

Determinação de metais-traço em sedimentos provenientes de carcinicultura no estuário do rio Choró, município de Beberibe, estado do Ceará.

Denise Fernandes - Professora do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade de Fortaleza – Doutoranda em Geologia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). E-mail: denisefernandes@unifor.br

Márcia Thelma Rios Donato Marino – Professora do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade de Fortaleza – Doutoranda em Geologia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). E-mail: marino@unifor.br

Oyrton Azevedo de Castro Monteiro Junior – Coordenador e Professor do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade de Fortaleza – Doutor em Química. E-mail: oyrton@unifor.br

Ana Cláudia Paula de Aguiar - Aluna do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária e Bolsista PAVIC da Universidade de Fortaleza – UNIFOR. E-mail: aninhalelis@hotmail.com

Marcos Parente Teixeira - Aluno do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária e Bolsista PAVIC da Universidade de Fortaleza – UNIFOR. E-mail: marcos_parente@hotmail.com

Amanda Melo de Santiago - Aluna do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária e Bolsista PROBIC da Universidade de Fortaleza – UNIFOR. E-mail: amanda_melo06@hotmail.com

Resumo

Este artigo tem por objetivo analisar a presença de metais-traço nos sedimentos coletados no fundo, nas valas e nos canais de abastecimento de um viveiro em uma fazenda de camarão, e no rio Choró, localizados na cidade de Beberibe, Ceará. É importante esta discussão, pois o lodo acumulado no fundo das bacias ou tanques é geralmente anaeróbico e rico em compostos orgânicos, o que favorece a precipitação dos metais na forma de sulfetos ou de óxidos hidratados insolúveis e, caso ocorra uma mudança significativa dos valores de pH, estes metais podem vir a ser disponibilizados para o meio ambiente. A fazenda apresenta ligação com o rio Choró e este com o oceano Atlântico. Os metais-traço identificados foram: Cromo (Cr); Cobre (Cu); Níquel (Ni); Chumbo (Pb), Vanádio (V), Alumínio (Al), Ferro (Fe), Zinco (Zn) e Manganês (Mn).

Palavras-chave: metais-traço; carcinicultura; impactos ambientais.

Abstract

This article aims to analyze the presence of trace metals in sediments collected at the bottom, in ditches and channels of supply of a pond in a shrimp farm and the Choró river, located at the city of Beberibe, Ceará. It is important to this discussion, because the sludge accumulated at the bottom of ponds or tanks is often anaerobic and rich in organic compounds, which favors the precipitation of metal sulfides in the form of hydrated oxide or insoluble and in the event of a change in the values of pH, these metals can be made available to the environment. The farm has connection with the Choró river and this with the Atlantic Ocean. The trace metals were identified as chromium (Cr), copper (Cu), nickel (Ni) lead (Pb), vanadium (V), aluminium (Al), iron (Fe), zinc (Zn) and manganese (Mn).

Keywords: trace metals; shrimp; environmental impacts.

Introdução

Na costa nordestina são comuns áreas de mangue e, com o desenvolvimento das fazendas de camarão nessas zonas, torna-se importante a determinação de metais, já que o lodo acumulado no fundo das bacias ou tanques é geralmente anaeróbico e rico em compostos orgânicos, o que favorece a precipitação dos metais na forma de sulfeto ou de óxidos hidratados insolúveis. O pH da água do mar é alcalino o que faz com que a concentração dos metais seja fraca em meio marinho. As águas residuais são freqüentemente ricas em metais pesados. A classe de metais pesados compreende o maior grupo dos elementos químicos, sendo o termo “metal” referente às características de boa condutividade elétrica e térmica. Compreendem-se como “metais pesados” elementos cuja densidade excede 5,0g/cm³ (Baird, 2002; Fostner & Wittmann, 1979 apud Galvão, 2003), mas os metais precipitam sob a forma de sais insolúveis nas bacias ou tanques de tratamento primário dos efluentes.

Alguns autores utilizam, ainda, o termo elemento-traço para identificar estes elementos químicos. O termo elemento-traço tem sido usado para definir metais catiônicos e oxiânions que normalmente estão presentes em baixas concentrações no ambiente, usualmente < 1mg.kg⁻¹, muito embora Al, Fe e Mn, os quais ocorrem em maiores concentrações na litosfera (principalmente em ecossistemas tropicais), também sejam tratados como elementos traço por alguns autores (MORTATTI & PROBST, 1998; KABATA-PENDIAS & PENDIAS, 2001).

As partículas em suspensão podem interagir com os metais-traço dissolvidos, por meio dos processos de adsorção, complexação e coprecipitação, de modo a transferir os contaminantes para o fundo, quando ali depositadas. A análise dos sedimentos depositados permite conhecer o estudo de poluição de um local e constitui elemento dos monitoramentos ambientais, sobretudo para os licenciamentos de fontes potencialmente poluidoras, e em especial no que concerne aos lançamentos de efluentes e substâncias químicas nos corpos hídricos (EAGLE et al., 1978; WALTON, 1978 *apud* CHALOU e JOANNY in: AMINOT e CHAUSSEPIED, 1983).

O município de Beberibe está situado entre as coordenadas 04°06'00" e 04°37'45" de latitude sul e 37°49'49" e 38°21'45" de longitude oeste e está inserido na Bacia Hidrográfica Metropolitana de Fortaleza. (IPLANCE, 2001). A área estudada localiza-se nesse Município, na faixa marginal direita do estuário do rio Choró, inserida na propriedade denominada Salina Nova Vida.

No município de Beberibe a localização litorânea assegura um clima ameno com mínima amplitude térmica, apresentando temperaturas médias anuais com máxima de 27°C e mínima de 26°C, favorecida pela presença de ventos alísios que sopram na região, assegurando uma brisa constante.

A precipitação pluviométrica no período de estudo, janeiro de 2003 a março de 2004, no Município foi de 2789 mm (Tabela 1), conforme os dados da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, no seu relatório anual/diário de pluviometria do Posto: 23 localizado neste Município.

Tabela 1: Precipitação pluviométrica em Beberibe, no período de estudo janeiro de 2003 a março de 2004.

Meses Ano: 2003/2004	Precipitação Média (mm)
Janeiro / 03	139,0
Fevereiro	297,4
Março	481,8
Abril	300,8
Maió	259,6
Junho	130,0
Julho	5,0
Agosto	0,0
Setembro	0,0
Outubro	0,0
Novembro	5,0
Dezembro	6,0
Janeiro / 04	511,4
Fevereiro /04	306,4
Março /04	346,0
Total do período	2788,40
Máximo	511,4
Mínimo	0

Fonte: Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME (2003/2004).

Para o ano de 2003 verifica-se a existência de duas estações bem definidas, a estação chuvosa, com começo em janeiro e término em junho, com precipitação média mensal de 268,00 mm e a estação seca que teve início em julho, na segunda quinzena e, término em dezembro, com precipitação média de 3,5 mm.

No município de Beberibe as drenagens principais são os rios Choró e Pirangi, ambos limitadores do território municipal a oeste e a leste, respectivamente. Ocorrem outros cursos d'água importantes como o rio Salgadinho, o córrego Grande, Camará e Maria Preta e a lagoa Uberaba de onde a CAGECE faz a captação das águas para a rede de abastecimento do Município.

Na área em estudo a rede hidrográfica é composta pelo rio Choró que se mostra perene, tendo sua nascente na Serra do Teixeira, nas proximidades da cidade de Choró, corre por cerca de 16 a 18 km sob a forma de um pequeno riacho (riacho Choró), onde atinge o açude público Choró Limão. Daí em diante adquire maior potência fazendo um longo percurso até sua foz entre as praias de Barra Nova e Morro Branco à sudeste de Fortaleza.

Na área predominam dois tipos de solo: solos distróficos e solos podzólicos. Os solos distróficos com baixa saturação de bases e alta saturação de alumínio apresentam-se de forte a moderadamente ácido, e correspondem a solos arenosos essencialmente quartzosos provenientes dos sedimentos recentes não

consolidados. Os solos podzólicos com fertilidade natural de baixa a muito baixa e coloração vermelha amarelada são provenientes dos sedimentos da Formação Barreiras (ALMEIDA, 2002).

O acesso à área pode ser feito através da rodovia estadual CE-040, até a cidade de Beberibe, de onde se toma a via de acesso à praia de Morro Branco, por cerca de 500 metros, onde se avista uma estrada vicinal à esquerda, que percorrida em cerca de 4 (quatro) km, permite atingir a área do empreendimento (Figura 01).

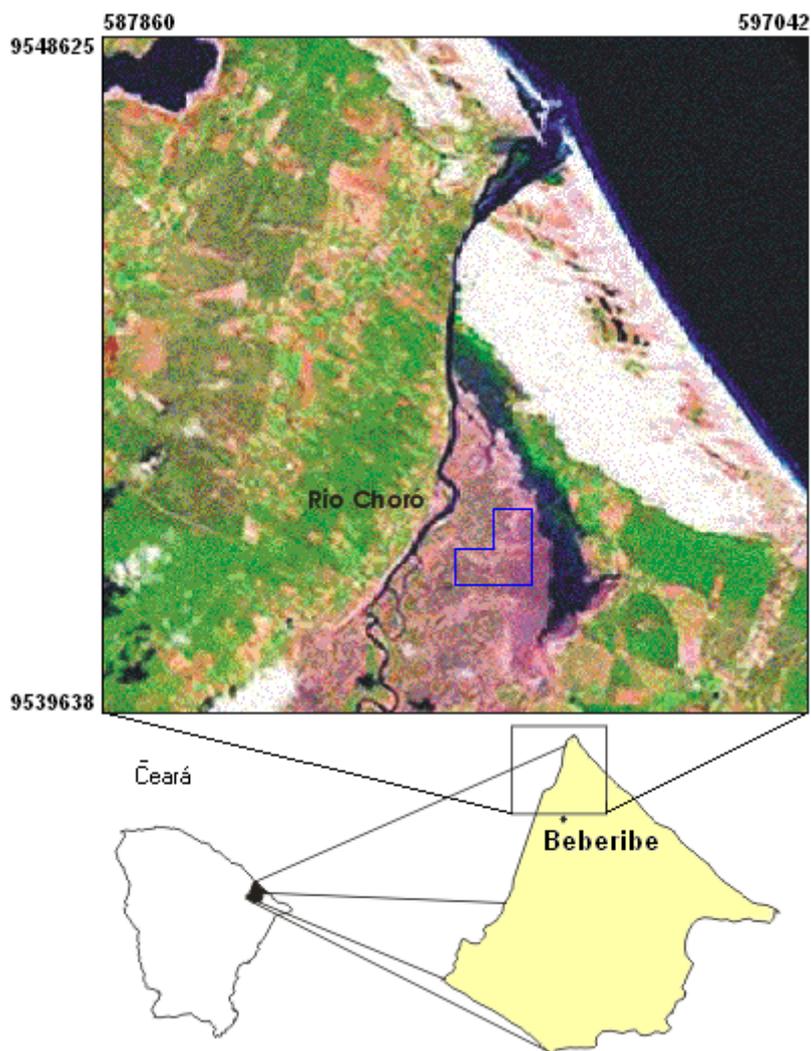


Figura 01: Mapa de localização da área da pesquisa.
Fonte: CdBrasil, 2003.

Metodologia

A pesquisa foi realizada em uma fazenda de criação de camarões, onde os viveiros foram construídos em solo natural, protegido por diques construídos com o material proveniente da própria escavação dos viveiros e cobertos com pedras para evitar a erosão. Apresentam ligações por meio de comportas de concreto em forma de Y entre os viveiros e o Canal de Drenagem (CD); já com o Canal de Abastecimento Interno (CAI) (Figura 02) existem comportas para receberem as águas durante o manejo ou durante a despesca. Portanto, cada viveiro possui duas comportas uma ligada ao Canal de Drenagem e outra ao Canal de Abastecimento.



Figura 02: Comporta de abastecimento do Canal de Abastecimento (CA) para o viveiro 13, dique natural construído com material originado do terreno e o Canal de Abastecimento Interno (CAI).

Foto: Denise Fernandes, 2003.

Os diques dos canais de abastecimento têm seção trapezoidal com crista de quatro metros, o que permite o tráfego sobre os diques, com altura de 2,70 metros; os diques dos canais de drenagem, também, trapezoidais têm altura de 2,30 metros. Todos os diques apresentam inclinação dos taludes na proporção de 2:1, com revestimento superior de uma camada de piçarra de 30 cm de espessura (Figura 03).



Figura 03: Dique recoberto de piçarra e talude revestido na parte inferior com pedras.

Foto: Denise Fernandes, 2003.

As águas do rio Choró, distante 2 (dois) quilômetros do empreendimento, escoam para o Canal de Abastecimento Principal (CAP) (Figura 04), devido à declividade natural do terreno, o que propicia um gradiente na frequência da inundação do canal principal e nos canais de abastecimento e drenagem. Esses canais permitem que ocorra uma recirculação da água por toda a fazenda.



Figura 04: Rio Choró e o Canal de Abastecimento Principal (CAP) da fazenda.
Foto: Denise Fernandes, 2003.

Durante a implantação do empreendimento o Canal de Abastecimento Principal (CAP) foi alargado para permitir uma maior vazão das águas para o interior da fazenda, o mesmo ocorrendo, novamente, em novembro/dezembro de 2003 quando estavam sendo construídos novos viveiros na área.

Do Canal de Abastecimento Principal (CAP) para os canais de abastecimento internos é realizado o bombeamento das águas, por uma bomba localizada no canal de abastecimento próximo ao viveiro 23, onde está localizado o ponto - P11. Essa água tanto é utilizada para encher os viveiros após as despescas como para manter o nível de água dos viveiros que sofrem alterações devido à evaporação e/ou infiltração natural ou, ainda, para que seja realizado o manejo da água (necessidade de troca de água em determinados períodos para estabilizar o ecossistema) (Figura 05). Em média a renovação de água é da ordem de 6% do volume do viveiro ao dia. Em 2003 foi instalada uma nova bomba localizada no canal de abastecimento próximo ao viveiro 25.



Figura 05: Bombeamento de água do Canal de Abastecimento Principal (CAP) para o Canal de Abastecimento Interno (CAI).
Foto: Denise Fernandes, 2003.

A área do empreendimento corresponde a 709 hectares (Figura 06), sendo 101,35 hectares utilizados para a carcinicultura, onde 83,20 hectares foram destinados à construção dos viveiros de engorda e 18,15 correspondentes às áreas dos canais e as instalações da administração.



Figura 06: Vista aérea da fazenda.
Foto: CdBrasil, 2003.

O camarão criado na fazenda é o *Litopenaeus vannamei*, que tem um período de engorda de aproximadamente 110 - 120 dias, e ao atingir peso médio de 12 gramas está pronto para a despesca. O cultivo é semi-intensivo, utiliza ração inicialmente proporcional a 6% da biomassa e ajustada para 2% ao final do cultivo nos viveiros de engorda, onde a densidade varia com o tamanho do viveiro, sendo em média de 70 unidades/m² nos viveiros menores.

Na época da pesquisa existiam 13 viveiros em operação e a construção de mais 20 viveiros estava sendo realizada. Os viveiros em produção (Figura 07) são denominados de VE-13; VE-14; VE-15; VE-16; VE-17; VE-18; VE-19; VE-20; VE-21; VE-23; VE-24; VE-25 e VE-26, com áreas variando de 3,85 a 8,00 hectares de forma retangular, com profundidade média de 1,7 metros nas valas. Aeradores mecânicos de dois HP são utilizados para controle do oxigênio dissolvido, principalmente em dias nublado ou chuvoso, e à noite quando param ou diminuem os processos naturais de oxigenação através da fotossíntese ou, para reduzir a estratificação térmica. A quantidade de aeradores necessária em cada viveiro depende da densidade de povoamento.

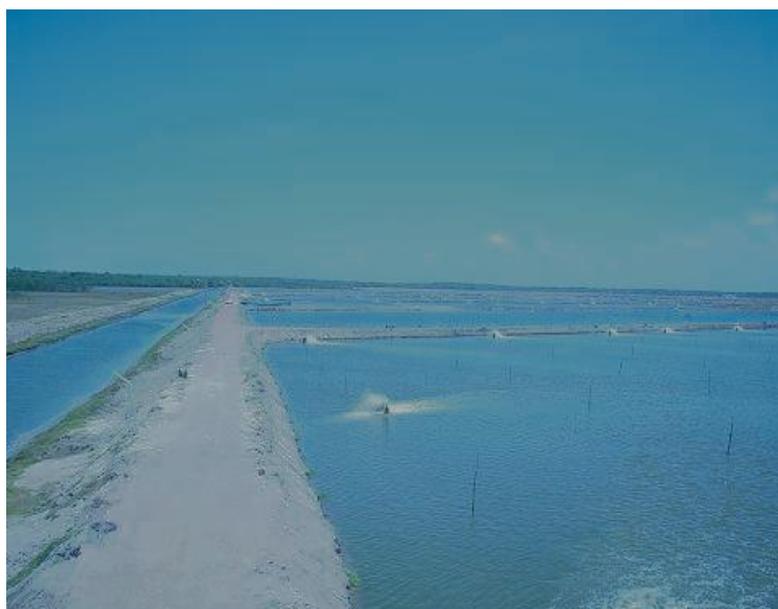


Figura 07: Viveiros em produção.
Foto: Roberta Almeida, 2003.

A pesquisa na fazenda de carcinicultura foi desenvolvida no período de dezembro/2002 a abril/2004. Foram realizadas nove viagens de campo, com coleta de amostras de água distribuídas em oito pontos internos da fazenda; nos treze viveiros e em três locais do rio Choró, totalizando vinte e quatro pontos amostrados em cada período, antes, durante e depois da despesca (Figura 08).

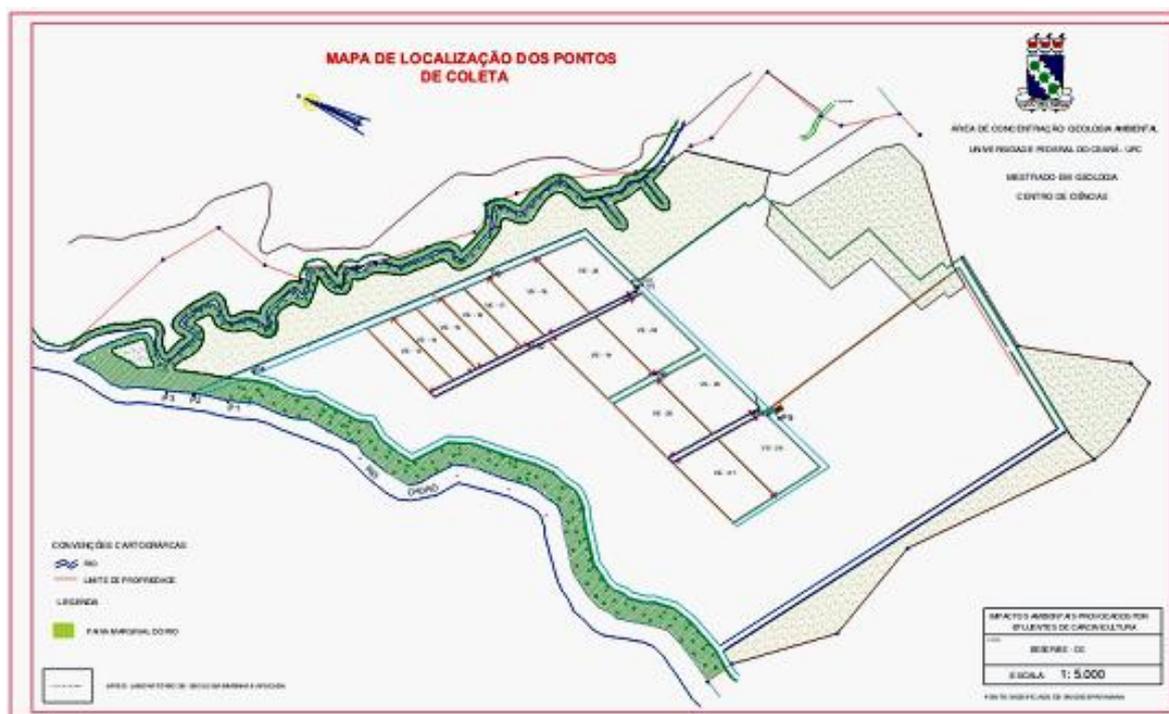


Figura 08: Mapa de localização dos pontos amostrados de água e sedimento.

A metodologia para o desenvolvimento da pesquisa contou com etapas referentes à coleta de sedimentos e água, e análises em laboratório, onde foram realizadas “in situ”: pH, condutividade, salinidade, temperatura e oxigênio dissolvido, com Sonda multiparamétrica YSI 5600, medidas de hora em hora, durante as despescas. No laboratório foram realizadas as análises químicas de amônia, nitrito, nitrato, clorofila “a”, fósforo (ortofosfato), sílica, matéria orgânica e carbono (%), metais-traço e determinação de material em suspensão.

Durante o período da pesquisa o viveiro 16 (VE-16) foi o único totalmente despescado, em 27 de setembro de 2003 (Figuras 09 e 10) e nele foi realizada a análise de metais, bem como no sedimento do rio Choró (S1); no encontro do Canal de Abastecimento Principal (CAP) e o rio Choró (S2); na Gamboa, distante do Canal de Abastecimento Principal 160 metros e do rio Choró 550 metros, próxima a fazenda (S3); nas proximidades da Gamboa, distante do Canal de Abastecimento Principal 220 metros (S4); no Canal de Abastecimento Principal a 1600 metros do rio Choró (S5).

As amostras de sedimento foram coletadas com o auxílio de um testemunho em 14 estações de amostragem. Foram acondicionadas em sacos plásticos e mantidas sob refrigeração até a chegada ao laboratório, onde foram secas em estufa à 60 °C, preservadas em frascos hermeticamente fechados e armazenadas em ambiente climatizado à 20 °C até o momento da análise.



Figura 09: Viveiro 16 durante a despesca, período setembro de 2003.
Foto: Roberta Almeida, 2003.

Os viveiros são construídos com declividades nas bordas, chamadas de valas, que facilitam a saída final da água durante a despesca; o centro do viveiro é mais elevado fazendo com que a água de despesca desta parte seja a primeira a ser descartada para o canal de abastecimento que tem ligação com o rio Choró.



Figura 10: Viveiro 16 no final da despesca, setembro de 2003.
Foto: Roberta Almeida, 2003.

No procedimento de digestão sequencial das amostras, feitas em duplicata, foram pesados 2g de sedimento. Em seguida, foram adicionados 20 mL de solução de ácido clorídrico (HCl) 0,1N às amostras, que foram levadas para agitador mecânico por 2 horas, para a extração dos metais biodisponíveis. Ao material residual da primeira extração, foram adicionados 20 mL de água régia 50% (HCl:HNO₃ 3:1), aquecidos em banho-maria por 2 horas, para a extração dos metais fortemente ligados ao sedimento (Fizman *et al.*, 1984, com adaptações). Essa digestão possivelmente retira todo o metal que esteja na fração trocável, oxidável e carbonática, considerada a força do reagente usado, excetuando-se somente a fração residual (metal associado a silicatos de origem litogênica, que não caracteriza contaminação antrópica (Fizman *et al.*, 1984; Marins, 1998).

Após a abertura as amostras (em duplicata) foram armazenadas em frascos de polietileno e enviadas para o laboratório de Química da Universidade Federal Fluminense (UFF), para que as concentrações de metais-traço fossem determinadas.

Inicialmente, foi feita a curva de calibração com os padrões de Alumínio (Al), Cádmio (Cd), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Níquel (Ni), Chumbo (Pb), Vanádio (V) e Zinco (Zn) e, a seguir a leitura em duplicata de cada amostra para a determinação de metais com o aparelho ICP – Espectrômetro de emissão ótica com fonte de plasma, marca JOBIN YVON HORIBA, modelo ULTIMA (2), pelo método de nebulização pneumática usando nebulizador MiraMist com câmara ciclônica, na Universidade Federal Fluminense (UFF), onde o limite de detecção para os metais-traço é de 0,001 µg/g.

O material carbonático orgânico determinado relaciona-se à fração orgânica acumulada nos sedimentos, devido ao transporte, deposição e retenção de metais-traço.

O Carbono Orgânico contido é determinado pelo método de Walkey-Black (1947 apud Loring e Ratalla, 1992), adaptado e modificado por Jackson (1958). Este método diferencia material humus proveniente de diferentes fontes de carbono orgânico na forma de grafite e carvão.

Para a matéria orgânica o método utilizado foi de Walkey-Black (1947) que se baseia nas reações exotérmicas, calor e oxidação com dicromato de potássio e H₂SO₄ concentrado na amostra, seguidas de titulação do excesso de dicromato com 0,5 N de sulfato ferroso amoniacal com indicador para identificação do ponto final. O cloreto contido deve ser previamente oxidado pelo Ag₂SO₄ durante a digestão da mistura.

Descobertas e Discussões

Na tabela 2 são apresentadas as concentrações médias de metais-traço presentes na crosta terrestre, segundo Kabata-Pendias & Pendias (2001).

Tabela 2: Concentrações médias de metais-traço, presentes na crosta terrestre.

<i>Elemento Químico</i>	<i>Crosta terrestre (mg.Kg⁻¹)</i>
Cd	0,1
Co	20
Cu	50
Cr	100
Hg	0,05
Mn	950
Pb	14
Zn	75

Fonte: Kabata-Pendias & Pendias (2001).

As principais fontes de metais pesados para o ambiente aquático continental são o intemperismo de rochas e a erosão de solos ricos nestes materiais. Mais recentemente outras fontes de metais pesados têm assumido grande importância: as atividades industriais, através de efluentes sólidos que são lançados diretamente na atmosfera e líquidos que são lançados em pequenos córregos ou diretamente em rios e lagos; atividades de mineração como a fundição de metais não-ferrosos (ex. Cd, Ni, Pb e Se), fabricação de ferro e aço (ex. Cr, Mo, Sb e Zn) e os garimpos de ouro (no Brasil em certas regiões do garimpo de ouro esta atividade tem lançado quantidades elevadas de Hg, principalmente em córregos e rios; efluentes domésticos (especialmente As, Cr, Cu, Mn e Ni) e águas superficiais provenientes de áreas cultivadas com adubos químicos e principalmente daquelas onde são utilizados defensivos agrícolas (estes contêm os mais variados metais pesados como Cd, Hg, Pb, Cu, etc.) (ESTEVES, 1998; NRIAGU & PACYNA, 1988).

A tabela 3 mostra os resultados analíticos dos valores dos metais encontrados para o ponto de coleta viveiro V16.

Os valores relativos aos metais são apresentados na tabela 2, sendo que os pontos P3*, P7* e P9* são de sedimentos coletados no meio (parte mais alta do fundo do viveiro) e os outros nas valas (parte mais baixa do fundo do viveiro).

Tabela 3: Metais-traço determinados no viveiro V16.

	Al (ppm)	Cd (ppm)	Cr (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Ni (ppm)	Pb (ppm)	V (ppm)	Zn (ppm)
P1	137,89	>L.D	0,03	0,09	164,56	0,94	0,01	0,04	0,03	0,42
P3*	370,82	>L.D	0,33	0,24	382,22	2,50	0,16	0,10	0,07	0,73
P4	203,54	>L.D	0,18	0,12	207,84	0,93	0,11	0,05	0,04	0,35
P6	66,85	>L.D	0,00	0,03	62,49	0,21	0,00	0,01	0,01	0,10
P7*	145,45	>L.D	0,06	0,08	147,74	0,76	0,04	0,03	0,03	0,22
P8	281,78	>L.D	0,33	0,19	312,17	1,27	0,14	0,08	0,06	0,58
P9*	206,02	>L.D	0,24	0,12	225,16	0,53	0,05	0,06	0,04	0,47
P10	134,14	>L.D	0,02	0,09	146,87	0,53	0,01	0,04	0,03	0,22
P11	170,15	>L.D	0,11	0,11	203,21	0,70	0,04	0,05	0,03	0,28

*.= meio do viveiro

>L.D = abaixo do limite de detecção.

Os metais que apresentaram maiores concentrações são alumínio, ferro, zinco e manganês.

A determinação de metais, também, foi realizada nas amostras coletadas no Canal de Abastecimento, que liga a fazenda ao rio Choró (**S1**), no rio Choró (**S2**) e na Gamboa (**S5**) não foi realizada amostra de metal para os testemunhos dois e cinco (Tabela 4).

Tabela 4: Metais-traço determinados no Canal de Abastecimento Principal (CAP), rio Choró e Gamboa.

	Al (ppm)	Cd (ppm)	Cr (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Ni (ppm)	Pb (ppm)	V (ppm)	Zn (ppm)
S1	72	>L.D	0,0	0,04	89,6	0,72	0,0	0,03	0,01	0,26
S2	133	>L.D	0,06	0,07	156,11	1,8	0,02	0,06	0,03	0,25
S3	355	>L.D	0,34	0,22	427,52	1,4	0,16	0,13	0,07	0,65
S4	424	>L.D	0,39	0,28	522,06	4	0,21	0,14	0,08	0,74
S5	110	>L.D	0,02	0,07	215,5	0,59	0,0	0,06	0,02	0,19

>L.D = abaixo do limite de detecção.

A matéria orgânica apresentou os resultados contidos na tabela 5, onde foi feita a média da análise dos testemunhos das valas e do meio.

Tabela 5: Matéria orgânica do viveiro 16 (27.09.2003)

Amostra	%MO
P1	0,9420
P2	1,9851
P3*	1,7442
P4	0,6617
P5	2,2605
P6	0,9876
P7*	0,5631
P8	1,2264
P9*	0,4223
P10	0,6605
P11	0,4211
P12	0,5656
P13	0,5673
P14	0,2828
P15	1,8819
Meio	0,8687
Vala	0,7209

MO: Matéria orgânica

* = meio do viveiro

A média de matéria orgânica para o meio do viveiro foi de 0,8687% e nas valas de 0,7209%, sendo possível notar que nas valas a quantidade de matéria orgânica é maior devido ao acúmulo de nutrientes derivados da excreção dos camarões e dos restos de ração.

Os metais estão em menor concentração no sedimento do encontro do Canal de Abastecimento Principal com o rio Choró (**S1**) e na Gamboa (**S5**) e apresentam concentrações baixas de matéria orgânica (tabela 6); as concentrações mais elevadas de metais são encontradas nos pontos **S3** e **S4**, coincidindo com os valores elevados de matéria orgânica, e também são referentes à área da fazenda que corresponde ao manguezal e a Formação Barreiras, que tem em sua composição aluminossilicatos (Freire, 2004), representados pelos argilo-minerais:

- illita cuja fórmula é $(OH)_2Al_2Si_{4-x}Al_xO_{10}$;
- caolinita que tem fórmula $(OH)_4Al_2Si_2O_5$ ou $4SiO_2 \cdot 6MgO \cdot 4H_2O$, onde pode ocorrer substituição do Al por Fe e/ou Mg; e
- esmectitas ou montmorilonitas que tem fórmula $Al_4Si_8O_{20}(OH)_4 \cdot nH_2O$, onde o Al pode ser substituído por Mg, Fe ou Li e o Si por Al, dependendo da valência e da forma do cristal (GOMES, [s.d]).

Tabela 6: Matéria orgânica do rio, canal e mangue (27.09.2003)

Amostra	%MO
S1	0,6888
S2	0,6657
S3	2,7742
S4	4,0318
S5	0,7511

MO: Matéria orgânica

Nas áreas de grande concentração de camarões (viveiros), o excessivo e contínuo processo de descarga resultante da renovação da água, praticada em muitas fazendas, acarreta diversos problemas ao meio adjacente, como a eutrofização, alterações na estrutura das comunidades biológicas e contaminação por metais pesados oriundos da alimentação artificial, os quais são contaminantes do ambiente aquático devido ao seu efeito bioacumulativo (Body, 1995). Os valores dos metais zinco, chumbo, cobre, manganês e cromo podem ser provenientes da acumulação da ração não aproveitada pelos camarões ou de sua excreção, pois, durante o cultivo dos camarões são utilizadas várias rações, de acordo com a fase de crescimento, entre essas cita-se:

- A ração 1 que contém em sua composição: traços de óxido de manganês; óxido de cobre; carbonato de cobalto; óxido de zinco; carbonato de cálcio e selenito de sódio, entre outros componentes.
- A ração 2 que contém em sua composição: cobalto (100,00 mg/Kg), cobre (100,00 mg/Kg); zinco (85,00 mg/Kg); selênio (0,20 mg/Kg) e iodo (4,60 mg/Kg), entre outros componentes vitamínicos e protéicos.
- A ração 3 que tem em sua composição: magnésio (300,00 mg/Kg); manganês (50,00 mg/Kg); cobre (45,00 mg/Kg); zinco (100,00 mg/Kg); iodo (1,8 mg/Kg); selênio (0,500 mg/Kg) e vitaminas.
- E na ração ração 4 os componentes são: cobre (50,00 mg/Kg); cobalto (0,30 mg/Kg); ferro (20,00 mg/Kg); iodo (1,30 mg/Kg); manganês (40,00 mg/Kg); selênio (0,30 mg/Kg) e cromo (600,00 mg/Kg); vitaminas e sais minerais.

Santos (2005 apud Torres, 2009) caracterizou a origem e a distribuição de Cu e Zn em três fazendas produtoras da região do Rio Jaguaribe CE. Seus resultados mostraram que o sistema de cultivo intensivo do *Litopenaeus vannamei* pode funcionar como um acumulador de metais no sedimento provenientes da alimentação, outros insumos e exúvias.

O balanço de cobre efetuado nesse estudo em viveiros de engorda reportou uma alta carga residual desse metal nos viveiros, ou seja, uma grande parcela de todo cobre inserido na área de cultivo, através da ração e dos insumos não é assimilado, podendo, assim, ser exportado para as áreas adjacentes já que não existe nenhum tipo de tratamento dos efluentes lançados à jusante da área de cultivo (TORRES,2009).

Conclusões

A água dos viveiros apresenta partículas de argila e de matéria orgânica, que podem absorver e quelar na forma de complexos orgânicos os metais pesados. Em pH da água alto (básico) os metais pesados permanecem inativos, pois formam complexos/compostos insolúveis na forma de hidróxidos, entretanto, quando o pH diminui, tornando-se ácido, os metais pesados são disponibilizados e podem ser incorporados pelos organismos.

No viveiro **V16** o pH antes da despesca em 25.09.2003 foi de 7,94 e durante a despesca, no período de 25 a 27 setembro de 2004, variou de 8,62 a 7,39. Considerando que o pH não diminuiu de 7, nesse viveiro nos dias de coleta de amostras, pode não ter ocorrido disponibilização dos metais para o meio ambiente e organismos. Entretanto, é necessário um monitoramento periódico do pH para evitar problemas de contaminação.

No rio Choró (**S2**), Canal de Abastecimento (**S1**) e Gamboa (**S5**) o pH variou entre 7,95 e 8,59, também, e nos pontos **S3** e **S4**, que correspondem à área de manguezal, o pH variou de 7,89 a 8,02, não havendo diminuição do pH para valores inferiores a 7,0.

Tanto a matéria orgânica como os argilo-minerais possuem diferentes capacidades de troca iônica. Sendo que para os argilo-minerais é maior a capacidade de troca iônica na caulinita, illita e montmorilonita, respectivamente, devido à redução do tamanho da partícula (quanto menor a partícula maior a adsorção dos metais devido à maior superfície de contato). O material orgânico pode absorver entre 1% e 10% do peso seco de Co, Cu, Fe, Pb, Mn, Mo, Ni, Ag, V e Zn que estão presentes na ração utilizada para a alimentação dos camarões. As argilas, na área pesquisada, fazem parte da composição do solo, então, podem estar contribuindo para a acumulação de metais, bem como a presença de matéria orgânica.

A presença de níquel, cádmio e cobre pode ser justificada pela formação geológica da área, representada pelo Grupo Ceará, composto por xistos e gnaisses originados a partir de rochas pelíticas do fácies anfíbolito que tem em sua composição hornblenda e plagioclásio.

Referências

- ALMEIDA, Marilane Teixeira de. **Mapeamento geológico da região costeira entre as praias de Morro Branco e Barra Nova** – Ce. Relatório final de graduação. Universidade Federal do Ceará Centro de Ciências. Fortaleza, 2002.
- BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- BOYD, C.E. **Bottom Soil: Sediments and Pond Aquaculture**. Chapman and Hall, New York, USA, 1995.
- BRASIL. **Carta do Ceará**. Disponível na internet: <http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.Br/ce>. Acesso em 20 de abril de 2002.
- CEARÁ. IPLANCE. **Dados pluviométricos**. Disponível na internet: <http://www.iplance.ce.gov.br/.htm>. Acesso em 2003/2004.
- EAGLE et al., 1978 apud AMINOT, Alain e CHAUSSPEID, Marcel. **Manuel des analyses chimiques en milieu marin**. Centre National pour l'Exploitation des Océans, 1983.
- FIZMAN, M.; PFEIFFER, W. C. & LACERDA, L. D. Comparison of methods used for extraction and geochemical distribution of heavy metals in bottom sediments from Sepetiba Bay, R.J. **Science and Technology Letters**, v. 5, p. 567-575, 1984.

FREITAS, M. B. et al. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Caderno de Saúde Pública**, São Paulo, v.17, n.3, p.651 – 660, 2001.

GALVÃO, P. M. A. **Metais Pesados (Cd, Mn, Fe, Ni, Cu, Z, Pb) em sedimentos e material particulado em suspensão no baixo rio Paraíba do Sul**: Uma descrição após contaminação por rejeitos da produção de papel e celulose. Rio de Janeiro: UFRJ. Monografia (bacharel em Biologia Marinha), Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2003.

GOMES, C. F. **Argilas**. O que são e para que servem. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, [s.d].

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. 3.ed. Boca Raton: CRC Press, 2001.

LOPES, Danielle Vieira. **Acúmulo de metais-traço cobre (Cu) e zinco (Zn) em viveiros de cultivo de camarão (Litopenaeus vannamei)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará- LABOMAR. Fortaleza, 2006.

LORING, D.H. and RATALA,R.T.T. **Manual for the Geochemical Analyses of Marine Sediments and Suspended Particulate Matter**. Earth-Science Reviews, 32:235-283, 1992.

MARINS, R. V. 1998. **Avaliação da contaminação por mercúrio emitido por fontes difusas em sistema costeiro subtropical – O caso da Baía de Sepetiba, SE, RJ**. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Geociências. Universidade Federal Fluminense, 77p.

MORTATTI, J.; PROBST, J.L. **Hidrogeoquímica de bacias de drenagem**. Universidade de São Paulo, Piracicaba, série Didática: CPG/CENA, 1998.

TORRES, Roseli Freitas. **Disponibilidade dos metais cobre e chumbo em um canal de maré receptor de efluentes de carcinicultura**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará- LABOMAR. Fortaleza, 2009.

Agradecimentos

Ao Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada (LGMA) da Universidade Federal do Ceará (UFC) pela utilização do laboratório para a realização das análises químicas da pesquisa, à FUNCAP – Fundação de Amparo a Pesquisa pela concessão de bolsa de mestrado para a realização da pesquisa, e ao Departamento de Geoquímica da Universidade Federal Fluminense (UFF) pela utilização do laboratório para realização das análises de metais-traço.