRIAS INDICADORAS DE
CONTAMINAÇÃO FECAL EM AREIA DE PRAIAS DE
CARAGUATATUBA- SP

DENSITY AND INDICATOR OF CONTAMINATION WITH FECES BACTERIAS
DISTRIBUTED IN THE SANDS OF THE BEACHESIN CARAGUATATUBA - SP

São Paulo, SP
2016

Sarah Diana Guedes Garcia de Carvalho Borges

DENSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DE BACTÉRIAS INDICADORAS DE
CONTAMINAÇÃO FECAL EM AREIA DE PRAIAS DE
CARAGUATATUBA- SP

Orientadora: Prof.^aDr.^aDora Inés Kozusny-Andreani

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de mestre em Ciências Ambientais.

São Paulo, SP

2016

FICHA CATALOGRÁFICA

B734d Borges, Sarah Diana Guedes Garcia de Carvalho
Densidade e distribuição de bactérias indicadoras de contaminação fecal em areia de praias de Caraguatatuba - SP / Sarah Diana Guedes Garcia de Carvalho Borges. -- São Paulo, 2016.
53 f. : il. ; 29,5cm.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientadora: Prof^a Dr^a Dora Inês Kosusny-Andreani

1. Coliformes totais. 2. Coliformes termotolerantes.
3. Praias. 4. Areia. 5. Escherichia coli. I.Título.

CDD 363.7

Termo de Autorização

Para Publicação de Dissertações e Teses no Formato Eletrônico na Página WWW do Respetivo Programa da Universidade Brasil e no Banco de Teses da CAPES

Na qualidade de titular(es) dos direitos de autor da publicação, e de acordo com a Portaria CAPES no. 13, de 15 de fevereiro de 2006, autorizo(amos) a Universidade Brasil a disponibilizar através do site <http://www.universidadebrasil.edu.br>, na página do respectivo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, bem como no Banco de Dissertações e Teses da CAPES, através do site <http://bancodeteses.capes.gov.br>, a versão digital do texto integral da Dissertação/Tese abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira.

A utilização do conteúdo deste texto, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, fica condicionada à citação da fonte.

Título do Trabalho: "DENSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DE BACTÉRIAS INDICADORAS DE CONTAMINAÇÃO FECAL EM AREIA DE PRAIAS DE CARAGUATATUBA - SP"

Autor(es):

Discente: Sarah Diana Guedes Garcia de Carvalho Borges

Assinatura:  _____

Orientador: Dora Inés Kozusny-Andreani

Assinatura:  _____

Data: 31/outubro/2016




TERMO DE APROVAÇÃO

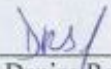
SARAH DIANA GUEDES GARCIA DE CARVALHO BORGES

DENSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DE BACTÉRIAS INDICADORAS DE
CONTAMINAÇÃO FECAL EM AREIA DE PRAIAS DE CARAGUATATUBA -
SP.


Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, pela seguinte banca examinadora:



Prof(a). Dr(a) Dora Inés Kozusny-Andreani (Presidente)



Prof(a). Dr(a). Denise Regina da Costa Aguiar



Prof(a). Dr(a). Sérgio Roberto Garcia dos Santos

São Paulo, 31 de outubro de 2016.

Presidente da Banca Prof(a). Dr(a). Dora Inés Kozusny-Andreani



DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família, em especial, ao meu esposo Alisson, pessoa, com quem partilho a vida e todas minhas conquistas. E a minha filha Helena.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por minha vida, por permitir viver estas oportunidades e por nesse tempo ter me dado o maior presente de minha vida: minha filha, Helena.

À minha família que amo muito.

Ao meu marido Alisson, pela paciência, incentivo e carinho nas horas difíceis e de cansaço e, por ter me feito esposa e mãe.

Aos meus pais Aldemir e Solange, irmãos Stefanie e André e meu cunhado Thales, pelo apoio de sempre.

À Prof^aDr.^a Dora Iné pela orientação, confiança, prontidão e dedicação.

À Prefeitura de Caraguatatuba pela oportunidade.

Aos amigos que fiz durante os estudos e fizeram parte de minha formação, em especial Elisa, pela prontidão, ajuda e amizade.

À técnica de laboratório Glisely pela ajuda e explicações.

Aos professores que participaram da minha formação.

“O que vale na vida não é o ponto de partida e sim a caminhada. Caminhando e semeando, no fim terás o que colher”

“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina”

(Cora Coralina)

DENSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DE BACTÉRIAS INDICADORAS DE CONTAMINAÇÃO FECAL EM AREIA DE PRAIAS DE CARAGUATATUBA- SP

RESUMO

As praias são áreas de turismo de grande importância para o desenvolvimento das cidades litorâneas e para melhoria das condições de vida da população. A qualidade microbiológica da areia e da água são fatores importantes de saúde pública e preservação do meio ambiente. O objetivo da pesquisa foi avaliar a densidade e distribuição de bactérias indicadoras de contaminação fecal em areia seca e molhada de praias de Caraguatatuba, SP. Foram estimados durante dez meses o número de coliformes totais, coliformes fecais e *Salmonella* spp. As contagens de coliformes totais, termotolerantes, *Escherichia coli*, *Salmonellae* *Shigella* foram realizadas pela técnica das diluições seriadas. Verificou-se maior contaminação em areia seca do que na areia molhada. O número de bactérias fecais que habitam a areia apresentaram variações mensais consideráveis. Maiores números de bactérias indicadoras de contaminação fecal nas praias do Centro e Martin de Sá ocorreram no período de abril à julho, observando-se diminuição em agosto e setembro. Na praia Brava não foram isoladas cepas de *Salmonella* spp., no entanto as outras praias estavam contaminadas por esta bactéria. Não foram isoladas cepas de *Shigella* spp. em nenhuma das praias avaliadas.

Palavras-chave: coliformes totais, coliformes termotolerantes, praias, areia, *Escherichia coli*.

DENSITY AND INDICATOR OF CONTAMINATION WITH FECES BACTERIAS DISTRIBUTED IN THE SANDS OF THE BEACHES IN CARAGUATATUBA – SP

ABSTRACT

Beaches are very important to tourism and development of coastal cities and to improve the living conditions of the population. The microbiological quality of the sand and water are important factors of public health and environmental conservation. The objective of the research was to evaluate the density and distribution of bacteria that indicate the contamination of feces in dry sand and wet of Caraguatatuba beaches, SP. It was estimated for ten months, the number of total coliforms, fecal coliforms and *Salmonella* spp. It was counted total coliformthermotolerant, *Escherichia coli*, *Salmonella* and *Shigella* by the technique of serial dilutions. It was noticed a higher contamination in dry sand than in the wet sand. The number of fecal bacteria that live in the sand showed considerable monthly variations. Larger numbers of bacteria indicating contamination fecal on the beaches of Central and Martin de Sá took place from April to July, observing decrease in August and September. In the beach Brava were not isolated strains of *Salmonella* spp. However the other beaches were contaminated by this bacterium. It was not isolated strains of *Shigella* spp. in none of the beaches evaluated.

Key-words: total coliform,thermotolerant coliforms,beaches,sand,*Escherichia coli*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização do município de Caraguatatuba/SP.....	27
Figura 2. Localização das praias que foram realizadas as coletas de areia no município de Caraguatatuba/SP. A – Praia do Centro, B – Praia Martin de Sá e C – Praia Brava.....	28
Figura 3. Localização do ponto de coleta de areia da Praia do Centro em Caraguatatuba/SP.....	29
Figura 4. Localização do ponto de coleta de areia da Praia Martin de Sá em Caraguatatuba/SP.....	30
Figura 5. Trilha para acesso a Praia Brava em Caraguatatuba/SP.....	31
Figura 6. Localização do ponto de coleta de areia da Praia Brava em Caraguatatuba/SP.....	31
Figura 7. Modelo de área de amostragem de 1m ² com 5 sub amostras.	32
Figura 8. Amostras de areia das praias em recipientes estéreis e identificados. A – amostra 1: areia seca (Praia do Centro) e amostra 2: areia molhada (Praia do Centro); B – amostra 3: areia seca (Praia Martin de Sá) e amostra 4: areia molhada (Praia Martin de Sá); C – amostra 5: areia seca (Praia Brava) e amostra 6: areia molhada (Praia Brava).....	33
Figura 9. Caldo Lactosado e <i>Escherichia Coli</i> (EC) e Caldo Lactose Bile Verde Brilhante (VB) antes de receber as diluições de areia.....	34
Figura 10. Caldo Lactosado e <i>Escherichia Coli</i> (EC) e Caldo Lactose Bile Verde Brilhante (VB) após receber as diluições de areia, com produção de gás.	35
Figura 11. Temperatura máxima e mínima (°C) média mensal do período do experimento.....	39
Figura 12. Precipitação acumulada (mm) mensal do período do experimento.....	40
Figura 13. Concentração de coliformes totais na areia das praias de Caraguatatuba – SP, no período de dezembro 2015 a setembro 2016.....	41
Figura 14. Concentração de coliformes termotolerantes na areia das praias de Caraguatatuba – SP, no período de dezembro 2015 a setembro 2016.	43
Figura 15. Concentração de <i>escherichia coli</i> na areia das praias de Caraguatatuba – SP, no período de dezembro 2015 a setembro 2016.....	44
Figura 16. Concentração de <i>salmonella</i> na areia das praias de Caraguatatuba – SP, no período de dezembro 2015 a setembro 2016.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Limites de coliformes termotolerantes, <i>E. coli</i> e enterococos em 100 mL de água, para cada categoria. UFC (Unidade formadora de colônia)	19
Tabela 2. Temperatura mínima, máxima e média em graus Celsius (°C) e precipitação em milímetros (mm) durante o período do experimento em Caraguatatuba-SP.....	37
Tabela 3. Valores médios mensais da temperatura mínima, máxima e média em graus Celsius (°C) e precipitação acumulada em milímetros (mm) durante o período do experimento em Caraguatatuba-SP.	39
Tabela 4. Concentração de coliformes totais, isolados de areia de praias do município de Caraguatatuba–SP, no período de dezembro 2015 a setembro 2016.	41
Tabela 5. Concentração de coliformes termotolerantes, isolados de areia de praias do município de Caraguatatuba – SP, no período de dezembro 2015 a setembro 2016.	42
Tabela 6. Concentração de <i>Escherichia coli</i> , isoladas de areia de praias do município de Caraguatatuba - SP, no período de dezembro 2015 a setembro 2016.	43
Tabela 7. Concentração de <i>salmonella</i> spp. isoladas de areia de praias do município de Caraguatatuba – SP, no período de dezembro 2015 a setembro 2016.	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Af – Tropical Equatorial

C – Celsius

CEPAGRI – Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CIIAGRO – Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas

cm – centímetros

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

EC – *Escherichia Coli*

h – hora

Km – Quilômetro

Km² – Quilômetro ao quadrado

m² – metro ao quadrado

mL – Mililitro

mm – milímetros

NaCl – Cloreto de Sódio

NMP – Número mais provável

OMS – Organização Mundial de Saúde

rpm – rotações por minuto

S – Sul

UFC – Unidade Formadora de Colônia

UV – Ultravioleta

W – Oeste

WHO – World Health Organization

µm – micrômetro

LISTA DE SÍMBOLOS

β – Beta

$^{\circ}$ - Graus

' – minuto

" – segundos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1 Objetivo Geral	17
1.2 Objetivos Específicos	18
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 Praia	19
2.1.1 Balneabilidade	19
2.1.2 Areia	20
2.2 Riscos à Saúde Pública	21
2.3 Contaminação da areia por micro-organismos	22
2.3.1 Coliformes Totais	25
2.3.1.1 Coliformes Fecais	25
2.3.1.2 Escherichia Coli	25
2.3.2 Salmonella	26
2.3.3 Shigella spp.	26
3. MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1 Descrição da área	27
3.2 Descrição dos Locais de Estudo	28
3.2.1 Praia do Centro	28
3.2.2 Praia Martin de Sá	29
3.2.3 Praia Brava	30
3.3 Procedimentos da coleta de areia	32
3.4 Análises Microbiológicas	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1 Condições Climáticas	37
4.2 Contaminação bacteriana da areia	40
5. CONCLUSÕES	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
ANEXO A – Autorização da Secretaria de Meio Ambiente, Agricultura e Pesca do município de Caraguatatuba	53

1. INTRODUÇÃO

A Política Nacional do Meio Ambiente tem o objetivo de preservar, melhorar e recuperar a qualidade ambiental para a vida humana, tendo o meio ambiente como um patrimônio público que precisa ser assegurado e protegido para o uso coletivo. Ressalta a importância de planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais, do controle e zoneamento das atividades que poluem o meio ambiente, acompanhamento da qualidade ambiental, entre outros. Em sua lei 6938/81 é definida que poluição é a degradação da qualidade ambiental resultantes de atividades que prejudicam a saúde, a segurança e o bem-estar da população e afeta negativamente a biota e as condições estéticas e/ou sanitárias do meio ambiente (BRASIL, 1981).

As praias, de modo geral, são grandes atrativos turísticos, aumentando o fluxo de pessoas em alta temporada, principalmente no verão. Com esse aumento ocorre o desenvolvimento das cidades e, consecutivamente, da economia. Além de turistas, moradores da cidade também frequentam as praias no decorrer do ano como atividade de lazer.

Como parte do Meio Ambiente, as praias precisam de controle e monitoramento da poluição, pois a qualidade da água e areia podem comprometer e prejudicar a saúde de seus usuários. Pinto e Oliveira (2011) apontam o crescimento populacional nas regiões litorâneas como um dos fatores que alteram o meio ambiente e, conseqüentemente, há impactos nos ecossistemas marinhos em suas propriedades biológicas, físico-químicas e saúde da vida marinha.

O problema da poluição da água do mar é reconhecido mundialmente e existem leis para a indicar sua qualidade. Mas muitos visitantes das praias não chegam a se banhar nas águas e permanecem na areia, que pode estar contaminada por bactérias capazes de causar doenças humanas e, a areia não está inclusa na avaliação da qualidade das praias (ABDALLAH et. al, 2005).

É possível considerar que a maioria da população não tem conhecimento ou não dá importância a qualidade sanitária das praias, tanto da água como da areia, e as utilizam independente de estar própria ou não para banho e recreação. Martins (2014) ressalta que a falta de monitoramento periódico nesses locais é um problema de saúde pública pois muitas áreas de recreação podem transmitir patógenos que

prejudicam a saúde humana e a população desconhece esse risco. Doenças como gastroenterite, infecções virais, dermatites e infecção nos olhos em banhistas são associadas a poluição da água. No entanto, Velonakis et al. (2014) afirmam que estudos já relacionam essas doenças com a areia.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) avalia a água pela presença ou ausência das seguintes bactérias: coliformes fecais (termotolerantes), *Escherichia coli* e enterococos, por serem consideradas bactérias resistentes ao ambiente marinho. Mas podem ser encontrados outros tipos de bactérias, parasitas e fungos que contaminam o meio, prejudicando e comprometendo a saúde humana. A maioria destes micro-organismos chegam até as praias por meio das fezes humanas e de animais. Segundo World Health Organization (WHO, 2003) a areia da praia pode atuar como reservatório de vetores que causam infecções, no entanto, é desconhecida a extensão real da sua ameaça à saúde pública, pois permanece indemonstrada o quanto a areia da praia tenha infectado banhistas e usuários da praia. Acrescenta, também, que a areia pode ser a fonte principal da elevação do nível de bactérias na água.

Alguns fatores contribuem para a sobrevivência e dispersão de micro-organismos patogênicos nas areias das praias como número de banhistas, efeitos das marés, descarga de esgoto sanitário, clima, mudança de estação do ano e presença de animais. A avaliação da qualidade da água ou areia, geralmente é realizada pela quantidade de coliformes presentes, que indicam a contaminação por fezes. A avaliação é muito importante para prevenção de doenças e para a limpeza adequada do local. O elevado número de coliformes termotolerantes presentes nas fezes do homem e de animais de sangue quente faz com que sua presença na areia da praia seja um fator preocupante e um caso de saúde pública, necessitando assim de estudos aprofundados (OLIVEIRA; PINHATA, 2008).

1.1 Objetivo Geral

Avaliar a densidade e distribuição de bactérias indicadoras de contaminação fecal em areia seca e molhada de praias de Caraguatatuba, SP.

1.2 Objetivos Específicos

Avaliar a presença e a sazonalidade de coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. e *Shigella* spp. em areia das principais praias do município de Caraguatatuba – SP.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Praia

A Lei 7661 de 1988 em seu artigo 10 e 3º parágrafo define praia como:

(...)área coberta e descoberta periodicamente pelas águas, acrescida da faixa subsequente de material detrítico, tal como areias, cascalhos, seixos e pedregulhos, até o limite onde se inicie a vegetação natural, ou, em sua ausência, onde começa um outro ecossistema (BRASIL,1988).

Esta lei assegura ainda o livre acesso as praias e ao mar que são bens públicos para uso do povo, exceto apenas as áreas protegidas e trechos de interesse de segurança nacional.

2.1.1 Balneabilidade

A qualidade sanitária da água de balneários é avaliada pela presença de bactérias cultiváveis fecais indicadoras. As águas podem ser influenciadas por populações persistentes destas bactérias em areias ou esgotos locais, além de entradas variadas de origem humana fecal ou animal (HALLIDAY et al., 2014).

O CONAMA define balneabilidade como a utilização da água para banho e recreação de contato primário (contato direto com a água), seja em águas doces, salobras ou salinas. Afirmam que as condições de balneabilidade podem afetar a saúde e o bem-estar humano. A água deve ser avaliada e caracterizada como própria ou imprópria para banho (Tabela 1).

Tabela 1. Limites de coliformes termotolerantes, *E. coli* e enterococos em 100 mL de água, para cada categoria. UFC (Unidade formadora de colônia)

CATEGORIA		Coliforme Termotolerante(UFC/100 mL)	<i>Escherichia coli</i> (UFC/100 mL)	Enterococos(UFC/100 mL)
P R Ó P R I A	EXCELENTE	Máximo de 250 em 80% ou mais tempo	Máximo de 200 em 80% ou mais tempo	Máximo de 25 em 80% ou mais tempo
	MUITO BOA	Máximo de 500 em 80% ou mais tempo	Máximo de 400 em 80% ou mais tempo	Máximo de 50 em 80% ou mais tempo
	SATISFATÓRIA	Máximo de 1000 em 80% ou mais tempo	Máximo de 800 em 80% ou mais tempo	Máximo de 100 em 80% ou mais tempo
IMPRÓPRIA		Superior a 1000 em mais de 20% do tempo	Superior a 800 em mais de 20% do tempo	Superior a 100 em mais de 20% do tempo
		Maior que 2500 na última medição	Maior que 2000 na última medição	Maior que 400 na última medição

Fonte: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2016).

A água pode ser considerada imprópria se apresentar resíduos ou despejos tanto sólidos como líquidos, esgoto sanitário, óleos, graxas, entre outras substâncias que podem oferecer riscos à saúde ou tornar a recreação desagradável; incidência anormal de enfermidades transmissíveis por via hídrica na região; floração de algas ou outros organismos; entre outros fatores que contra-indiquem o contato primário. A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo afirma que existem outros fatores que podem influenciar na balneabilidade das praias como sua fisiografia, ocorrência de chuvas, afluência turística durante os períodos de temporada, existência de córregos afluindo ao mar e condições de maré (CETESB, 2016). Martins (2014) ainda destaca que há variação no critério de escolha do indicador utilizado para a realização do monitoramento da qualidade das águas e na metodologia de realização das análises em laboratório, podendo assim ter divergências de resultados.

2.1.2 Areia

A areia faz parte dos grupos de sedimentos que ficam entre a água (mar, lago ou rio) e a terra firme (VELONAKIS et al., 2014), sendo assim, ela se torna uma área de alta transição de homens e animais. É, também, o local principal de permanência dos banhistas quando estão na praia tanto para descanso como para recreação. Assim como a água, a areia faz parte da praia e também necessita ser monitorada periodicamente, pois pode ser fonte de contágio de micro-organismos patogênicos.

A preocupação com a contaminação da areia da praia tem aumentado nos últimos anos devido à disposição inadequada de lixo, resíduos animais, esgotos domésticos sem tratamento e poluição que são levados pela água da chuva (VALDEZ; GROSELLI, 2012; ANDRAUS, 2006). Segundo Martins (2014) muitas doenças de pele, infecções de unha e do couro cabeludo, alergias respiratórias e outros comprometimentos orgânicos estão associados à doenças parasitárias e micoses pelo contato da areia contaminada.

Na areia, as bactérias podem sobreviver melhor e por mais tempo, pois são protegidos em biofilmes e as condições são favoráveis. Os sedimentos fornecem osmoprotetores que diminuem os efeitos de altas salinidades e os grãos de areia oferecem local para fixação e acesso a nutrientes (VELONAKIS et al., 2014; PINTO; PEREIRA; OLIVEIRA, 2012; PINTO; OLIVEIRA, 2011).

Não há regulamentação quanto a indicadores da qualidade sanitária das areias, mas a Resolução nº 274/00 que trata da balneabilidade das águas e de sua avaliação, em seu artigo 8 recomenda a avaliação das condições parasitológicas e microbiológicas da areia, para futuras padronizações (BRASIL, 2000).

A falta de parâmetros para avaliar a areia da praia é motivo de grande preocupação, pois a presença de micro-organismos patogênicos é evidente e apresentam riscos para a saúde humana. A detecção e a quantificação de bactérias indicadoras de contaminação fecal (FIB) em areias recreacionais são de grande importância para verificar o risco ao meio ambiente e estudos epidemiológicos demonstraram que concentrações de FIB em águas de recreio impactadas por efluentes de estações de tratamento (ou seja, fontes pontuais de esgoto sanitário) foram correlacionados com doenças adquiridas em áreas de recreação (SHIBATA; SOLO-GABRIELE, 2012).

A CETESB (2016), responsável pela avaliação da balneabilidade das praias do litoral paulista, já realizou estudos sobre a qualidade microbiológica das areias. O primeiro estudo foi no ano de 1984/85, depois em 1997/98. A partir do ano de 2009 essa avaliação é realizada anualmente no verão e em algumas praias, mas não é um monitoramento regular e não existe um padrão legal no Brasil.

2.2 Riscos à Saúde Pública

A praia, apesar de ser um local de lazer, pode apresentar riscos à saúde pública devido à contaminação da água e da areia. Quando a praia se encontra poluída e contaminada, os banhistas ficam expostos a micro-organismos responsáveis pela transmissão de doenças como: gastroenterite, cólera, febre tifóide, hepatite A, dermatoses, conjuntivite, otite e doenças das vias respiratórias. Mas o fato da praia estar imprópria não significa que todos os usuários irão contrair alguma dessas doenças. A manifestação das doenças depende da imunidade de cada um e do tipo de exposição (CETESB, 2016).

Nos meses de verão, quando usuários de áreas recreacionais (praias) apresentam infecções virais e gastroenterite, são associados a poluição da água, no entanto, nos últimos anos, vem sendo relacionada com a contaminação da areia (VELONAKIS et al., 2014; SHIBATA; SOLO-GABRIELE, 2012). Os autores afirmam que as infecções e doenças associadas a praias é resultado de contato dos

indivíduos com fezes animais e humanas. São infectados quando ingerem os micro-organismos e a principal fonte contaminante são as mãos que entram em contato com a areia infectada. Segundo Pinto e Oliveira (2011) nos últimos anos foi verificado um aumento dos casos de micoses e infecções bacterianas contraídas por pessoas que frequentam as praias e utilizam suas areias como local de recreação. Isso tem ocasionado maiores preocupações com a contaminação microbiana.

De acordo com Pedrosa et al. (2014) a contaminação e sua severidade para o infectado depende de alguns fatores como: tipo de micro-organismo e sua localização, idade, suscetibilidade genética e estado imune do hospedeiro e dependendo do grau de avanço da doença pode debilitar o hospedeiro e levar ao óbito.

2.3 Contaminação da areia por micro-organismos

De acordo com Velonakis et al. (2014), existem duas fontes de poluição microbiológica que podem ser fontes pontuais e fontes difusas. A primeira está em área específica, de fácil identificação e localização e a segunda fonte não tem local específico e é dificilmente reconhecida como, por exemplo, o escoamento da área urbana e rural, vazamentos de sistemas de limpeza e drenagem, descargas de barcos e deposição de aerossóis. Para Abdelzaher et al. (2010) frequentar locais que sofrem impactos por fontes de poluição não pontuais é um risco para a saúde pública. Podemos acrescentar outras fontes de poluição, pois a areia se encontra entre a água e as vias públicas, sofrendo alterações destes dois lugares. Além disso, é um local de grande trânsito de pessoas e animais, que podem trazer muitos malefícios a biota.

Em um estudo realizado com a areia e a água de uma praia após o processo de análise de fungos e bactérias foi encontrado um maior percentual na areia. Eles explicam que essa ocorrência se deve ao fenômeno de bioacumulação de matéria orgânica, que serve de fonte de carbono, nitrogênio e sais minerais para proliferação dos micro-organismos fazendo com que a areia seja geralmente mais contaminada do que a água (REGO, 2010 apud MANCINI et al., 2005).

Por essa contaminação estar ligada a saúde, é importante que os sistemas de saúde incorporem a saúde ambiental. Fatores ambientais que interferem na saúde humana deve estar vinculada as ações de detecção precoce de riscos a saúde

pública para adoção de medidas preventivas e controle das doenças ou agravos (REGO, 2010).

As principais bactérias isoladas na areia da praia, segundo Velonakis et al. (2014), são as *Escherichia coli*, *Enterococcus* spp., *Clostridium* spp., *Staphylococcus* spp., *Pseudomonas aeruginosa*, bactérias entéricas: *Salmonella* spp., *Shigella* spp., *Campylobacter* spp. e *Vibrio* spp. E os principais vírus, parasitas e fungos são: vírus - enterovírus, parasitas – *Toxocara* spp., *Ankylostoma* spp. e *Nocardioides* e, fungos - *Trichosporon* spp., *Candida* spp., *Trichophyton*spp., *Microsporum* spp., *Epidermophyton* spp., *Rhodotorula* spp., *Penicillium*spp. e *Aspergillus* spp.

Para WHO (2003) os principais micro-organismos encontradas na areia da praia são: coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Escherichiacoli*, enterococos intestinais, bacteriófagos, clostrídios, *Staphylococcus*, *pseudomonas aeruginosa*, *vibrio* spp, bactérias entéricas, fungos, vírus e parasitas.

Cícero et. al (2012) destacam os principais parasitas patológicos encontradas na areia que são: Ovo e larva de *Ancylostoma* spp, Larva de *Strongyloides stercoralis*, Ovo de *Enterobius vermiculares*, Ovo de *Ascaris lumbricoides*, Ovo de *Trichuris trichiura*, e Ovo de *Toxoplasma gondii*. Rego (2010), enfatiza os principais fungos encontrados na areia: leveduras das espécies *Candida albicans* e *Cryptococcus neoformans*, fungos filamentosos dos gêneros *Penicillium* e *Aspergillus*.

A contaminação por esses micro-organismos é feita, principalmente, pela falta de saneamento e o esgoto ser despejado na água do mar, presença de animais nas praias como pombos, cachorros e gatos, pois muitas bactérias vem das fezes de humanos e animais. Passos et al. (2011) incluem a poluição que o próprio banhista pode provocar.

Abdelzaher et al. (2010) apontam um fator interessante quanto a relação entre os micróbios indicadores e os patógenos, pois a presença de um e a ausência de outro pode confundir e dificultar a identificação dos riscos potenciais para a saúde humana. Essa diferença ocorre devido as diferentes condições ambientais como configurações geográficas e climáticas, devendo ser avaliadas cada vez mais.

Alguns fatores podem contribuir para a sobrevivência e concentração dos micro-organismos dentre eles a umidade, temperatura, raios UV, salinidade, concentração de carbono orgânico dissolvido, clima, chuva, tipo de areia, energia

das ondas, fontes potenciais e não potenciais de poluição e força e direção dos ventos (VELONAKIS et al., 2014; ABDELZAHER et al., 2010).

Pesquisas realizadas por Velonakis et al. (2014) mostraram descobertas contraditórias, em algumas praias houve aumento de patógenos na areia em alta temporada, devido ao elevado número de pessoas e animais, mas em outras houve a diminuição dos micro-organismos que pode ser explicado pela diminuição do escoamento superficial e o aumento da duração e intensidade solar, o que inativa alguns micro-organismos.

Em estudos que relacionam a avaliação da areia molhada pela água do mar e a areia seca também foram encontradas divergências em relação as concentrações e crescimento dos micro-organismos patogênicos, a primeira apresentou efeito positivo da umidade para o crescimento dos patógenos e a segunda explica-se pela maior atividade humana e o escoamento de áreas adjacentes para a maior proliferação das bactérias. A dispersão e sobrevivência de micro-organismos contam com outros fatores como fenômeno das marés e os ventos (VELONAKIS et al., 2014).

Dentre os fatores que contribuem para aumentar a contaminação das areias estão a ação da lavagem pela água do mar e pela água de drenagem urbana durante as chuvas, que podem apresentar altas densidades de micro-organismos. Quando essas chuvas são mais intensas levam lixo, fezes e urinas de animais e secreções do corpo humano. Isso contribui para a dispersão e proliferação de bactérias, fungos, vírus e parasitas patogênicos (PINTO; OLIVEIRA, 2011). Existe uma predisposição de relacionar o nível de contaminação da água e da areia com os níveis de precipitação, quanto maior a quantidade de chuva, maior a contaminação (PASSOS et al., 2011; SHAH et al., 2011).

Para Pinto, Pereira e Oliveira (2012) a salinidade do mar é determinante para a sobrevivência dos micro-organismos. Quando a água doce desagua no mar, há a diminuição dessa salinidade, o que pode aumentar a concentração dos patógenos. Durante a maré baixa, os corpos de água são despejados na água do mar, inclusive os que recebem carga orgânica. Destacam que a fisiografia do mar também colabora para a circulação dos micro-organismos, sistemas abertos, por exemplo, transportam material para fora da costa, favorece processos como deposição e diluição dos contaminantes.

2.3.1 Coliformes Totais

Os coliformes totais são bactérias pertencentes à família *Enterobacteriaceae*, tendo como principais gêneros: *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Shigella*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, *Proteus*, *Serratia*, entre outros (MARTINS, 2014).

Os coliformes são bastonetes Gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não esporulados, oxidase-negativos, que fermentam lactose com formação de ácido e gás dentro de 24-48 horas a $35,0 \pm 0,5$ °C, presentes nas fezes de animais homeotermos, indicando indiretamente a presença de fezes humanas (MARTINS, 2014 apud PELCZAR; REID; CHAN, 1981). Por essa razão, nas análises de diferentes matrizes ambientais (água, areia e sedimentos), eles constituem um dos parâmetros mais utilizados no mundo pelos órgãos ambientais.

2.3.1.1 Coliformes Fecais

Os coliformes fecais (termotolerantes) são bactérias pertencentes ao grupo dos coliformes totais. Estão presentes em fezes humanas e de animais e, também, podem ser encontradas em solos, plantas ou quaisquer efluentes contendo matéria orgânica. São caracterizadas pela presença da enzima β -galactosidase e pela capacidade de fermentar a lactose com produção de gás em 24 horas à temperatura de 44-45°C em meios contendo sais biliares ou outros agentes tenso-ativos com propriedades inibidoras semelhantes (BRASIL, 2000). Quem apresenta esta característica de termotolerância são *Escherichia coli*, *Klebsiella* sp. e *Enterobacter* sp. (VALDEZ; GROSELLI, 2012). Os autores acrescentam que o grupo de coliformes termotolerantes por não se multiplicarem com facilidade no ambiente e por serem de origem fecal são parâmetros mais confiáveis de avaliação de contaminação.

2.3.1.2 *Escherichia coli*

A *Escherichia Coli* (*E. coli*) é uma bactéria pertencente à família *Enterobacteriaceae*. É encontrada abundante em fezes humanas e de animais, tendo, somente, sido encontrada em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente. São caracterizadas pela presença das enzimas β -

galactosidase e β -glicuronidase. Cresce em meio complexo a 44-45°C, fermenta lactose e manitol com produção de ácido e gás e produz indol a partir do aminoácido triptofano (BRASIL, 2000).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2016) a *E. coli* é uma bactéria habitual no intestino do ser humano e de outros animais de sangue quente. A maioria delas é inofensiva, mas algumas podem causar graves doenças. Geralmente, é transmitida por consumo de água ou alimentos contaminados. Pinto e Oliveira (2011) acrescentam que a maioria das cepas de *E. coli* não são patogênicas, mas as doenças podem ocorrer devido a dissipação dessa bactéria intestinal em outros órgãos do corpo ou por serem diferentes dos que as habituais no indivíduo.

2.3.2 *Salmonella*

As bactérias do gênero *Salmonella* pertencem à família *Enterobacteriaceae*. São bacilos Gram-negativos, não formadores de esporos, anaeróbios facultativos, catalase positivo e oxidase negativo. São capazes de multiplicar-se em diversas condições ambientais (SOUZA, 2016 apud GERMANO; GERMANO, 2015).

Muitos sorotipos de *Salmonella* podem sobreviver por longos períodos quando as condições do solo são adequadas (VELONAKIS et al., 2014).

2.3.3 *Shigella* spp.

Shigella spp. pertencem a família *Enterobacteriaceae*. São bactérias gram-negativas, não esporuladas, em forma de bastonete, responsável pela shigelose ou disenteria bacilar, uma importante causa de mortalidade e morbidade mundial (BASTOS; LOUREIRO, 2011).

Tem alta capacidade de adaptação e sobrevivência sob condições estressantes, como temperatura, osmótica e fome. Ocorrem mecanismos para uma rápida mudança gênica física, bioquímica e estrutural (VELONAKIS et al., 2014).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da área

O estudo foi realizado no período de 1° de dezembro de 2015 a 6 de setembro de 2016, na cidade de Caraguatatuba, litoral norte do Estado de São Paulo, localizada na mesorregião do Vale do Paraíba Paulista. A cidade ocupa uma área de 485,38 Km² e está situada entre as coordenadas 23°37'21"S e 45°24'43"W, apresentada na Figura 1. Segundo o Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (CEPAGRI, 2016) a classificação climática de Köpen-Geiger é Af com clima tropical chuvoso, sem estação seca com a precipitação média do mês mais seco superior a 60mm, com média de temperatura de 24,9°C e precipitação acumulada de 1757,9 mm.

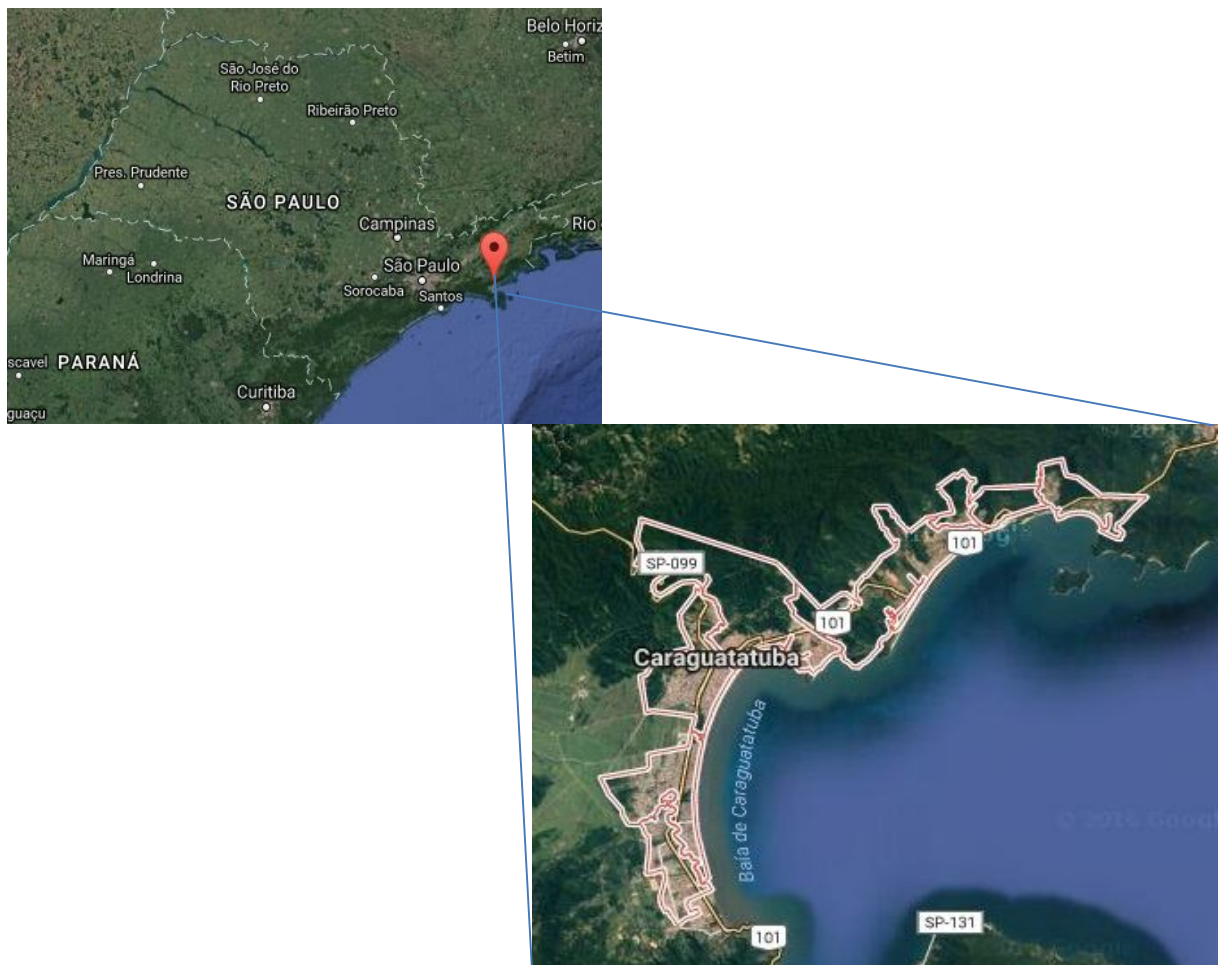


Figura 1. Localização do município de Caraguatatuba/SP.

Fonte: Google Maps

Foram selecionadas três praias de localização aproximada e diferentes demandas de público (Figura 2). A Praia do Centro (A) possui afluência de pessoas principalmente em sua orla, onde há praça de eventos, parque de diversão e quadras poliesportivas. A Praia Martin de Sá (B) tem alta afluência de público e pode ser considerada preferida pelos turistas. E a Praia Brava (C) é pouco frequentada devido ao acesso e ao mar perigoso para banho.

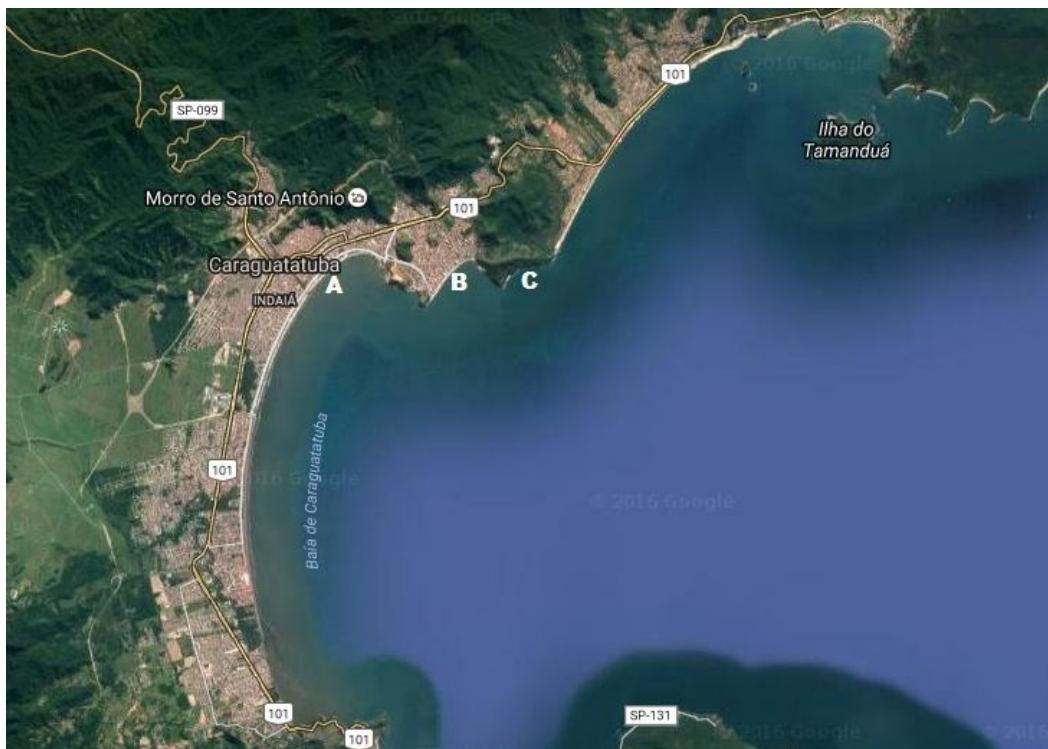


Figura 2. Localização das praias que foram realizadas as coletas de areia no município de Caraguatatuba/SP. A – Praia do Centro, B – Praia Martin de Sá e C – Praia Brava.

Fonte: Google Maps (adaptado)

3.2 Descrição dos Locais de Estudo

3.2.1 Praia do Centro

Praia central de Caraguatatuba com mar raso e de ondas mansas, o que torna o local muito frequentado. É a única praia da cidade que possui materiais para acessibilidade de cadeirantes. A orla é movimentada por habitantes e turistas, pois possui praça de eventos onde acontecem shows e apresentações teatrais e musicais, quadras poliesportivas (basquete e tênis), pista de skate e parque de

diversão. Na figura 3 está marcado o ponto de coleta de areia, com latitude de $23^{\circ}37'27''\text{S}$ e longitude de $45^{\circ}24'29''\text{W}$.

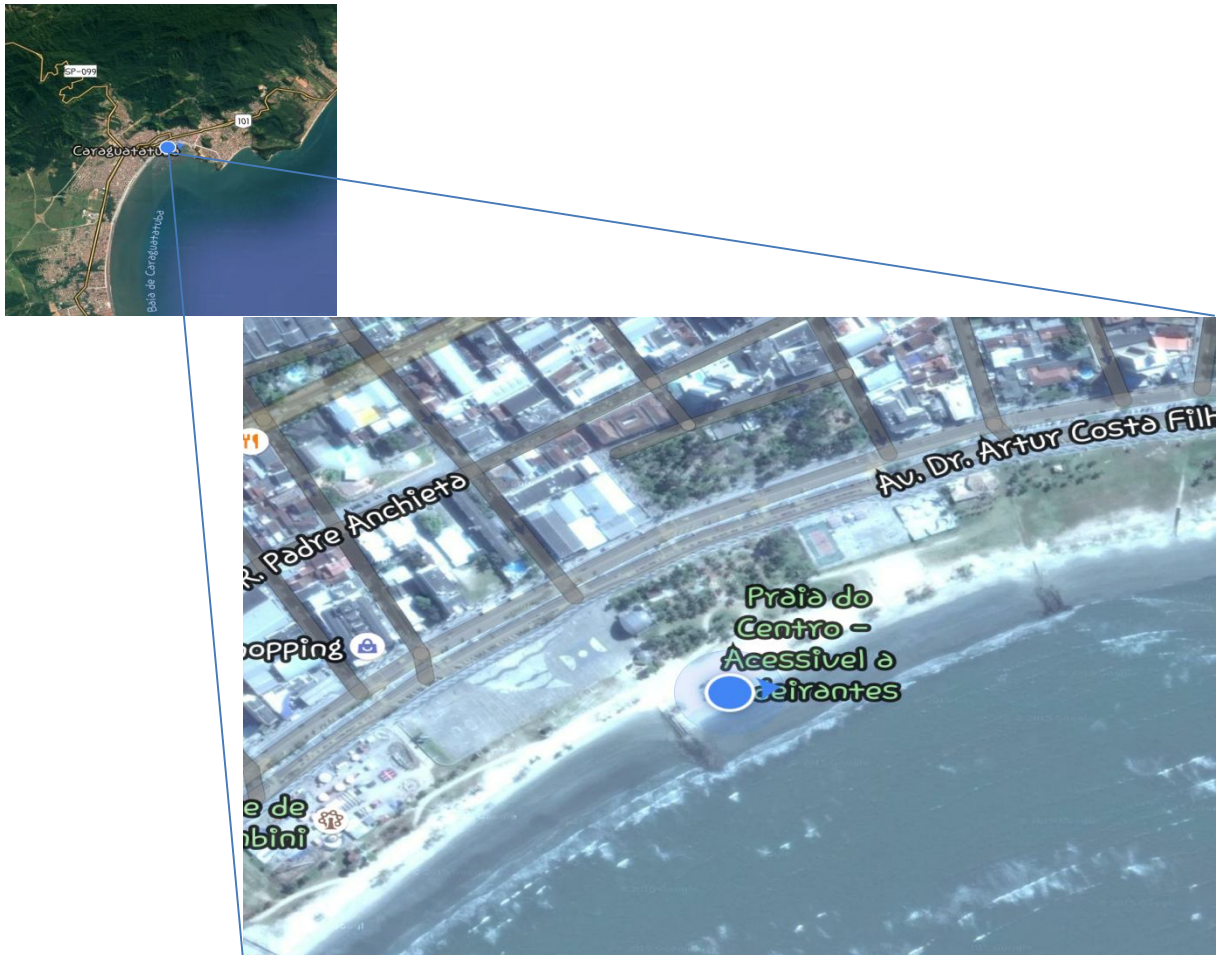


Figura 3. Localização do ponto de coleta de areia da Praia do Centro em Caraguatatuba/SP.
Fonte: Google Maps (adaptado)

3.2.2 Praia Martin de Sá

A praia Martin de Sá pode ser considerada a mais frequentada da cidade de Caraguatatuba. Possui extensão de 1,5 km. Na parte sul da praia o mar é mais agitado e com ondas apropriadas para o surf e na parte norte fica a foz do Rio Guaxinduba e o mar é mais calmo e raso sendo boa para banho. A praia possui muitas atrações como quiosques, música ao vivo, caiaques e pranchas para alugar, passeios de banana-boat e calçadão a beira mar com ciclovia. O bairro é urbanizado e com muitas casas de veraneio e moradores, bares, restaurantes e comércios. Na figura 4 está marcado o ponto de coleta de areia, com latitude de $23^{\circ}37'45''\text{S}$ e longitude de $45^{\circ}23'14''\text{W}$.

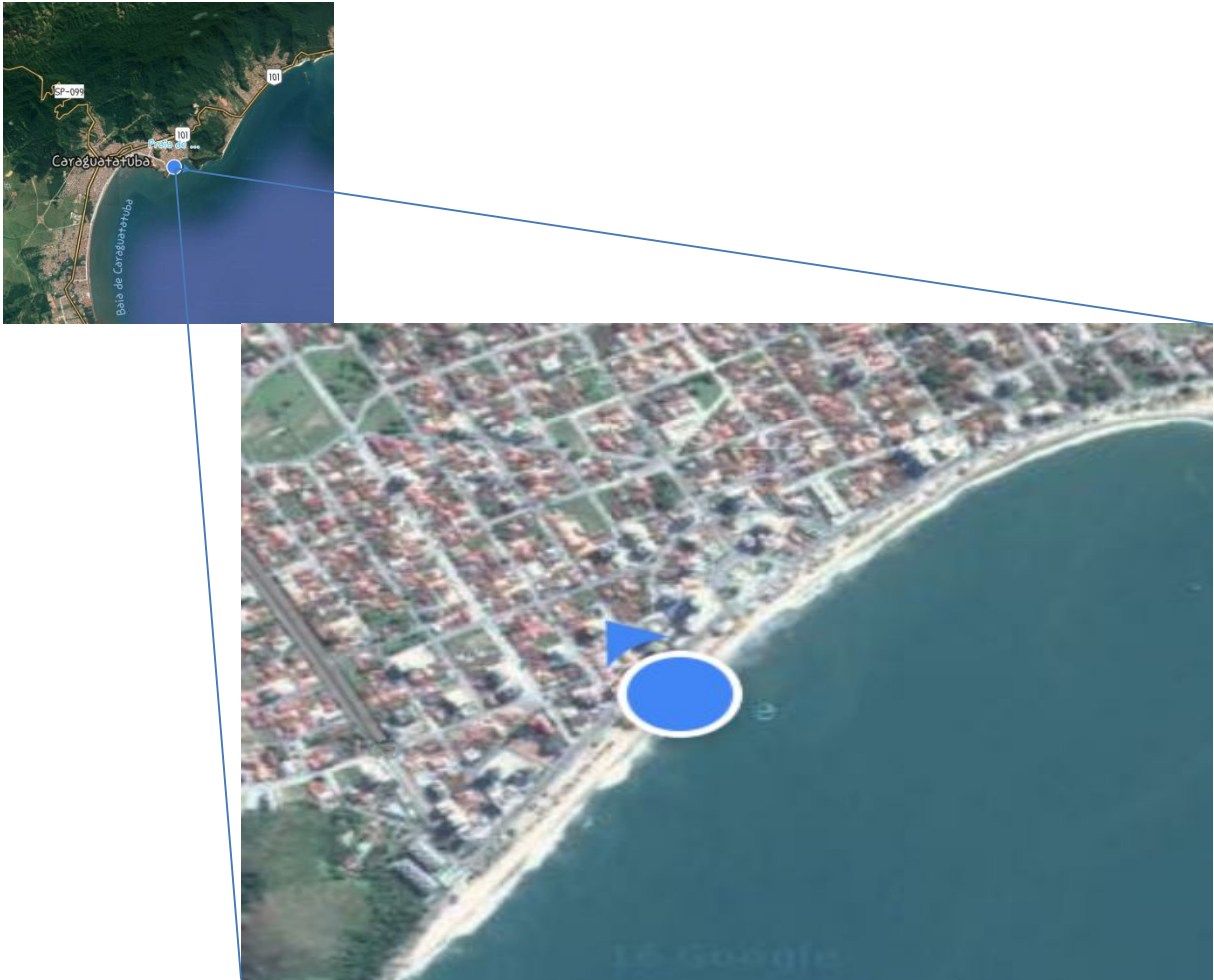


Figura 4. Localização do ponto de coleta de areia da Praia Martin de Sá em Caraguatatuba/SP.
Fonte: Google Maps (adaptado)

3.2.3 Praia Brava

A Praia Brava é pequena, com pedras e considerada quase deserta. Possui extensão de aproximadamente 100 metros. Praia de tombo e com muita correnteza, o mar é agitado, boa para surf, mergulho e pescaria. Possui vegetação nativa e acesso somente a pé por uma trilha de aproximadamente 960 m (Figura 5). A praia tem formato de concha em volta da encosta e ao redor não possui residências, apenas uma Área de Preservação Ambiental, a Mata Atlântica. Na figura 6 está marcado o ponto de coleta de areia, com latitude de 23°37'42"S e longitude de 45°22'58"W.



Figura 5. Trilha para acesso a Praia Brava em Caraguatatuba/SP.
Fonte: Google Maps (adaptado)

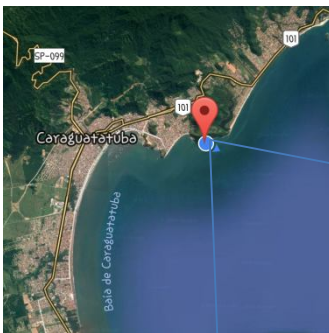


Figura 6. Localização do ponto de coleta de areia da Praia Brava em Caraguatatuba/SP.
Fonte: Google Maps (adaptado)

3.3 Procedimentos da coleta de areia

Foram coletadas duas amostras de cada praia sendo a primeira coleta da porção seca da areia (mais próxima da costa) e a segunda da porção de areia molhada (mais próxima a água). As amostras foram coletadas no período da manhã (8h00 – 10h00) e num intervalo de tempo entre a primeira e a última coleta nunca superior a duas horas. Esse horário foi estabelecido para ser mantido o padrão e evitar os efeitos dos raios UV.

A área de amostragem foi de 1m², dividindo em 5 sub amostras de 100gramas cada, que foram misturadas totalizando 500gramas, com profundidade de 5cm. (Figura 7). As amostras foram colhidas com colher estéril e descartável, sendo utilizada uma para cada amostra, e depositadas em recipiente estéril e identificado (Figura 8). Foram armazenadas em caixas térmicas contendo gelo e transportadas para laboratório. As coletas foram realizadas mensalmente, sendo dez coletas com 6 amostras cada, totalizando 60 amostras. A Secretaria de Meio Ambiente, Agricultura e Pesca do município de Caraguatatuba autorizou as coletas das amostras e o estudo (ANEXO A).

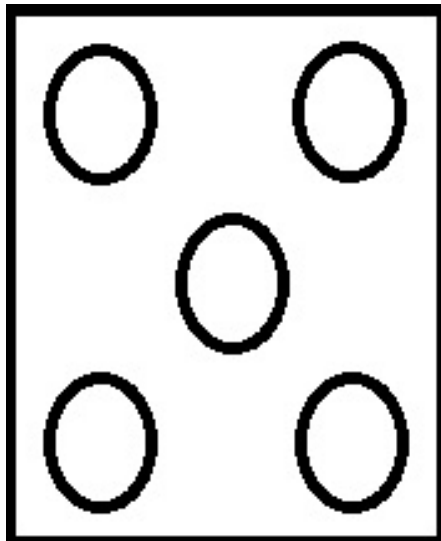


Figura 7. Modelo de área de amostragem de 1m² com 5 sub amostras.

Fonte:Próprio autor

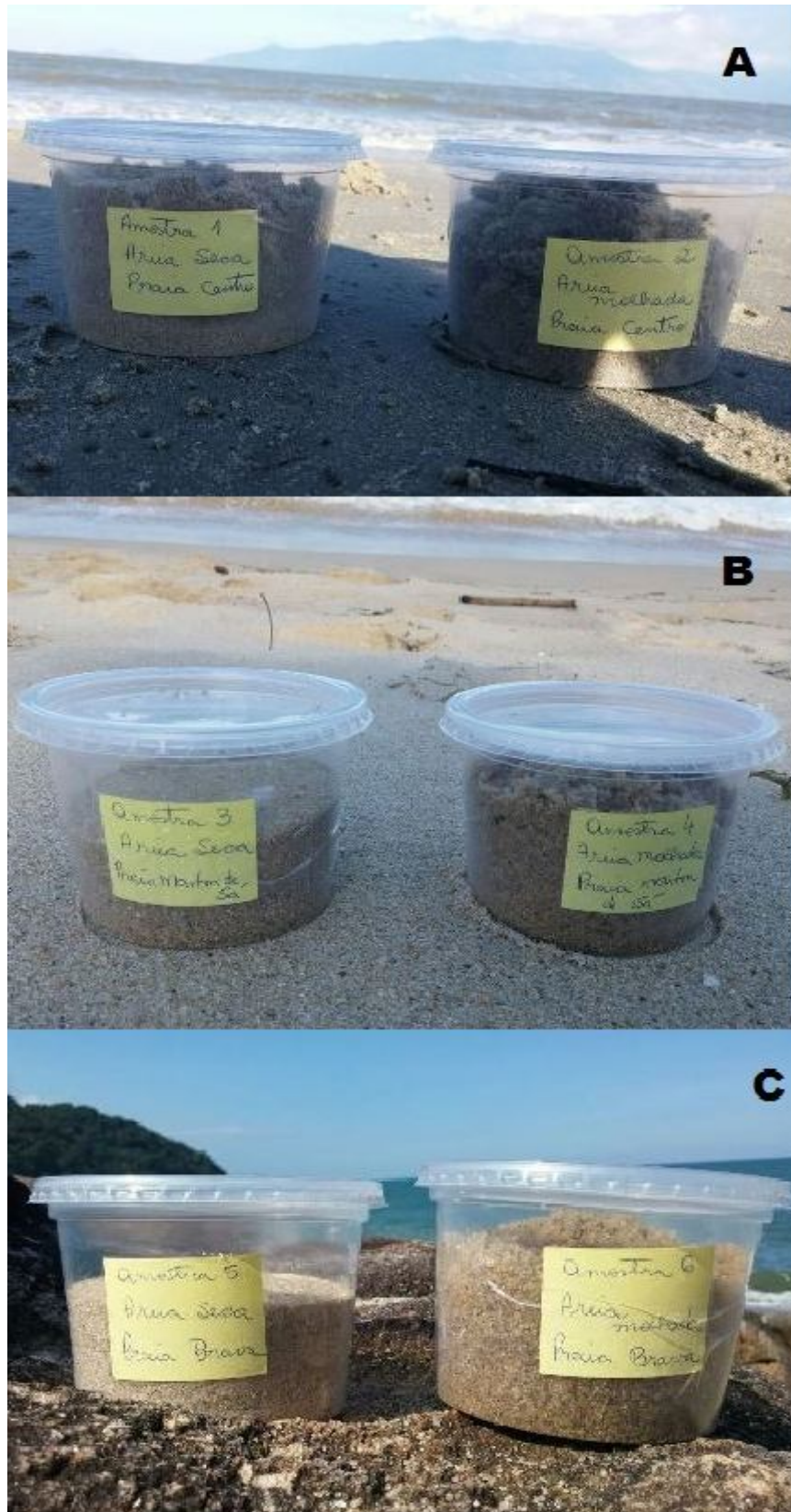


Figura 8. Amostras de areia das praias em recipientes estéreis e identificados. A – amostra 1: areia seca (Praia do Centro) e amostra 2: areia molhada (Praia do Centro); B – amostra 3: areia seca (Praia Martin de Sá) e amostra 4: areia molhada (Praia Martin de Sá); C – amostra 5: areia seca (Praia Brava) e amostra 6: areia molhada (Praia Brava).

Fonte: Próprio autor

3.4 Análises Microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas baseadas na técnica de diluições seriadas (EATON; FRANSON, 2005). As amostras de areia foram preparadas adicionando-se 10 gramas de areia em 90 mL de solução salina estéril (NaCl 0,85%), contida em frascos estéreis com tampa. Na sequência foram agitados por 30 minutos em mesa orbital (200 rpm) para suspender as bactérias. Após 30 minutos de sedimentação, o sobrenadante foi diluído em série com solução salina tamponada com fosfato estéril para alcançar concentração final variando de 10^{-1} a 10^{-4} .

Alíquotas de 1 mL das diluições seriadas de 10^{-1} a 10^{-4} , foram inoculadas nos meios de cultivo Caldo Lactosado e *Escherichia coli* (EC) contendo um tubo de Durhan invertido, usando-se séries de três tubos para cada diluição, incubados por 24-48 horas a 37 °C e obtidos os resultados a partir de cada conjunto de tubos da mesma diluição. Os tubos positivos para caldo lactosado foram inoculados em Caldo Lactose Bile Verde Brilhante (VB) para detecção de coliformes totais e incubados à 37 °C (Figuras 9 e 10).



Figura 9. Caldo Lactosado e *Escherichia coli* (EC) e Caldo Lactose Bile Verde Brilhante (VB) antes de receber as diluições de areia.

Fonte: Próprio autor

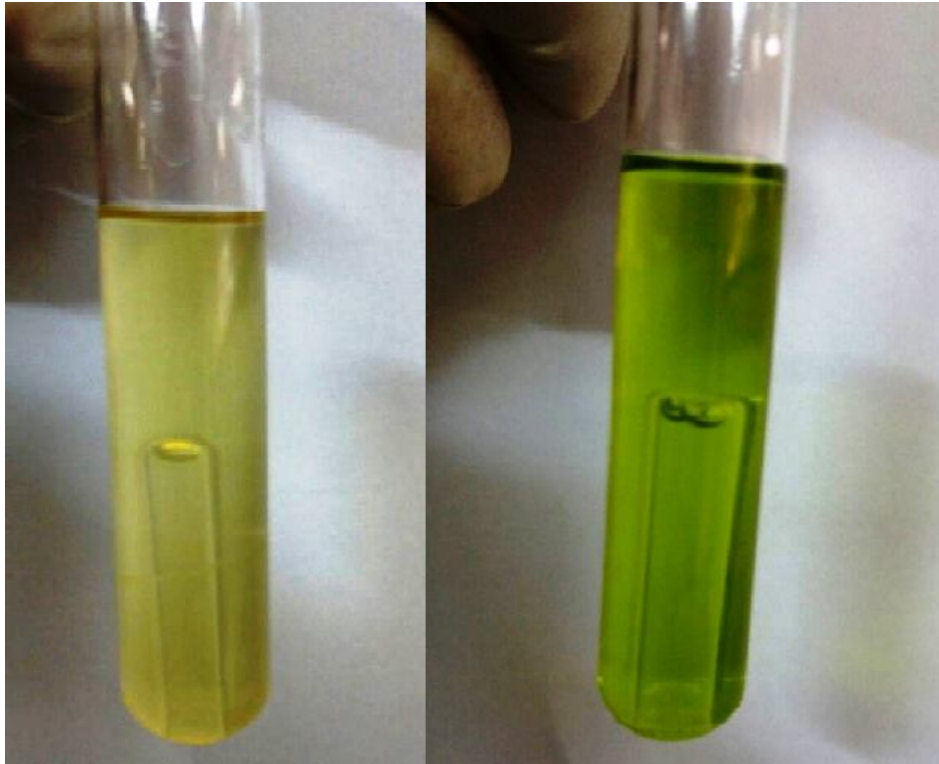


Figura 10.Caldo Lactosado e *Escherichia coli* (EC) e Caldo Lactose Bile Verde Brilhante (VB) após receber as diluições de areia, com produção de gás.

Fonte: Próprio autor

Para análise de coliformes termotolerantes foi usado Caldo EC incubados à 45 °C por 24-48 horas. De cada tubo de Caldo EC positivo, foi retirada uma alçada do meio e estriada em placas contendo Ágar MacConkey Sorbitol e Ágar Eosina-Azul de Metileno (EMB), incubadas à 37°C por 24-48 horas, para verificar o crescimento de colônias típicas de *Escherichia coli*. Para confirmação de *E.coli* foi utilizado o Sistema API 20E.

Para o isolamento de *Salmonella* spp. e *Shigella* spp. 10 gramas de amostras de areia foram inoculadas em 90 mL de água Peptonada alcalina, cujo pH foi ajustado para 8,6. Após incubação a 37°C durante 24 horas, as culturas foram diluídas e semeadas em Ágar *Salmonella/Shigella* (ágar SS) e incubadas durante 24 horas a 37°C. As colônias obtidas foram utilizadas para identificação usando o sistema API 20E.

Todas as contagens foram normalizadas para unidades formadoras de colônias (UFC) CFU por 100 gramas de areia.

Os dados obtidos foram avaliados usando o programa SPSS (2011), executando testes de normalidade e análises de variância (ANOVA) para determinar

se existem diferenças significativas na concentração de indicadores microbianos de contaminação na areia seca e na areia molhada de cada praia. Foi utilizado um nível de significância de 0,05.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Condições Climáticas

De acordo com os dados do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO, 2016) o clima da região durante o experimento foi caracterizado por temperatura média de 22,4°C, oscilando entre mínima média de 18°C e máxima média de 26,9°C e precipitação acumulada de 1078,1 mm (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2. Temperatura mínima, máxima e média em graus Celsius (°C) e precipitação em milímetros (mm) durante o período do experimento em Caraguatatuba-SP.

Período	Temperatura Média Máxima (°C)	Temperatura Média Mínima (°C)	Temperatura Média (°C)	Precipitação (mm)
30/11/2015 a 02/12/2015	26,9	20,7	23,8	40,8
03/12/2015 a 06/12/2015	27,7	20,3	24	16,2
07/12/2015 a 09/12/2015	27,4	20,5	24	42,4
10/12/2015 a 13/12/2015	31	20,9	26	24
14/12/2015 a 16/12/2015	30,8	22,1	26,5	13,7
17/12/2015 a 20/12/2015	29,8	21,7	25,8	4,3
21/12/2015 a 23/12/2015	27,6	22	24,8	1
31/12/2015 a 03/01/2016	31,5	22,5	27	68,3
04/01/2016 a 06/01/2016	25,8	20,6	23,2	8,9
07/01/2016 a 10/01/2016	26,7	21,4	24,1	11,9
11/01/2016 a 13/01/2016	27,2	22,8	25	15,5
14/01/2016 a 17/01/2016	27	21	24	23,7
18/01/2016 a 20/01/2016	25,2	19,2	22,2	10,5
21/01/2016 a 24/01/2016	26	18,7	22,4	1,8
25/01/2016 a 27/01/2016	28,7	21,2	25	3,1
28/01/2016 a 31/01/2016	29,1	21,9	25,5	9,4
01/02/2016 a 03/02/2016	32,1	21,1	26,6	0
04/02/2016 a 07/02/2016	29,2	22,2	25,7	0
08/02/2016 a 10/02/2016	31	22,6	26,8	1,5
11/02/2016 a 14/02/2016	28,6	20,7	24,7	12,2
15/02/2016 a 17/02/2016	28,6	22,1	25,4	58,7
18/02/2016 a 21/02/2016	30,3	22,1	26,2	17,3
22/02/2016 a 24/02/2016	28,7	21,7	25,2	5,4
25/02/2016 a 28/02/2016	31,7	22,6	27,2	4,4
29/02/2016 a 02/03/2016	25,7	20,3	23	146,1
03/03/2016 a 06/03/2016	27,3	20,4	23,9	32,3
07/03/2016 a 09/03/2016	28,1	21,2	24,7	42,9
10/03/2016 a 13/03/2016	31,2	22,3	26,8	16,6
14/03/2016 a 16/03/2016	29,6	20,3	25	0,8
17/03/2016 a 20/03/2016	29,9	20,4	25,2	9
21/03/2016 a 23/03/2016	30,9	21,7	26,3	4,1
24/03/2016 a 27/03/2016	31	20,6	25,8	65,6

Tabela 2: Continuação

28/03/2016 a 30/03/2016	32,1	21,8	27	0,5
31/03/2016 a 03/04/2016	32,2	21,2	26,7	1,6
04/04/2016 a 06/04/2016	31,6	20,5	26,1	0
07/04/2016 a 10/04/2016	31,5	20,4	26	0
11/04/2016 a 13/04/2016	31,5	21,8	26,7	10
14/04/2016 a 17/04/2016	31,7	20,8	26,3	0
18/04/2016 a 20/04/2016	31,5	20,5	26	0
21/04/2016 a 24/04/2016	33,5	19,9	26,7	0
25/04/2016 a 27/04/2016	33,7	20,8	27,3	0,2
28/04/2016 a 01/05/2016	25,9	15,9	20,9	73
02/05/2016 a 04/05/2016	25,3	14,1	19,7	0
05/05/2016 a 08/05/2016	27,5	16,1	21,8	0
09/05/2016 a 11/05/2016	27,9	18,3	23,1	0
12/05/2016 a 15/05/2016	26,3	16,4	21,4	3,3
16/05/2016 a 18/05/2016	28,2	17,7	23	6,1
19/05/2016 a 22/05/2016	23,7	17,9	20,8	40,9
23/05/2016 a 25/05/2016	24,3	14,7	19,5	16,5
26/05/2016 a 29/05/2016	24,9	15,6	20,3	1,7
30/05/2016 a 01/06/2016	27,4	16,5	22	7,6
02/06/2016 a 05/06/2016	25,7	17,5	21,6	46,8
06/06/2016 a 08/06/2016	24,1	15,1	19,6	52,4
09/06/2016 a 12/06/2016	20,4	8,2	14,3	0,3
13/06/2016 a 15/06/2016	20,7	7,4	14,1	0,3
16/06/2016 a 19/06/2016	22,1	12,6	17,4	0,3
20/06/2016 a 22/06/2016	20,4	15,6	18	4,1
23/06/2016 a 26/06/2016	21,5	14,3	17,9	6,9
27/06/2016 a 29/06/2016	23,3	13,2	18,3	0
30/06/2016 a 03/07/2016	22,7	16	19,4	0
04/07/2016 a 06/07/2016	23,4	13,9	18,7	0
07/07/2016 a 10/07/2016	24,9	10,2	17,6	0
11/07/2016 a 13/07/2016	30,9	14,3	22,6	0,3
14/07/2016 a 17/07/2016	26,1	14,8	20,5	0,5
18/07/2016 a 20/07/2016	20,7	12,1	16,4	0
21/07/2016 a 24/07/2016	21	12,6	16,8	0
25/07/2016 a 27/07/2016	23,8	12,6	18,2	0
28/07/2016 a 31/07/2016	23,6	13,1	18,4	3,6
01/08/2016 a 03/08/2016	25	15,2	20,1	0
04/08/2016 a 07/08/2016	26,3	15,2	20,8	2,8
08/08/2016 a 10/08/2016	22,8	17,8	20,3	14,8
11/08/2016 a 14/08/2016	21,2	11,2	16,2	0
15/08/2016 a 17/08/2016	26,3	13,1	19,7	0,5
18/08/2016 a 21/08/2016	23,7	17,6	20,7	47,7
22/08/2016 a 24/08/2016	21,1	11,5	16,3	11,9
25/08/2016 a 28/08/2016	22,8	13,5	18,2	0
29/08/2016 a 31/08/2016	26,7	16,2	21,5	0,3
01/09/2016 a 04/09/2016	24,3	17,2	20,8	7,7
05/09/2016 a 07/09/2016	25,2	18,2	21,7	3,1
MÉDIA	27	18	22,5	13,6

Fonte: Próprio Autor

Tabela 3. Valores médios mensais da temperatura mínima, máxima e média em graus Celsius (°C) e precipitação acumulada em milímetros (mm) durante o período do experimento em Caraguatatuba-SP.

	Média Temperatura Mínima (°C)	Média Temperatura Máxima (°C)	Média Temperatura Média (°C)	Precipitação Acumulada (mm)
DEZEMBRO	28,7	21,2	25	142,4
JANEIRO	27,5	21	24,3	153,1
FEVEREIRO	29,5	21,7	25,6	245,6
MARÇO	30	21,1	25,6	171,8
ABRIL	31,5	20,2	25,8	84,8
MAIO	26,2	16,4	21,3	76,1
JUNHO	22,3	13	17,6	111,1
JULHO	24,1	13,3	18,7	4,4
AGOSTO	24	14,6	19,3	78
SETEMBRO	24,8	17,7	21,2	10,8
MÉDIA ACUMULADA	26,9	18,0	22,4	1078,1

Fonte: Próprio autor

Verificou-se queda na temperatura (Figura 11) e precipitação (Figura 12) a partir do mês de maio e de março, respectivamente, devido a mudanças de estação, consideradas normais para o período.

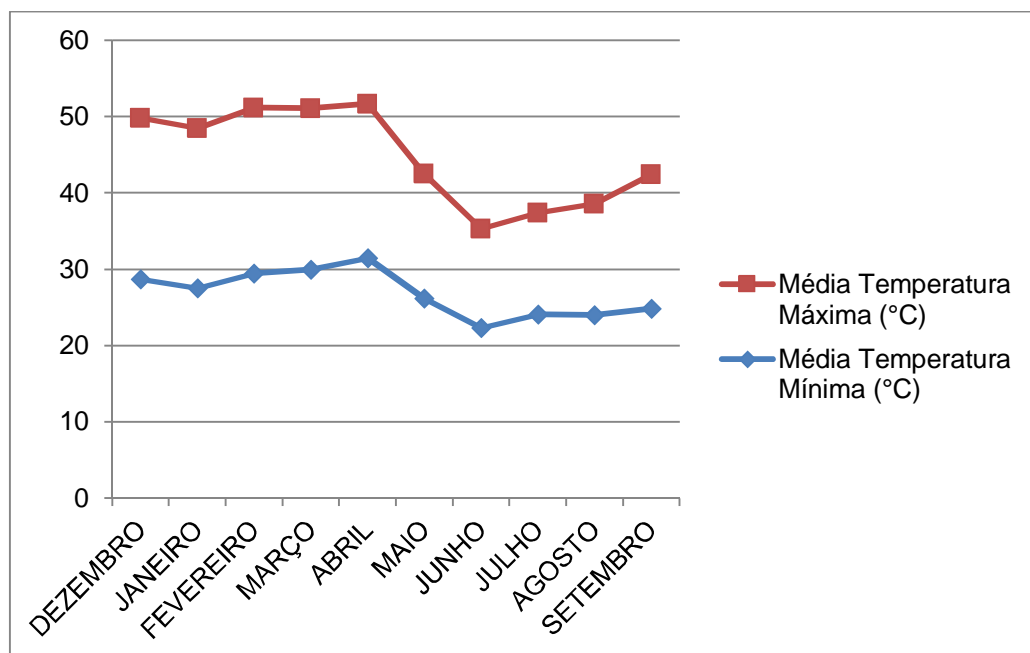


Figura 11. Temperatura máxima e mínima (°C) média mensal do período do experimento.

Fonte: Próprio autor

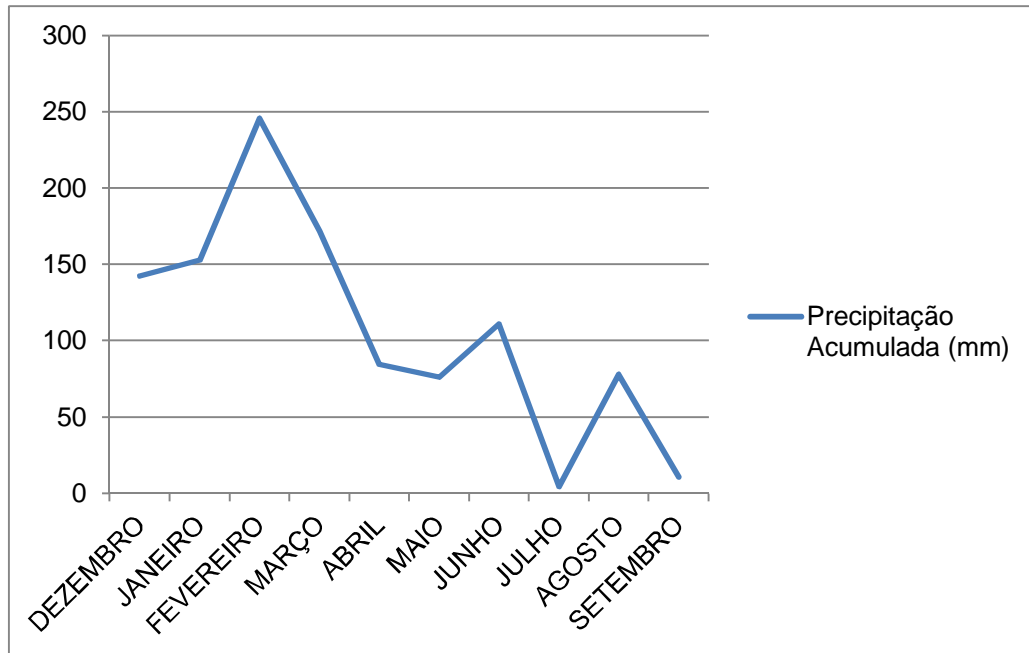


Figura 12. Precipitação acumulada (mm) mensal do período do experimento.

Fonte: Próprio autor

4.2 Contaminação bacteriana da areia

Na tabela 4 e figura 13 estão apresentados os resultados de coliformes totais nas praias do Centro, Martin de Sá e Brava do município de Caraguatatuba/SP, no período de dezembro de 2015 a setembro de 2016, com destaque dos valores que são superiores ao recomendado pelo CONAMA, tornando a areia imprópria. Constatou-se contaminação por coliformes nas três praias durante todo ciclo de avaliação. Diferentes fatores como efeitos das marés, descarga de esgoto sanitário, mudança de estação do ano, presença de animais e o número de banhistas têm sido apontados como contribuintes para a sobrevivência e dispersão de micro-organismos patogênicos em areia de praia. A sobrevivência de bactérias entéricas na superfície de areia seca pode ser de curta duração devido à ação do meio ambiente. Já a areia úmida enriquecida com matéria orgânica confere ao ambiente condições favoráveis, permitindo um período de sobrevivência maior do que em água do mar (WHO, 2003). Noble, Lee e Schiff (2004) e Beversdorf, Bornstein-Forst e McLellan (2007) afirmaram que a umidade, temperatura, raios UV e a concentração de carbono orgânico dissolvido são alguns dos fatores que afetam a viabilidade de micro-organismos na areia.

Tabela 4.Concentração de coliformes totais, isolados de areia de praias do município de Caraguatatuba–SP, no período de dezembro 2015 a setembro 2016.

Meses	Praia do Centro		Praia Martin de Sá		Praia Brava	
	Areia Molhada	Areia Seca	Areia Molhada	Areia Seca	Areia Molhada	Areia Seca
Dezembro	$1,4 \times 10^*$	$5,2 \times 10$	$3,5 \times 10^2$	$3,5 \times 10^2$	$0,5 \times 10$	$1,3 \times 10$
Janeiro	$1,6 \times 10^2$	$5,8 \times 10^2$	$6,9 \times 10^2$	$1,6 \times 10^3$	$0,6 \times 10$	$0,9 \times 10^2$
Fevereiro	$2,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^3$	$0,4 \times 10^3$	$3,9 \times 10^3$	$1,0 \times 10^2$	$2,4 \times 10^2$
Março	$2,5 \times 10^3$	$6,5 \times 10^3$	$0,8 \times 10^4$	$3,3 \times 10^4$	$4,5 \times 10^2$	$5,4 \times 10^2$
Abril	$1,4 \times 10^4$	$4,4 \times 10^5$	$0,5 \times 10^5$	$2,5 \times 10^5$	$1,5 \times 10^3$	$2,4 \times 10^3$
Maió	$1,6 \times 10^5$	$1,0 \times 10^6$	$1,0 \times 10^6$	$1,3 \times 10^6$	$6,3 \times 10^3$	$3,0 \times 10^4$
Junho	$5,7 \times 10^5$	$2,7 \times 10^5$	$5,5 \times 10^6$	$5,3 \times 10^6$	$8,6 \times 10^2$	$6,6 \times 10^3$
Julho	$1,6 \times 10^4$	$4,5 \times 10^4$	$4,5 \times 10^4$	$1,5 \times 10^5$	$3,6 \times 10^2$	$3,6 \times 10^3$
Agosto	$6,1 \times 10^3$	$1,5 \times 10^4$	$0,5 \times 10^4$	$1,2 \times 10^4$	$0,3 \times 10^2$	$3,3 \times 10^2$
Setembro	$0,3 \times 10^3$	$4,5 \times 10^3$	$2,1 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$	$3,6 \times 10$	$2,4 \times 10$

*Valores médios da concentração de coliformes totais (UFC 100 g^{-1}).

Fonte: Próprio autor

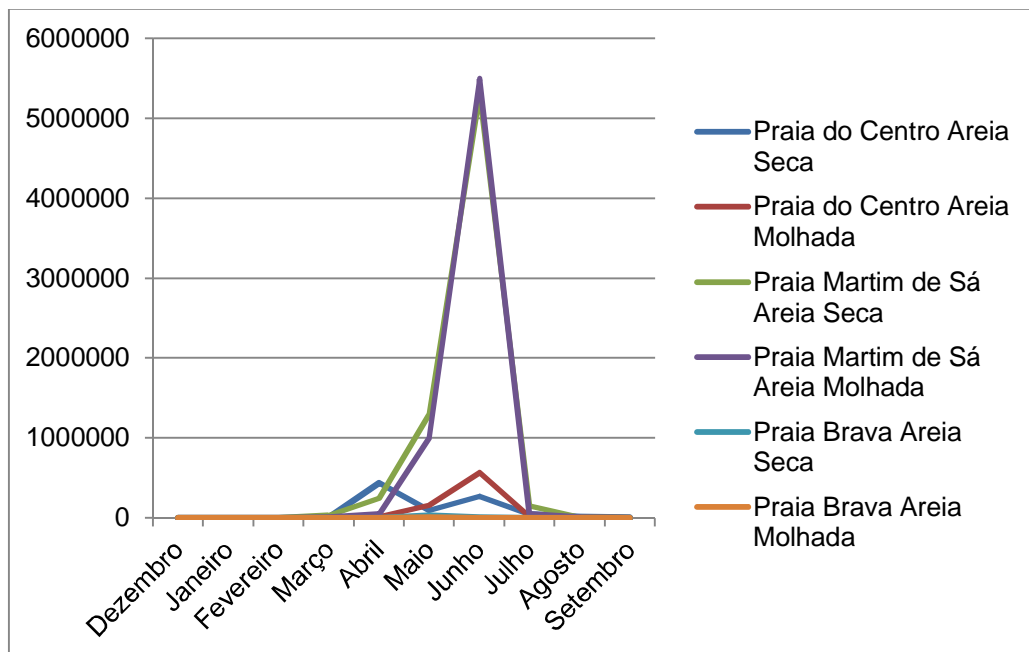


Figura 13.Concentração de coliformes totais na areia das praias de Caraguatatuba – SP, no período de dezembro 2015 a setembro 2016.

Fonte: Próprio autor

Constatou-se presença de coliformes termotolerantes com confirmação de *Escherichia coli* (Tabelas 5 e 6, Figuras 14 e 15). *E. coli* é uma bactéria que tem sido amplamente utilizada como indicador de contaminação de origem fecal. O habitat natural e principal reservatório de *E. coli* é o trato intestinal do homem e outros animais homeotérmicos, sendo, portanto, abundante em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente. Sua presença indica a possibilidade da existência de outros micro-organismos, entre estes, aqueles patogênicos ao homem (ABDALLAH et al., 2005, SATO et al., 2005, VALDEZ; GROSELLI, 2012; ANDRAUS, 2006).

Tabela 5. Concentração de coliformes termotolerantes, isolados de areia de praias do município de Caraguatatuba –SP, no período de dezembro 2015 a setembro 2016.

Meses	Praia do Centro		Praia Martin de Sá		Praia Brava	
	Areia Molhada	Areia Seca	Areia Molhada	Areia Seca	Areia Molhada	Areia Seca
Dezembro	$1,0 \times 10^*$	$4,5 \times 10$	$3,3 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$	$0,2 \times 10$	$0,8 \times 10$
Janeiro	$1,2 \times 10^2$	$4,5 \times 10^2$	$5,9 \times 10^2$	$0,5 \times 10^3$	$0,6 \times 10$	$0,9 \times 10^2$
Fevereiro	$1,9 \times 10^2$	$0,7 \times 10^3$	$0,4 \times 10^3$	$2,8 \times 10^3$	$1,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$
Março	$1,8 \times 10^3$	$5,5 \times 10^3$	$0,6 \times 10^4$	$3,0 \times 10^4$	$4,5 \times 10^2$	$4,9 \times 10^2$
Abril	$0,8 \times 10^4$	$4,0 \times 10^5$	$0,4 \times 10^5$	$1,2 \times 10^5$	$1,5 \times 10^3$	$1,2 \times 10^3$
Mai	$6,7 \times 10^4$	$1,0 \times 10^6$	$0,9 \times 10^6$	$0,6 \times 10^6$	$6,3 \times 10^3$	$2,2 \times 10^4$
Junho	$3,3 \times 10^5$	$2,7 \times 10^5$	$5,1 \times 10^6$	$4,0 \times 10^6$	$8,6 \times 10^2$	$4,2 \times 10^3$
Julho	$0,4 \times 10^4$	$4,5 \times 10^4$	$3,9 \times 10^4$	$0,8 \times 10^5$	$3,6 \times 10^2$	$2,1 \times 10^3$
Agosto	$4,5 \times 10^3$	$1,5 \times 10^4$	$0,5 \times 10^4$	$0,3 \times 10^4$	$0,3 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$
Setembro	$1,6 \times 10^2$	$4,5 \times 10^3$	$1,8 \times 10^3$	$8,5 \times 10^2$	$3,6 \times 10$	$1,7 \times 10$

*Valores médios da concentração de coliformes totais (UFC 100 g⁻¹).

Fonte: Próprio autor

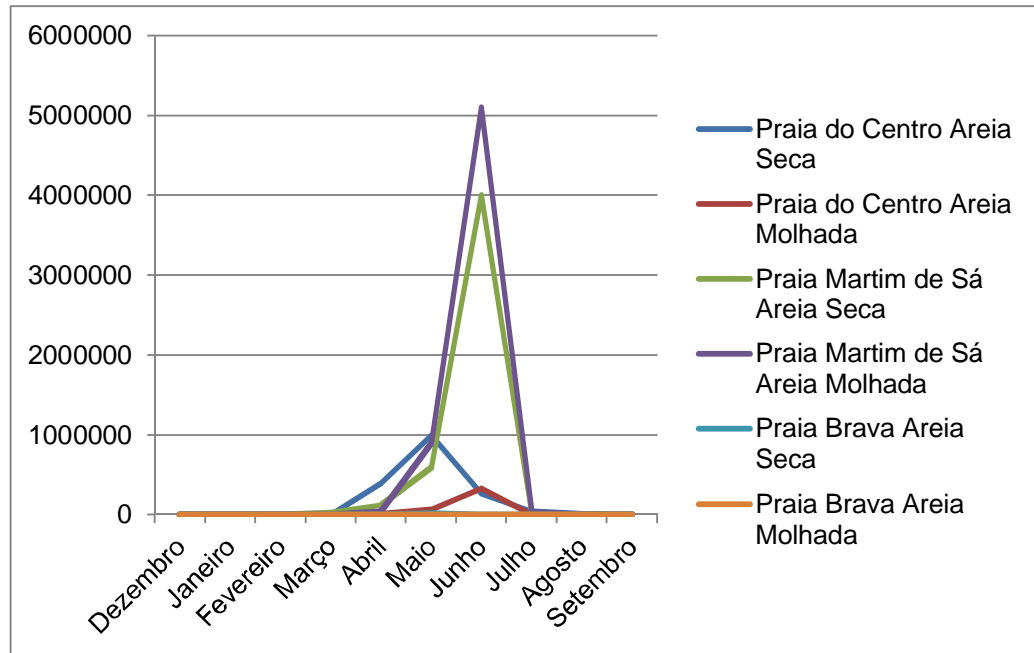


Figura 14.Concentração de coliformes termotolerantes na areia das praias de Caraguatatuba – SP, no período de dezembro 2015 a setembro 2016.

Fonte: Próprio Autor

Tabela 6.Concentração de *Escherichia coli*, isoladas de areia de praias do município de Caraguatatuba-SP, no período de dezembro 2015 a setembro 2016.

Meses	Praia do Centro		Praia Martin de Sá		Praia Brava	
	Areia Molhada	Areia Seca	Areia Molhada	Areia Seca	Areia Molhada	Areia Seca
Dezembro	$0,6 \times 10^*$	$4,0 \times 10$	$3,0 \times 10^2$	$2,9 \times 10^2$	$0,1 \times 10$	$0,5 \times 10$
Janeiro	$1,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$	$4,4 \times 10^2$	$5,5 \times 10^2$	$0,5 \times 10$	$1,9 \times 10$
Fevereiro	$1,1 \times 10^2$	$0,5 \times 10^3$	$0,2 \times 10^3$	$1,8 \times 10^3$	$9,5 \times 10$	$9,0 \times 10$
Março	$1,0 \times 10^3$	$4,6 \times 10^3$	$0,5 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$	$1,5 \times 10^2$	$2,9 \times 10^2$
Abril	$0,4 \times 10^4$	$3,0 \times 10^5$	$4,2 \times 10^4$	$7,2 \times 10^4$	$1,1 \times 10^3$	$0,8 \times 10^3$
Maio	$1,2 \times 10^4$	$0,9 \times 10^6$	$5,5 \times 10^5$	$8,1 \times 10^5$	$2,3 \times 10^3$	$1,2 \times 10^4$
Junho	$1,3 \times 10^5$	$1,3 \times 10^5$	$1,1 \times 10^6$	$3,8 \times 10^6$	$3,6 \times 10^2$	$1,2 \times 10^3$
Julho	$0,2 \times 10^4$	$2,7 \times 10^4$	$3,0 \times 10^4$	$6,4 \times 10^4$	$0,6 \times 10^2$	$0,6 \times 10^3$
Agosto	$1,6 \times 10^3$	$1,1 \times 10^4$	$1,9 \times 10^3$	$3,3 \times 10^3$	$3,3 \times 10$	$7,1 \times 10$
Setembro	$1,1 \times 10^2$	$2,1 \times 10^3$	$5,5 \times 10^5$	$5,4 \times 10^2$	$0,5 \times 10$	$1,0 \times 10$

*Valores médios da concentração de coliformes totais (UFC 100 g^{-1}).

Fonte: Próprio autor

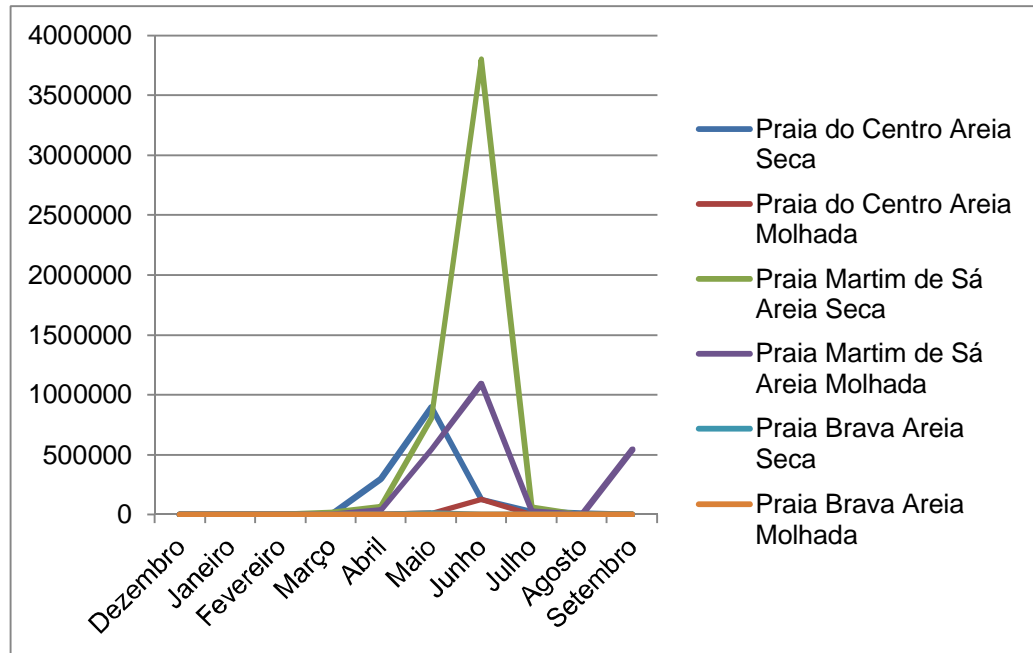


Figura 15. Concentração de *Escherichia coli* na areia das praias de Caraguatatuba – SP, no período de dezembro 2015 a setembro 2016.

Fonte: Próprio autor

Stewart et al., (2008) afirmaram que além das fontes pontuais de contaminação devem ser consideradas as fontes difusas, que são disseminadas e dificilmente reconhecíveis. A carga microbiana de fontes difusas é grande, encontradas no escoamento da área urbana e áreas rurais, vazamentos de sistemas de limpeza biológicos e sistemas de drenagem, as descargas a partir de barcos e deposição atmosférica de aerossóis.

A concentração de coliformes totais e termotolerantes e de *E. coli* na areia das três praias foi variável, sendo maior nas praias do Centro e Martin de Sá ($p > 0,05$). Atualmente, não existem normativas que estabelecem índices máximos destes micro-organismos na areia. Os parâmetros estabelecidos nas resoluções CONAMA 20/86, que quantifica o índice máximo para coliformes totais 5000 NMP/100 mL, e na resolução CONAMA 274/00 os índices máximos na água de 1000 NMP/100 mL para coliformes termotolerantes e 800 NMP/100 mL para *Escherichia coli* (BRASIL, 1986; BRASIL, 2000), havendo ausência de parâmetros específicos para a areia. Ao considerar os valores determinados nas resoluções constatou-se pelos resultados obtidos neste trabalho que nas praias do Centro e Martins de Sá os índices de coliformes na areia estavam elevados, enquanto que na praia Brava os índices estavam dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação (Tabelas 4, 5 e 6).

Cepas de *Escherichia coli* diarreiogênicas podem causar infecções entéricas em humanos e incluem seis categorias diferentes de acordo com fatores de virulência. A exposição humana à água contaminada constitui um importante mecanismo para a transmissão de patógenos gastrointestinais (OLIVEIRA et al., 2012).

Na tabela 7 e figura 16 estão apresentados os resultados da concentração de *Salmonella* spp., isoladas de areia das praias do Centro e Martin de Sá. Verificou-se maior incidência na areia seca. A praia Brava não apresentou contaminação por esta bactéria.

Tabela 7. Concentração de *salmonella* spp. isoladas de areia de praias do município de Caraguatatuba–SP, no período de dezembro 2015 a setembro 2016.

Meses	Praia do Centro		Praia Martin de Sá		Praia Brava	
	Areia Molhada	Areia Seca	Areia Molhada	Areia Seca	Areia Molhada	Areia Seca
Dezembro	0,1 x 10*	0,4 x 10	2,3 x 10	1,1 x 10	0	0
Janeiro	0,1 x 10	2,7 x 10	1,4 x 10	1,5 x 10	0	0
Fevereiro	0,5 x 10	5,4 x 10	1,2 x 10	1,1 x 10	0	0
Março	1,0 x 10	2,1 x 10 ²	2,5 x 10	1,1 x 10	0	0
Abril	4,0 x 10 ²	3,1 x 10 ³	2,9 x 10	1,2 x 10 ²	0	0
Maiο	4,2 x 10 ²	3,2 x 10 ³	1,5 x 10 ²	4,4 x 10 ²	0	0
Junho	1,3 x 10 ³	1,0 x 10 ³	1,1 x 10 ²	3,3 x 10 ²	0	0
Julho	2,5 x 10 ³	1,9 x 10 ³	1,8 x 10 ²	4,4 x 10 ²	0	0
Agosto	2,2 x 10 ²	1,1 x 10 ²	1,1 x 10	1,3 x 10	0	0
Setembro	1,1 x 10	0,7 x 10	1,5 x 10	0,4 x 10	0	0

*Valores médios da concentração de coliformes totais (UFC 100 g⁻¹).

Fonte: Próprio autor

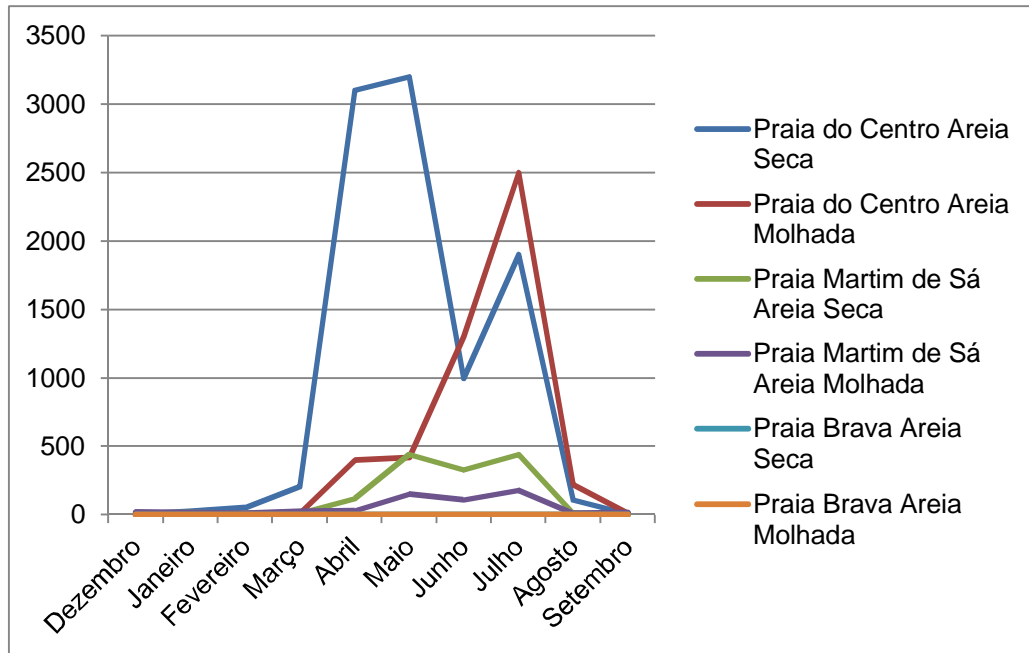


Figura 16. Concentração de *salmonella* na areia das praias de Caraguatatuba – SP, no período de dezembro 2015 a setembro 2016.

Fonte: Próprio autor

A pesquisa para *Shigella* spp. apontou que nenhuma das praias avaliadas estava contaminada por esta bactéria.

Nos últimos anos a preocupação pela contaminação ambiental está focada principalmente nas doenças que estes micro-organismos causam e a provável resistência aos antibióticos. Inúmeros fatores podem ser envolvidos para o surgimento de cepas resistentes no ambiente, tais com saneamento insuficiente, uso indiscriminado de antibióticos e falta de sistema de esgotos bem geridas (OZGUMUS et al., 2007). Coliformes termotolerantes resistentes aos antibióticos canamicina, ácido nalidíxico, tetraciclina e trimetoprim têm sido isolada de duas amostras de fezes de seres humanos e água potável tratada na Índia (PATHAK; GOPAL, 2008). *E. coli* com altos níveis de resistência à ampicilina, trimetoprim/sulfamethoxazole, gentamicina e tetraciclina foram isolados de fontes de água potável na Jordânia (SHEHABI; ODEH; FAYYAD, 2006).

Relacionando os resultados obtidos com a afluência de pessoas, podemos observar que a quantidade de banhistas interfere na qualidade microbiológica se considerarmos os resultados da Praia do Centro e Martin de Sá que possuem afluência de pessoas comparados aos resultados da Praia Brava que não possui grande quantidade de banhistas e nenhuma influência humana, pois está cercada da Mata Atlântica, já as outras praias possuem urbanização e orla com muito

movimento de pessoas e animais. Mas podemos perceber que durante a alta temporada não foi o período de maior concentração das bactérias patogênicas, isso pode se explicar devido a maior quantidade de chuvas durante este período, o que pode ter provocado o escoamento destes micro-organismos para a água do mar e, também, a quantidade e intensidade dos raios solares que podem inativar alguns micro-organismos. Velonakis et al. (2014) relataram que estudos apresentam esta característica, com maior quantidade de micro-organismos patogênicos nos meses de baixa temporada e com menor temperatura e quantidade de precipitação. Os autores salientam a necessidade de estudos epidemiológicos em praias com poluição e correlacionar com as bactérias indicadoras fecais (FIB). A ausência das FIB nem sempre excluem a presença de outros micro-organismos patógenos em amostras de água do mar. No entanto, há possibilidade de alguns desses micro-organismos de provocar infecções para usuários da praia e a real extensão da sua ameaça à saúde pública permanece desconhecida.

Por outro lado, a sobrevivência de alguns destes micro-organismos na areia, tais como *E. coli*, enterococos e fungos, independentemente da presença de uma fonte de poluentes, bem como a capacidade de suas células para proliferar, causam dúvidas a respeito da sua utilização como FIB (SATO et al., 2005, VALDEZ; GROSBELLI, 2012; ANDRAUS, 2006). Assim, o estudo sugere que novos indicadores microbianos poderiam ser adotados no futuro para melhorar a identificação e monitoramento da contaminação da areia. Entre outras características, esses indicadores não devem ser capazes de se multiplicar no ambiente natural, eles deveriam ser encontrados em pequenas concentrações em ambientes intactos e em concentrações elevadas nas águas residuais

5. CONCLUSÕES

- Foram detectados coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* na areia de todas as praias avaliadas do município de Caraguatatuba - SP. Concentrações elevadas foram detectadas nas praias do Centro e Martin de Sá e o período de maior concentração foram nos meses de abril, maio, junho e julho.
- Foram isoladas cepas de *Salmonella* spp. nas praias do Centro e Martin de Sá.
- Não foram isoladas cepas de *Shigella* spp. em nenhuma das praias avaliadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLAH, S.S.; ELMANAMA, A.A.; FAHD, M.J.; et al. Microbiological beach sand quality in the Gaza Strip in comparison to seawater. **Polish Journal of Environmental Studies**. 14 (6): 841-850, 2005.

ABDELZAHER, A.M.; WRIGHT, M.E.; ORTEGA, C.; et al. Presence of Pathogens and Indicator Microbes at a Non-Point Source Subtropical Recreational Marine Beach. **Applied and Environmental Microbiology**. 76(3): 724–732, 2010.

ANDRAUS, S. **Aspectos microbiológicos da qualidade sanitária das águas do mar e areia das praias de Matinhos, Caiobá e Guaratuba – PR**, 2006, 106p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

BASTOS, F.; LOUREIRO, E. Resistência Antimicrobiana de Espécies de *Shigella* spp. isoladas no Estado do Pará, Brasil (1979-2009). **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. 44(5), 2011.

BEVERSDORF, L.J.; BORNSTEIN-FORST, S.M.; MCLELLAN, S.L. The potential for beach sand to serve as a reservoir for *Escherichia coli* and the physical influences on cell die-off. **Journal of Applied Microbiology**. 102: 1372-1381, 2007.

BRASIL. Lei nº 7661 de 18 de Maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e da outras providências. **Diário Oficial da União**, 18 mai. 1988, p. 8633.

BRASIL. Lei nº 6938 de 31 de Agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 02 set. 1981.

BRASIL. Conama – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 20 de 18 de Junho de 1986. Dispõe sobre a classificação das águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF. p. 11356-113561, 30 jul. 1986.

BRASIL. Conama – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 274 de 29 de Novembro de 2000. Revoga os artigos 26 a 34 da Resolução nº 20/86 (revogada pela Resolução nº 357/05) e define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, v. 18, seção 1, p. 70-71, 25 jan. 2001.

CEPAGRI. **Clima dos Municípios Paulistas**. Campinas. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. Disponível em: <<http://www.cepagri.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>>. Acesso em 06 ago. 2016.

CETESB. **Praias**. São Paulo. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://praias.cetesb.sp.gov.br/>>. Acesso em 06 ago. 2016.

CÍCERO, L.H.; QUIÑONES, E.M., CUNICO, P.; et al. Contaminação das areias de praias do Brasil por agentes patológicos. **Revista Ceciliansa Dez.** 4(2): 44-49, 2012.

CIIAGRO. **Monitoramento Climático.** Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas – [ciiagro online](http://www.ciiagro.gov.br/ciiagroonline/). Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/Listagens/MonClim/LMCLimLocal.asp>>. Acesso em 08 set. 2016

EATON, A.D.; FRANSON, M.A.H. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 21nd ed. Washington: APHA; AWWA; WEF, 2005, 1200p.

GERMANO, P.M.L.; GERMANO, M.I.S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos.** 5.ed. Barueri: Manole, 2015. 1077p.

HALLIDAY, E.; MCLELLAN, S.L.; AMARAL-ZETTLER, L.A.; et al. Comparison of bacterial communities in sands and water at beaches with bacterial water quality violations. **Plos One.** 9(3),2014.

MANCINI, L.; D'ANGELO, A.M.; PIERDOMINICI, E.; et al. Microbiological quality of Italian beach sands. **MicrochemicalJournal.** 79:257-261, 2005.

MARTINS, A.S.S. Controle da qualidade microbiológica e parasitária em áreas de recreação. **Revista Eletrônica Gestão & Saúde.** 5(3):2059-2078, 2014.

NOBLE, R.T.; LEE, I.M.; SCHIFF, K.C. Inactivation of indicator microorganisms from various sources of faecal contamination in seawater and freshwater. **Journal of Applied Microbiology.** 96(3): 464-472, 2004.

OLIVEIRA, A.J.F.C.; PINHATA, J.M.W. Antimicrobial resistance and species composition of *Enterococcus* spp. isolated from waters and sands of marine recreational beaches in Southeastern Brazil. **Water Research.**42: 2242-2250, 2008.

OLIVEIRA, K.W.; GOMES, F.C.O.; BENKO, G.; et al. Antimicrobial resistance profiles of diarrheagenic *Escherichia coli* strains isolated from bathing waters of the Lajeado reservoir in Tocantins, Brazil. **Revista Ambiente & Água.** 7(2): 30-41, 2012.

OMS. ***Escherichia coli.*** Organización Mundial de la Salud. Disponível em: <http://www.who.int/topics/escherichia_coli_infections/es/>. Acesso em 06 ago. 2016.

OZGUMUS, O.B.; CELIK-SEVIM, E.; ALPAY-KARAOGLU, S.; et al. Molecular characterization of antibiotic resistant *Escherichia coli* strains isolated from tap and spring waters in a coastal region in Turkey. **Journal of Microbiology.** 45(5): 379-387, 2007.

PASSOS, C.T.; SILVA, A.P.R.; BRAGA, A.R.C.; et al. Variação sazonal da contaminação por coliformes na areia e água da praia do Cassino, Rio Grande-RS. **Arquivos de Ciências do Mar.** 44(1): 21-26, 2011.

PATHAK, S.P.; GOPAL, K. Prevalence of bacterial contamination with antibiotic-resistant and enterotoxigenic fecal coliforms in treated drinking water. **Journal of Toxicology and Environmental Health**.71(7): 427-433, 2008.

PEDROSA, É.F.N.C.; CABRAL, B.L.; ALMEIDA, P.R.S.F.; et al. Contaminação ambiental de areia de praias de Fortaleza – Ceará. **Journal of Health & Biological Sciences**. 2(1):29-35, 2014.

PELCZAR, M.; REID, R.; CHAN, E. **Microbiologia**. V.II. São Paulo: McGraw-Hill; 1981.

PINTO, A.B.; PEREIRA, C.R.; OLIVEIRA, A.J.F.C. Densidade de *Enterococcus* sp em águas recreacionais e areias de praias do município de São Vicente-SP, Brasil e sua relação com parâmetros abióticos. **O Mundo da Saúde**. 36(4):587-593, 2012.

PINTO, A.B.; OLIVEIRA, A.J.F.C. Diversidade de microrganismos indicadores utilizados na avaliação da contaminação fecal de areias de praias recreacionais marinhas: estado atual do conhecimento e perspectivas. **O Mundo da Saúde**. 35(1):105-114, 2011.

REGO, J.C.V. **Qualidade Sanitária de Água e Areia de Praias da Baía de Guanabara**. 2010. 132p. Dissertação (Mestrado em Ciências de Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro.

SATO, M.I.Z.; BARI, M.D.; LAMPARELLI, C.C.; et al. Sanitary quality of sands from marine recreational beaches of São Paulo. **Brazilian Journal of Microbiology**, 36(4): 321-326, 2005.

SHAH, A.H.; ABDELZAHER, A.M.; PHILLIPS, M.; et al. Indicator microbes correlate with pathogenic bacteria, yeasts and helminthes in sand at a subtropical recreational beach site. **Journal of Applied Microbiology**. 110: 1571-1583, 2011.

SHEHABI, A.A.; ODEH, J.F.; FAYYAD, M. Characterization of antimicrobial resistance and class 1 integrons found in *Escherichia coli* isolates from human stools and drinking water sources in Jordan. **Journal of Chemotherapy**. 18(5): 468-472, 2006.

SHIBATA, T.; SOLO-GABRIELE, H.M. Quantitative Microbial Risk Assessment of Human Illness from Exposure to Marine Beach Sand. **Environmental Science & Technology**. 46: 2799–2805, 2012.

SPSS - **Statistical Package for the Social Sciences**. Guia para el análisis de datos. McGraw-Hill. Madrid. 2011.

STEWART, J.R.; GAST, R.J.; FUJIOKA, R.S.; et al. The coastal environment and human health: microbial indicators, pathogens, sentinels and reservoirs. **Environmental Health**. 7(Suppl 2): S3, 2008.

VALDEZ, R.H.; GROSBELLI, P.P. Análise microbiológica de areias de praças públicas da cidade de Palmas (PR). **Ambiência** - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais. 8(3): 833-844, 2012.

VELONAKIS, E.; DIMITRIADI, D.; PAPADOGIANNAKIS, E.; et al. Present status of effect of microorganisms from sand beach on public health. **Journal of Coastal Life Medicine**. 2(9): 746-756, 2014.

WHO. **Guidelines for safe recreational water environments - Coastal and fresh waters**. Geneva. World Health Organization. v.1, 220p. 2003. Disponível em: <<http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/42591/1/9241545801.pdf>>. Acesso em 05 de ago. 2016.

**ANEXO A – Autorização da Secretaria de Meio Ambiente, Agricultura e
Pescado município de Caraguatatuba**



PREFEITURA MUNICIPAL DA ESTÂNCIA BALNEÁRIA DE CARAGUATATUBA
Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Agricultura e Pesca
ESTADO DE SÃO PAULO

COMUNIQUE-SE AO REQUERENTE – CR 067/2016

Processo nº 3511-7/2016

Caraguatatuba, 16 de fevereiro de 2016.

A Sra. SARAH DIANA GUEDES GARCIA DE CARVALHO BORGES

e-mail: sarah.sah@hotmail.com

Informamos que, considerando o volume (500mg) e o uso pretendido (pesquisa científica), a Secretaria de Meio Ambiente, Agricultura e Pesca **não se opõe** a retirada desse material da praia.

Atenciosamente,


AURACY MANSANO FILHO
Secretário Ml de Meio Ambiente,
Agricultura e Pesca

PMC/SMAAP/PO