



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE MORFOLOGIA E FISIOLOGIA ANIMAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL DO RIO
MAMANGUAPE - PARAÍBA, LOCAL DE OCORRÊNCIA DE PEIXES-BOIS
MARINHOS (*Trichechus manatus*)**

LUCIANA GHINATO

RECIFE – PE

2015



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE MORFOLOGIA E FISIOLOGIA ANIMAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL

**Avaliação da qualidade da água superficial do Rio Mamanguape - Paraíba,
local de ocorrência de peixes-bois marinhos (*Trichechus manatus*)**

LUCIANA GHINATO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciência Animal Tropical.

Orientador: Prof. Dr. Leucio Câmara Alves

RECIFE – PE

2015

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE MORFOLOGIA E FISIOLOGIA ANIMAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL DO RIO
MAMANGUAPE - PARAÍBA, LOCAL DE OCORRÊNCIA DE PEIXES-BOIS
MARINHOS (*Trichechus manatus*)**

LUCIANA GHINATO

Aprovada em _____ de 2015.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Leucio Câmara Alves
Orientador

Profa. Dra. Márcia Paula Oliveira Farias
Campus Cinobelina Evans - UFPI

Profa. Dra. Andrea Maria Campos Calado
Professora da Faculdade Maurício de Nassau - UNINASSAU

Prof. Dr. Frederico Celso Lyra Maia
Departamento de Medicina Veterinária- UFRPE

Profa. Dra. Aparecida da Glória Faustino
Departamento de Medicina Veterinária – UFRPE

AGRADECIMENTO

A Deus acima de todas as coisas.

A meu querido companheiro Antônio Carlos Affini Junior, sem você não teria realizado este trabalho, obrigada por ficar com nosso filho enquanto eu estava em campo e por sua ajuda em tudo na minha vida.

A meu querido Rafael Ghinato, você é parte mais bela da minha vida.

Ao estimado Prof. Leucio Câmara Alves que me orientou, obrigada por todas as horas de trabalho. Agradeço também pela oportunidade, confiança e pelos ensinamentos nesta longa jornada.

Ao querido Prof. Frederico Celso Lyra Maia pela amizade e incentivo em toda minha vida acadêmica

Ao amigo João Carlos Borges por todas as dicas sobre o trabalho desde a execução até os últimos arremates.

A Fundação Mamíferos Aquáticos (FMA) que financiou meu projeto e acreditaram em meu trabalho me apoiando incondicionalmente.

A toda a equipe da FMA da Barra do Rio Mamanguape, Maria Elisa Pitanga, Larissa Molinari Jung, Jack Said, Gisela Sertório e Genilson Geraldo que sempre me receberam de braços abertos, sem vocês não existiriam as coletas de campo.

A amiga Sandra Maria de Torres pela amizade e ajuda nos momentos cruciais.

Ao Prof. Rinaldo Aparecido Mota pelo apoio nesta jornada e pela confiança ao ceder o laboratório para as pesquisas.

A André de Souza Santos pela disponibilidade de seu tempo para meu treinamento e todos do laboratório de Doenças Infectocontagiosas que me receberam e ajudaram nas minhas pesquisas.

Ao Prof. Clístenes Williams A. do Nascimento pela parceria formada do início ao fim nas pesquisas de metais.

A Airon José da Silva e Josangela do Carmo Trezena de Araujo sem vocês não teria os dados de metais para a execução deste trabalho.

Aos amigos do laboratório de Doenças Parasitárias Nadine, Maria Inês, Gláucia, Márcia Paula, Neurisvan, Hévila, Júlio, Edna, Augusto, Edson, Fernanda e Maria Luiza que sempre me motivavam diariamente na execução deste trabalho.

Aos professores da pós-graduação por transmitirem seus conhecimentos.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudo por estes quatro anos.

A todas as pessoas que diretamente ou indiretamente contribuíram para esse momento acontecer, meus sinceros agradecimentos.

*Dedico este trabalho a Lorena Ghinato,
minha amada irmã
In memoriam*

RESUMO

O Brasil é um país que tem cinco biomas importantes e o maior sistema fluvial do mundo. Além disso, ele tem a mais rica biota continental do planeta, que lhe valeu o título de país mega-diverso. Dentre as várias espécies de mamíferos aquáticos, o peixe-boi (*Trichechus manatus*) tem constantemente sofrendo os efeitos de fatores antropogênicos. Neste contexto, os depósitos de resíduos de esgoto e resíduos de metais pesados, estão relacionados com a degradação dos ambientes aquáticos e espécies animais que vivem nesse bioma. Os objetivos deste estudo foram avaliar a qualidade das águas superficiais do rio Mamanguape, localizada no estado da Paraíba, Brasil. Este lugar é caracterizado por uma Área de Proteção Ambiental, onde ocorrem peixes-bois marinhos. De setembro de 2013 a julho de 2014, amostras de água foram coletadas em triplicata de cinco pontos distintos do rio. A fim de determinar o Número Mais Provável de coliformes fecais foi utilizada a técnica de tubos múltiplos. A leitura das amostras para a pesquisa do metal mercúrio foi realizada por meio do Sistema de análise em fluxo, enquanto que para os outros metais foram realizadas, por Espectrometria de Emissão Óptica com plasma indutivamente acoplado. Na pesquisa de coliformes termotolerantes, houve contaminação de alguns pontos, mas sempre valores abaixo do recomendado pela legislação. Os metais mercúrio, cádmio e crômio, não foram detectados, pelo contrário foram detectados cobre, níquel, manganês, zinco e ferro, em concentrações baixas. Por outro lado, o alumínio e chumbo foram encontrados em concentrações superiores que permitidas pela legislação. Em conclusão, a água do rio Mamanguape apresenta níveis de salinidade e pH dentro dos limites previamente estabelecidos e baixos níveis de contaminação por coliformes termotolerantes. As amostras de água do rio Mamanguape aqui avaliados apresentaram contaminação por metais pesados, o que demonstra a necessidade de implementação de programas para monitorar os locais de coleta. Esta medida poderia identificar a provável fonte de contaminação, considerando que eles são bioacumulados na biota marinha e podem causar alterações na cadeia alimentar e, conseqüentemente, sobre o peixe-boimarinho.

Palavras-chave: Contaminação; Coliformes; Metais; Mamíferos aquáticos.

ABSTRACT

The Brazil is a country which has five important biomes and the largest river system in the world. In addition, it has the richest continental biota of the planet which earned him the title of mega-diverse country. The various species of aquatic mammals, the manatee (*Trichechus manatus*) has constantly suffered the effects of anthropogenic factors. In this context, the sewage waste dumps and heavy metal waste, are related to the degradation of aquatic environments and animal species which live in this biome. The aims of this study was to evaluate the quality of surface water from the river Mamanguape, located in the state of Paraíba, Brazil. This place is featured by an Environmental Protection area, where manatees occur. From September 2013 to July 2014, water samples were collected in triplicate of five distinct points of the river. In order to determine the Most Probable Number of fecal coliform the technique of multiple tubes was used. The reading of the samples for the research of mercury metal was performed through the System of Flow Injection Analysis, whereas for the other metals was performed, by Optical Emission Spectrometry with Inductively Coupled Plasma. In the research of thermotolerant coliforms, the contamination of some points, but always, values below to that recommended by the legislation was observed. Mercury, cadmium and chromium metals, were not detected, conversely copper, nickel, manganese, zinc and iron were detected, in low concentrations. On the other hand, aluminum and lead were found in concentrations above that allowed by the legislation. In conclusion, the water of the Mamanguape River presenting levels of salinity and pH within the limits previously established and low levels of contamination by fecal coliforms. The water samples of the Mamanguape River herein evaluated presented contamination by heavy metals, demonstrating the need of implementation of programs to monitor the collection sites. This measure could identify the likely source of contamination, considering that they are bioconcentrated in marine biota and may cause alterations in the food chain and consequently on the manatee.

Key-words: Contamination; Coliforms; Metals; Aquatic mammals

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Ambiente	12
2.2 Água	13
2.3 GRUPO COLIFORMES	14
2.3.1 <i>Escherichia coli</i>	15
2.4 CONTAMINAÇÃO POR METAIS	15
3 OBJETIVOS	18
3.1 Objetivo Geral	18
3.2 Objetivos específicos	18
4 REFERÊNCIAS	19
5 CAPÍTULO 1	
AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DAS ÁGUA SUPERFICIAIS DO RIO MAMANGUAPE - PB HABITAT NATURAL DE PEIXES-BOI MARINHOS (<i>Trichechus manatus</i>).	27
5.1 INTRODUÇÃO	29
5.2 MÉTODOS	30
5.3 RESULTADOS	32
5.4 DISCUSSÃO	33
REFERÊNCIAS	35
6 CAPÍTULO 2	
DETECÇÃO DE METAIS PESADOS EM ÁGUAS SUPERFICIAIS DE OCORRÊNCIA DE PEIXES-BOI MARINHOS (<i>Trichechus manatus</i>).	40
6.1 INTRODUÇÃO	43
6.2 MÉTODOS	44
6.3 RESULTADOS	44
6.4 DISCUSSÃO	45
REFERÊNCIAS	48
7 CONCLUSÃO	54

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado um país com grande biodiversidade (MITTERMEIER et al., 1997; MMA, 2008) abrigando mais de 13% da biota mundial, sendo composta por cinco importantes biomas e o maior sistema fluvial do mundo (BRANDON et al., 2005; LEWINSOHN; PRADO, 2006), onde cinquenta espécies de mamíferos aquáticos tem sido registrado, sendo trinta e nove cetáceos, sete pinípedes, dois mustelídeos e dois sirênios (IBAMA, 2001).

Contudo, inúmeras espécies de mamíferos aquáticos vem sendo submetidas a diversos fatores antropogênicos de natureza direta ou indireta (MMA, 2008) destacando-se as capturas incidentais ou intencionais (OTT et al., 2002; LUNA et al., 2008; PONTALTI; DANIELSKI, 2011), contaminação física, química e orgânica (YOGUI et al., 2003), mudanças climáticas globais (ICMBio, 2011), degradação dos habitats (AMARAL; JABLONSKI, 2005), além da ocorrência de diversos agentes virais (RECTOR et al., 2004; KIRK et al., 2010), bacterianos (VERGARA-PARENTE et al., 2003; LOCKWOOD et al., 2006) e parasitários (CAVALLERO et al., 2011).

Não obstante, a detecção dos agentes patogênicos em amostras de água não é fácil, em função da baixa concentração (HACHICH et al., 1999; MULLER, 1999; GAMBA et al., 2000; CARDOSO et al., 2004), sendo desta forma determinada de forma indireta, através dos organismos indicadores (HACHICH et al., 1999; MULLER, 1999; GAMBA et al., 2000).

Neste sentido, os coliformes totais e fecais estão presentes em grandes quantidades nas fezes do ser humano e dos animais de sangue quente, entretanto, somente sua presença na água não representa um perigo à saúde, porém indica uma possível contaminação de outros patógenos causadores de doenças sendo considerados os principais indicadores de contaminação fecal (HARWOOD, 2001).

A Área de Proteção Ambiental (APA) da Barra do Rio Mamanguape está situada no baixo curso (BRASÍLIA, 2014) do Rio Mamanguape, onde sua porção estuarina possui cerca de 25 quilômetros (Km) de extensão (VIDAL, 2001).

Nos últimos 30 anos, o baixo curso do rio Mamanguape vem sofrendo intensas transformações devido às atividades antrópicas, destacando-se a monocultura de cana-de-açúcar como a principal responsável pela poluição e assoreamento do rio (BARBOSA, 2006).

Por outro lado, esta APA constitui importante berçário para os espécimes de peixes-bois marinhos (*Trichechus manatus*) e a presença destes animais enquanto espécie ameaçada de extinção, dentro dos limites estuarinos e marinhos da APA, direcionam ações de conservação e turismo ecológico dentro da Unidade (LUNA et al., 2011).

Diante deste panorama, surge a necessidade do monitoramento de águas superficiais do Rio Mamanguape-Paraíba, local de ocorrência dos peixes-boi marinhos através da avaliação dos aspectos químicos e microbiológicos, bem como, determinar e quantificar a presença de metais pesados, como forma de acompanhar, a possível deterioração do recurso hídrico local.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 AMBIENTE

O Brasil é o quinto maior país do mundo com um território que se estende por 8,5 milhões de km² e o primeiro país em diversidade biológica, ocupando aproximadamente metade da América do Sul (MITTEMEIER et al., 1997).

A APA da Barra do Rio Mamanguape (6°45'S; 35°05'O) é uma Unidade de Conservação (UC) situada na região litorânea norte do estado da Paraíba, envolvendo a porção estuarina dos rios Mamanguape e Miriri, abrigando 21 comunidades tradicionais e indígenas (CABRAL et al., 2009).

Aliado à importância desta UC, o estuário do rio Mamanguape é a principal área de ocorrência do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus*) no nordeste brasileiro (SILVA et al., 1992), sendo habitat natural da espécie (LUNA et al., 2011).

O peixe-boi marinho é considerado extinto nos Estados do Espírito Santo, Bahia e Sergipe (ALBUQUERQUE; MARCOVALDI, 1982; BOROBIA; LODI, 1992; LIMA et al., 1992; LIMA, 1997), sendo a atual área de ocorrência considerada entre os Estados de Alagoas até o Amapá, porém com áreas de descontinuidade em Alagoas, Pernambuco, Ceará (LIMA, 1997), Maranhão e Pará (LUNA, 2001), contabilizando uma estimativa populacional total de cerca de 500 animais (LIMA, 1997; LUNA, 2001).

Sendo assim, o monitoramento do ambiente aquático e dos microcontaminantes vem recebendo grande interesse da comunidade científica desde o fim da década de 1970 (HIGNITE ; AZARNOFF, 1977; AHERNE et al., 1985), particularmente devido aos efeitos deletérios ao ambiente e aos animais (HALLING-SORENSEN et al., 1998; KIM; AGA, 2007).

As maiores e mais significativas rotas de contaminação da água são ocasionadas por emissões diretas e indiretas dos esgotos (ALMEIDA et al., 2001; VIEIRA et al., 2007), práticas agrícolas (BOROBIA; LODI, 1992), resíduos agropecuários e industriais (BRANCO, 1986).

O cultivo da cana-de-açúcar e camarão estão entre as atividades humanas realizadas na APA Barra do Rio Mamanguape (EMBRAPA, 2008; BRASÍLIA, 2014), e aliado à falta de saneamento público adequado impõem desafios ambientais neste estuário interferindo sobremaneira na conservação do *T. manatus* (REYNOLDS, 1999; MMA, 2008; ANZOLIN et al., 2012).

Sendo assim os produtos químicos, particularmente os metais pesados (BOUQUEGNEAU; JOIRIS, 1992; ANDRÉ et al., 1991; DIETZ et al., 1998), que são despejados no ambiente aquático se acumulam nos animais e nos seres humanos. Neste sentido os Peixes-boi geralmente são propensos a bioacumulação devido à sua natureza herbívora (O'SHEA, 2003; BELANGER; WITTNICH, 2008).

2.2 ÁGUA

A água é o recurso natural mais importante para a manutenção da vida, de grande valor económico, ambiental e social, cuja qualidade vem piorando, devido ao aumento da população, a degradação ambiental e a ausência de políticas públicas voltadas para a sua preservação (MERTEN; MINELLA, 2002; MOURA et al., 2009), sendo classificada de acordo com os padrões estabelecidos em potável, poluída, nociva e contaminada (RIEDEL, 1992; BRASIL, 2004).

As características físicas, químicas ou biológicas das águas derivam dos ambientes naturais e antrópicos onde se originam. Muitos são os fatores que influenciam na dinâmica e na caracterização de ecossistemas aquáticos. Dentre eles podemos citar: temperatura, oxigênio dissolvido, carbono orgânico dissolvido, pH, condutividade, sedimentos em suspensão, entre outros (UMETSU et al., 2007) que são avaliados por meios analíticos, (MACÊDO, 2001; BRANCO, 2003; VON SPERLING, 2005).

Neste sentido a qualidade, contaminação e manutenção dos recursos hídricos assumem importância, à medida que a água é destinada ao consumo humano ou a transformação econômica (MATTOS; SILVA, 2002).

Segundo Grabow (1996) doenças de veiculação hídrica são causadas principalmente por microrganismos patogênicos de origem entérica, que são veiculados basicamente pela rota fecal-oral, excretados nas fezes de humanos e animais infectados.

Vale salientar que a qualidade das águas superficiais encontra-se associada não somente a falta de tratamento dos dejetos animais e humanos, com conseqüente contaminação hídrica, bem como à forma de ocupação do solo, à transformação de ecossistemas naturais equilibrados em áreas de lavouras, ao uso indiscriminado de agrotóxicos e fertilizantes (ALMEIDA et al., 2001).

Dentre os vários contaminantes que podem alterar a qualidade da água superficiais destacam-se pesticidas, herbicidas, metais pesados, cianetos, sulfuretos,

dioxinas, microrganismos patogênicos além de contaminantes emergentes (MATAMOROS et al., 2012).

Sendo assim esta “a poluição aquática”, formada por esta carga de poluentes lançada, nem sempre é absorvida e revertida nos recursos hídricos, sendo premente o estudo da qualidade da água a fim de que haja conhecimento dos grupos de poluentes e sua relação com a vida animal e humana.

Neste sentido, o uso de indicadores de qualidade de água refletem, principalmente, a contaminação dos corpos hídricos ocasionada pelo lançamento de esgotos domésticos ou outras fontes que correlacionam as alterações ocorridas na microbiota, sejam estas de origens antrópicas ou naturais (TOLEDO; NICOLELLA, 2002).

2.3 GRUPO COLIFORMES

Este grupo encontra-se dividido em coliformes totais e coliformes termotolerantes ou fecais (MACÊDO, 2001). Os coliformes totais e termotolerantes são os indicadores de contaminação mais usados para monitorar a qualidade sanitária da água (FIGUEIREDO, 1999; LEITE et al., 2003).

O grupo coliformes é composto por bactérias da família *Enterobacteriaceae*, particularmente os gêneros: *Klebsiella*, *Escherichia*, *Enterobacter* e *Citrobacter* (FRANCO; LANDGRAF, 2003; BETTEGA et al., 2006), sendo apenas a espécie *Escherichia coli* da microbiota intestinal do homem e de animais (HOFSTRA; HUISIN'T VELD, 1988; SILVA et al., 2000).

Reconhecidamente, o grupo dos coliformes fecais totais inclui espécies de origem não-exclusivamente fecal, podendo ocorrer naturalmente no solo, na água e em plantas (DUNCAN; RAZELL, 1972; BAGLEY; SEIDLER, 1977; OMS, 1995).

Define-se coliformes totais, bastonetes gram-negativos, não formadores de esporos, aeróbios ou anaeróbios facultativos e capazes de fermentar a lactose com produção de ácido e gás, quando incubados a 35-37°C por 48 horas (RAY, 1996), o qual inclui aproximadamente 20 espécies, dentre as quais se encontram bactérias de origem entéricas e não entéricas (SILVA et al., 2000).

O outro subgrupo dos coliformes são os coliformes termotolerantes ou fecais, que, são capazes de fermentar a lactose a 44 - 45°C em 24 horas, produção de indol, oxidase negativa, não hidrolisa a uréia (SOUSA et al., 1983), notadamente os gêneros,

Escherichia, Enterobacter e Klebsiella (FRANCO; LANDGRAF, 2003; MOURA et al., 2009), sendo apenas o primeiro gênero de origem fecal (HOFSTRA; HUISIN'T VELD, 1988; SILVA et al., 2000).

2.3.1 *Escherichia coli*

Segundo Souza et al. (1983) bactérias do grupo coliformes têm sido úteis para mensurar a ocorrência e grau de poluição fecal há aproximadamente 70 anos.

Escherichia coli é um bactéria Gram-negativa, anaeróbia facultativa, capazes de fermentar a lactose, com produção de gás, na temperatura de 44,5°C (SOUZA et al., 1983), coexistindo com a microbiota intestinal dos mamíferos com ausência de patologia (SILVA et al., 2000; WU et al., 2008), podendo em algumas circunstâncias expressar um caráter patogênico (HART; WINSTANLEY, 2001).

Existem seis tipos de *E. coli* causadoras de infecções intestinais: *E. coli* enterotoxigênica (ETEC), *E. coli* produtora de toxina Shiga/*E. coli* enterohemorrágica (STEC/EHEC), *E. coli* enteropatogênica (EPEC), *E. coli* enteroagregativa (EAEC), *E. coli* enteroinvasiva (EIEC) e *E. coli* difusamente aderente (DAEC) (NATARO; KAPER, 1998; CROXEN; FINLAY, 2010).

A classificação sorológica das cepas de *E. coli* é baseada na identificação de antígenos de superfície: O (antígeno somático), K (antígeno capsular), H (antígeno flagelar) e F (antígeno fimbrial) (ORSKOV et al., 1977; ORSKOV; ORSKOV, 1983) Diversos sorotipos de *E. coli* têm sido responsável por episódios diarréicos (SOUSA, 2003) constituindo-se num grave problema de saúde pública (NATARO; KAPER, 1998).

No Brasil são poucas as informações disponíveis sobre as diversas cepas de *E. coli* e suas manifestações clínicas no homem e nos animais, bem como, as fontes de infecção humana e as formas de transmissão. Em centros de recreação aquática (lagos, lagoas e piscinas), a água pode atuar como veiculadores do *E. coli* para o homem (PENNINGTON, 2010).

2.4 CONTAMINAÇÃO POR METAIS

Metais pesados são elementos químicos que tem densidade igual ou acima de 5 g/cm³, sendo conhecidos também como elementos traço ou metais traço, que podem

apresentar efeitos adversos à saúde humana e animal (ADRIANO, 1986; YUAN et al., 2004).

A sua introdução no ambiente aquático pode ser realizada de forma natural através do aporte atmosférico e chuvas, pela liberação e transporte a partir da rocha matriz ou outros compartimentos do solo (FÖRSTNER; WITTMANN, 1983) e artificialmente pela via antropogênica, particularmente em zonas urbanas, efluentes de indústrias, atividades agrícolas, além de rejeitos de áreas de mineração e garimpos (FÖRSTNER; WITTMANN, 1983; SALOMONS; FÖRSTNER, 1984).

Não obstante, os metais lançados no solo podem ser carreados para os rios pelo escoamento de águas superficiais provenientes das chuvas, persistindo no meio aquático, facilitando, a acumulação nos tecidos dos animais aquáticos (VINODHINI; NARAYANAN, 2008).

Desta forma, as regiões costeiras e estuarinas que recebem esses efluentes, na maioria das vezes sem tratamento adequado, ficam contaminadas por metais pesados, compostos químicos orgânicos e nutrientes, expondo, por conseguinte toda a vida marinha (FERREIRA et al., 2010).

As descargas de metais de origem antrópica são geralmente pontuais e podem resultar em sérios problemas de poluição localizada. Entretanto, lagos, rios e mares costeiros que estão sendo contaminados são tão numerosos e amplamente distribuídos, que o problema pode ser considerado de escala global (NRIAGU; PACYNA, 1988; NRIAGU, 1991).

Quando disponibilizados na forma solúvel, os metais pesados são facilmente absorvidos pelas plantas, podendo ser transferidos para outros níveis tróficos da cadeia alimentar e/ou lixiviados no solo, podendo atingir águas subterrâneas ou superficiais (STEFFEN et al., 2011).

Segundo Vincente-Martorell et al. (2009), o estudo das concentrações de metais pesados em águas superficiais, permitem uma determinada avaliação da qualidade do ecossistema estudado e possibilitam, com certo grau de confiança, emitir afirmações sobre tal ecossistema.

Segundo Reinfelder et al. (1998), o acúmulo de metais nos ecossistemas aquáticos tem despertado interesse sob vários aspectos, principalmente em relação ao destino e os possíveis efeitos desses contaminantes, sua ciclagem biogeoquímica e seu comportamento e distribuição na cadeia alimentar.

Por pertencerem ao topo da rede trófica, possuírem vida longa e sua meia-vida biológica longa de eliminação de poluentes, os mamíferos marinhos acumulam altos níveis de produtos químicos, particularmente metais pesados, tornando-os indicadores potencialmente valiosos do nível de metais acumulados nestes ambientes (BOUQUEGNEAU; JOIRIS, 1988; ANDRÉ et al., 1991; DIETZ et al., 1998).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliação da qualidade da água superficial do rio Mamanguape-Paraíba, local de ocorrência de peixes-bois marinhos

3.2 Objetivos Específicos

- Avaliar os aspectos químicos e microbiológicos da água do Rio Mamanguape - Paraíba, local de ocorrência de peixes-bois marinhos.
- Determinar e quantificar a presença de metais pesados em água superficiais do Rio Mamanguape -Paraíba, local de ocorrência de peixes-bois marinhos.

REFERÊNCIAS

- ADRIANO, D. C. **Trace elements in the terrestrial environment**. New York: Springer-Verlag, 1986. 533p.
- AHERNE, G. W. et al. The role of immunoassay in the analysis of microcontaminants in water samples. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.9, n.1, p:79-83, 1985.
- ALBUQUERQUE, C.; MARCOVALDI, G. M. Ocorrência e distribuição do peixe-boi marinho no litoral brasileiro (sirenia, Trichechidae, *Trichechus manatus*, Linnaeus, 1758). In: **Simpósio Internacional Sobre a Utilização de Ecossistemas Costeiros: Planejamento, Poluição e Produtividade**, p. 27. 1982.
- ALMEIDA, S. G. et al. Crise socioambiental e conversão ecológica da agricultura brasileira: subsídios à formação de diretrizes ambientais para o desenvolvimento agrícola. Ed.: **AS-PTA**. Rio de Janeiro, p. 1-122, 2001.
- AMARAL, A. C. Z.; JABLONSKI, S. Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 43-51, 2005.
- AN, Y. et al. *Escherichia coli* and coliforms in water and sediments at lake marinas. **Environment Pollution**, v. 120:771-778, 2002.
- ANDRE, J. M. et al. Mercury accumulation in Delphinidae. **Water, Air and Soil Pollut**, v.56, p.187-201, 1991.
- ANZOLIN, D. G. et al. Contaminant concentrations, biochemical and hematological biomarkers in blood of West Indian manatees *Trichechus manatus* from Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v.64, p.1402–1408, 2012.
- BAGLEY, S. T.; SEIDLER, R. J. Significance of faecal coliform-positive *Klebsiella*. **Applied Microbiology**, v.33, n.5, p.1141-1148, 1977.
- BARBOSA, F. A. R. Medidas de proteção e controle de inundações urbanas na Bacia do Rio Mamanguape - PB. **Dissertação** (Mestrado e Engenharia Urbana) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 116 f. 2006.
- BAUMGARTEN, M. G. Z.; POZZA, S. A. **Qualidade de águas**. Descrição de parâmetros químicos referidos na legislação ambiental. Rio Grande: Ed. FURG, 2001.
- BELANGER, M. P.; WITTNICH, C. Contaminant levels in sirenians and recommendations for future research and conservation strategies. **Journal of Marine Animals and Their Ecology**, v. 1, n. 1, p.31-38, 2008.

- BETTEGA, J. M. R. et al. Métodos analíticos no controle microbiológico da água para consumo humano. **Revista Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 950-954, set./out. 2006.
- BOROBIA, M.; LODI, L. Recent observations and records of the West Indian manatee, *Trichechus manatus*, in Northeastern Brazil. **Biological Conservation**, v.59, p.37-43, 1992.
- BOUQUEGNEAU, J. M.; JOIRIS, C. Ecotoxicology of stable pollutants in cetaceans: organochlorines and heavy metals. In: (Symoens J.J., ed.) **Whales: Biology - Threats - Conservation. Symposium. Proceedings** (Brussels, 5-7 June 1991). Royal Academy of Overseas Sciences (Brussels), p. 247-250, 1992.
- BRANCO, S. M. **Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária**. 3.ed. São Paulo: CETESB, 616p. 1986.
- BRANCO, S. M. **Água: origem, uso e preservação**. São Paulo: Moderna, 2003.
- BRANDON, K. et al. Conservação Brasileira: desafios e oportunidades. **Megadiversidade**, v.1, p. 7-13, 2005.
- BRASIL. Portaria 518, 25 de março de 2004. Norma de qualidade da água para consumo humano. Diário oficial, Brasília, 14p. 2004.
- BRASÍLIA. **Plano de Manejo**. Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape. Área de Relevante Interesse Ecológico de Manguezais da Foz do Rio Mamanguape. 349p, 2014.
- CABRAL, E. S. et al. Diagnóstico da biodiversidade e implementação de Gestão sustentável na APA da Barra do Rio Mamanguape (PB) Centro Científico Conhecer - **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.5, n.8, 2009.
- CARDOSO, L. S. et al. Biology, persistence and detection of *Cryptosporidium parvum* and *Cryptosporidium hominis* oocyst. **Water Research**, v.38, p. 818-862, 2004.
- CAVALLERO, S. et al. Molecular characterization and phylogeny of anisakid nematodes from cetaceans from southeastern Atlantic Coasts of USA, Gulf of Mexico, and Caribbean Sea. **Parasitology Research**, v. 108, p. 781-792, 2011.
- CROXEN, M. A.; FINLAY, B. B. Molecular mechanisms of *Escherichia coli* pathogenicity. **Nature**, v.8, p.20-38, 2010.

- DIETZ, R. et al. Have arctic mammals adapted to high cadmium levels? **Marine Pollution Bull**, v.36, n.6, p.490-492, 1998.
- DUNCAN, W. D.; RAZELL, W. E. *Klebsiella* biotypes among coliforms isolated from forest environments and farm produce. **Applied Microbiology**, v.24, n.6, p.933-938, 1972.
- EMBRAPA. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Gestão Ambiental Territorial na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape (PB). p.20-21, 2008.
- FERREIRA, A. P. et al. Avaliação das concentrações de metais pesados no sedimento, na água e nos órgãos de *Nycticorax nycticorax* (Garça-da-noite) na Baía de Sepetiba, RJ, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 10. n.2, p.229-241, 2010.
- FIGUEIREDO, R. M. **Programa de redução de patógenos**. São Paulo: Câmara Brasileira do Livro, 81p. 1999.
- FÖRSTNER, U.; WITTMANN, G. T. W. Metal pollution in the aquatic environment. Berlin: **Springer-Verlag**, p. 486. 1983.
- FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. Atheneu: São Paulo, 2003. 182p. 2003.
- GAMBA, R. C. et al. Detection of *Cryptosporidium* sp.oocysts in groundwater for human consumption in Itaquaquecetuba city, S. Paulo - Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 31, p. 151–153, 2000.
- GRABOW, W. Waterborne diseases: Update on water quality assessment and control. **Water SA**, v.22, n.2, p.:193-202, 1996.
- HACHICH, E. M. et al. Detecção de oocistos de *Giardia* e oocistos de *Cryptosporidium* spp. em águas superficiais captadas para consumo humano. **Anais**. XX Congresso Brasileiro de Microbiologia, Salvador - BA, p. 17, 1999.
- HALLING-SORENSEN, B. et al. Occurrence, fate and effects of pharmaceutical substances in the environment – A review. **Chemosphere**, v.36, n.2, p. 357 –393, 1998.
- HART, C. A.; WINSTANLEY, C. What makes a pathogen? **Microbiology Today**, v.28, p. 4-6, 2001.
- HARWOOD, V. J. Detection and occurrence of indicator organisms and pathogens. **Water Environmental Research**, v. 73, n. 5, 2001.
- HIGNITE, C.; AZARNOFF, D. L. Degradation of residual pharmaceuticals by advanced oxidation processes. **Life Science**, v. 20, n. 2, pp. 220. 1977.

HOFSTRA, H; HUISIN'T VELD, J. H. J. Methods for the detection and isolation of *Escherichia coli* including pathogenic strains. **Journal of Applied Bacteriology Symposium Supplement**, p.197-212. 1988.

IBAMA. **Mamíferos Aquáticos do Brasil: Plano de Ação**. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis, versão II. 2. ed., 102p., 2001.

ICMBio. **Plano de Ação Nacional para Conservação dos Mamíferos Aquáticos: grandes cetáceos e pinípedes**. III versão. 156 p., 2011.

KIM, S.; AGA, S. D. Potential ecological and human health impacts of antibiotics and antibiotic-resistant bacteria from wastewater treatment plants. **Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B. Critical Reviews**, v. 10, n. 8, p. 559-573, 2007.

KIRK, C. M. et al. *Morbillivirus* and *Toxoplasma* exposure and association with hematological parameters for southern beaufort sea polar bears: potential response to infectious agents in a sentinel species. **EcoHealth**, v.7, p. 321-331, 2010.

LEITE, M. O. et al. Artigo Técnico – Controle da qualidade da água em Indústria de Alimentos. **Revista leite e derivados**, Ano 3, n. 69, 2003.

LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. Síntese do conhecimento atual da biodiversidade brasileira, p.21-109. In: **Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira**. v. 1, Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2006.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água**, Campinas, Ed. Átomo, 444p. 2005

LIMA, R. P. Peixe-boi marinho (*Trichechus manatus*): Distribuição, status de conservação e aspectos tradicionais ao longo do litoral nordeste do Brasil. **Dissertação de Mestrado em Oceanografia**, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 81 p. 1997.

LIMA, R. P. et al. Levantamento da distribuição, ocorrência e status de conservação do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus*, Linnaeus, 1758) ao longo do litoral Nordeste do Brasil. **Periódico Peixe-Boi**, v.1, n.1, p.47-72. 1992.

LOCKWOOD, S. K. et al. Aerobic bacterial isolations from harbor seals (*Phoca vitulina*) stranded in Washington: 1992-2003. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v. 37, n. 3, p. 281-291, 2006.

- LUNA, F. O. Distribuição, status de conservação e aspectos tradicionais do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus*) no litoral norte do Brasil. 122p. **Dissertação** (Programa de Pósgraduação em Oceanografia). UFPE. 2001.
- LUNA, F. O. et al. Captura e utilização do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus manatus*) no litoral Norte do Brasil. **Biotemas**, v. 21, n. 1, p. 115-123, 2008.
- LUNA, F. O. et al. Plano de ação nacional para a conservação dos sirênios: peixe-boi-da-Amazônia: *Trichechus inunguis* e peixe-boi-marinho: *Trichechus manatus*. **Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBio**.80 p. 2011.
- MACEDO, J. A. B. **Águas e Águas**. São Paulo: Varela, 2001.
- MATAMOROS, V. et al. Occurrence and behavior of emerging contaminants in surfasse water and a restored wetland. **Chemosphere**, v.88, n.9, p.1083-1089, 2012.
- MATTOS, M. L. T.; SILVA, M. D. Controle da Qualidade Microbiológica das Águas de Consumo na Microbacia Hidrográfica Arroio Passo do Pilão. **EMBRAPA** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Pelotas, RS. Dezembro (Comunicado Técnico/EMBRAPA Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). 2002.
- MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v.3, n.4, p.33, out/dez 2002.
- MITTERMEIER, R. A. et al. 1997. **Megadiversity: Earth's biologically wealthiest nations**. CEMEX, Agrupación Serra Madre, S.C., Mexico. 1997.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Livro Vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. 1.ed., 1420 p, Brasília, DF, 2008.
- MOURA, A. C. et al. Monitoramento físico-químico e microbiológico da água do rio cascavel durante o período de 2003 a 2006. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.76, n.1, p.17-22, 2009.
- MULLER, A. P. B. Detecção de oocistos de *Cryptosporidium* spp. em águas de abastecimento superficiais e tratadas da região metropolitana de São Paulo. **Dissertação** (Mestrado em Ciências – área de Microbiologia). USP: São Paulo, 107p. 1999.
- NATARO, J. P.; KAPER, J. Diarrheagenic *Escherichia coli*. **Clinical Microbiology Reviews**, v.11, p. 142-201, 1998.
- NRIAGU, J. O. Human influence on the global cycling of trace metals. p.1-5. *In*: J. G. Farmer (ed.). **Heavy Metals in the Environment**. CEP Consultants Ltd, Edinburgh, UK. 357p. 1991.

- NRIAGU, J. O.; PACYNA, J. M. Quantitative assessment of worldwide contamination of the air, water and soils by trace metals. **Nature**, v. 333, p. 134-139, 1988.
- OMS - ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD-OMS. Guías para la calidad del agua potable. Ginebra: **OMS**, 195p. 1995.
- ORSKOV, I. et al. Serology chemistry and genetics of O and K antigens of *Escherichia coli*. **Bacteriological Reviews**, v.41, p.667-710, 1977.
- ORSKOV, I.; ORSKOV, F. Serology of *Escherichia coli* fimbriae. **Progress in Allergy**, v.33, p.80-105, 1983.
- O'SHEA, T. J. New Perspectives: Toxicology and the Environment. In: In: Toxicology of Marine Mammals, ed. Vos JG, Bossart GD, Fournier M and O'Shea T, **Taylor & Francis, London**, p.279-283, 2003.
- OTT, P. H. et al. Report of the working group on fishery interactions. **LAJAM**, v. 1, n.1, Special Issue 1, 2002.
- PENNINGTON, H. *Escherichia coli* O157. **Lancet**, v.376, p.1428-1435, 2010.
- PONTALTI, M.; DANIELSKI, M. Registros de enredamentos de baleias-franca, *Eubalaena australis* (Cetacea, Mysticeti), na temporada reprodutiva de 2010, em Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**, v. 24, n. 2, p.109-112, 2011.
- RAY, B. **Fundamental Food Microbiology**. Boca Raton: CRC Press, 516p. 1996.
- RECTOR, A. et al. Characterization of a novel close-to-root papillomavirus from a Florida manatee by using multiply primed rolling-circle amplification *Trichechus manatus manatus* papillomavirus type 1. **Journal of Virology**, v. 78, n. 22, p. 12698-12702, 2004.
- REINFELDER, J. R. et al. Trace element trophic transfer in aquatic organisms: a critique of the kinetic model approach. **The Science of the Total Environment**. v.219. p. 117-135, 1998.
- REYNOLDS, J. E. III. Efforts to conserve the manatees, In: Twiss J.R. & Reeves R.R., Edits. Conservation and management of marine mammals. **Washington, London: Smithsonian Institution Press**, p. 267-295, 1999.
- RIEDEL, G. Noções de Saúde Ambiental. In: Controle Sanitário dos Alimentos. 1992.
- SALOMONS, W.; FÖRSTNER, U. Metals in the hydrocycle. **Springer-Verlag**. 349p. 1984.

- SILVA, K. G. et al. Distribuição e ocorrência do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus*) no estuário do rio Mamanguape, Paraíba, Brasil. **Periódico Peixe-Boi/IBAMA-FMM**, v.1, n.1, p.6-18, 1992.
- SILVA, N. et al. **Manual de métodos de análise microbiológica da água**. Campinas: ITAL/ Núcleo de Microbiologia, 99p. 2000.
- SOUSA, C. P. Pathogenicity mechanisms of prokaryotic cells: an evolutionary view. **Brazilian Journal of Infectious Diseases**, v.7, p. 23-31, 2003.
- SOUZA, L. C. et al. Bactérias coliformes totais e coliformes de origem fecal em águas usadas na dessedentação de animais. **Revista Saúde Pública**, v.17, p.112-22, 1983.
- STEFFEN, G. P. K. et al. Contaminação do solo e da água pelo uso de agrotóxicos . **Tecno-Lógica**, v. 15, n. 1, p. 15-21, 2011.
- TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agricola**, v.59, n.1, p.181-186, 2002.
- UMETSU, C. A. et al. Aspectos físico-químicos de dois rios da bacia do Alto Tapajós – Teles Pires e Cristalino – MT, durante período de estiagem e cheia. **Revista de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta**, v.5, n.1, p.59- 70, 2007.
- VERGARA-PARENTE, J. E. et al. Salmonellosis in na Antillean manatee (*Trichechus manatus manatus*) calf: a fatal case. **Aquatic Mammals**, v. 29, n. 1, p. 131-136, 2003.
- VIDAL, W. C. L. Identificação e caracterização das interferências humanas na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, Litoral Norte do Estado da Paraíba, Brasil. **Dissertação** de Mestrado, Programa Regional de Pós Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.110p. 2001.
- VINCENTE-MARTORELL, J. J. et al. Bioavailability of heavy metals monitoring water, sediments and fish species from a polluted estuary. **Journal of Hazardous Materials**, v. 162, p. 823-836, 2009.
- VINODHINI, R; NARAYANAN, M. Bioaccumulation of heavy metals in organs of fresh water fish *Cyprinus carpio*. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v.5, n.2, p. 179-182, 2008.
- VON SPERLING, M. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA) Universidade Federal de Minas Gerais. v. 1, ed. 3, 452p. 2005.

WU, G. et al. Genetic diversity among *Escherichia coli* O157:H7 isolates and identification of genes linked to human infections. **Infection and Immunity**, v.76, p.845–856, 2008.

YOGUI, G. T. et al. Chlorinated pesticides and polychlorinated biphenyls in marine tucuxi dolphins (*Sotalia fluviatilis*) from the Cananéia estuary, southeastern Brazil. **The Science of the Total Environment**, v. 312, p. 67-78, 2003.

YUAN, C. et al. Speciation of Heavy Metals in Marine Sediments from the East China Sea by ICP-MS with Sequential Extraction. **Environmental International**, v.30, p. 769-783, 2004.

5 CAPÍTULO 1

AVALIAÇÃO QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DO RIO MAMANGUAPE, HABITAT NATURAL DE PEIXES-BOIS MARINHOS (*Trichechus manatus*).

**AVALIAÇÃO QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS
DO RIO MAMANGUAPE, HABITAT NATURAL DE PEIXES-BOIS
MARINHOS (*Trichechus manatus*).**

**CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL EVALUATION OF SURFACE
WATER OF THE RIVER MAMANGUAPE, NATURAL HABITAT OF THE
WEST INDIAN MANATEE (*Trichechus manatus*).**

Luciana Ghinato¹, João Carlos Gomes Borges^{1,2}, André de Souza Santos¹, Glaucia Grazielle Nascimento¹, Rinaldo Aparecido Mota³, Leucio Câmara Alves⁴

1. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE, Brasil.
2. Fundação Mamíferos Aquáticos. Avenida 17 de Agosto, N° 2001, Casa Forte, Recife, PE, Brasil.
3. Laboratório de Doenças Infectocontagiosas. Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE, Brasil.
4. Laboratório de Doenças Parasitárias. Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE, Brasil. (Orientador).

Correspondência | Correspondence:

Luciana Ghinato

Alameda dos Angelins 64, Aldeia dos Camarás,

54786-025 Camaragibe, PE, Brasil

E-mail: lghinato@hotmail.com

RESUMO

OBJETIVO: O objetivo deste estudo foi avaliar a salinidade, pH e a presença de coliformes termotolerantes em águas superficiais do Rio Mamanguape localizado no estado da Paraíba, local de ocorrência de peixes-bois marinhos.

MÉTODOS: De setembro de 2013 a julho 2014, amostras de água de cinco pontos diferentes do Rio Mamanguape foram coletadas em triplicata. Salinidade e pH foram analisadas e realizadas utilizando um refratômetro digital e um sensor multi-parâmetro. A fim de determinar a presença de coliformes termotolerantes a técnica de tubos múltiplos e Número Mais Provável por 100 ml foi realizada, e os valores de referência foram determinados pela tabela de Hoskins.

RESULTADOS: Em todas as amostras os níveis de salinidade e os valores de pH estão dentro dos valores normais recomendados pela legislação. Durante todo o período do estudo, coliformes termotolerantes foram detectados em pelo menos um ponto de coleta, mas todos os valores foram inferiores aos estabelecidos pela legislação vigente.

CONCLUSÕES: A água do rio Mamanguape apresenta níveis de salinidade e pH dentro dos limites previamente estabelecidos e baixos níveis de contaminação por coliformes termotolerantes.

DESCRITORES: Coliformes; Mamífero Aquático; Sirênios; Contaminação; Recurso Hídrico.

ABSTRACT

OBJECTIVE: : The aim of this study was to evaluate the salinity, pH and the presence of fecal coliform in surface waters of the Mamanguape River located in the state of Paraíba, place where specimens of manatees occur.

METHODS: From September 2013 to July 2014, water samples from five different points of the Mamanguape River were collected in triplicate. Salinity and pH analyzes were performed using a digital refractometer and a multi-parameter sensor. In order to determine the presence of fecal coliforms the technique of multiple tubes and Most Probable Number per 100 ml was performed, and the values of reference were determined by the Hoskins table.

RESULTS: In all samples salinity level and the pH values are within the standard values recommended by the legislation. During the whole study period, thermotolerant coliforms were detected in at least one point of collection, but all values were below those established by the current legislation.

CONCLUSIONS: The water of the Mamanguape River presenting levels of salinity and pH within the limits previously established and low levels of contamination by fecal coliforms.

DESCRIPTORS: Coliforms; Aquatic Mammal; Sirenia; Contamination; Hydride Feature.

5.1 INTRODUÇÃO

O monitoramento do ambiente aquático e dos microcontaminantes vem recebendo grande interesse da comunidade particularmente devido aos efeitos deletérios ao ambiente e aos animais.^{19,22}

Contudo, a detecção dos agentes patogênicos em amostras de água é extremamente difícil, em razão de suas baixas concentrações, sendo realizada de forma indireta, através dos organismos indicadores.¹²

Os coliformes fecais estão presentes em grandes quantidades nas fezes do ser humano e dos animais de sangue quente, e sua presença na água não representa, por si só, um perigo à saúde, mas indica a possível contaminação de outros patógenos causadores de doenças e, desta forma são considerados os principais indicadores de contaminação fecal.²⁰

Fontes de contaminação por coliformes termotolerantes nas águas de superfícies incluem descargas de efluentes urbanos, fossas sépticas, *runoff* de agricultura e chuva, poluição por animais e fontes não pontuais de resíduos antrópicos.^{2,33} Em muitas ocasiões, estes impactos antrópicos vêm representando sérios riscos para a integridade dos ecossistemas aquáticos,²³ podendo comprometer ainda, diversas espécies de mamíferos aquáticos.³¹

Desta forma, considerando estes fatores de riscos de vinculação hídrica, os mamíferos aquáticos atuam como sentinelas ambientais,^{6,25} fornecendo assim um indicativo da qualidade dos ambientes onde vivem e permitindo uma melhor caracterização e gestão dos impactos que afetam a saúde animal, humana e dos recursos fluviais e marinhos.^{3,5,6}

Entre as espécies de mamíferos aquáticos, a ocorrência dos peixes-bois marinhos (*Trichechus manatus*) nos estuários do Rio Mamanguape recebe destaque, pois estes animais utilizam estes ecossistemas durante todo o ano, sendo o referido estuário, a principal área de concentração desta espécie no nordeste brasileiro.²⁹

O objetivo deste trabalho foi avaliar a salinidade, o pH e a presença de coliformes termotolerantes em águas superficiais do Rio Mamanguape – Paraíba, local de ocorrência de peixes-bois marinhos.

5.2 MÉTODOS

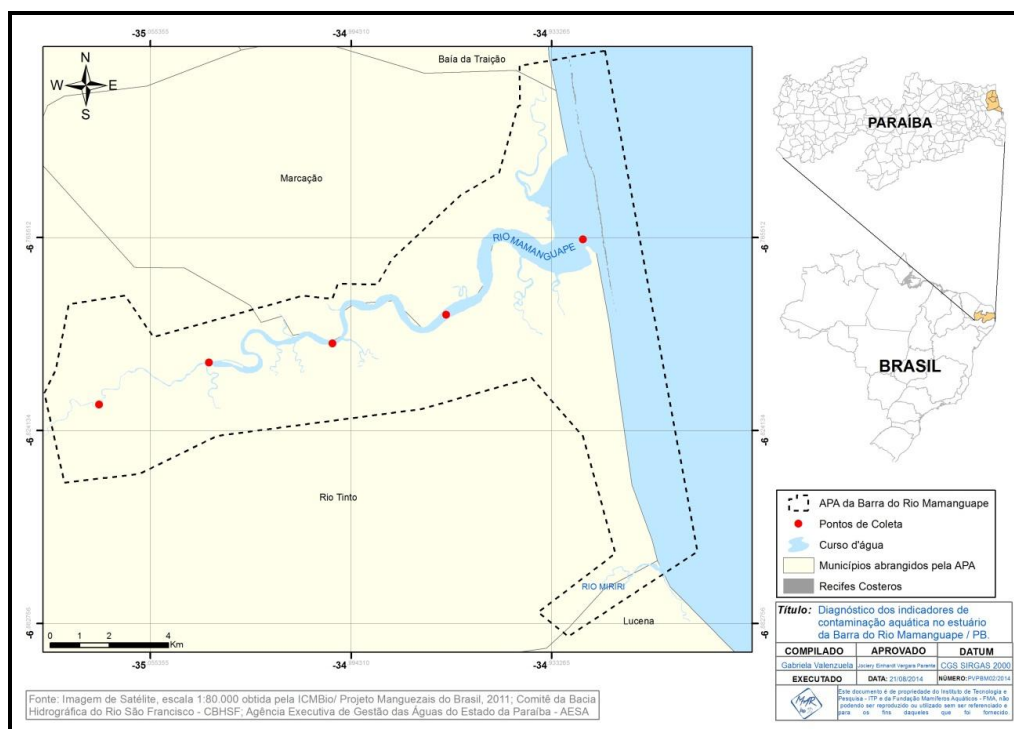
As atividades foram realizadas na Área de Proteção Ambiental (APA) da Barra do Rio Mamanguape, que abrange 14.640 hectares e esta localizada no litoral Norte do Estado da Paraíba (6°45 e 6°50" S e 34°56" e 35°05" O).

Foram coletadas amostras em triplicata (100mL) de água superficial segundo ANA,¹ do Rio Mamanguape, de novembro de 2013 à julho de 2014, mensalmente em cinco pontos distintos do rio (Figura 1), distribuídos em Ponto 1 (6°49'08,3" S/ 35°04'10,9" O), Ponto 2 (6°48'12,8"S/ 35°02'14,9"O), Ponto 3 (6°47'53,1"S/ 34°59'59,5"O), Ponto 4 (6°47'20,6"S/ 34°57'55,2"O) e Ponto 5 (6°45'58,2"S/ 34°55'25,4"O), com uma equidistância aproximada de 4 Km entre eles, exceto em

relação ao P.5 que foi de aproximadamente 6Km. As amostras de água foram coletadas, acondicionadas e armazenadas sob refrigeração até o processamento segundo ANA.¹

Neste estudo foi utilizado como referencial a Resolução CONAMA nº274\2000,⁷ e nº 357\2005,⁸ sobre as águas de classe 3.

Figura 1: Pontos das coletas realizadas ao longo dos 18 Km do rio Mamanguape



Fonte: Acervo da FMA\2014.

As análises químicas de salinidade e pH foram realizadas por meio de um refratômetro digital e uma sonda multiparametro (SX751 Model - Sanxinn). A sonda travou e não foi possível realizar leitura em todos os meses de coleta, havendo apenas duas leituras.

Para a determinação de coliformes totais, pela técnica de tubos múltiplos foi realizada a inoculação de 1 mL das diluições 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} (para as amostras do ponto 1 ao 4) e diluições de 10^0 , 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} (para as amostras do ponto 5) utilizando-se três séries de cinco tubos contendo Caldo Lactose Simples e tubos de Durham invertidos. Após a incubação por 24-48 horas a 37°C , os tubos que apresentaram turvação e gás nos tubos de Durham foram considerados como positivos para a prova presuntiva para coliformes totais.

Para confirmação da presença de coliformes totais, alíquotas das amostras positivas foram transferidas para tubos contendo Caldo Bile Verde Brilhante a 2% (Caldo VB), sendo considerados positivos pela turvação do meio e a produção de gás após 24 a 48 horas a 37°C de incubação. Após a leitura dos resultados obtidos no Caldo VB, determinou-se o número mais provável de coliformes totais por 100mL, utilizando-se a tabela de Hoskins.

Para a determinação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes termotolerantes, os tubos considerados positivos no Caldo Lactose foram semeados em Caldo de *Escherichia coli* (EC), também contendo tubos de Durham invertidos. Os tubos foram incubados no equipamento shake a 45°C, por um intervalo de 24 a 48 horas. Após a incubação, foram considerados positivos para a presença de coliformes termotolerantes, os tubos que apresentaram turvação e gás nos tubos de Durhan. O número mais provável de coliformes termotolerantes/100mL, foi determinado pela tabela de Hoskins.

No tratamento estatístico dos dados foi utilizada a análise de variância (ANOVA One-Way). Com o objetivo de verificar o comportamento de cada variável nos locais, foi realizada análise de variância seguida do Teste de Tukey. Para tais análises foi utilizado o programa computacional BioEstat 5.0.⁴ O nível de significância utilizado foi de 0,05.

5.3 RESULTADOS

Os resultados das análises da pesquisa da salinidade e pH em cada ponto de coleta da água estão apresentados na Tabela 1 e os resultados para a pesquisa de coliformes termotolerantes foram positivos em todos os meses em pelo menos um ponto de coleta (Tabela 2).

Quando se avaliou a variabilidade, não foi detectada influência dos índices pluviométricos ($p > 0,05$) com relação aos meses de coleta, na distribuição dos coliformes (Tabela 2).

Tabela 1: Valores registrados para salinidade e pH nos pontos de coleta de água superficial ao longo de nove meses no Rio Mamanguape – PB

Ponto de Coleta Parâmetros	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
	Salinidade (ppm)	0 - 2	9 - 20	16 - 29	21 - 30
pH	7.7 - 8.3	7.3 - 7.8	7.2 - 7.64	7.2 - 7.7*	7.7 - 8*

*Leituras realizadas

Tabela 2: Valores máximos de Coliformes Termotolerantes (NMP/mL) registrados nos Pontos de Coleta de água superficial no período de nove meses no Rio Mamanguape - PB.

Ponto	nov/13	dez/13	jan/14	fev/14	mar/14	abr/14	mai/14	jun/14	jul/14
P1	930	150	290	1500	230	2400	230	930	430
P2	230	360	230	230	92	230	430	92	430
P3	zero	9,2	36	36	36	zero	36	36	zero
P4	92	zero	zero	zero	36	zero	zero	zero	zero
P5	zero	3,2	zero	23	zero	zero	zero	zero	zero

Os Pontos 1 e 2 revelaram as maiores concentrações de coliformes termotolerantes ($p > 0,01$). Por outro lado os pontos 3, 4 e 5 apresentaram menores valores de coliformes termotolerantes.

5.4 DISCUSSÃO

Os dados obtidos no presente estudo para o teor de salinidade da água ao longo do percurso amostrado, caracterizou os pontos de coleta segundo a Resolução do CONAMA nº274/2000, sendo o Ponto 1 como água doce (igual ou inferior a 0,5%), uma pequena variação destes valores se deu nos meses de dezembro e janeiro; os Pontos 2, 3 e 4, que apresentaram salinidade entre 0,5 e 30%, como água salobra e o Ponto 5 com salinidade superior a 30%, como salina, com uma pequena variação justificada pela proximidade com o mar.⁹

Os resultados observados são semelhantes aqueles encontrados pelo SUDEMA³⁰ no Rio Mamanguape - PB, onde demonstraram salinidade em água do trecho doce valor de 0,2%, salobra 0,9% e salina 36%.

Apesar da exposição às mesmas condições climáticas, as amostras de água superficiais aqui avaliadas mostraram diferentes índices de salinidade em função do ponto de coleta e do equilíbrio quase estacionário entre a água doce e a pressão da água salgada.

Os valores de pH encontrados aqui determinados são concordes com os resultados observados pela SUDEMA,³⁰ onde o pH da água do Rio no Rio Mamanguape apresentou-se dentro dos valores limites para água doce, salobra e salina, corroborando com o preconizado pela Resolução do CONAMA nº 357/2005 que estabelece valores entre 6,0 a 9,0 para água doce; 5,0 a 9,0 salobra e 6,5 a 8,5 salina.

De acordo com Esteves,¹⁵ as comunidades vegetais, animais e o meio aquático possuem estreita interdependência com o pH, sendo uma das variáveis mais difíceis de se interpretar, devido principalmente, a influência da geologia local, a decomposição da matéria orgânica e processos biológicos, que contribuem para o aumento ou a diminuição dessa variável em ambientes aquáticos.

Com relação a determinação do NMP de coliformes termotolerantes, os resultados aqui observados são concordes aqueles demonstrados pela SUDEMA,³⁰ que encontraram valores de coliformes termotolerantes abaixo do preconizado pela legislação que assegura que o NMP de coliformes termotolerantes não devem ultrapassar o limite de 2.500/100 mL para águas doces,⁸ e para águas salobras e salinas não deverá ser excedido o limite de 4.000 coliformes termotolerantes por 100 mL para ambas.⁷

Por outro lado, diferem de outros autores como Bregunze et al.¹⁰ que avaliando a água do Ribeirão dos Müller em Curitiba – PR, Silva et al.²⁸ água do Balneário Veneza no município de Caxias – MA e Vasconcellos et al.³² água do Rio São Lourenço em São Lourenço do Sul – RS, encontraram valores acima do recomendado pela legislação para coliformes termotolerantes nestas águas.

Os dados aqui observados são semelhantes aos realizados por Cardonha et al.¹¹ que também não encontraram influência da variabilidade climática (índice pluviométrico) sobre a variabilidade de coliformes encontrados em amostras de águas. Por outro lado, diferem de Gonzalez et al.¹⁸, Cunha¹³ e Cunha et al.¹⁴ que concluíram que a presença de coliformes nas amostras das águas dos mananciais estudados tiveram relação direta com a presença de chuva, devido ao arraste de excretas humanas e animais. Segundo Geldreich¹⁶ e Geldreich et al.¹⁷ a água de escoamento superficial, durante o período de chuva, é o fator que mais contribui para a mudança da qualidade

microbiológica da água. Dessa forma, fica evidenciado, que no Rio Mamanguape, a contaminação da água por coliformes termotolerantes depende das fontes emissoras de esgotamento urbano que atuam de maneira contínua sobre a região.

Oliveira et al²⁴ e Schons et al²⁷ também observaram concentrações maiores de coliformes termotolerantes estiveram associadas à grande variação dos pontos amostrados e a influência de áreas urbanizadas. Oliveira et al²⁴ demonstraram que pontos de coletas que sofrem menor influência das marés apresentam maiores valores de coliformes e os pontos sobre maior influência oceânica com valores menores de coliformes, corroborando com os dados aqui apresentados.

O maior número de microorganismos potencialmente patogênicos encontrados no Ponto 1 pode ser atribuído também à menor concentração de salinidade do local, pois segundo Regan et al²⁶ a baixa salinidade diminui o poder de autodepuração neste trecho do estuário e facilita o surgimento e proliferação destes microorganismos.

A Instrução Normativa Número 03 de 08 de Fevereiro de 2002,²¹ dispõe no capítulo VII, Artigo 10 da qualidade da água dos recintos para manutenção de mamíferos aquáticos em cativeiro, um limite máximo de 250 NMP por 100 ml de água para coliformes fecais, porém não dispõe destes parâmetros para animais de vida livre.

Em conclusão, a água do Rio Mamanguape apresenta boas condições ambientais apresentando salinidade e pH dentro dos limites estabelecidos pela legislação e baixos níveis de contaminações por coliformes termotolerantes, onde estes não parecem comprometer os recursos hídricos da região.

REFERÊNCIAS

1. ANA. *Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos* / Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão ... [et al.]. -- São Paulo: CETESB; Brasília, 2011.
2. AN, Y. J.; KAMPBELL, D. H.; BREDENBACH, G. P. Escherichia coli and coliforms in water and sediments at lake marinas. *Environment Pollution*. 2002;120:771-778.
3. AGUIRRE, A. A.; TABOR, A. A. Introduction: marine mammals as sentinels of marine ecosystem health. *EcoHealth*. 2004;1:236-238.

4. AYRES, M.; AYRES, J. R. M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. *BioEstat 5.0- Aplicações Estatísticas na Áreas das Ciências Biológicas e Médicas: Sociedade Civil Mamirauá*, Belém, CNPq, Brasília, 290p. 2007.
5. BONDE, R. K.; AGUIRRE, A. A.; POWELL, J. Manatees as sentinels of marine ecosystem health: are they the 2000 pound canaries? *EcoHealth*. 2004;1:255-262.
6. BOSSART, G. D. Marine mammals as sentinel species for oceans and human health. *Oceanography*. 2006;19(2):134-137.
7. BRASIL. *Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)*. Resolução nº274 de 2000.
8. BRASIL. *Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)*. Resolução n.º 357 de 17 de março de 2005.
9. BRASÍLIA. **Plano de Manejo**. Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape. Área de Relevante Interesse Ecológico de Manguezais da Foz do Rio Mamanguape. 349p, 2014.
10. BREGUNCE, D. T.; JORDAN, E. N.; DZIEDZIC, M.; MARANHO, L. T.; CUBAS, S. A. Avaliação da Qualidade da Água do Ribeirão dos Müller, *Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume Curitiba-PR*. 2011;16(3):39-47.
11. CARDONHA, A. M. S.; VIERA, R. H. S. F.; RODRIGUES, D. P.; MACRAL, A.; PEIRANO, G.; TEOPHILO, G. N. D. Fecal pollution in water from storm sewers and adjacent seashores in Natal, Rio Grande do Norte, Brazil. *International Microbiology*. 2004;7:213-218.
12. COLWELL, R. R. Bacterial and viruses-indicator of environmental changes occurring estuaries. *Environmental International*. 1978;1:223-231.
13. CUNHA, A. C. *Levantamento de parâmetros físico-químicos e hidráulicos para a avaliação da qualidade da água em escoamentos naturais – desenvolvimento do distrito industrial/AP na Bacia do Rio Matapi*. Relatório Anual. Macapá: CNPq/IEPA/Gerco, 58 p. 2001.
14. CUNHA, A. C.; CUNHA, H. F. A.; SIQUEIRA, E. Q. Diffuse Pollution Survey in Rivers of Southeast of Amapá State – Brazil. In: *International Conference on Diffuse/Nonpoint Pollution and Watershed Management*, 5. Proceedings. Milwaukee, 2001.

15. ESTEVES, F. A. *Fundamentos da Limnologia*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência Ltda, 1998. 575p.
16. GELDREICH, E. E. Aspectos microbiológicos dos esgotos e dos seus processos de tratamento. In: *Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico e de Controle de Poluição de Águas*. São Paulo. 1974;115- 134.
17. GELDREICH, E. E. The bacteriology of water. In: *Microbiology and microbial infections*. 9ª ed. London: Arnold, 1998.
18. GONZALEZ, R. G.; TAYLOR, M. L.; ALFARO, G. Estudio bacteriano del agua de consumo en una comunidad Mexicana. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*. 1982;93:127-140.
19. HALLING-SORENSEN, B; NORS NIELSEN, S; LANZKY, P. F; INGERSLEV, F; HOLTEN LUTZHOFT, H. C; JORGENSEN, S. E. Occurrence, fate and effects of pharmaceutical substances in the environment – A review. *Chemosphere*. 1998;36(2):357 –393.
20. HARWOOD, V. J. Detection and occurrence of indicator organisms and pathogens. *Water Environmental Research*. 2001;73(5).
21. IBAMA. *Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis*. Instrução Normativa Número 03, de 08 de Fevereiro de 2002.
22. KIM, S.; AGA, S. D. Potential ecological and human health impacts of antibiotics and antibiotic-resistant bacteria from wastewater treatment plants. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B. Critical Reviews*. 2007;10(8):559-573.
23. MARIN, E.; SINHORELLI, J. S. M.; MENDES, A. N. Caracterização Físico-Química e Microbiológica das Águas das Praias de Piuma, Iriri e Itaoca, Espírito Santo. *Sabios: Revista Saúde e Biologia*. 2014;9(1):43-52.
24. OLIVEIRA, D. R. P.; CASTRO, A. C. L.; NASCIMENTO, A. R.; SOARES, L, S.; PORTO, H. L. R. Avaliação do Grau de Contaminação Microbiológica do Estuário do Rio Paciência, Estado do Maranhão. *Arquivos de Ciências do Mar*. 2012;45(1):56-61.
25. REIF, J. S. Animal sentinels for environmental and public health. *Public Health Reports*. 2011;126:50-57.

26. REGAN, P. M.; MARGOLIN, A. B.; WATKINS, W. D. Evaluation of microbial indicators for the determination of the sanitary quality and safety of shellfish. *Journal of Shellfish Research*. 1993;12(1):95-100.
 27. SCHONS, D. C.; ALEIXO, V.; VEIGA, T. G.; FERRONATO, M. C.; ZSYMANSKI, N. Monitoramento da qualidade das águas do Rio do Ouro, em Ouro Verde do Oeste – PR: Análises Microbiológicas. *XI Congresso Nacional do Meio Ambiente de Poços de Caldas*. 8p. 2014.
 28. SILVA, E. O.; FREITAS, C. F. S.; CARVALHO, L. C. F. Análise microbiológica da água do balneário Veneza no Município de Caxias-MA, Brasil. *Revista ACTA Tecnológica - Revista Científica* - ISSN 1982-422X. 2011;6(1):35-44.
 29. SILVA, K. G.; PALUDO, D.; OLIVEIRA, E. M. A.; SOAVINSKI, R. J.; LIMA, R. P. Distribuição e ocorrência do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus*) no estuário do rio Mamanguape, Paraíba, Brasil. *Col. Trabal. Cons. Pesq. Sirênios no Brasil*. 1992;1(1):6-18.
 30. SUDEMA - *Superintendência de Administração do Meio Ambiente*. Informações de Qualidade da água. Disponível em <<http://www.sudema.pb.gov.br>> Acesso em: 10/11/2014.
 31. TANABE, S. Contamination and toxic effects os persistente endocrine disrupters in marine mammals and birds. *Marine Pollution Bulletin*. 2002;45(12):69-77.
 32. VASCONCELLOS, F. C. S.; IGNANCI, J. R. V.; RIBEIRO, G. A. Qualidade Microbiológica da Água do Rio São Lourenço, São Lourenço do Sul, Rio Grande do Sul. *Arquivos do Instituto Biológico*. 2006;73(2):177-181.
 33. VIEIRA, R. H. S. F.; CATTER, K. M.; SAMPAIO, S. S.; RODRIGUES, D. P.; THEOPHILO, G. N. D.; FILHO, A. A. F. The stormwater drain system as a pollution vector of the seashore in Fortaleza (Ceara State, Brazil). *Brazilian Journal of Microbiology*. 2002;33:294-298.
-

Artigo baseado na tese de doutorado de Ghinato L, intitulada: “Avaliação da qualidade da água superficial do Rio Mamanguape - Paraíba, local de ocorrência de peixes-bois marinhos (*Trichechus manatus*)”, apresentada ao Programa de Pós – Graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal Rural de Pernambuco, em 2015.

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Os autores agradecem ao Projeto Viva o Peixe-Boi Marinho, patrocinado pela Petrobras, através do Programa Petrobras Socioambiental e a Fundação Mamíferos Aquáticos por todo o suporte concedido.

6 CAPÍTULO 2

**DETECÇÃO DE METAIS PESADOS EM ÁGUAS SUPERFICIAIS DO RIO
MAMANGUAPE, LOCAL DE OCORRÊNCIA DE PEIXES-BOIS
MARINHOS (*Trichechus manatus*).**

**DETECÇÃO DE METAIS PESADOS EM ÁGUAS SUPERFICIAIS DO RIO
MAMANGUAPE, LOCAL DE OCORRÊNCIA DE PEIXES-BOIS
MARINHOS (*Trichechus manatus*).**

Luciana Ghinato¹, João Carlos Gomes Borges², Sandra Maria de Torres³, Josangela do Carmo Trezena de Araujo⁴, Airon José da Silva⁵, Clístenes Williams Araújo do Nascimento⁴, Leucio Câmara Alves⁶.

**DETECTION OF HEAVY METALS IN SURFACE WATERS OF THE RIVER
MAMANGUAPE, PLACE OF OCCURRENCE
OF THE WEST INDIAN MANATEE (*Trichechus manatus*).**

1. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE, Brasil.
2. Fundação Mamíferos Aquáticos. Avenida 17 de Agosto, N° 2001, Casa Forte, Recife, PE, Brasil.
3. Residente do Laboratório de Patologia. Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE, Brasil.
4. Laboratório de Solos. Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE, Brasil.
5. Professor de Ciência do Solo. Departamento de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon, s/n Jardim Rosa Elze, CEP 49100-000, São Cristóvão, SE, Brasil.
6. Laboratório de Doenças Parasitárias. Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE, Brasil. (Orientador).

Correspondência | Correspondence:

Luciana Ghinato

Alameda dos Angelins 64, Aldeia dos Camarás,

54786-025 Camaragibe, PE, Brasil

E-mail: lghinato@hotmail.com

RESUMO

OBJETIVO: O objetivo deste estudo foi detectar a presença de metais pesados em águas superficiais do Rio Mamanguape localizado no estado da Paraíba, local de ocorrência de peixes-bois marinhos.

MÉTODOS: Durante um período de 10 meses, amostras de água foram coletadas em triplicata de cinco pontos distintos do Rio Mamanguape para a busca de metais pesados.

A pesquisa de mercúrio foi realizada por Espectrofotômetro de Absorção Atômica Acoplado ao Gerador de Hidretos ao passo que o cádmio, cromo, chumbo, manganês, zinco, níquel, alumínio e ferro foram analisados por Espectrometria de Emissão Óptica.

RESULTADOS: Todas as amostras foram negativas para a presença dos metais mercúrio, cádmio e cromo em todos os pontos e meses de coletas. Por outro lado, foram detectados cobre, níquel, zinco, manganês e ferro, mas apresentaram níveis abaixo da recomendada pela legislação vigente. Em dois pontos de coletas os níveis de alumínio e chumbo foram superiores aos estabelecidos pela legislação.

CONCLUSÕES: As amostras de água do rio Mamanguape aqui avaliados apresentaram contaminação por metais pesados, o que demonstra a necessidade de implementação de programas para monitorar os locais de coleta. Esta medida poderia identificar a provável fonte de contaminação, considerando que eles são bioacumulados na biota marinha e podem causar alterações na cadeia alimentar e, conseqüentemente, sobre o peixe-boimarinho.

DESCRITORES: Elementos traços; Mamífero aquático; Contaminação; Qualidade Hídrica.

ABSTRACT

OBJETIVE: The aim of this study was to detect the presence of heavy metals in surface waters of the Mamanguape River located in the state of Paraíba, place where specimens of manatees occur.

METHODS: During a period of ten months, water samples were collected in triplicate from five distinct points of the Mamanguape River for the search of heavy metals. The research of mercury was performed by Atomic Absorption Spectrophotometer coupled with Hydride Generator, whereas cadmium, chromium, lead, manganese, zinc, nickel, aluminum and iron were analyzed by Optical Emission Spectrometry.

RESULTS: All samples were negative for the presence of mercury metals, cadmium and chromium in all points and months of collections. Conversely, copper, nickel, zinc, manganese and iron were detected, but presenting levels below to that recommended by the current legislation. In two points of collection levels of aluminum and lead were higher than those established by the legislation.

CONCLUSIONS: The water samples of the Mamanguape River herein evaluated presented contamination by heavy metals, demonstrating the need of implementation of programs to monitor the collection sites. This measure could identify the likely source

of contamination, considering that they are bioconcentrated in marine biota and may cause alterations in the food chain and consequently on the manatee.

DESCRIPTORS: Trace Elements; Aquatic Mammal; Contamination; Hydric Quality.

6.1 INTRODUÇÃO

A presença de metais pesados no ambiente aquático pode ocorrer por contaminação antrópica caracterizadas principalmente pelas emissões de efluentes industriais, esgotos domésticos, depósitos de lixo e despejos de mineração^{41,17}, sendo geralmente de origem antrópica, podendo resultar em sérios problemas de poluição localizada^{34,35} expondo, por conseguinte toda a vida aquática.²⁶

Segundo Reinfelder et al³⁹ o acúmulo de metais nos ecossistemas aquáticos tem despertado interesse, principalmente em relação ao destino e os possíveis efeitos desses contaminantes, sua ciclagem biogeoquímica e seu comportamento e distribuição na cadeia alimentar.

Na biota marinha, a bioacumulação de metais ocorre por várias vias, mas principalmente por meio da ingestão de alimento e de material em suspensão, proveniente diretamente de sedimentos de fundo e da remoção de metais em solução. Devido à tendência de bioacumulação, alta toxicidade e extrema persistência dos metais, eles estão entre os contaminantes mais intensamente estudados nos ambientes estuarino e marinho em numerosas pesquisas ecotoxicológicas.³⁰

As informações acerca da presença dos metais pesados em mamíferos aquáticos têm aumentado ao longo dos últimos anos, representando assim um importante fator de ameaça para diversas espécies.^{23,46}

No que concerne o peixes-boi , por habitarem áreas costeiras e terem uma vida longa, estão sujeitos a processos de bioacumulação de metal,¹⁰ porém geralmente são propensos a uma pequena bioacumulação de metais, devido à sua natureza herbívora.³⁷

Em estudos realizados com peixes-bois marinhos mantidos em cativeiro no ambiente natural, situado no estuário do rio Mamanguape foram detectados a presença de Alumínio, Magnesium, Ferro, Zinco, Cobre, Cadmio, Cromo, Selênio e Chumbo,¹³ porém não sendo identificado na pesquisa as prováveis fontes de veiculação destes elementos aos animais.

Sendo assim o objetivo deste trabalho foi detectar a presença de metais pesados em águas superficiais do Rio Mamanguape\Paraíba, local de ocorrência de peixes-boi marinho (*Trichechus manatus*).

6.2 MÉTODOS

As atividades foram realizadas na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape que abrange 14.640 hectares localizada no Estado da Paraíba (6°45' e 6°50" S e 34°56' e 35°05" O), local de ocorrência de peixes-bois marinhos (*Trichechus manatus*).

Foram coletadas amostras em triplicata em frascos de 100mL de polietileno previamente tratados com solução de ácido nítrico a 10% de águas superficiais provenientes de cinco pontos de coleta situados ao longo de 18km do Rio Mamanguape e armazenadas sob refrigeração até o processamento de acordo com ANA.¹

As amostras foram estocadas sobre refrigeração segundo APHA,⁵ e posteriormente sendo a determinação dos teores de Cromo, Cádmio, Cobre, Chumbo, Zinco, Níquel, Manganês, Alumínio e Ferro efetuadas por espectrometria de emissão ótica (ICP-OES/Optima 7000, Perkin Elmer) com modo de observação axial que permite uma leitura com maior sensibilidade e menor limite de detecção comparado ao modo radial, quando ao sistema de introdução foi via amostrador automático AS 90 Plus. Os parâmetros operacionais do equipamento foram utilizados segundo a recomendação do fabricante.

O mercúrio foi determinado por espectrofotômetro de absorção atômica (AAAnalyst 800 Perkin Elmer) acoplado a gerador de hidretos (FIAS 100/Flow Injection System/Perkin Elmer) com lâmpadas de descarga sem eletrodos (EDL) deste elemento.

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA One-Way). Com o objetivo de verificar o comportamento de cada variável nos locais, foram realizadas análises de variância seguidas do Teste de Tukey. Para tais análises foi utilizado o programa computacional BioEstat 5.0.⁷ O nível de significância aceito foi de 0.05.

6.3 RESULTADOS

Os resultados das análises da pesquisa de metais em amostras de água superficial foram positivos para o cobre, níquel, manganês, zinco, ferro, chumbo e alumínio.

Quando avaliamos os metais cobre, ferro, chumbo e alumínio, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os Pontos de Coleta ao longo do período.

Comprando-se a variabilidade de alumínio nos mesmos pontos de coleta durante todo o período, houve diferença significativa ($p < 0,001$) entre todos os meses (sazonalidade). O chumbo apresentou diferença significativa sazonal dentro de cada Ponto de Coleta em junho e julho.

Os resultados das análises da pesquisa dos metais cádmio, cromo e mercúrio, em amostras de água superficial, foram negativos em todos os cinco pontos de coletas e em todos os meses coletados.

6.4 DISCUSSÃO

Os resultados aqui apresentados são semelhantes ao de outros autores, que avaliando amostras de água classe 3, também detectaram os metais cobre, níquel, ferro, chumbo^{11,16} e zinco.¹⁶ Estudos com amostras de água de outras classes também encontraram os metais cobre, manganês,^{26,32,38,45} níquel,^{26,45} ferro,⁴⁵ zinco,^{26,27,38,45} chumbo^{26,27,32,38,45} e alumínio.³⁶ Por outro lado, Bregunce et al¹⁶ ao realizarem estudos com amostras de águas da mesma classe, não detectaram a presença dos metais níquel e cobre.

A presença de cobre pode ser explicada pela atividade da plantação de cana-de-açúcar, que apresenta destaque dentre as atividades econômicas realizadas na APA da Barra do Rio Mamanguape,^{8,15,24} pois, segundo Moreira³³ o cobre é um dos metais presente como impureza em adubos sintéticos utilizados na lavoura da cana-de-açúcar, sendo incriminada como um dos fatores que impoem desafios ambientais para os peixes-bois marinhos com ocorrência na região.³

O zinco é um elemento essencial para o crescimento e sua presença é comum nas águas naturais, entretanto, seus efeitos tóxicos atuam sobre o sistema respiratório dos animais marinhos e nos animais do topo de cadeia alimentar.²⁶ Ele é largamente utilizado na indústria, principalmente em galvanoplastias, na sua forma metálica e de sais, tais como cloreto, sulfato, cianeto, podendo entrar no ambiente através de processos naturais (lixiviação de rochas e solos) e antropogênicos, entre os quais se destaca a produção de ferro e aço e os efluentes domésticos.¹⁹ Este fato pode estar associado às intensas transformações sofridas no rio Mamanguape devido às atividades antrópicas.^{8,19}

Sabe-se que alguns metais como o manganês, ferro e cobre são micronutrientes essenciais, no entanto, deve-se considerar que mesmo os micronutrientes essenciais, são tóxicos para os organismos aquáticos e para o homem se os níveis de exposição e as concentrações forem suficientemente altos.^{18,31}

As principais fontes naturais do ferro para o ambiente aquático são o intemperismo das rochas que compõem a bacia de drenagem e a erosão de solos ricos nesses materiais, as fontes antrópicas têm-se destacado como responsáveis pelos

elevados níveis desses elementos nos corpos d'água, colocando em risco o equilíbrio ecológico desses sistemas.²⁵

Os resultados apresentados para o cobre, ferro, chumbo e alumínio, demonstraram dispersão igual em todos os pontos sugerindo que a contaminação por estes metais neste período não sofreram influencia das marés. A abordagem do *prisma da maré* (ciclo da maré) considera o corpo de água completamente disponível para a diluição, sendo que os resíduos fluem para o mar após cada ciclo de enchente e vazante, não retornando na próxima enchente.^{20,43}

Ao compararmos nossos resultados com a Resolução do CONAMA 357¹⁴, os metais cobre, níquel, manganês, zinco e ferro apresentaram-se com valores muito abaixo dos limites preconizados, que determina 0,013 mg/L, 0,025 mg/L, 0,5mg/L, 5,0mg/L e 5,0mg/L respectivamente. Por outro lado, chumbo (0,036 e 0,912) e alumínio (0,281 e 1,219) apresentaram apenas dois pontos de coleta concentrações acima dos valores recomendados que determinam 0,033 mg/L e 0,2 mg/L, respectivamente.

Os dados apresentados são semelhantes a outros estudos que também detectaram o zinco,^{11,16} e ferro¹¹ abaixo do preconizado pela legislação. Vários autores avaliando amostras de água de outras classes também encontraram concentrações abaixo dos níveis estabelecidos pela legislação¹⁴ para o ferro,⁴⁵ cobre, manganês, zinco e níquel.^{26,45}

Por outro lado, Belluta et al avaliando amostras de água de mesma classe encontrou valores para o níquel, cobre e ferro acima do permitido. Também foram detectaram valores acima dos preconizados em amostras de água de outras classes para os metais níquel,²⁶ zinco, cobre e manganês.^{26,38}

O chumbo teve dispersão significativa nos meses de junho e julho, compreendendo a estação chuvosa que ocorre entre os meses de março a agosto, e a estação seca de setembro a fevereiro,^{15,28} apresentando oscilações na distribuição, com concentrações acima da legislação nas amostras avaliadas no período chuvoso, esses dados corroboram os estudos realizados por Souza et al⁴² que também demonstraram a influencia da estação chuvosa na distribuição e aumento das concentrações de chumbo na água. A água se encontra com contaminação por metais, independente do corpo hídrico e com variações significativas entre os períodos amostrados, muito provavelmente em decorrência do processo de lixiviação ocasionado pelas chuvas ou pela solubilização ocasionada pelo maior volume de água e possíveis variações de pH.⁶

De acordo com os resultados apresentados em Amaral Sobrinho et al⁴ um dos elementos que podem apresentar maiores problemas em relação à possível

contaminação do ecossistema aquático é o chumbo, que ocorre com valores médios superiores aos encontrados normalmente na crosta terrestre, independentes do fertilizante ou calcário usado. A presença esporádica de chumbo nas águas superficiais da área de estudo sugerem um processo pontual de contaminação por este metal, auxiliado pela lixiviação após o período de chuva.

Os resultados apresentados são semelhantes aos estudos realizados por Belluta et al¹¹ e Bregunce et al¹⁶ que encontraram concentrações de chumbo acima dos estabelecidos pela legislação em águas de mesma classe. Estudos realizados em outras classes de águas também encontraram chumbo acima do permitido pela legislação Ramalho et al.³⁸ Por outro lado, Yabe e Oliveira⁴⁵ avaliando amostras de água de outras classes registraram valores abaixo do limite máximo permitido.

Segundo Bennett et al¹² chumbo e níquel foram encontrados em concentrações significativas em mamíferos marinhos, e podem ser fatores de risco quando associados a morte por doenças infecciosas.^{21,29}

A dissipação do alumínio foi significativa entre todos os meses, demonstrando uma dispersão contínua independente da época de chuva ou seca.

Os dados apresentados se assemelham aos estudos feitos por Oliveira et al³⁶ onde detectaram valores acima do permitido para o alumínio, porém em amostras de água de outra classe.

De acordo com Anzolin et al³ peixes-boi mantidos em estuário natural na Paraíba apresentaram concentrações sanguíneas dos metais alumínio, chumbo e cádmio maiores do que as encontradas no sangue de animais da mesma espécie, na Flórida, EUA. Sendo assim, mesmo considerando as diferentes formas de vinculação destes elementos aos organismos aquáticos, ainda que encontrados no rio Mamanguape em baixas concentrações, estes podem estar desencadeando efeitos de bioacumulação nos peixes-boi marinhos.

Nossos resultados foram semelhantes aos de Bregunce et al¹⁶ que trabalhando com amostras de água de mesma classe, não detectaram a presença dos metais cádmio e cromo.

Sabe-se que o cádmio é encontrado nas águas naturais devido às descargas de efluentes industriais, como os de galvanoplastias, produção de pigmentos, soldas e equipamentos eletrônicos,²⁶ o fato de não termos encontrado este metal em nossas amostras pode ser explicado pela falta destas indústrias na região.⁴⁰

A não detecção de cromo em nossas amostras pode ser explicada pelo fato da APA Barra do Rio Mamanguape, e entorno, não possuir atividades de curtume,^{40,44} que é o principal poluente derivado desta atividade.⁴⁵

O mercúrio é um dos componentes encontrado em indústrias farmacêuticas e de energia atômica e na garimpagem de ouro.⁹ A ausência de mercúrio em nossas análises pode ser explicada pela falta destas atividades na região.⁴⁰

Em conclusão, as amostras de água do rio Mamanguape aqui avaliados apresentaram contaminação por metais pesados, o que demonstra a necessidade de implementação de programas para monitorar os locais de coleta. Esta medida poderia identificar a provável fonte de contaminação, considerando que eles são bioacumulados na biota marinha e podem causar alterações na cadeia alimentar e, conseqüentemente, sobre o peixe-boia-marinho.

REFERÊNCIAS

1. ANA. *Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos* / Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; São Paulo: CETESB; Brasília, 2011.
2. ANDRE, J. M.; BOUDOU, A.; RIBEYRE, F. Mercury accumulation in Delphinidae. *Water, Air and Soil Pollut.* 1991;56:187-201.
3. ANZOLIN, D. G.; SARCS, J. E. S.; DIAZ, E.; SOARES, D. G.; SERRANO, I. L.; BORGES, J. C. G.; SOUTO, A. S.; TANIGUCHI, S.; MONTONE, R. C.; BAINY, A. C. D.; CARVALHO, P. S. M. Contaminant concentrations, biochemical and hematological biomarkers in blood of West Indian manatees *Trichechus manatus* from Brazil. *Marine Pollution Bulletin.* 2012;64:p.1402–1408.
4. AMARAL SOBRINHO, N. B.; COSTA, L.; OLIVEIRA, C.; VELLOSO, A. C. X. Metais pesados em alguns fertilizantes e corretivos. *Revista Brasileira Ciência do Solo.* 1992;16:271-276.
5. APHA. American Public Health Association -. American Water Works Association, Water Environment Federation. *Standard methods for the examination of water and wastewater analysis.* 21st ed. Washington, D.C.: American Public Health Association, 2005.

6. AZEVEDO, F. A.; CHASIN, A. A. M. *Metais – Gerenciamento da Toxicidade*. Editora Atheneu – InterTox, 554p. 2003.
7. AYRES, M.; AYRES, J. R. M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. *BioEstat 5.0- Aplicações Estatísticas na Áreas das Ciências Biológicas e Médicas: Sociedade Civil Mamirauá*, Belém, CNPq, Brasília, 290p. 2007.
8. BARBOSA, F. A. R. Medidas de proteção e controle de inundações urbanas na Bacia do Rio Mamanguape/PB. *Dissertação* (Mestrado e Engenharia Urbana) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 116 f. 2006.
9. BAUMGARTEN, M. G. Z.; POZZA, S. A. *Qualidade de Águas. Descrição de Parâmetros Químicos referidos na Legislação Ambiental*. Rio Grande: Editora da FURG, 166p. 2001.
10. BELANGER, M. P.; WITTNICH, C., 2008. Contaminant levels in sirenians and recommendations for future research and conservation strategies. *Journal of Marine Animals and Their Ecology*. 2008;1(1):31-38.
11. BELLUTA, I.; TOFOLI, L. A.; CORRÊA, L. C.; CARVALHO, L. R.; SILVA, A. M. M. Impactos provocados por metais potencialmente tóxicos dissolvidos em água e em sedimentos no córrego do Cintra – Botucatu-SP. *Salusvita*, Bauru. 2008;27(2):239-258.
12. BENNETT, P. M.; JEPSON, P. D.; LAW, R. J.; JONES, B. R.; KUIKEN, T.; BAKER, J. R.; ROGAN, E.; KIRKWOOD, J. K. Exposure to heavy metals and infectious disease mortality in harbour porpoises from England and Wales. *Environmental Pollution*. 2001;112:33–40.
13. BOUQUEGNEAU J. M.; JOIRIS C. Ecotoxicology of stable pollutants in cetaceans: organochlorines and heavy metals. In: (Symoens J.J., ed.) *Whales: Biology - Threats - Conservation. Symposium. Proceedings* (Brussels, 5-7 June 1991). Royal Academy of Overseas Sciences (Brussels). 1992;247-250.
14. BRASIL. *Conselho Nacional do Meio Ambiente* (CONAMA). Resolução n.º 357 de 17 de março de 2005.
15. BRASÍLIA. *Plano de Manejo*. Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape. Área de Relevante Interesse Ecológico de Manguezais da Foz do Rio Mamanguape. 349p, 2014.
16. BREGUNCE, D. T.; JORDAN, E. N.; DZIEDZIC, M.; MARANHO, L. T.; CUBAS, S. A. Avaliação da Qualidade da Água do Ribeirão dos Müller, *RBRH*

- *Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume Curitiba-PR*. 2011;16(3):39-47.
17. CALMANO, W. Metals in sediments: Remobilization and environment hazards. In: MUNAWAR, M ; DAVE, G., eds. *Development and Progress in Sediment Quality Assessment: Rationale, Challenges, Techiques & Strategies*. 1996;1-13.
 18. CAMPBELL, P. G. C.; LEWIS, A. G.; CHAPMAN, P. M.; CROWDER, A. A.; FLETCHER, W. K.; IMBER, B.; LUOMA, S. N.; STOKES, P. M.; WINFREY, M. *Biologically available metals in sediments*. Publications NRCC/CNRC, Ottawa, Canada, 298p. 1988.
 19. CARVALHO, C. E. V.; BENEDITTO, A. P. M.; SOUZA, C. M. M.; RAMOS, R. M. A.; REZENDE, C. E. Heavy metal distribution in two cetacean species from Rio de Janeiro State, south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 2008;88(6):1117–1120.
 20. CUNHA, A. C.; CUNHA, H. F.; SIQUEIRA, E. Water Pollution Survey in Rivers of the State of Amapá–Brazil. In: *V Workshop Ecolab*, Nov., 19-25. Macapá-AP/Brazil. 2000;315-323.
 21. DAS, K.; DEBAKER, V.; PILLET, S.; BOUQUEGNEAU, J. M. Heavy metals in marine mammals. In: Vos, J.G.; Bossart, G.D.; Fournier, M.; O’Shea, T.J. (Eds.), *Toxicology of Marine Mammals*. Taylor & Francis, New York. 2003;135–167.
 22. DIETZ, R.; NORGAARD, J.; HANSEN, C. Have arctic mammals adapted to high cadmium levels? *Marine Pollution Bulletin* 1998;36(6):490-492.
 23. DORNELES, P.R.; LAILSON-BRITO, J.; SECCHI, E.R.; BASSOI, M.; LOZINSKY, C. P. C.; TORRES, J. P. M.; MALM, O. Cadmium concentrations in franciscana dolphin (*Pontoporia blainvillei*) from South Brazilian Coast. *Brazilian Journal of Oceanography*. 2007;55(3):179-186.
 24. EMBRAPA. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*. Gestão Ambiental Territorial na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape (PB). 2008;20-21.
 25. ESTEVES, F. Fundamentos da liminologia. Rio de Janeiro. *Interciência FINEP*. 574p. 1998.
 26. FERREIRA, A. D. Avaliação das concentrações de metais pesados no sedimento, água e em *Leucopternis Lacernulata* (gavião-pomba). Estudo de Caso: Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. *Gaia Scientia*. 2009;3(2):23–31.

27. GUEDES, J. A.; LIMA, R. F. S.; SOUZA, L. C. Metais pesados em água do rio Jundiá - Macaíba/RN. *Revista de Geologia*. 2005;18(2):131-142.
28. INMET - *Instituto Nacional de Meteorologia*. Séries históricas do Clima. Disponível em:< <http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 10/11/2014.
29. KANNAN, K.; AGUSA, T.; PERROTTA, E.; THOMAS, N. J.; TANABE, S. Comparison of trace element concentrations in livers of diseased, emaciated and non-diseased southern sea otters from the California coast. *Chemosphere*. 2006;65:2160–2167.
30. KENNISH, M. J. *Pollution impacts on marine biotic communities*. CRC Press LLC, Boca Raton, FL. 1997.
31. LAWS, E. A. *Aquatic Pollution: An introductory text*. 2. ed. Interscience Publication, John Wiley & Sons, INC. New York. 611p.,1993.
32. MILAZZO, A. D. D.; RIOS, M. C.; OTERO, O. M. F.; CRUZ, M. J. M. Concentração de metais em águas superficiais do estuário do Rio São Paulo, Baía de Todos os Santos. *Cadernos de Geociências*. 2011;8(1):42-46.
33. MOREIRA, E. R. F. Trabalho, Ambiente e Saúde: um estudo da relação entre processos produtivos, recursos hídricos e risco à saúde. *Cadernos do Logepa*. João Pessoa. 2002;1(2):47-58.
34. NRIAGU, J. O. Human influence on the global cycling of trace metals. p.1-5. In: J. G. Farmer (ed.). *Heavy Metals in the Environment*. CEP Consultants Ltd, Edinburgh, UK. 357p. 1991.
35. NRIAGU, J. O.; PACYNA, J. M. Quantitative assessment of worldwide contamination of the air, water and soils by trace metals. *Nature*. 1988;333:134-139.
36. OLIVEIRA, C. N.; CAMPOS, V. P.; MEDEIROS, Y. D. P. Avaliação e identificação de parâmetros importantes para a qualidade de corpos d'água no semiárido baiano. Estudo de caso: Bacia Hidrográfica do Rio Salitre *Quimica Nova*. 2010;33(5):1059-1066.
37. O'SHEA, T. J. New Perspectives: Toxicology and the Environment. In: In: Toxicology of Marine Mammals, ed. Vos JG, Bossart GD, Fournier M and O'Shea T, *Taylor & Francis, London*. 2003;279-283.

38. RAMALHO, J. F. G. P.; SOBRINHO, N. M. B. A.; VELLOSO, A. C. X. Contaminação da Microbacia de Caetés com Metais Pesados pelo uso de Agroquímicos. *Pesquisa Agropecuária, Brasília*. 2000;35(7):1289-1303.
39. REINFELDER, J. R.; FISHER, N. S.; LUONA, S. N.; NICHOLS, J. W.; WANG, W. X. Trace element trophic transfer in aquatic organisms: a critique of the kinetic model approach. *The Science of the Total Environment*. 1998;219:117-135.
40. RODRIGUES, E. S.; RODRIGUES, I. A.; BUSCHINELLI, C. C. A.; QUEIROZ, J. F.; FRIGHETTO, R. T. S.; ANTUNES, L. R.; NEVES, M. C. M.; FREITAS, G.L.; RODOVALHO, R. B. Gestão Ambiental Territorial na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape (PB). *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*. Embrapa Meio Ambiente. 90p. 2008.
41. SALOMONS, W.; FÖRSTNER, U. Metals in the hydrocycle. *Springer-Verlag*. 349p. 1984.
42. SOUZA, S. K; MAURO C. S. P; GENILSON P. S. Análise Química e Bacteriológica da água de irrigação utilizada na Comunidade Agrícola Nova Esperança, Manaus – AM. *Revista Agro@mbiente On-Line*. 2012;6(3):242-249.
43. VELZ, C. J. *Applied Stream Sanitation*. A Wiley-Interscience Publication. Second Edition. Michigan, EUA. 799 p. 1984.
44. VIDAL, W. C. L. Identificação e caracterização das interferências humanas na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, Litoral Norte do Estado da Paraíba, Brasil. *Dissertação de Mestrado*, Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 110p, 2001.
45. YABE, M. J. S.; OLIVEIRA, E. Metais pesados em água superficiais como estratégia de caracterização de bacias hidrográficas. *Química Nova*. 1998;21:551-561.
46. YOGUI, G. T.; SANTOS, M. C. O.; BERTOZZI, C. P.; MONTONE, R. C. Levels of persistent organic pollutants and residual pattern of DDTs in small cetaceans from the coast of São Paulo, Brazil. *Marine Pollution Bulletin*. 2010;60:1862-1867.
-

Artigo baseado na tese de doutorado de Ghinato L, intitulada: “Avaliação da qualidade da água superficial do Rio Mamanguape - Paraíba, local de ocorrência de peixes-bois

marinhos (*Trichechus manatus*)”, apresentada ao Programa de Pós – Graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal Rural de Pernambuco, em 2015.

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Os autores agradecem ao Projeto Viva o Peixe-Boi Marinho, patrocinado pela Petrobras, através do Programa Petrobras Socioambiental e a Fundação Mamíferos Aquáticos por todo o suporte concedido.

7 CONCLUSÃO

A água do rio Mamanguape apresenta níveis de salinidade e pH dentro dos limites previamente estabelecidos e baixos níveis de contaminação por coliformes termotolerantes.

As amostras de água do rio Mamanguape aqui avaliados apresentaram contaminação por metais pesados, o que demonstra a necessidade de implementação de programas para monitorar os locais de coleta. Esta medida poderia identificar a provável fonte de contaminação, considerando que eles são bioacumulados na biota marinha e podem causar alterações na cadeia alimentar e, conseqüentemente, sobre o peixe-boimarinho.