



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

INSTITUTO DE BIOLOGIA

CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**AVALIAÇÃO DA VARIABILIDADE TEMPORAL NA QUALIDADE DA
ÁGUA E BALNEABILIDADE, ENTRE 2019 e 2022, NA REGIÃO COSTEIRA
DE AREMBEPE, LITORAL NORTE DA BAHIA.**

DAYANE SANTOS CONCEIÇÃO

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao Instituto de Biologia da Universidade Federal Bahia como exigência para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Salvador, BA

2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

INSTITUTO DE BIOLOGIA

CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**AVALIAÇÃO DA VARIABILIDADE TEMPORAL NA QUALIDADE DA ÁGUA E
BALNEABILIDADE, ENTRE 2019 e 2022, NA REGIÃO COSTEIRA DE AREMBEPE,
LITORAL NORTE DA BAHIA.**

por

DAYANE SANTOS CONCEIÇÃO

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao Instituto de Biologia da Universidade Federal Bahia como exigência para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Paulo de Oliveira Mafalda Júnior

Salvador, 2023

Data da defesa:

Banca Examinadora

Dr. Paulo de Oliveira Mafalda Júnior

Oceanógrafo

Professor Titular

Universidade Federal da Bahia

Dra. Christiane Sampaio de Souza

Bióloga

Pós-Doutoranda da PETROBRAS no Instituto de Biologia

Universidade Federal da Bahia

Ms. Monique Santos Sarly da Silva

Bióloga

Doutoranda do Programa POSPETRO no Instituto de Geociências

Universidade Federal da Bahia

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e aos meus orixás pela saúde e força no alcance desta conquista, mas peço sabedoria e saúde para as etapas futuras.

A todos do Instituto de Biologia da UFBA, em especial à Professora, Dra Renata Lucia Leite Ferreira de Lima pela dedicação e incentivo;

Aos meu orientador, Dr. Paulo de Oliveira Mafalda Júnior, por aceitar orientar neste trabalho mesmo com os prazos apertados e por toda atenção e paciência.

As examinadoras da banca de avaliação da monografia, Dra. Christiane Sampaio de Souza e Ms. Monique Santos Sarly da Silva, que dispuseram de tempo para ler e avaliar este trabalho;

Ao professor, Bruno Jardim da Silva pelas dúvidas esclarecidas;

A minha família, minha mãe Sueli, minha irmã Débora e meu marido João pelo suporte em tempo integral, por pegarem em meu pé e sempre motivarem para finalizar esta monografia;

As minhas amigas e amigos Luiz Expedito, Raíza Lopes, Adriele Leite, Lucas Santos e Érica Lis pela amizade, contínuo incentivo e compreensão;

Aos meus colegas de equipe da CETREL, Jacqueline Alves, Mariana Nunes, Pamylla Soares, Maria Leonor, Valdo Pontes e Gilson Fernandes pelas contribuições e ensinamentos técnicos durante meu período de estágio.

RESUMO

Um dos parâmetros utilizados para determinação da balneabilidade das águas salinas, de contato primário e secundário, é um indicador microbiológico. Estes grupos de organismos apresentam hábitos de vida semelhantes aos de algumas bactérias patogênicas, sendo utilizados como indicadores de deterioração e poluição da água. A praia de Arembepe, litoral norte da Bahia, é monitorada frequentemente pela Central de Tratamento de Efluentes do Polo de Camaçari em parceria com os Institutos de Biologia e Geociências da UFBA, por ser uma área com grande afluência de banhistas. Este trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar a estrutura oceanográfica das massas de água, avaliar temporalmente a qualidade da água e a balneabilidade, através dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos. As amostras foram coletadas bimestralmente em campanhas realizadas nos períodos secos (janeiro) e chuvosos (agosto) no período de 2019 a 2022, em 10 estações de amostragens. Foram avaliados os parâmetros físico-químicos: temperatura, salinidade, pH e oxigênio dissolvido e microbiológico por meio da contagem de colônias de coliformes termotolerantes e enterococos. A massa de Água Tropical foi predominante, tendo a ocorrência da massa de Água Oceânica. Os resultados demonstraram que os indicadores físico-químicos e microbiológico encontravam-se dentro dos parâmetros estabelecidos pelas Resoluções CONAMA 357/2005 e 274/2000, no entanto, em duas campanhas (Verão/2019 e Verão/2022) os resultados de enterococos encontravam-se fora do estabelecido, a qualidade da água e balneabilidade nestes períodos puderam ser avaliados utilizando os resultados de coliformes termotolerantes, sendo classificadas como próprias.

Palavras-Chave: coliformes, balneabilidade, monitoramento, qualidade da água

ABSTRACT

A microbiological indicator is one of the parameters used to determine the bathing water quality of saline waters for primary and secondary contact. These groups of organisms present similar lifestyles to some pathogenic bacteria and are used as indicators of water deterioration and pollution. The Arembepe beach, located on the north coast of Bahia, is frequently monitored by the Effluent Treatment Center of the Camaçari Polo in partnership with the Institutes of Biology and Geosciences of UFBA, due to its high influx of bathers. This study aimed to characterize the oceanographic structure of water masses, as well as assess the water quality and bathing suitability through time using physical-chemical and microbiological parameters. Samples were collected bimonthly during campaigns conducted in dry (January) and rainy (August) seasons from 2019 to 2022 at 10 sampling stations. The following physical-chemical parameters were evaluated: temperature, salinity, pH, and dissolved oxygen, and the microbiological parameters were assessed by counting colonies of thermotolerant coliforms and enterococci. The Tropical Water mass was predominant, with the occurrence of the Oceanic Water mass. The results demonstrated that the physical-chemical and microbiological indicators were within the parameters established by CONAMA Resolutions 357/2005 and 274/2000. However, in two campaigns (Summer/2019 and Summer/2022), the results for enterococci were beyond the established limits. The water quality and bathing suitability during these periods were evaluated using the results for thermotolerant coliforms, which were classified as suitable.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS

RESUMO

ABSTRACT

SUMÁRIO

LISTA DAS FIGURAS	09
LISTA DAS TABELAS	10
1. INTRODUÇÃO	11
1.1 QUALIDADE DA ÁGUA SALINA, BALNEABILIDADE e COLIMETRIA	11
2. OBJETIVOS	14
3. METODOLOGIA	14
3.1 ÁREA DE ESTUDO	14
3.2 METODOLOGIA DE CAMPO	15
3.3 METODOLOGIA DE LABORATÓRIO	16
3.4 CLASSIFICAÇÃO DA BALNEABILIDADE E QUALIDADE DA ÁGUA SALINA	16
3.5 METODOLOGIA DE ANÁLISE DE DADOS	16
3.5.1 Estrutura das massas de água	16
3.5.2 Análise estatística de dados	16
3.5.2.1 Análise estatística descritiva e inferencial	17
3.5.2.2 Análise estatística multivariada	17
4. RESULTADOS	18

4.1 DIAGRAMA T-S	18
4.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA DESCRITIVA E INFERENCIAL	19
4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA	22
5. DISCUSSÃO	25
5.1 ESTRUTURA DA MASSA DE ÁGUA	25
5.2 PARÂMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS	26
5.3 PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS	26
6. CONCLUSÃO	28
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

LISTA DAS FIGURAS

- Figura 1: Localização das estações de amostragem em Arembepe, Camaçari, Bahia 15
- Figura 2: Diagrama TS obtido através dos dados das 4 campanhas de Verão realizadas entre 2019 a 2022, em Arembepe, Camaçari, Bahia 18
- Figura 3: Diagrama TS obtido através dos dados das 4 campanhas de Inverno realizadas entre 2019 a 2022, em Arembepe, Camaçari, Bahia 18
- Figura 4: Diagrama de ordenação da Análise de Componentes Principais, realizada para os resultados de qualidade da água e balneabilidade, em Arembepe, Camaçari, Bahia, nos verões, entre 2019 e 2022 23
- Figura 5: Diagrama de ordenação da Análise de Componentes Principais, realizada para os resultados de qualidade da água e balneabilidade, em Arembepe, Camaçari, Bahia, nos invernos, entre 2019 e 2022 24
- Figura 6: Diagrama de ordenação da Análise de Componentes Principais, realizada para os resultados de qualidade da água e balneabilidade, em Arembepe, Camaçari, Bahia, nos verões e invernos, entre 2019 e 2022 25

LISTA DAS TABELAS

Tabela 1: Classificação das Águas Salinas Brasileiras e usos respectivos (CONAMA, 2005)	11
Tabela 2: Acumulado pluviométrico mensal nos períodos chuvosos e secos de 2019 a 2022.	14
Tabela 3: Coordenadas geográficas das estações de amostragem na área costeira de Arembepe, Camaçari, Bahia.	15
Tabela 4 – Média dos resultados de qualidade da água (TEM, Temperatura; SAL, salinidade, pH; OD, oxigênio dissolvido), balneabilidade CT, Coliformes termotolerantes e ENT, Enterococos), estatística descritiva (n, número de elementos da amostra) e inferência estatística para avaliação de normalidade (p, significância do teste de SW), através do Teste de Shapiro-Wilk (SW), na área de estudo, em Arembepe, Camaçari, Bahia, nas 10 estações de amostragem (A4, C3, C4, C5, D3, D4, D5, E3, E4, E5), nas 4 campanhas de Verão (2019, V1; 2020, V2; 2021, V3 e 2022, V4)	20
Tabela 5 – Média dos resultados de qualidade da água (TEM, Temperatura; SAL, salinidade, pH; OD, oxigênio dissolvido) , balneabilidade CT, Coliformes termotolerantes e ENT, Enterococos), estatística descritiva (n, número de elementos da amostra) e inferência estatística para avaliação de normalidade (p, significância do teste de SW), através do Teste de Shapiro-Wilk (SW), na área de estudo, em Arembepe, Camaçari, Bahia, nas 10 estações de amostragem (A4, C3, C4, C5, D3, D4, D5, E3, E4, E5), nas 4 campanhas de Inverno (2019, I1; 2020, I2; 2021, I3 e 2022, I4)	21

1.INTRODUÇÃO

1.1 Qualidade da água, balneabilidade e colimetria

A Zona Costeira do Brasil compreende ecossistemas variados onde são realizadas diversas atividades econômicas e antrópicas que podem acarretar diferentes níveis de impacto e degradação ambiental, requerendo adesão a parâmetros específicos de qualidade e proteção ambiental.

Dentre esses ambientes costeiros, as praias representam um ecossistema relevante com áreas de intensa urbanização e exploração turística em larga escala. Esses sistemas aquáticos comumente apresentam questões problemáticas, do ponto de vista ambiental, demandando ações de impacto sobre o ambiente marinho decorrente de poluição e de contaminação por diferentes fontes (MELO, 2015).

No Brasil, o conceito de qualidade para águas doces, salinas e salobra é descrito pela Resolução CONAMA nº 357 de 2005 como a qualidade apresentada por um segmento de corpo d'água, num determinado momento, em termos dos usos possíveis com a segurança adequada, frente às condições e padrões de qualidade necessários ao atendimento dos usos importantes, atuais ou futuros, adotando padrões de qualidade delimitados por critérios físicos, químicos, microbiológicos e biológicos fixados em legislação. Esta Resolução classifica as águas brasileiras de acordo com os usos preponderantes em 13 (treze) classes, sendo as quatro pertencentes ao grupo das águas doces, quatro pertencem ao grupo das águas salinas e os cinco restantes ao grupo das águas salobras.

Tabela 1: Classificação das Águas Salinas Brasileiras e usos respectivos (CONAMA, 2005).

SEÇÃO II	
Das Águas Salinas	
Grupo das águas salinas	Destino previsto
I - classe especial	a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral
	b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas
II - classe 1	a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000
	b) à proteção das comunidades aquáticas
	c) à aquicultura e à atividade de pesca
III - classe 2	a) à pesca amadora
	b) à recreação de contato secundário
IV - classe 3	a) à navegação
	b) à harmonia paisagística

No que diz respeito a balneabilidade, a resolução CONAMA 357/05 contempla a Resolução CONAMA 274/2000 que define o conceito e critérios de balneabilidade em águas brasileiras. A balneabilidade é a qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário, onde ocorre contato direto e prolongado com possibilidade de ingerir quantidade significativa de água (APHA, 2018).

As águas salinas tem seus parâmetros de qualidade estabelecidos de acordo com sua classificação para garantir seus usos fundamentais. As águas salinas destinadas para a recreação de contato primário e de usos gerais têm suas condições avaliadas como próprias ou impróprias, de acordo, com os padrões estabelecidos pelas Resoluções CONAMA n° 274/00 e n° 357/05, que estabelecem um conjunto de critérios para avaliar a evolução da qualidade da água utilizando parâmetros e indicadores específicos, com o intuito de assegurar as condições de balneabilidade e qualidade, estes devem ser monitorados periodicamente. Um desses indicadores é o microbiológico, avaliado pela contagem de colônias de bactérias do grupo enterococos ou pela contagem de colônias do grupo coliformes, de acordo com o critério estabelecido pelo órgão ambiental responsável.

As bactérias do gênero *Enterococcus*, tiveram sua classificação revivida na década de 80 e atualmente, é aplicado para as bactérias gram-positivas em forma cocoide, formadoras de cadeia e de origem intestinal (APHA, 2018). As bactérias gênero *Enterococcus* são extremamente resistentes e podem tolerar uma grande variação de condições de crescimento, sendo capazes de crescer na presença de 6,5% de cloreto de sódio, suportam valor de pH que chegam a 9,6 e toleram temperatura numa faixa de 10°C a 45°C (Brasil, 2000). Por apresentar tais características, a Resolução 274/2000 estabelece que os padrões referentes aos enterococos aplicam-se, somente, às águas marinhas.

Os coliformes termotolerantes são bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase-negativas, caracterizadas pela atividade da enzima β -galactosidade, podem crescer em meios contendo agentes tensoativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44°-45°C com formação de gás, ácido e aldeído, podem ser encontradas nos mais diversos locais (solos, plantas e matrizes ambientais) (Brasil, 2005). A única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes, cujo habitat quase que exclusivamente limitado ao trato intestinal de seres humanos é a *Escherichia Coli*, tendo, somente, sido encontrada em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente (Brasil, 2000).

A contaminação fecal é o tipo de poluição mais encontrado nas águas salinas e pode acarretar risco significativo à saúde humana e ambiental. Fontes de contaminantes fecais nesses ecossistemas

de recreação incluem o lançamento pontual de efluentes brutos, em especial o de origem doméstica, e atividades humanas e de animais na própria água de banho e na areia. A contaminação microbiológica nas regiões costeiras, pode ser fortemente influenciada por fatores como acumulado pluviométrico, regime de marés, insolação, fisiografia do litoral e a quantidade de banhistas (CETESB, 2019).

Intrinsecamente, os coliformes e a maioria das espécies de enterococos não são considerados microrganismos patogênicos de grande impacto sobre a saúde humana, algumas espécies podem sobreviver e crescer no ambiente natural e não estarem relacionadas à poluição fecal. No entanto, altas densidades de colônias destes microrganismos em ecossistemas aquáticos, como as praias da região costeira, é uma preocupação relevante com impacto significativo na saúde pública, por estarem relacionados a índices epidemiológicos e ambientais, com aumento da ocorrência de doenças de veiculação hídrica por ingestão ou contato primário e redução da qualidade da água.

Pesquisas epidemiológicas mostraram uma correlação positiva entre os efeitos adversos mais frequentes à saúde humana, como as doenças entéricas, respiratórios e de pele, associados à exposição a águas de recreação com altas concentrações de enterococos e coliformes termotolerantes (APHA, 2018). Os hábitos destes grupos são similares aos de outras bactérias que são patogênicas, quando alinhados com as características citadas anteriormente, a facilidade de coleta e análise destes grupos, justificam sua utilização como parâmetro para atestar a qualidade de um corpo de água (Machado, 2003). Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar a qualidade da água e a balneabilidade, nos verões e nos invernos entre 2019 e 2022, na região costeira de Arembepe, Camaçari, Bahia.

2. OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar a qualidade da água e a balneabilidade, nos verões e nos invernos entre 2019 e 2022, na região costeira de Arembepe, Camaçari, Bahia.

Os objetivos específicos são:

- 1) Caracterizar a estrutura oceanográfica das massas de água.
- 2) Relacionar a variabilidade temporal da balneabilidade (Coliformes Termotolerantes e Enterococos) com a qualidade da água (temperatura, salinidade) estrutura da massa de água (pH e oxigênio dissolvido).
- 3) Determinar a balneabilidade por meio do parâmetro microbiológico de Coliformes Termotolerantes (UFC/100 mL) e de Enterococos (UFC/mL)

3. METODOLOGIA

3.1. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está situada em frente à praia de Arembepe, em torno da isóbata de 20 metros, na costa norte da Bahia, que possui clima quente e úmido (Vianna, 1963). O padrão de precipitação pluviométrica apresenta dois períodos típicos (Tabela 2): um seco, entre setembro e fevereiro, e outro chuvoso, entre março e agosto (SEI, 1999; Mafalda Jr, 2000). A limitada vazão dos estuários (Paredes & Freitas, 1980; Paredes et al., 1993) e a estreita plataforma continental (Summerhayes et al., 1975), contribuem para que o padrão oceanográfico seja determinado pela água Tropical (Garfield, 1990), que possui características oligotróficas devido ao escasso teor em nutrientes inorgânicos (Paredes, 1991). A região apresenta um padrão sazonal de circulação, sendo predominantes as correntes para SW durante o verão e para NE durante o inverno. Essa variabilidade é explicada pela variação na direção dos ventos locais durante o ano.

Tabela 2: Acumulado pluviométrico mensal nos períodos chuvosos e secos de 2019 a 2022. (Fonte: ANA, 2023)

ANO	MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2019	27,5	16,7	173,7	147,2	301,9	339,3	230,9	155,8	114,6	98,9	232	31,4
2020	76,4	87,1	538,8	378,5	522,5	249,8	253,3	177	176,7	52,4	75,7	28,2
2021	28,2	43,5	69,5	347,9	205,9	249,9	369,5	196,6	46,1	107,6	201,8	63,8
2022	101,1	73,8	299,7	253,6	178,9	111,7		152,6	103,6	83,3	205,7	68,9
Período Chuvoso												
Período Seco												

3.2. METODOLOGIA DE CAMPO

Na região costeira de Arembepé, Camaçari, Bahia, foi determinada uma malha amostral com 10 estações de amostragem, cujas coordenadas se encontram na Tabela 3, e que podem ser visualizadas no mapa contido na Figura 1. As campanhas de amostragem de Verão foram realizadas em janeiro/2019, janeiro/2020, janeiro/2021 e janeiro/2022. As campanhas de amostragem de Inverno foram realizadas em agosto/2019, agosto /2020, agosto/2021 e agosto/2022. Os dados de temperatura, salinidade (UPS), pH e oxigênio dissolvido (mg/L), foram obtidos através de uma sonda multiparâmetros. Enquanto, o método utilizado para avaliar o parâmetro microbiológico, presença de Coliformes Termotolerantes (UFC/100mL) e de Enterococos (UFC/100mL), foi executado no laboratório de microbiologia da CETREL.

Tabela 3: Coordenadas geográficas das estações de amostragem na área costeira de Arembepé, Camaçari, Bahia.

Estação de amostragem	Coordenadas Geográficas (GPS)		Profundidade (m)
	X-coord	Y-coord	
#A4	599138,6	8591794	23
#D3	594257,6	8588092	21
#C3	595528,8	8589562	22
#C4	596663,3	8588821	22
#E3	592986,2	8586517	23
#D4	595391,7	8587246	25
#E4	594120,4	8585697	26
#D5	596526,2	8586505	26
#C5	597797,4	8587975	27
#E5	595228,7	8584877	28

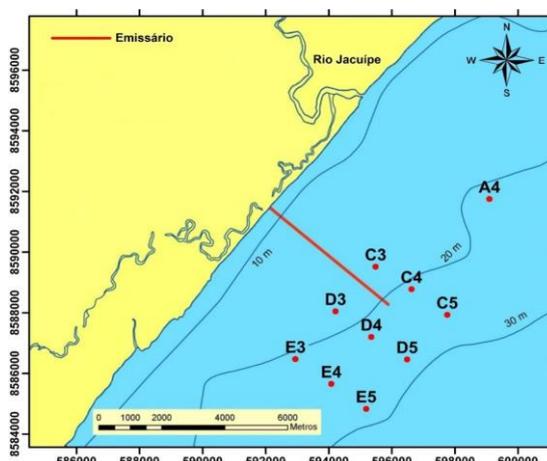


Figura 1: Localização das estações de amostragem em Arembepé, Camaçari, Bahia.

3.3 METODOLOGIA DE LABORATÓRIO

As amostras foram coletadas com auxílio da garrafa de Van Dorn, em uma faixa de profundidade que variou de 21 a 28 metros a depender do ponto (Tabela 2) e armazenadas em frascos de 500 mL, previamente, preservados e esterilizados, em seguida, encaminhados para laboratório (APHA, 2018). No processo do ensaio a técnica aplicada foi de Membrana Filtrante, seguindo a referência padrão do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23th edition*, de modo geral, o que caracteriza essa técnica é a filtração de uma alíquota da amostra de água através de uma membrana estéril. Após esta filtração, a membrana é transferida para um meio de cultura seletivo e colocado para incubar as possíveis colônias existentes. No caso de Coliformes Termotolerantes, a temperatura foi mantida em uma faixa de $44,5^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por 24h e para Enterococos a faixa aplicada foi de $35,0^{\circ}\text{C} \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ por 48h. Após este tempo as placas de incubação foram lidas em um contador de colônias e os resultados são expressos em UFC/100 mL da amostra.

3.4 CLASSIFICAÇÃO DA BALNEABILIDADE E QUALIDADE DA ÁGUA SALINA

A classificação da balneabilidade da água salina foi realizada com base nos critérios estabelecidos na Resolução CONAMA no 274/2000. A classificação da qualidade da água salina foi realizada com base nos critérios estabelecidos na Resolução CONAMA no 375/2005.

3.5 METODOLOGIA DE ANÁLISE DE DADOS

3.5.1 ESTRUTURA DAS MASSAS DE ÁGUA

Para a caracterização das massas de água inicialmente foram elaborados diagramas de dispersão do tipo T-S, e posteriormente as massas de água foram identificadas segundo metodologia de SILVEIRA et al. (2000), onde a Água Tropical é definida por temperaturas acima de 20°C e salinidades superiores a 36, enquanto a Água Costeira é caracterizada por temperaturas abaixo de 20°C e salinidade inferior a 36 (DOMINGUEZ, 2003).

3.5.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA DE DADOS

Para realizar a análise estatística de dados (descritiva, inferencial e multivariada), os resultados obtidos nas 4 campanhas de amostragem de Verão e nas 4 campanhas de amostragem de Inverno, foram organizados em 2 matrizes de dados denominadas Verão e Inverno.

As análises descritivas (mínimos, máximos, média e desvio-padrão) e inferenciais (Teste de Shapiro-Wilk, Mann-Whitney e Teste de Mann-Whitney) foram realizadas através do programa BIOESTAT versão 5.3 (AYRES et al., 2000), enquanto, a Análise Multivariada (Análise de Componentes Principais) foi realizada no aplicativo CANOCO for Window (TER BRAAK, C.J.F. & P. SMILAUER, 1998).

3.5.2.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA DESCRITIVA E INFERENCIAL

Para todas as variáveis foram calculadas as estatísticas descritivas (máximos e mínimos, média e desvio padrão). Os dados referentes a qualidade da água (temperatura, salinidade, pH e oxigênio dissolvido) e balneabilidade (Coliformes Termotolerantes e Enterococos) foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk (Teste SW), para avaliar a sua normalidade. Após verificar a ausência de normalidade foi aplicado o teste não paramétrico de Mann-Whitney (Teste U), com o objetivo de verificar a existência de variabilidade temporal, entre as quatro campanhas de verão e as quatro campanhas de inverno.

3.5.2.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA

A análise multivariada empregou a Análise de Componentes Principais (PCA), que permite hierarquizar os fatores responsáveis pela variância dos dados e sintetizar as principais tendências através da sua representação gráfica em apenas 2 componentes (eixos). As matrizes de dados de Verão e de Inverno ambiental foram submetidas a uma transformação logarítmica (base 10), para reduzir a falta de normalidade e submetidas a padronização Z, para eliminar o efeito das diferentes escalas de medição das variáveis. Após o cálculo da similaridade por correlação, entre as variáveis selecionadas (temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido, Coliformes Termotolerantes e Enterococos), computou-se os autovalores da matriz de dispersão, que medem a variância associada a cada componente principal. A análise PCA foi então representada em diagramas de ordenação.

4.RESULTADOS

4.1 DIAGRAMA T-S

O diagrama de temperatura e salinidade (TS), elaborado com os dados obtidos nas campanhas de Verão (Figura 2) e de Inverno (Figura 3), indica que a massa de Água Costeira, com salinidade abaixo de 36 e temperaturas abaixo de 20°C, devido à influência do aporte continental, se formou apenas no Verão/2022 e no Inverno/2021. Em todas as outras campanhas de amostragem tivemos apenas a formação de Água Tropical (AT), que segundo sua definição apresenta salinidades superiores a 36 e temperaturas acima de 20°C, sendo a massa de água predominante no litoral norte da Bahia.

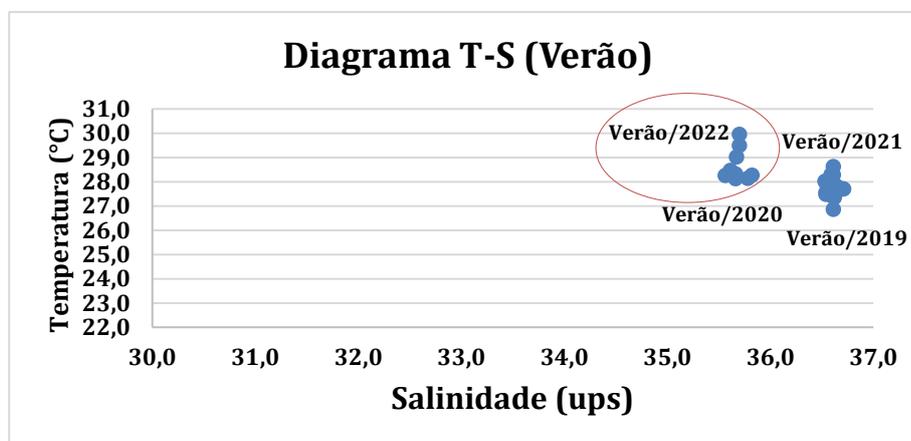


Figura 2: Diagrama TS obtido através dos dados das 4 campanhas de Verão realizadas entre 2019 a 2022, em Areembepe, Camaçari, Bahia.

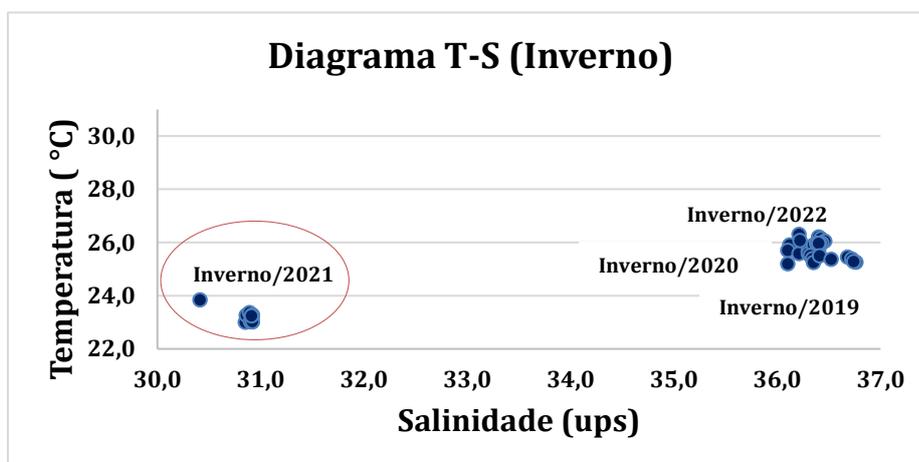


Figura 3: Diagrama TS obtido através dos dados das 4 campanhas de Inverno realizadas entre 2019 a 2022, em Areembepe, Camaçari, Bahia.

4.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA DESCRITIVA E INFERENCIAL

Os resultados da estatística descritiva e do teste de normalidade de Shapiro-Wilk, encontram-se nas Tabelas 4 e 5, indicando que nenhuma das variáveis analisadas apresentou normalidade (TEM, Temperatura; SAL, salinidade, pH; OD, oxigênio dissolvido; CT, coliformes termotolerantes e ENT, Enterococos).

Durante o verão os valores de temperatura oscilaram entre 26,9 °C e 30 °C, indicando águas muito quentes e tropicais, porém durante o Inverno os valores a Água Tropical variaram entre 23 °C e 26,2 °C, indicando temperaturas mais baixas, apresentando variabilidade temporal, em função da diferença estatística significativa verificada através do Teste de Mann-Whitney ($p < 0,01$). Durante o verão os valores de salinidade oscilaram entre 35,6 ups e 36,7 ups, indicando águas mais salinas, em relação ao Inverno onde a salinidade variou entre 30,9 ups e 36,8 ups, indicando salinidades mais baixas, apresentando variabilidade temporal, em função da diferença estatística significativa verificada através do Teste de Mann-Whitney ($p < 0,01$).

O pH esteve dentro do intervalo de referência, que varia entre 6,5 e 8,5, pois durante o verão os valores oscilaram entre 7,8 e 8,1 enquanto no inverno variaram entre 7,8 e 8,3, indicando valores um pouco mais elevados durante o inverno, apresentando variabilidade temporal, em função da diferença estatística significativa verificada através do Teste de Mann-Whitney ($p < 0,01$).

O oxigênio dissolvido também esteve dentro do limite de referência igual a 6 mg/L, pois durante o verão os valores oscilaram entre 6,4 mg/L e 6,8 mg/L, enquanto no inverno variaram entre 5,9 mg/L e 7,4 mg/L, indicando valores uma maior amplitude durante o inverno, apresentando variabilidade temporal, em função da diferença estatística significativa verificada através do Teste de Mann-Whitney ($p < 0,01$).

Tabela 4 – Média dos resultados de qualidade da água (TEM, Temperatura; SAL, salinidade, pH; OD, oxigênio dissolvido), balneabilidade CT, Coliformes termotolerantes e ENT, Enterococos), estatística descritiva (n, número de elementos da amostra) e inferência estatística para avaliação de normalidade (p, significância do teste de SW), através do Teste de Shapiro-Wilk (SW), na área de estudo, em Arembepe, Camaçari, Bahia, nas 10 estações de amostragem (A4, C3, C4, C5, D3, D4, D5, E3, E4, E5), nas 4 campanhas de Verão (2019, V1; 2020, V2; 2021, V3 e 2022, V4).

VERÃO		Temperatura	Salinidade	pH	OD	CT	ENT
2019	A4V1	27,4	36,6	8,0	6,7	1	4
	C3V1	28,3	36,6	8,1	6,8	2	13
	C4V1	27,8	36,6	7,9	6,7	6	25
	C5V1	27,6	36,6	7,9	6,7	1	21
	D3V1	28,3	36,6	8,0	6,7	1	18
	D4V1	27,5	36,6	8,0	6,5	10	86
	D5V1	27,6	36,5	8,2	6,7	480	500
	E3V1	28,6	36,6	8,1	6,8	53	350
	E4V1	28,0	36,5	8,1	6,7	33	140
	E5V1	27,8	36,6	8,0	6,7	1400	490
2020	A4V2	27,4	36,6	8,0	6,7	1	22
	C3V2	27,6	36,6	8,1	6,7	1	22
	C4V2	27,5	36,6	7,9	6,8	1	12
	C5V2	27,4	36,6	7,9	6,7	1	39
	D3V2	27,7	36,6	7,9	6,8	1	18
	D4V2	27,7	36,7	8,1	6,8	2	18
	D5V2	27,6	36,6	7,8	6,6	1	31
	E3V2	27,7	36,7	8,1	6,7	1	5
	E4V2	27,6	36,6	8,0	6,7	1	6
	E5V2	27,5	36,6	8,0	6,6	1	7
2021	A4V3	27,8	36,6	8,0	6,8	1	4
	C3V3	27,6	36,6	7,9	6,7	1	3
	C4V3	27,6	36,6	8,0	6,8	1	8
	C5V3	27,5	36,6	7,8	6,8	1	1
	D3V3	27,5	36,5	8,0	6,7	1	1
	D4V3	27,8	36,7	8,1	6,8	1	1
	D5V3	27,6	36,6	8,1	6,7	1	1
	E3V3	27,6	36,6	8,1	6,7	1	2
	E4V3	26,9	36,6	8,1	6,7	1	6
	E5V3	27,9	36,6	8,1	6,8	1	1
2022	A4V4	28,1	35,7	8,1	6,4	12	72
	C3V4	28,3	35,7	8,1	6,4	1	120
	C4V4	28,3	35,7	8,1	6,4	2	66
	C5V4	28,3	35,6	8,1	6,4	15	83
	D3V4	28,5	35,6	8,1	6,4	1	91
	D4V4	28,1	35,8	8,1	6,4	1	160
	D5V4	28,3	35,8	8,1	6,4	5	160
	E3V4	29,0	35,7	8,0	6,4	1	110
	E4V4	29,5	35,7	8,1	6,3	6	130
E5V4	30,0	35,7	8,1	6,4	1	120	

Tabela 5 – Média dos resultados de qualidade da água (TEM, Temperatura; SAL, salinidade, pH; OD, oxigênio dissolvido) , balneabilidade CT, Coliformes termotolerantes e ENT, Enterococos), estatística descritiva (n, número de elementos da amostra) e inferência estatística para avaliação de normalidade (p, significância do teste de SW), através do Teste de Shapiro-Wilk (SW), na área de estudo, em Arembepe, Camaçari, Bahia, nas 10 estações de amostragem (A4, C3, C4, C5, D3, D4, D5, E3, E4, E5), nas 4 campanhas de Inverno (2019, I1; 2020, I2; 2021, I3 e 2022, I4).

INVERNO		Temperatura	Salinidade	pH	OD	CT	ENT
2019	A4I1	25,6	36,2	8,0	6,6	200	13
	C3I1	25,9	36,1	8,1	6,7	89	8
	C4I1	25,7	36,1	7,9	6,7	60	49
	C5I1	25,6	36,2	8,0	6,7	50	3
	D3I1	25,7	36,3	7,8	6,7	71	5
	D4I1	25,6	36,3	8,0	6,7	53	2
	D5I1	25,6	36,4	8,0	6,7	110	4
	E3I1	26,3	36,2	8,1	6,7	19	1
	E4I1	26,1	36,2	8,0	6,7	68	1
	E5I1	25,8	36,4	8,1	6,7	60	11
2020	A4I2	25,9	36,4	8,3	6,9	2	62
	C3I2	26,2	36,4	8,3	7,0	8	15
	C4I2	26,2	36,4	8,3	6,9	1	17
	C5I2	26,1	36,5	8,3	6,9	2	5
	D3I2	26,0	36,4	8,2	6,9	1600	1
	D4I2	26,0	36,4	8,2	6,8	1100	3
	D5I2	26,0	36,4	8,2	6,8	67	5
	E3I2	26,0	36,4	8,2	6,8	60	8
	E4I2	26,0	36,4	8,2	6,8	2400	3
	E5I2	26,0	36,4	8,2	6,8	60	11
2021	A4I3	23,0	30,9	8,1	6,8	2	62
	C3I3	23,3	30,9	8,1	6,9	8	15
	C4I3	23,2	30,9	8,1	6,8	1	17
	C5I3	23,0	30,9	8,2	6,8	2	5
	D3I3	23,4	30,9	8,1	6,8	1600	1
	D4I3	23,0	30,9	8,2	6,8	1600	64
	D5I3	23,0	30,9	8,2	6,8	1100	3
	E3I3	23,8	30,4	8,2	7,4	67	5
	E4I3	23,3	30,9	8,2	6,8	60	8
	E5I3	23,2	30,9	8,2	6,8	2400	3
2022	A4I4	25,2	36,1	8,0	6,2	5	3
	C3I4	25,5	36,3	8,0	6,1	1	1
	C4I4	25,4	36,3	8,0	6,2	1	1
	C5I4	25,2	36,4	8,0	6,2	1	1
	D3I4	25,5	36,4	8,0	6,1	1	3
	D4I4	25,4	36,5	8,0	6,0	1	1
	D5I4	25,3	36,8	8,0	5,9	1	6
	E3I4	25,5	36,7	8,0	6,0	1	2
	E4I4	25,4	36,7	8,0	5,9	1	6
	E5I4	25,3	36,7	8,0	5,9	45	14

Em relação especificamente a balneabilidade, durante o verão os valores de Coliformes Termotolerantes oscilaram entre 1 UFC/mL e 1400 UFC/mL, porém durante o Inverno os valores variaram entre 1 UFC/mL e 2400 UFC/mL, demonstrando valores mais elevados no inverno. Assim, os valores de Coliformes Termotolerantes, estiveram acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 274/2000, que considera satisfatória 1000 UFC/100 mL de coliformes fecais (termotolerantes), no Verão/2019, apenas no ponto E5 (E5V1), já nas campanhas do período chuvosos, os pontos D3I2, D4I2, E4I2, D3I3, D4I3, D5I3 e E5I3. Estes resultados indicaram valores mais elevados durante o inverno, apresentando variabilidade temporal, em função da diferença estatística significativa verificada através do Teste de Mann-Whitney ($p < 0,01$).

Durante o verão os valores de Enterococos oscilaram entre 1 UFC/mL e 500 UFC/mL, porém durante o Inverno os valores variaram entre 1 UFC/mL e 64 UFC/mL, demonstrando valores mais elevados no verão. Assim, os valores de Coliformes Termotolerantes, estiveram acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 274/2000, que considera satisfatória 100 UFC/100 mL de Enterococos, no Verão/2019 e no Verão/2022, nos pontos V1 (D5, E3, E4 e E5) e V4 (C3, D4, D5, E3, E4 e E5), nas campanhas realizadas no período chuvoso não tiveram pontos que apresentaram resultados igual ou superior ao estabelecido pela Resolução.

4.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA

Para a realização da Análise de Componentes Principais (PCA), considerando a falta de normalidade de todas as 6 variáveis, estas foram submetidas a transformação $\text{Log}(10)$. Visando eliminar o efeito das diferentes escalas de mensuração, também todas as variáveis foram padronizadas (Z). O diagrama de ordenação (**Figura 4**) foi elaborado com os dois primeiros componentes principais, porque eles explicaram, no verão 76,3% da variação percentual acumulada das variáveis relativas à balneabilidade e no inverno explicaram 66,4%. Desta forma ambos PCA foram validados pela explicabilidade que foi superior a 60% em ambas as épocas do ano. Quando a análise contemplou todas as 4 campanhas de Verão e as 4 campanhas de Inverno o PCA explicou 62%. Desta forma todos os PCAs foram validados pela explicabilidade que foi superior a 60% em ambas as épocas do ano.

Durante o Verão, no diagrama de ordenação (**Figura 4**), verificou-se uma separação temporal entre as estações de amostragem. Do lado esquerdo do diagrama de ordenação foram localizados principalmente os pontos de coleta com maiores valores de salinidade e de oxigênio dissolvido e maior balneabilidade, obtidos nas campanhas de 2020 e 2021. No lado direito do diagrama de ordenação foram localizados os pontos de coleta com valores mais elevados de temperatura, pH e

menor balneabilidade em função dos valores mais elevados de coliformes termotolerantes e de Enterococos nos verões de 2019 e 2022.

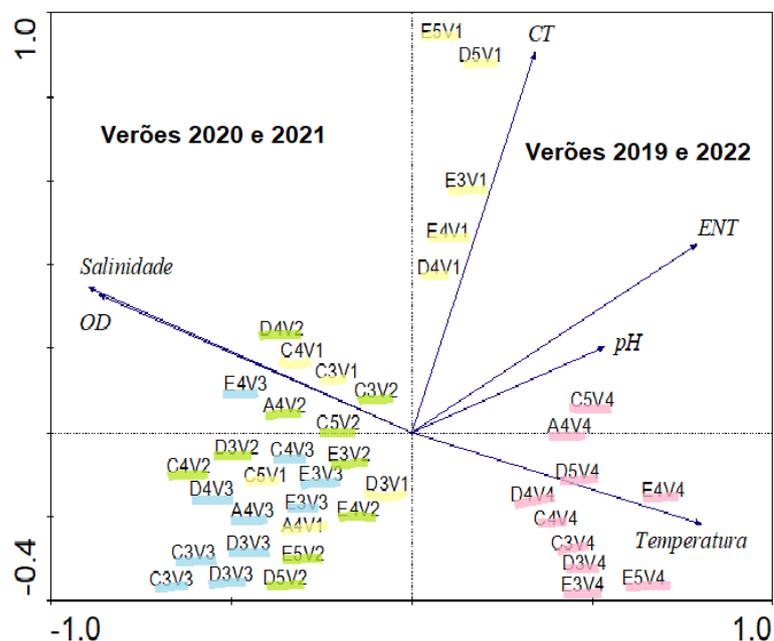


Figura 4 - Diagrama de ordenação da Análise de Componentes Principais, realizada para os resultados de qualidade da água e balneabilidade, em Areembepe, Camaçari, Bahia, nos verões, de 2019 (amarelo), 2020 (verde), 2021 (azul) e 2022 (rosa).

Durante o Inverno, no diagrama de ordenação (**Figura 5**), também se verificou uma separação temporal entre as estações de amostragem. Do lado esquerdo do diagrama de ordenação foram localizados principalmente os pontos de coleta com maiores valores de temperatura e salinidade, típicos da água Tropical, além de uma maior balneabilidade, obtidos nas campanhas de 2019 e 2022. No lado direito do diagrama de ordenação foram localizados os pontos de coleta com valores mais elevados de pH e oxigênio dissolvido, com menor balneabilidade em função dos valores mais elevados de coliformes termotolerantes e de Enterococos nos verões de 2020 e 2021.

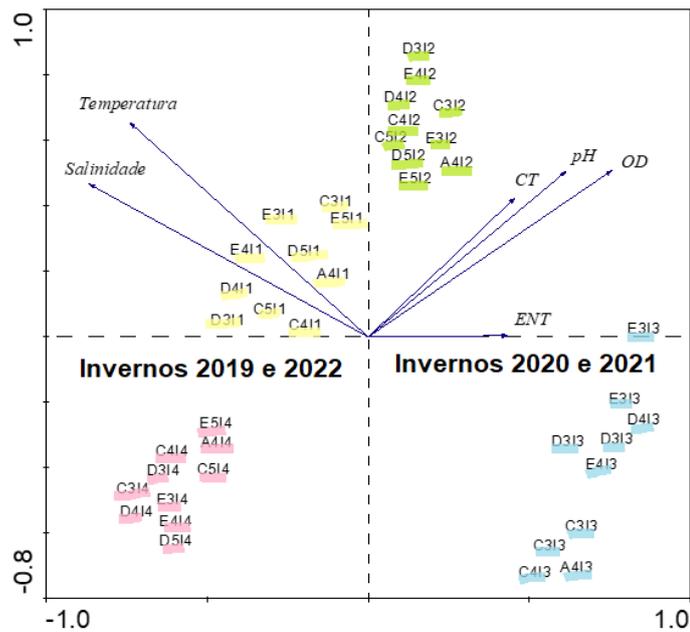


Figura 5 - Diagrama de ordenação da Análise de Componentes Principais, realizada para os resultados de qualidade da água e balneabilidade, em Arembepé, Camaçari, Bahia, nos invernos, entre 2019 (amarelo), 2020 (verde), 2021 (azul) e 2022 (rosa).

Quando a análise de componentes principais foi realizada contemplando todas as campanhas de verão e de inverno, ficou também demonstrado a separação entre as campanhas com menor balneabilidade (Verões 2019 e 2022, além de Invernos 2020 e 2021) em relação às campanhas com maior grau de balneabilidade (Verões 2020 e 2021, além de Invernos de 2019 e 2022.), conforme pode ser observado na **Figura 6**. Além disso, as águas com maior balneabilidade (lado esquerdo do diagrama de ordenação), também apresentaram valores mais elevados de temperatura e salinidade típicas de águas tropicais com grande influência oceânica. Por outro lado, as águas com menor balneabilidade (lado direito do diagrama de ordenação), também apresentaram valores mais elevados de Coliformes Termotolerantes, Enterococos, pH e Oxigênio Dissolvido

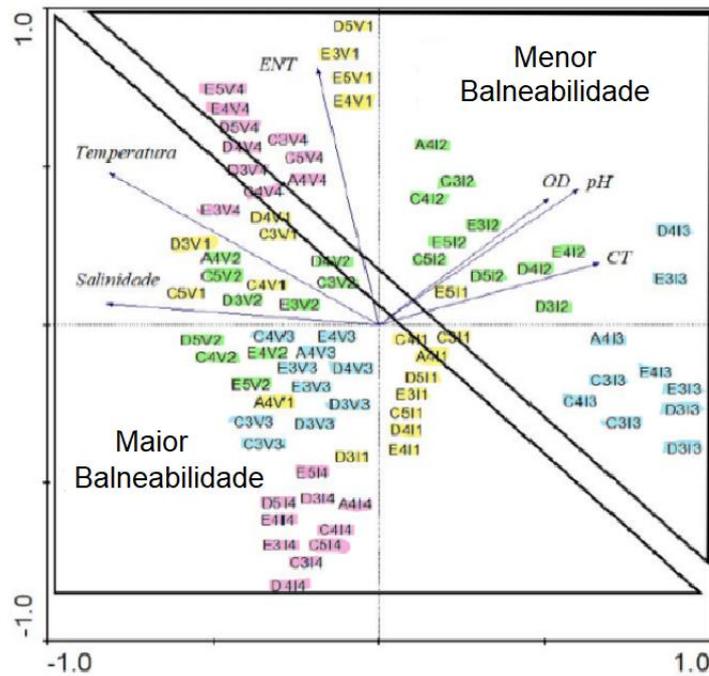


Figura 6 - Diagrama de ordenação da Análise de Componentes Principais, realizada para os resultados de qualidade da água e balneabilidade, em Areembepe, Camaçari, Bahia, nos verões e invernos, entre 2019 (amarelo), 2020 (verde), 2021 (azul) e 2022 (rosa).

5. DISCUSSÃO

5.1 Estrutura da Massa de Água

Os resultados de temperatura e salinidade obtidos ao longo das campanhas de 2019 a 2022, nos períodos secos e chuvosos, demonstraram características do padrão oceanográfico determinado pela massa de Água Tropical (AT) com faixas de temperaturas variando entre 26,9 °C e 30 °C e salinidade de 35,6 ups e 36,7 ups. A massa de Água Tropical é caracterizada por águas com temperaturas maiores do que 20 °C e salinidades acima de 36 (Emilson, 1961), sua formação ocorre devido à intensa radiação e ao excesso de evaporação em relação à precipitação (Mafalda, 2017), além disso, a estreita extensão da plataforma continental (Summerhayes et al., 1975) e a limitada vazão dos estuários (Paredes & Freitas, 1980; Paredes et al., 1993) são fatores que contribuem para a formação desse tipo de massa de água. A massa de Água Costeira, com temperatura entre 23 °C e 28,6 °C e salinidades entre 30,9 ups e 35,7 ups, foi formada apenas nas campanhas realizadas no inverno/2021 e verão/2022, em função da elevada pluviosidade e consequente aumento da vazão estuarina (Mafalda, 2017). Nestas campanhas o acumulado pluviométrico, registrado pela Agência Nacional de Água (ANA), foram os mais altos em comparação com os demais períodos das campanhas de 2019 a 2022, com índices de 196,6 mm no inverno/2021 e 101,1 mm no verão/2022. De acordo com as definições

da Resolução CONAMA n° 357/2005, os resultados de salinidade encontrados estão dentro da faixa dentro da faixa estabelecida, apresentando valores superiores a 30. Não há uma faixa de temperatura estabelecida pelas Resoluções para avaliar a qualidade da água e a balneabilidade.

5.2 Parâmetros físico-químicos

Os parâmetros físico-químicos mostrados nas tabelas 3.2.1 e 3.2.1, apresentaram valores dentro dos critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005. O pH esteve dentro do intervalo de referência entre 6,5 e 8,5, durante o verão os valores oscilaram entre 7,8 e 8,1 enquanto no inverno variaram entre 7,8 e 8,3, indicando valores um pouco mais elevados durante o inverno. A região apresenta os estuários de rios Pojuca e Jacuípe (Mafalda, 2017), sendo assim, a diferença de pH no inverno, com resultados um pouco mais altos que no verão, pode estar está relacionado com a elevada pluviosidade nos períodos chuvosos das campanhas aumentando a descarga destes rios e transportando sais de caráter básico.

O oxigênio dissolvido também esteve dentro do limite de referência igual a 6 mg/L, não sendo um fator limitante, pois durante o verão os resultados oscilaram entre 6,4 mg/L e 6,8 mg/L, enquanto no inverno variaram entre 6,0 mg/L e 7,4 mg/L, indicando valores com uma maior amplitude durante o inverno. A manutenção dos níveis de oxigênio dentro do limite de referência, é primordial para determinar a qualidade da água, sua depleção pode indicar poluição por matéria orgânica. Além disso, por estar presente na maioria dos processos químicos e biológicos que ocorrem na massa de água manter a taxa de oxigênio dissolvido é essencial para a vida aquática, em especial, para os organismos responsáveis pela purificação das águas em processos naturais.

5.3 Parâmetros Microbiológicos

A avaliação das variáveis de qualidade de água foi realizada de acordo com os padrões e qualidade estabelecidos para a classe 1 de águas salinas, definidos na Resolução CONAMA 357/05.

Em relação a avaliação da balneabilidade das águas salinas para recreação de contato primário, um dos principais parâmetros capazes de indicar o lançamento de esgoto doméstico bruto é o índice microbiológico, com o aumento da densidade de colônias de coliformes termotolerantes e enterococos. Tanto os coliformes termotolerantes quanto as bactérias do grupo Enterococos, são classificadas como bactérias indicadoras de contaminação fecal, usadas rotineiramente para atestar a qualidade das águas salinas.

A Resolução CONAMA n° 274/00 estabelece para águas salinas de Classe I para serem classificadas como satisfatória, valores máximos de 1.000 UFC/100 mL de Coliformes Termotolerantes ou valores máximos de 100 UFC/100 mL para Enterococos, num percentual de 80 ou mais para conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, coletadas no mesmo local, sendo que, os padrões referentes aos enterococos aplicam-se, somente, às águas marinhas, uma vez que, está bem documentado na literatura que estes microrganismos possuem maior halotolerância quando comparados ao grupo Coliformes (Slanetz e Bartley, 1964).

Durante o verão os valores de Coliformes Termotolerantes oscilaram entre 1 UFC/100 mL e 1400 UFC/100 mL, a maior parte das amostras foram classificadas como satisfatórias, exceto em um ponto (E5V1), que apresentou densidade de colônias acima dos limites estabelecidos (1400UFC/100 mL). As campanhas realizadas no período chuvoso, variaram entre 1 UFC/mL e 2400 UFC/mL, demonstrando valores mais elevados que no período seco. Apesar de, nas campanhas do período chuvoso de 2020 e 2021, apenas 70% e 60%, respectivamente, dos resultados obtidos para o parâmetro coliformes termotolerantes, estarem de acordo com os limites estabelecidos, a Resolução CONAMA 274/00 afirma que quando for utilizado mais de um indicador microbiológico, as águas terão as suas condições avaliadas, de acordo com o critério mais restritivo, neste caso, os resultados de Enterococos.

Os resultados de Enterococos, nas campanhas realizadas no período seco, oscilaram entre 1 UFC/mL e 500 UFC/mL, durante o Inverno os valores variaram entre 1 UFC/mL e 64 UFC/mL, demonstrando valores mais elevados no verão. Os pontos no Verão/2019 e no Verão/2022 que apresentaram resultados acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 274/2000, que considera satisfatória 100 UFC/100 mL de Enterococos, indicaram contaminação fecal, apesar disto, os resultados de Coliformes Termotolerantes estava de acordo com estabelecido. É importante mencionar que existem várias espécies do grupo Coliformes que são residentes do próprio ambiente, explicando a proporção aumentada de Coliformes em relação aos Enterococos, quando a análise é realizada em amostras de origem ambiental pelos métodos de ensaio empregados (CETESB, 2019).

Ao correlacionar as contagens de coliformes termotolerantes e enterococos com os parâmetros físico-químicos analisados, não foi observado correlação, as taxas dos parâmetros físico-químicos tiveram uma variação pouco significativa a ponto de justificar o aumento ou diminuição nas densidades de colônias encontradas.

6. CONCLUSÃO

Nos períodos em que as campanhas foram realizadas a massa de Água Tropical foi predominante, com elevada salinidade e temperatura. Sendo evidenciado, apenas em duas campanhas massa de Água Costeira, uma no período seco e uma no período chuvoso, possivelmente, resultado dos altos índices pluviométricos.

Os valores médios de pH, salinidade, oxigênio dissolvido e coliformes termotolerantes, apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, indicando boa qualidade da água salina.

As densidades médias de colônias de enterococos, sendo o único critério aplicado apenas para águas salinas, nos verões de 2019 e 2022 foram superiores aos estabelecidos pela Resolução 274/200, indicando comprometimento da balneabilidade para uso primário e possível, contaminação por esgoto doméstico não tratado na região. Apesar disto, os resultados de Coliformes Termotolerantes estava de acordo com estabelecido, classificando às águas como próprias. Não foi possível estabelecer uma correlação entre os parâmetros físico-químicos e as densidades das colônias de bactérias encontradas nas campanhas, uma vez que, os resultados obtidos apresentaram, entre eles, uma faixa de variação muito baixa.

As análises dos estudos gerados permitiram avaliar que a infraestrutura de saneamento básico é uma ferramenta de fundamental importância no controle da poluição fecal e conseqüentemente, melhor condição de saúde especialmente, para os indivíduos que frequentam as praias ou fazem uso dela de forma indireta. A ampliação da coleta e tratamento dos esgotos de municípios litorâneos refletem positivamente nas condições de balneabilidade.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd. Standard Methods on-line. 2018. Section 9060. Samples. Disponível em <https://doi.org/10.2105/SMWW.2882.184>. Acesso em 13 de fevereiro de 2023.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd. Standard Methods on-line. 2018. Section 9222. Membrane filter technique for members of the coliform group. Disponível em <<https://doi.org/10.2105/SMWW.2882.193>>. Acesso em 13 de fevereiro de 2023.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd. Standard Methods on-line. 2018. Section 9213. Recreational Waters. Disponível em <<https://doi.org/10.2105/SMWW.2882.187>>. Acesso em 13 de fevereiro de 2023.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd. Standard Methods on-line. 2018. Section 9230. Fecal Enterococci. Disponível em <<https://doi.org/10.2105/SMWW.2882.197>>. Acesso em 13 de fevereiro de 2023.

AYRES, M., AYRES, M.A., AYRES, D.L. & SANTOS, A.S. 2000. BIOESTAT 5.0 Manual de Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Sociedade Civil Mamirauá, MCT – CNPq. 259p., 2000.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA 274, de 29 de dezembro de 2000. Disponível em <http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=272>. Acesso em 10 de abril de 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Disponível em <http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=450>. Acesso em 10 de abril de 2023.

CETESB. 2019. Balneabilidade e Saúde. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/praias/?s=balneabilidade>. Acesso em: 10 de abril de 2023.

CETESB. 2019. Rastreamento de fontes de contaminação fecal humana e animal em amostras ambientais empregando métodos fenotípicos e genotípicos. Relatório final, São Paulo: CETESB, 2019.

DOMINGUEZ, J. M. L. Diagnóstico Oceanográfico e Proposição de Disciplinamento de Usos da Faixa Marinha do Litoral Norte do Estado da Bahia. Projeto de Gerenciamento Costeiro. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH) e Centro de Recursos Ambientais (CRA). Report, 2003.

EMILSON, I. 1961. The shelf and coastal waters off Southern Brazil. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 17(2):101-112.

GARFIELD III, N. 1990. The Brazil current at subtropical latitudes. Kingston, 122p. Thesis (Doctor of Philosophy), University of Rhode Island

MACHADO, C. L.L. 2003. A influência do programa Bahia Azul na balneabilidade das praias de Salvador, Bahia 1997 a 2001. Salvador/Bahia. Monografia (Bacharel) – Instituto de Biologia. Universidade Federal da Bahia.

MAFALDA JR., P. 2000. Distribuição e abundância do ictioplâncton da costa norte da Bahia e suas relações com as condições oceanográficas. Rio Grande 135f. Tese (Doutorado) – Departamento de Oceanografia. Fundação Universidade Federal do Rio Grande.

MAFALDA JR, P. M., DE SOUZA, C. S., DE OLIVEIRA, O. C., FERREIRA, A. N., DOS SANTOS, N. R., & MAFALDA, M. D. O. 2017. Caracterização hidroquímica e sua influência sobre o plâncton (p.29-60). In: (Nunes & Matos, org.), Litoral Norte da Bahia: Caracterização Ambiental, Conservação e Biodiversidade. Salvador, EDUFBA.

MELO, C.M.C. (2015). Aspecto da diversidade de *Escherichia coli* e *Enterococcus* isolados de praias da região costeira da cidade do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/porta1/resource/pt/lil-782438>. Acesso em: 15 de julho de 2023.

PAREDES, J. F. & FREITAS, R. R. 1980. Dosagem de ferro nos sedimentos e interpretação da formação de espumas no estuário do Rio Jacuípe, quando da ocasião de cheias. *Ciência e Cultura*, 32(10):84-87.

PAREDES, J. F. 1991. Evaluation of the environmental effects of the industrial effluents from Tibrás – Titânio do Brasil in the area under influence of its underwater outfalls. International Specialized Conference on Marine Disposal System, Lisboa, p.105-125.

PAREDES, J. F., FIGUEIREDO, G. & ROCHA, W. L. C. 1993. Hydrobiological studies of the drainage system of the bananeiras reservoir, the Rivers Paraguaçu 50 and Jacuípe. Transport of Carbon and Nutrients in Lakes and Estuaries. SCOPE/UNEP Sonderband, Hamburg, p.23-3

SILVEIRA, I.C.A.; SCHMIDT, A.C.K.; CAMPOS, E.J.D.; GODOI, S.S.; IKEDA, Y. A Corrente do Brasil ao Largo da Costa Leste Brasileira. *Revista Brasileira de Oceanografia*. v. 48, n. 2, p. 171-183.

SMITH, D.L. 1977. *A Guide to Marine Coastal Plankton and Marine Invertebrate Larvae*. California, Kendall Hunt, 2000.

SLANETZ, L.Q. & BARTLEY, C.H. Detection and sanitary significance of fecal streptococci in water. *American Journal of Public Health and Nations* 54: 609-614. 1964.

SUMMERHAYES, C. P., COUTINHO, P. N., FRANÇA, A. M. C. & ELLIS, J. P. 1975. The influence of upwelling on suspended matter and shelf sediments off Brazil. Part III - Salvador to Fortaleza, northeastern Brazil. *Contribution to Sedimentology*, 4:44-78.

TER BRAAK, C.J.F. & P. SMILAUER. *Canoco Reference Manual User's Guide to Canoco for Windows*. MicrocomputerPower: Ithaca, USA. 352, 1998.

VIANNA, R. 1963. Mapa climatológico do estado da Bahia. XVIII Assembleia de Geógrafos Brasileiros.