



RIO PIRANHAS-AÇU: CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DO TRECHO ESTUARINO, PRÓXIMO A ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS, MACAU/RN.

Michael Pratini Silva de Souza – michaelpratini@gmail.com

IFRN – Instituto de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Norte - Campus Macau.

Glaicon de Sousa Santos – Glaicon_pesca@hotmail.com

IFRN – Instituto de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Norte - Campus Macau.

Isadora Amanda Câmara Beserra – Isadora_amanda@hotmail.com

IFRN – Instituto de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Norte - Campus Macau.

Heitor Bruno de Araujo Souza – heitor.souza@ifrn.edu.br

IFRN – Instituto de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Norte - Campus João Câmara.

***Resumo:** A partir de observações empíricas de um aspecto avermelhado na margem junto ao manguezal do rio Piranhas-Açu, próximo à estação de esgoto do município de Macau, que indica possível poluição pontual, este construto objetiva analisar a composição físico-química, através de alguns parâmetros qualitativos, (pH, temperatura, condutividade elétrica, turbidez, cloretos totais e salinidade) e microbiológicos, pela presença de coliformes totais acima do limite permitido pela legislação nessas águas. A metodologia utilizada para essa amostragem considerou como referência as normas estabelecidas pelo Standard methods for the examination of water and wastewater (2005), utilizado também como referência teórica para determinação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais. Os parâmetros físico-químicos e microbiológicos obtidos nas análises foram comparados com os padrões estabelecidos pela portaria 357/2005 do Conama. De acordo com essa referida portaria e a partir dos diversos estudos verificados, principalmente Buzelli & Cunha-Santino (2013), Barbosa, (2012), Kolm & Andretta (2003) e Santi (et al, 2012), as características da água analisada não atendem aos padrões estabelecidos, tornando, dessa forma, a água imprópria para o uso recreativo, instalação de pesqueiro para cultivos bivalves ou para outros fins de contato primário com seres humanos, dado que os resultados obtidos nas análises do três pontos de coleta apresentaram condições da água inadequada para tais fins. O número de coliformes em um dos pontos foi $5,4 \times 10^5/100$ ml ou 540.000 coliformes totais a cada 100 ml, o que mostra uma possível relação entre o aspecto avermelhado da água e esse alto nível de coliformes totais.*

***Palavras-chave:** Aspecto avermelhado; Coliformes; Qualidade da água.*

PIRANHAS-AÇU RIVER: PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF STRETCH ESTUARINE, NEAR THE SEWAGE TREATMENT STATION, MACAU/RN.



Abstract: *The work of this study object is configured initially from empirical observations of a reddish appearance in the margin next to the mangrove Piranhas-Açu river, near the sewage station in the city of Macau, indicating possible point source pollution, this objective work analyze the physical and chemical composition through some qualitative parameters (pH, temperature, conductivity, turbidity, total chlorides and salinity) and microbiological, from the presence of total coliforms above the limit allowed by law in that water, in order to identify any changes to the standards appropriate to a hydro source this nature. The methodology used for this sample considered as a reference the standards set by Standard methods for the examination of water and wastewater (2005), and also used as a theoretical reference to determine the Most Probable Number (MPN) of total coliforms. The chemical, physical and microbiological parameters obtained in the analysis were compared to the standards established by Decree 357/2005 of CONAMA. According to this such ordinance and from various checked studies, mainly Buzelli & Cunha-Santino (2013), Barbosa (2012), Kolm & Andretta (2003) and Santi (et al, 2012), water features analyzed does not attend the established standards, making, thus the water unfit for recreational use, fishing facility for bivalves crop or other primary contact purposes in humans, since the results obtained in the analysis of the three collection points presented conditions inadequate for such purposes. The number of coliforms on one of the points was $5.4 \times 10^5/100$ ml or 540,000 total coliforms per 100 ml, which shows a possible relationship between the reddish appearance of the water and that high level of total coliforms.*

Key Words: *Reddish aspect; Coliforms; Water Quality.*

1. INTRODUÇÃO

Esse estudo está focado em uma área específica às margens do rio Piranhas-Açu, na cidade de Macau, Rio grande do Norte, em seu trecho estuarino, que se constitui como elo entre o ambiente marinho e fluvial, ao que adquire importância ecológica, ambiental e econômica para a referida região.

O ecossistema manguezal, com forte influência e presença no local supracitado, em geral enriquece as zonas costeiras e participa na reciclagem de nutrientes e matéria orgânica dos demais ecossistemas adjacentes, em função de funcionar como uma área de depósito de sedimentos e nutrientes carreados pelos rios afluentes, evitando o assoreamento das regiões estuarinas, funcionando, infelizmente nesse aspecto, como receptor de poluentes e materiais em suspensão, atuando como barreira natural e impedindo, dessa forma, que tais contaminantes atinjam águas mais profundas (KATHIRESAN & BINGHAM, 2001).

O manguezal também possui sua importância ecológica, devido à riqueza em nutrientes, as suas raízes submersas, o solo lodoso e/ou arenoso, seus troncos e galhos que o tornam habitat de várias espécies, tais como, organismos epibentônicos e invertebrados, fitoplâncton e zooplâncton, ou ainda, a macrofauna representada por reptéis, anfíbios, aves, insetos e mamíferos, que contribuem para o seu caráter único em termos de biodiversidade. Além do que, esse ecossistema age também como um berçário de diversas espécies, como peixes juvenis (KATHIRESAN & BINGHAM, 2001). A fauna presente nesse meio possui também, uma grande importância econômica para a comunidade circundante, por meio da coleta de animais como peixes, moluscos e crustáceos (VALIELA *et al.*, 2001).

Diversas cidades do Brasil e do mundo, convivem com problemas de poluição ambiental, uma vez que, não possuem estações de tratamento de efluentes adequadas, ou ainda, a forma de lançamento de tais resíduos no mar ou em rios vêm sendo inadequada, provavelmente em virtude de gerenciamento pouco eficiente ou inexistente, causando, em consequência, inúmeros problemas aos



corpos d'água, dentre eles, a eutrofização e a diminuição do oxigênio dissolvido (BAPTISTA NETO *et al.*, 2008).

Esses efluentes, normalmente de origem municipal, são uma fonte altamente prejudicial e de caráter poluidor dos recursos hídricos, consistindo na composição e combinação de compostos diversos, como dejetos humanos, água e derivados de produtos químicos de uso doméstico e/ou industrial, metais pesados, hidrocarbonetos do petróleo e compostos organoclorados devido a sua facilidade de adesão na matéria orgânica particulada (KENNISH *apud* BAPTISTA NETO *et al.*, 2008, p. 397).

Microrganismos como bactérias, vírus e protozoários, presentes nesses efluentes, podem, ainda, entrar em contato com pessoas, através da ingestão de peixes e frutos do mar (WEBER, 1992). Logo, todos os seres vivos e relacionados a esse meio poluído, direta ou indiretamente, estão expostos e podem sofrer as consequências das mudanças das características físico-químicas da água, seja em curto ou em longo prazo (JONNALAGADDA & MHERE, 2001). Assim, considerando-se o fato de que a área onde desenvolveu-se esse estudo é utilizada para a pesca de mariscos, animais filtradores e bioacumuladores, bem como sujeitos a contaminação bacteriológica, que podem envolver tanto risco à saúde dos marisqueiros, por contato direto com a água, ou aos consumidores finais desses frutos do mar (DOI *et al.*, 2014), que reforça a importância do presente estudo.

Considerando que o controle da poluição está intrinsecamente ligado à proteção da saúde humana, o Conselho Nacional do Meio ambiente (CONAMA) estabelece que um meio ambiente ecologicamente estável e a melhoria da qualidade de vida são pontos indivisíveis, bem como, delibera sobre o uso prioritário e categórico da qualidade ambiental estabelecida para um determinado corpo d'água (CONAMA, 2005).

Essa perda da qualidade ambiental pode advir da emissão de efluentes e supressão do manguezal, ocasionando problemas estéticos e econômicos, dado a contaminação destas áreas, diminuindo os recursos e serviços que esse ecossistema pode oferecer, com queda consequente da atividade pesqueira (NETO *et al.*, 2013, p.110 - 1). No exposto, pelo artigo 3º, da Política Nacional do Meio Ambiente, a degradação ambiental é identificada quando prejudica a saúde, a segurança e o bem-estar da população, interferindo nas atividades recreativas, econômicas e sobre a biota local, devido ao lançamento de materiais em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (BRASIL, 1981).

Haja vista, com a existência desses poluentes, surge a problemática de intensas alterações dos níveis de concentração de microrganismos específicos, por exemplo, as bactérias do grupo coliformes, principalmente e especialmente em corpos d'água próximos a áreas urbanas, uma vez que este microrganismo é básico na identificação de contaminação por esgotos, considerando que esses índices variam, sobretudo, em razão dessa ação antrópica, logo, a sua proliferação é ponto chave para as discussões e preocupações dos diversos órgãos governamentais e de saúde pública (CUNHA *et al.*, 2004).

O objeto de estudo deste trabalho configura-se, inicialmente, a partir de observações empíricas de um aspecto avermelhado na margem junto ao manguezal do rio Piranhas-Açu, nas proximidades da estação de esgoto do município de Macau, RN, indicando um possível indicativo de poluição pontual relacionada a despejos domésticos e efluentes industriais (LIMA & GARCIA, 2008). Diante da importância da qualidade da água deste rio em diversos pontos, esse estudo objetiva averiguar a composição físico-química, a partir da análise de alguns parâmetros indicativos, tais como, pH, temperatura, condutividade elétrica, turbidez, cloretos, salinidade e microbiológico, a partir da densidade de coliformes totais, na água das margens, com intuito de constatar eventuais alterações dos padrões adequados. Considerando que toda e qualquer poluição interfere no equilíbrio do meio ambiente, inclusive devido ao fato que os impactos que esta pode gerar são relevantes e, as vezes, complexos, não afetando somente uma espécie, mas possivelmente todo um ecossistema de modo direto ou indireto, bem como as pessoas que interagem com esse meio.

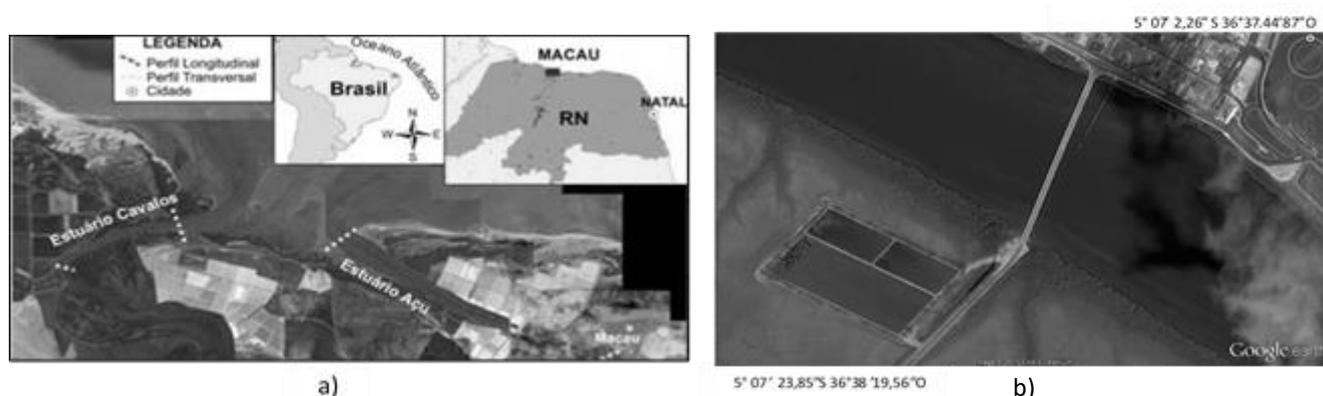
2. METODOLOGIA

2.1. Caracterização da área de estudo

A área da coleta considerou o trecho do rio Piranhas-Açu em sua porção que margeia a cidade de Macau entre os bairros do Centro e Ilha de Santana. O município de Macau se localiza na subzona Salineira do Rio Grande do Norte (5°6'56" Latitude Sul e 36°38'68" de Longitude de W.Gr), situando-se na várzea terminal do rio citado (Figura 1).

O estudo foi efetuado no período entre janeiro e março de 2015, quando foram coletadas, quinzenalmente, amostras de águas do estuário supracitado, num total de 4 análises, todas em fases de maré baixa.

Figura 1- Localização da área de estudo. a) Localização da cidade de Macau e disposição do estuário do Rio Piranhas-Açu. b) Trecho Rio Piranhas-Açu ligação entre os bairros do Centro/Ilha de Santana. Macau/RN.



2.2. Pontos e Coletas

Os pontos da coleta foram definidos a partir do grau de intensidade da coloração avermelhada que a água apresentava, sendo o primeiro ponto o local em que esta encontrava-se mais intensa, o segundo onde o aspecto avermelhado estava mais brando e o último em uma área um pouco mais afastada, onde já não era observada essa coloração, uma vez feita a escolha, os pontos foram demarcados, com auxílio de um GPS para posteriores coletas.

A metodologia utilizada para amostragem obedeceu às normas descritas pelo Standard methods for the examination of water and wastewater (APHA, 2005), foram utilizados 9 frascos de diluição de 250 mL, devidamente autoclavados, para coleta das amostras microbiológicas, pois para cada ponto foram coletadas 3 amostras. Na análise físico-química foram utilizados 3 frascos de diluição autoclavados de 1000 mL. Todas as coletas obedeceram os requisitos estabelecidos pelas normas, por exemplo, a imersão em cerca de 30 cm abaixo da lamina d'água, com o intuito de evitar a coleta de substratos do solo e materiais flutuantes. Além disso, os frascos utilizados foram mergulhados com a "boca" para baixo, até atingir a profundidade citada, e depois virados para cima até estarem quase cheios. Outros aspectos também foram observados, entre eles, a corrente da maré e suas variações, uma vez que essa interferência hidrodinâmica permite a dispersão de microrganismos em marés altas, conseqüentemente variando a sua densidade, portanto, em marés baixas, que percebe-se uma concentração maior destes e dos parâmetros físico-químicos, inclusive a salinidade (DOI *et al.*, 2014).



2.3. Parâmetros Físico-químicos

Os parâmetros temperatura, oxigênio dissolvido (OD), pH e salinidade foram medidos no próprio local da coleta. Os dados acerca da temperatura e OD foram obtidos com o uso do equipamento multiparâmetro Oxímetro Datalogger (ITT 71440), o pH, pela leitura de fitas indicativas, e para análise do percentual de salinidade utilizou-se o refratômetro de salinidade REF201/211/201bp.

Os parâmetros ambientais físico-químicos pH, condutividade, turbidez e cloretos foram analisados em laboratório com o auxílio de equipamentos e procedimentos, para maior precisão dos dados. O pH foi reanalisado, a fim de se obter um dado mais preciso, com um pHmetro de bancada, a turbidez foi analisada utilizando-se o turbidímetro TB – 100 nº série 1244/907 e expressa em NTU, a condutividade elétrica foi medida pelo condutivímetro/condutímetro, modelo mCA 150, nº série 8721/902, e é expressa em $\mu\text{S}/\text{cm}$ (microSiemens/cm), sendo a sua calibragem realizada a partir de procedimento padrão fornecido pelo fabricante e solução de KCl. Para a determinação de cloreto, o método utilizado nesta pesquisa foi o método de Mohr por Argentimetria.

2.3. Parâmetros microbiológico

Visando identificar a concentração de coliformes, a primeira coleta das amostras foi diluída em Caldo do tipo presença/ausência (PA) que se define como teste qualitativo e análogo, de modo simplificado, à técnica dos tubos múltiplos, que se baseia no mesmo princípio de fermentação da lactose e formação de gases pelas bactérias do grupo coliforme totais, onde se evidencia a presença dos microrganismos a partir da mudança na coloração deste caldo; assim os caldos que apresentavam resultados eram replicados em caldo lactosado verde brilhante bile a 2% (CLVBB), para determinação confirmativa de coliformes totais presentes na amostra.

Nas coletas posteriores as amostras foram diluídas, conforme APHA (2005), em três séries com cinco tubos cada, ressaltando que nas coletas 3 e 4 as amostras foram diluídas até 5 séries, em busca de uma maior clareza nos resultados, em tubos contendo Caldo Lauryl Sulphate Broth (Lauryl Tryptose Broth). Os respectivos tubos foram incubados em estufa a 35°C por 24–48 horas, posteriormente analisados e para os que apresentaram produção de gás nos tubos de Durham e acidificados (coloração amarelada fosca) foram considerados positivos. Para confirmação de coliformes totais, os tubos que foram considerados positivos foram replicados em CLVBB a 2%, incubadas a 35±1°C por 24-48 horas para coliformes totais, após esse período, foram considerados positivos os tubos que apresentaram produção de gás. O resultado das densidades de coliformes totais foram expressos em Número Mais Provável por 100 mL (NMP.100mL-1).

A análise de coliformes seguiu o método analítico utilizado para determinação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes, baseado na técnica de tubos múltiplos (APHA, 2005), fundamentando-se em outras fontes como o manual técnico da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2007) e a Fundação Nacional de Saúde - FUNASA (BRASIL, 2009).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos resultados das análises dos diversos parâmetros físico-químicos e microbiológicos avaliados, pode-se identificar inúmeras alterações em relação ao padrão adequado, que se mostra como dados relevantes ao trabalho, a variação da concentração destes parâmetros ou apenas a identificação do desvio do padrão adequado para os parâmetros estabelecidos, são indicativos da existência de possíveis despejos de efluentes domésticos além do permitido e seguro. Todos os dados foram quantificados e tabulados.

Os parâmetros físico-químicos, pós-identificação, foram comparados com os padrões estabelecidos pelo Conama, assim foram seguidas principalmente as definições para águas salinas, uma vez que o quesito salinidade, em todos os pontos e coletas se mostrou acima de 30%, como pode ser visto na tabela 1, destacando-se o que órgão prevê no artigo 2º da referida portaria. I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰; II - águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰; III - águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰ (CONAMA, 2005).

Tabela 1 - Análise comparativa dos parâmetros físico-químicos dos três pontos (P1, P2 e P3).

Parâmetros	Salinidade - ‰			Condutividade – ms/cma			OD – mg L ⁻¹			Turbidez		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Coleta 1	49	50	53	152,7	160	168,7	4,2	4,2	4,1	40,4	48,1	11,7
Coleta 2	48	49	49	94,36	98,02	96,66	4,2	4,1	4,3	64,9	19	76,2
Coleta 3	29	50	49	55,31	96,37	98,54	6,4	6,6	6,8	173	59	26,5
Coleta 4	35	45	46	65,63	84,14	91,62	6,4	6,6	6,8	60,7	32,7	15,1

Todavia, no P1, nas coletas 3 e 4, a salinidade decresceu, que indica uma possível relação com o fato de ter ocorrido chuvas no dia anterior, bem como no próprio dia da coleta. Segundo Pereira (*et al.*, 2011), esse fenômeno pode ocasionar a diminuição da salinidade, além do que, esse fator pode sofrer interferência de despejos de esgotos sanitários (BARBOSA, 2012). Assim, pode-se fazer uma ligação com o fato de que próximo ao ponto 1, existe a estação de tratamento de esgotos, logo mesmo considerando-se a alteração do índice pluviométrico e esse ter ocasionado interferência, mesmo que mínima no ponto 2 e 3; principalmente na coleta 4, vimos que o ponto 1, sofreu maior alteração, assim as chuvas que ocorreram podem ter diluído os efluentes vindos da estação de tratamento (BIAS *et al.*, 2013), além do que, o fato desse ambiente possuir características lânticas e lóxicas, a água objeto do estudo estava mais diluída.

De acordo com Kolm & Andretta (2003), a amplitude da variação da salinidade em estuários é muito alta, logo a salinidade também pode variar de acordo com a maré, sendo assim, a maré baixa pode causar, ainda uma concentração de sais existentes, o que certamente ocorreu durante este trabalho, corroborando o fato de que nesse ecossistema pode-se apresentar microrganismos que possuem adaptações para tolerar elevadas salinidades (halofílicas) e/ou baixo teor de sal (halofóbicas).

A salinidade é um fator prejudicial à presença de coliformes totais, este dado associado às chuvas constantes que ocorreram nos dias anteriores à última coleta, justifica uma continuidade no aumento do NMP de coliformes apresentados devido alterações nas condições do meio no ponto de coleta, além da proximidade da estação de tratamento, observando-se que esses microrganismos continuaram presentes e, sobretudo, apresentando índices altos, como mostrado para o ponto 1 e 2 (Tabela 4), na última coleta, sugerindo que os índices de coliformes altos possui correlação com a salinidade baixa, como é estabelecido por Mignani (2008).

A salinidade pode-se ressaltar, é composta a partir de índices de bicarbonatos, cloretos, sulfatos e outros íons do solo, “sendo que o teor de cloreto pode ser um indicativo de poluição por esgoto doméstico” (LUCAS *et al.*, 2010, p. 942).

Tabela 2 - Estatística descritiva da determinação de cloretos. Média (análise das triplicatas), Desvio Padrão (DP) e coeficiente de Variação de Pearson¹.

	Ponto 1			Ponto 2			Ponto 3		
	Média	DP	CV ²	Média	DP	CV	Média	DP	CV

¹ O Coeficiente de variação de Pearson, geralmente expresso em porcentagem, representa a homogeneidade e significância da média em relação aos valores obtidos, entre 1 – 15 %, 15 e 30% e, 30 a 100%, indicando respectivamente, baixa, média e alta dispersão dos dados.



C1	25.183,61	441,77	1,75 %	25.466,57	367,57	1,44 %	26.103,24	0	0 %
C2	24.051,76	122, 52	0,50 %	24.263,98	245,05	1,00 %	23.698,09	441,73	0,02 %
C3	11.742,92	122, 52	1,04 %	22.636,96	122, 52	0,54 %	23.748,43	182,51	0,01 %
C4	17.189,94	0	0 %	24.405,46	0	0 %	25.466,57	0	0 %

Assim mostram os dados apresentados na tabela 3, na qual altíssimos índices de cloretos na água analisada são constatados. Apesar do Conama não estabelecer o padrão para este tipo de parâmetro, caso fosse realizado um comparativo com o que é previsto na legislação para águas doces, em que ocorrem pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo, é de se esperar um índice alto para águas salinas. No entanto, os resultados encontrados por este estudo foram alarmantes, sugerindo que essa alteração pode ter sido oriunda de intrusão salina, devido às salinas próximas a região, bem como à ação antrópica através de despejo de dejetos domésticos, nesse caso oriundos da estação de esgoto. Além do fato de que o manguezal é um ambiente intertidal, o que produz um padrão mínimo de comportamento lântico, lótico, ou seja, mesmo com o rio estando em curso normal, em alguns momentos ele permanece parado, o que permite a evaporação da água e aumento da concentração do sal, o que mostraram as coletas realizadas em marés baixas (DOI *et al.*, 2014).

A condutividade elétrica pode indicar lançamentos de reprodutos e efluentes domésticos (LIMA & GARCIA 2008), segundo o ministério da saúde (BRASIL, 2004) “águas naturais apresentam teores de condutividade na faixa de 10 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem chegar até 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ”, baseado nisso, observou-se que apenas nas coletas 1 e 2 (tabela 2) os resultados foram mais relevantes por estarem maiores ou próximos do aceite, na coleta 1, em torno de 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$, e na coleta 2 em torno de 90 $\mu\text{S}/\text{cm}$; na coleta 3, apenas o ponto 2 e 3 mostraram-se limítrofes.

A temperatura (Tabela 3) foi medida apenas como procedimento padrão nas coletas, a fim de seguir os protocolos referenciados por diversos sítios e órgãos visitados, dado também a importância desta para a biota local.

Tabela 3 - Estatística descritiva dos parâmetros pH e Temperatura

Parâmetro	Valor Máximo	Valor Mínimo	Média	Desvio Padrão	CV
Temperatura °C	31	27,9	29,5	0,93	3,15
pH	9	7	8,075	0,77	9,62

Segundo o Conama (2005), o pH de águas salinas deve girar em torno de 6,5 a 8,5, com pequenas alterações de 0,2 unidades. Assim pode-se ainda perceber, de modo geral, que embora com algumas mudanças, este fator se encontrou dentro dos padrões, além do que, não existe, segundo a Organização Mundial de Saúde (2006 *apud* BARBOSA, 2012), nenhum valor de referência que causem efeitos nocivos à saúde do ser humano. Entretanto, a flutuação do pH, no que se pode observar de uma coleta para outra, mesmo dentro dos limites, encontrou-se disperso, nos pontos 2 e 3, ou contínuo, como no caso do ponto 1, em que se mostrou, também, fora da neutralidade (pH 7), sendo que esta foi observada apenas nos pontos 2 e 3 da primeira coleta. Assim, essa modificação constante e fora do padrão neutro pode ter sido causada pela ação de microrganismos presentes na matéria orgânica lançada nos efluentes domésticos, o que confirma a ocorrência de lançamentos de dejetos no local (IAP, 2011).

A concentração de oxigênio dissolvido expressa também a qualidade de um ambiente aquático, já que é fator principal de atividade metabólica de bactérias aeróbicas e outros microrganismos responsáveis pela degradação de poluentes, visto que o grupo das bactérias coliformes

² Os dados estão representados em porcentagem. Para análise do CV, quanto menor a porcentagem expressa maior a precisão experimental.



termotolerantes, são organismos aeróbicos facultativos, logo consomem grande quantidade de oxigênio e competem com outros organismos aquáticos por esse componente dissolvido na água (Barbosa, 2012). No caso desse estudo, os níveis de OD permaneceram bastante estáveis nos três pontos de coleta, ou seja, variavam muito mais se comparada uma coleta com a outra, do que entre pontos da mesma coleta. Apesar de que, acreditava-se haver no ponto 1 OD diferente, possivelmente menor, em função da maior presença de coliformes (WHO, 2008).

Outra informação relevante é que a água analisada se encontrava adequada à classe 1 de águas salinas, considerando-se a sua utilidade na região para o uso da pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo (CONAMA, 2005), logo para este fim o nível de OD não deve ser inferior a 6 mg/L. Todavia as coletas 1 e 2 (Tabela 2), mostraram índices menores ao estabelecido, em torno de 4 mg/L, o que para algumas espécies de peixes poderá tornar o ambiente inóspito (KEGLEY & ANDREWS, 1998). Enquanto as coletas 3 e 4 mostraram índices limítrofes, pouco acima 6 ppm, sendo que nas últimas duas coletas podem estar ligado a incidência de chuva nesse período. E ainda, o despejo de esgoto nos pontos em que se verificou níveis de OD inferiores a 5 mg/L, podem estar relacionados, como no caso das primeiras coletas (Tabela 2), ao período chuvoso e ao fato de que essa chuva pode ter carregado um maior volume de efluente da estação ao rio e diluído as águas deste. (BARBOSA, 2012; SANTI *et al.*, 2012). Vale ressaltar que os níveis encontrados de OD podem indicar influência direta na biodiversidade aquática. (BUZELLI & CUNHA-SANTINO, 2013).

A turbidez, outro parâmetro avaliado, segundo o Conama (2005), para a classe 1 de águas salinas, caso sejam de fontes antrópicas devem ser visualmente ausentes. Como é mostrado na figura 2, há um aspecto avermelhado, possivelmente proveniente da estação de esgotos. Embora os dados encontrados (Tabela 2) não tenham sido bastante alarmantes e que nos documentos deste órgão não haja disponibilidade de referências para este parâmetro, é sabido que elevados índices de turbidez podem estimular a proliferação de bactérias (BARBOSA, 2012). Na coleta 3 e 4, os índices de turbidez se mostraram mais elevados no ponto 1, em comparação aos outros pontos, respectivamente 173 e 60,7, como é mostrado na tabela 1. Além do que este ponto era o que apresentava maior coloração avermelhada, principalmente na lâmina d'água, bem como apresentava maior índices de coliformes em todas as análises realizadas (tabela 4), em torno de $5,4 \times 10^5/100$ ml ou 540.000 coliformes totais a cada 100 ml.

Essa coloração, embora não esteja estritamente ligada a turbidez, podem ter consequências nos resultados nas amostras coletadas, especialmente no ponto 1 e 2 onde era mais visível esse aspecto avermelhado e possivelmente com maior índice de coliformes totais, se comparado ao ponto 3, ressaltando-se que o ponto 1 apresentava uma coloração mais intensa e o ponto 2 mediana e mesmo assim, em especial a coleta 4, mostrou um resultado bastante elevado, $3,5 \times 10^5/100$ ml ou 350.000 coliformes totais a cada 100 ml.

Tabela 1 - NMP.100 mL-1 para coliformes totais.

	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
Coleta 1	-	-	-
Coleta 2	$1,6 \times 10^4$	$7,9 \times 10^3$	$7,9 \times 10^3$
Coleta 3	$1,6 \times 10^4$	$1,6 \times 10^4$	$7,9 \times 10^3$
Coleta 4	$5,4 \times 10^5$	$3,5 \times 10^5$	$7,9 \times 10^3$

Logo, a área de coleta, segundo esse órgão e a partir dos diversos estudos verificados, referindo-se às características microbiológicas e físico-químicas analisadas, não se configura dentro dos padrões aceitos, tornando-se, então imprópria para o uso recreativo e pesqueiro de cultivos bivalves, ou ainda para outros fins de contato primário, dado que os três pontos de todas as coletas, não se mostraram adequados para estes fins. Por exemplo, um dado que confirma isso foi a análise microbiológica, em que o nível de coliformes totais mostrou-se maior que os índices aceitos (Tabela



4), mesmo que no ponto 3, em que a coloração avermelhada não era visivelmente presente na água, o NMP ficou em torno de $7,9 \times 10^3$, ou seja, 7900 coliformes totais a cada 100 ml.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do desenvolvimento desse trabalho, pode-se notar a evolução significativa de conhecimento na área, enquanto alunos licenciandos em ciências biológicas, obtendo-se competências na área da biologia e em práticas laboratoriais, propiciando uma ligação entre a teoria e a prática e, deste modo, diminuindo a dicotomia existente entre as mesmas. Um aprendizado que inicia-se com o conhecimento teórico adquirido durante as aulas, passando-se pela correlação desse aspecto com a realização prática; aumentando o interesse pela pesquisa.

Além do desenvolvimento acadêmico alcançado, esse trabalho proporcionou uma visão ecológica e social mais ampla, pois foi a partir dele que se observou maior interação biológica, consequência direta da intervenção humana, que está afetando significativamente o meio ambiente. Vimos também que a ação antrópica está evidenciada por provas de poluição no local estudado. No âmbito social podemos afirmar que isso afeta a qualidade dos produtos extraídos dessas águas, e deverá interferir de forma direta ou indireta na vida daqueles que tiram seu sustento a partir dessa extração ou os que consomem tal produto, pois se trata de uma área bastante contaminada com potencial de causar problemas de saúde aos indivíduos que tiverem contato primário com essas águas ou que consumirem produtos delas advindos.

Agradecimentos

Agradecimentos de sobremaneira a professora Tarciana Gurgel pelo apoio desde o início da pesquisa, à técnica e coordenadora de laboratório Sara Cordeiro nos encontros, análises e coletas, ao nosso orientador Heitor Souza, por toda preocupação com os dados e a Antonia da Conceição *in memoriam*, mãe e porto seguro emocional, de um de nossos integrantes.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATIONS (APHA). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21th Washington D C, 2005.

BAPTISTA NETO, J. A.; PATCHINEELAM, S. M.; WALLNER-KERSANACH, M. **Poluição Marinha**, Interciência: Rio de Janeiro, ed. 1, p. 412. 2008.

BARBOSA, L. S. **Análise da qualidade da água e o processo de uso e ocupação das terras na bacia hidrográfica do Rio Pirarara no município de Cacoal-Rondônia**. Dissertação de Mestrado. Rondônia, p.147, 2012.

BIAS, E.S.; BARBOSA, F.L.R.; BRITES, R.S. Emprego de imageamento passivo na análise da variabilidade espacial da turbidez no espelho d'água do Lago Paranoá, Distrito Federal. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, n. 1, p.55-64, 2013.

BRASIL, Ministério da Saúde, **Portaria MS Nº 518/2004**: Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências, Brasília, 2004.

BRASIL. Lei 6.938/81. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. 1981.



BRASIL. Manual prático de análise de água. Brasília: **Fundação Nacional de Saúde (FUNASA)**, ed. 3, p. 144, 2009.

BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP). **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 186-205, 2013.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **L5406 Coliformes termotolerantes**: Determinação em amostras ambientais pela técnica de tubos múltiplos com meio A1 - método de ensaio. CETESB: São Paulo, 2007.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357/05. **Diário Oficial da união**. n. 053, p. 58-63, 2005.

CUNHA, A. C.; CUNHA, H. F. A.; BRASIL JÚNIOR, A. C. P.; DANIEL, L. A.; SCHULZ, H. E. Qualidade microbiológica da água em rios de áreas Urbanas e periurbanas no baixo amazonas: O caso do amapá. **Revista Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 9, n. 4, p. 322-328, 2004.

DOI, S. A.; BARBIERI, E.; MARQUES, H. L. A. Densidade colimétrica das áreas de extrativismo de ostras em relação aos fatores ambientais em Cananeia (SP). **Revista Engenharia Sanitária Ambiental**, v.19, n. 2, 2014.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ (IAP). **Monitoramento da qualidade das águas de micro bacias urbanas, na região metropolitana de Londrina, norte do Estado do Paraná, no período de 2007 a 2009**. Curitiba: IAP, p. 40, 2011.

JONNALAGADDA, S. B.; MHERE, G. Water quality of the odzi river in the eastern Highlands of zimbabwe. **Journal Elsevier Science Ltd**. v. 35, n. 10, p. 2371-76, 2001.

KATHIRESAN, K.; BINGHAM, B.L. **Biology of Mangroves and Mangrove Ecosystems**. Advances in Marine Biology, v. 40, p. 81-251, 2001.

KEGLEY, S. E.; ANDREWS, J. The chemistrys of water. Saudalito, **Journal of Chemical Education**, CA: University Science Books, p. 167, 1998.

KOLM, H. E. & ANDRETTA, L. Bacterioplankton in different tides of the perequê tidal creek, Pontal do sul, Paraná, Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, p. 34:97-103, 2003.

LIMA, W. S.; GARCIA, C. A. B. Qualidade da Água em Ribeirópolis-SE: O Açude do Cajueiro e a Barragem do João Ferreira. **Revista Scientia Plena**, p. 1-24, v. 4, n. 12, 2008.

LUCAS, A. A. T.; FOLEGATTI, M. V.; DUARTE, S. N. Qualidade da água em uma microbacia hidrográfica do Rio Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 9, 2010. p. 937-43.

MIGNANI, L. **Determinação da concentração em coliformes totais e termotolerantes e de variáveis ambientais na água de cultivo da ostra *Crassostrea sp.* em Cananéia**, Litoral Sul do Estado de São Paulo, Brasil. Dissertação de Mestrado, Brasil, 2008.



NETO, F. O. L.; GORAYEB, A.; SILVA, E.; V.RABELO, F. D. B. Diagnóstico ambiental e zoneamento funcional do Estuário do rio Curu: subsídios para a gestão local e Regional. **Revista Eletrônica Geoaraguaia**, Mato Grosso, v. 3, n. 1, p. 97 – 113, 2013.

PEREIRA, Natalia; CAMPOS, Bruno Ribeiro; D'INCAO, Fernando. Estudo da salinidade e sua relação com as frentes frias e a pluviosidade No estuário da lagoa dos patos. **Revista Atlântica (Rio Grande)**, 33(2) 173-182, 2011.

SANTI, G. M.; FURTADO, C. M.; MENEZES, R. S.; KEPPELER, E. C. Variabilidade espacial de parâmetros e indicadores de qualidade da água na sub-bacia hidrográfica do igarapé São Francisco, Rio Branco, Acre, Brasil. **Revista Ecologia aplicada**, v. 11, n 1, p. 23-31, 2012.

VALIELA, I.; BOWEN, J. L.; YORK, J. K. Mangrove Forests: One of the World's Threatened Major Tropical Environment. **Oxford Journals BioScience**, v. 51, n 10, p. 807-815, 2001.

WEBER, R. R. Sistemas Costeiros e Oceânicos. **Revista Química Nova**, v. 15, p. 137-143, 1992.

WHO. **Guidelines for drinking-water quality** [electronic resource]: incorporating 1st and 2nd addenda, Recommendations. Geneva, ed. 4, v. 1, 2008.

WORLD HEALTH ORGNIZATION (WHO). **Guidelines for drinking-water quality [electronic resource]**: incorporating 1st and 2nd addenda - recommendations, WHO: Genève, ed. 3, v.1, 2008.