

Fl.: 153 Proc.: 003.0000/12
Rubrica: [assinatura]

**FUNDAÇÃO DE APOIO À ESCOLA TÉCNICA DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO
FACULDADE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO ESTADO DO RIO
DE JANEIRO – FAETERJ/ PARACAMBI
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

CLARA MARTINS D'ÁVILA DE AQUINO

**OCORRÊNCIA DE METAIS PESADOS NOS SEDIMENTOS DO RIO IPÊ SOB
INFLUÊNCIA DE INDÚSTRIAS POTENCIALMENTE POLUIDORAS**

**PARACAMBI, RJ
2012**

CLARA MARTINS D'ÁVILA DE AQUINO

**OCORRÊNCIA DE METAIS PESADOS NOS SEDIMENTOS DO RIO IPÊ SOB
INFLUÊNCIA DE INDÚSTRIAS POTENCIALMENTE POLUIDORAS**

Trabalho de conclusão de curso (TCC) apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental da Faculdade de Educação Tecnológica do Estado do Rio de Janeiro – FAETERJ/Paracambi como requisito parcial para obtenção do grau de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Doutora Fabiana de Carvalho Dias Araújo.

Co-Orientador: Prof. Mestre Liliane Jucá Lemos da Silva Porto.

PARACAMBI, RJ

2012

CLARA MARTINS D'ÁVILA DE AQUINO

**OCORRÊNCIA DE METAIS PESADOS NOS SEDIMENTOS DO RIO IPÊ SOB
INFLUÊNCIA DE INDÚSTRIAS POTENCIALMENTE POLUIDORAS**

Trabalho de conclusão de curso (TCC) apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental da Faculdade de Educação Tecnológica do Estado do Rio de Janeiro – FAETERJ/Paracambi como requisito parcial para obtenção do grau de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO APROVADO EM 17/12/2012

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Doutora Fabiana de Carvalho Dias Araújo
Faculdade de Educação Tecnológica do Estado do Rio de Janeiro –
FAETERJ/Paracambi
Orientador

Prof. Mestre Liliane Jucá Lemos da Silva Porto
Faculdade de Educação Tecnológica do Estado do Rio de Janeiro –
FAETERJ/Paracambi
Co-orientador

Prof. Doutor Antônio Orlando Izolani
Faculdade de Educação Tecnológica do Estado do Rio de Janeiro –
FAETERJ/Paracambi

Prof. Mestre Iamara da Silva Andrade
Faculdade de Educação Tecnológica do Estado do Rio de Janeiro –
FAETERJ/Paracambi

Prof. Doutor David Vilas Boas de Campos
Embrapa Solos

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e aos meus pais.

A Fabiana por tornar possível a realização desse trabalho, pela valorosa orientação, amizade e exemplo para o meu crescimento profissional.

A Liliane pela co-orientação, amizade, disponibilidade e pela visão crítica e construtiva de grande importância para o desenvolvimento do trabalho.

Ao Comitê da Bacia Hidrográfica Guandu e a AGEVAP pelo auxílio financeiro concedido.

Não pretendo, através deste agradecimento, expressar todo sentimento de gratidão, pois, reconheço não dispor de palavras suficientes para tal..

A todos que, de uma forma ou de outra, me ajudaram e, sem dúvida, são de suma importância para a realização deste trabalho, meus mais sinceros agradecimentos.

RESUMO

AQUINO, Clara Martins D'Ávila. **Ocorrência de Metais Pesados nos Sedimentos do Baixo Curso do Rio Ipê Provenientes das Indústrias Próximas do Rio.** 2012. 36f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental) – Faculdade de Educação Tecnológica do Estado do Rio de Janeiro - Paracambi, 2012.

A atividade industrial é uma das fontes mais representativas na geração de impactos e riscos ambientais, pois muitas indústrias descartam seus efluentes em corpos hídricos, tornando-se uma das principais fontes de poluição diretamente relacionada à crescente liberação de metais pesados nos corpos hídricos. Devido os sedimentos terem capacidade de acumular diversos compostos que não permanecem solúveis após seu lançamento em águas superficiais, podem ser utilizados como indicadores ambientais de ambiente aquático. Compostos, como metais pesados, associados ao sedimento podem integrar-se à cadeia alimentar, afetar a biota e a qualidade da água no ambiente aquático. O objetivo do presente trabalho foi constatar os níveis de metais pesados nos sedimentos do Rio Ipê sob influência de indústrias potencialmente poluidoras. Foram coletadas 5 amostras dos sedimentos ao longo do Rio, determinando pontos à montante e a jusante de duas antigas indústrias têxteis. Em laboratório, as amostras foram secas em uma estufa à 50°C e, posteriormente, desagregadas em gral de ágata. Os teores totais de metais pesados foram determinados em laboratório comercial (Acme Ltda). Os elementos Cu, Ni, Pb e Zn apresentaram concentrações acima do limite TEL (Threshold Effect Level), enquanto, somente o Cr foi encontrado em concentrações que ultrapassam o limite PEL (Probable Effect Level), onde concentrações acima desse limite frequentemente estão relacionadas a efeitos biológicos adversos.

Palavras-chave: Efluentes líquidos, Indústrias têxteis, Metais pesados, Rio Ipê, Sedimentos.

ABSTRACT

AQUINO, Clara Martins D'Ávila. **Occurrence of Heavy Metals in Sediments of the Lower Course of the River Ipê Coming Industries Next Rio.** 2012. 36 pp. Final Paper (Superior Technology Course - Environmental Management) - Faculdade de Educação Tecnológica do Estado do Rio de Janeiro - Paracambi, 2012.

Industrial activity is one of the most representative sources in the generation of environmental impacts and risks, as many industries dispose their effluents in water bodies, becoming a major source of pollution directly related to increased release of heavy metals in water bodies. Because the sediments have capacity to accumulate several compounds that do not remain soluble after its release to surface waters may be used as indicators of environmental aquatic environment. Compounds such as heavy metals associated with the sediment can be integrated into the food chain, affecting the biota and water quality in the aquatic environment. The aim of this study was to observe the levels of heavy metals in sediments of the River Ipê under the influence of industries potentially polluting. Were collected five samples of sediments along the river, determining points upstream and downstream of two textiles industries. In the laboratory, samples were dried and subsequently broken. Total concentrations of heavy metals were determined in commercial laboratory (Acme Inc.). The elements Cu, Ni, Pb and Zn showed concentrations above the TEL (Threshold Effect Level), whereas only Cr was found in concentrations exceeding the PEL (Probable Effect Level), where concentrations above this limit are often related to adverse biological effects.

Keywords: Liquid effluents, Textile Industries, Heavy Metals, Rio Ipê, Sediment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da área de estudo.....	13
Figura 2 – Rio Ipê e marcadores da localização dos pontos de amostragem.....	14
Figura 3 – Imagem de satélite do ponto 1, nascente localizada no sítio Recanto Feliz.....	15
Figura 4 – Imagem de satélite do ponto 2, Cachoeira da Cascata e do ponto 3, após a antiga Cia. Maria Cândida.....	16
Figura 5 – Imagem de satélite do ponto 4, Ao lado da Cia. Brasil Industrial, à montante da galeria de escoamento de efluentes e do ponto 5 à jusante da Cia. Brasil Industrial, logo após a galeria.....	16
Figura 6 – Cano de PVC com tampa, utilizado como instrumento coletor de sedimento.....	17
Figura 7 – Concentração de Cr nos sedimentos do Rio Ipê.....	19
Figura 8 – Concentração de Cu nos sedimentos do Rio Ipê.....	20
Figura 9 – Concentração de Ni nos sedimentos do Rio Ipê.....	21
Figura 10 – Concentração de Pb nos sedimentos do Rio Ipê.....	22
Figura 11 – Concentração de Zn nos sedimentos do Rio Ipê.....	23
Figura 12 – Correlação entre a matéria orgânica e o zinco.....	25
Figura 13 – Áreas dos pontos da coleta dos sedimentos: do ponto IP 01 ao IP 05.....	32
Figura 14 – Coleta de sedimentos com o uso do tubo de PVC como coletor.....	33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
1.1 Objetivo Geral.....	10
1.2 Objetivos Específicos.....	10
2 ÁREA DE ESTUDO.....	11
2.1 Localização.....	11
2.2 Clima.....	11
2.3 Geomorfologia.....	11
2.4 Hidrologia.....	12
2.5 Solo.....	13
2.6 Geologia.....	13
3. METODOLOGIA.....	14
3.1 Delimitação da Área da Coleta.....	14
3.2 Coleta.....	14
3.3 Preparação das Amostras.....	17
3.4 Determinação de Metais Pesados.....	17
3.5 Análise do Conteúdo de Matéria Orgânica.....	17
3.6 Correlação da Matéria Orgânica com os Metais Pesados.....	18
3.7 Critérios para Avaliação da Qualidade de Sedimento.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
4.1 Concentrações de Elementos no Rio Ipê acima do Nível PEL.....	19
4.2 Concentrações de Elementos no Rio Ipê acima do Nível TEL.....	20
4.3 Determinação de Matéria Orgânica (MO).....	24
4.4 Correlação entre Matéria Orgânica e Metais Pesados.....	24
5. CONCLUSÕES.....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27
ANEXO.....	31
APÊNDICES.....	32

1. INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do Rio Guandu é responsável pelo abastecimento de 85% de água da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, e junto a bacia do rio da Guarda e do Guandu Mirim, totalizam uma área com cerca de 1 milhão de habitantes. Tais bacias abrangem parcial e integralmente o território de 15 municípios. Dentre estes está Paracambi, que tem seu território totalmente inserido na bacia do Rio Guandu (ANA, 2006).

Localizado entre as regiões da Baixada Fluminense, Centro-Sul e Sul Fluminense, Paracambi é cortada integralmente pelo Rio dos Macacos que passa pela área central da cidade e deságua no Ribeirão das Lajes, principal tributário do Rio Guandu. Entre os principais afluentes da microbacia do Rio dos Macacos está o Rio Ipê, também conhecido como Rio Palmeiras, o qual possui suas nascentes localizadas na zona primitiva da Unidade de Conservação Parque Municipal do Curió (ALVES *et al.*, 2007; SOUZA, 2011).

Nas margens do Rio Ipê estão localizadas estrategicamente algumas indústrias como a Cia. de tecidos Maria Cândida e a Cia. Brasil Industrial, sobretudo, pela disponibilidade de quedas d'água. Tais companhias têxteis, apesar de atualmente estarem desativadas, compõem a história da cidade de Paracambi, iniciando o processo de ocupação, devido a demanda de trabalhadores na região.

A atividade industrial é uma das fontes mais representativas na geração de impactos e riscos ambientais, pois muitas indústrias descartam seus efluentes em corpos hídricos. Costa (2008) ressalta que são lançadas cerca de 1,20 toneladas, por dia, de efluentes industriais no ecossistema, podendo acarretar sérios problemas ao meio ambiente e a saúde pública.

Uma das indústrias que utiliza um grande volume de água em seu funcionamento é a têxtil, produzindo também altas quantidades de efluentes, os quais são despejados no meio ambiente. Segundo Dutra (2010), as indústrias têxteis podem ser caracterizadas pelo uso elevado de substâncias químicas e pelo amplo consumo de água, utilizada durante todo o processo produtivo tanto como meio de transporte para os produtos químicos que entram no processo quanto servindo para a remoção do excesso daqueles produtos considerados indesejáveis para o substrato têxtil.

As águas residuárias industriais são como um reflexo do produto da mesma (PEREIRA, 2004). Assim, avaliando o resultado da cadeia têxtil pode-se estabelecer

uma elevada relação de volume de água consumido por volume de material têxtil processado, que acarreta na geração de efluentes altamente poluidores e também de resíduos semi-sólidos, contendo elevada carga orgânica, cor acentuada, compostos químicos tóxicos, patogênicos e metais pesados (HASSEMER, 2006 – apud CASTRO, 2010).

O efluente industrial é uma das principais fontes de poluição, diretamente relacionado à crescente liberação de metais pesados nos corpos hídricos. Por não serem degradáveis, estes metais podem se acumular e, dependendo de sua concentração, disponibilidade e solubilidade, são capazes de manifestar sua toxicidade. Quando biodisponíveis, os metais pesados podem ser incorporados por organismos que de forma direta ou indireta estão em contato ou fazem uso dos recursos hídricos (BAIRD, 2002 – apud AGUIAR *et al.*, 2007; NASCIMENTO 2007; FORSTNER & WITTMANN, 1981 – apud OLIVEIRA 2007).

Uma vez em meio aquático, tais metais e também muitos compostos orgânicos tóxicos tem como destino final a fixação em sedimentos (AGUIAR, 2002; BAIRD, 2002 – apud AGUIAR *et al.*, 2007).

O sedimento é resultado de todo material que se deposita, seja por transporte mecânico, fragmentos de rochas; através do transporte químico, sedimentos que se formam a partir da precipitação química; ou por acúmulo de detritos orgânicos (TEIXEIRA *et al.*, 2002). Os sedimentos têm sido amplamente utilizados como indicadores ambientais, devido à sua capacidade de acumular diversos compostos que não permanecem solúveis após seu lançamento em águas superficiais. Tais compostos, como os metais pesados, associados ao sedimento, podem integrar-se à cadeia alimentar, afetar a biota e a qualidade da água no ambiente aquático. O estudo dos sedimentos possibilita também o levantamento histórico de fontes pontuais de poluição do local de estudo (ESTEVES, 1998; CAMPAGNOLI *et al.*, 1999 – apud BOSTELMANN *et al.*, 2005; LEMES, 2001).

Assim, considerando a escassez de dados na literatura que indiquem o potencial das indústrias localizadas à margem do Rio Ipê em contaminar esse manancial, há necessidade de se realizar estudos que possam subsidiar ações que busquem a melhoria da qualidade da água e do ambiente, já que mesmo desativadas, as companhias têxteis podem ter contribuído para a contaminação do rio devido à possibilidade de seus compostos químicos terem se acumulado nos sedimentos.

1.1. Objetivo Geral

Avaliar a contaminação de metais pesados nos sedimentos do Rio Ipê – RJ sob influência de indústrias potencialmente poluidoras.

1.1.1 Objetivos específicos

Determinar níveis de Metais pesados nos sedimentos do Rio Ipê;

Analisar o conteúdo de matéria orgânica sedimentar do Rio Ipê;

Verificar a correlação entre a matéria orgânica e os metais pesados presente nos sedimentos do Rio Ipê.

2. ÁREA DE ESTUDO

2.1 Localização

A área de estudo compreende o município de Paracambi, localizado a 80 km da Capital do Estado do Rio de Janeiro. Integrante da região metropolitana, faz fronteira com os municípios de Itaguaí e Seropédica ao sul, Engenheiro Paulo de Frontin e Mendes, ao norte, e Japeri, a sudeste. Paracambi possui as seguintes coordenadas geográficas: latitude sul 22° 36'39" e longitude 43° 42'33" (PUC – RJ, 2004).

2.2 Clima

O município está localizado em regiões classificadas como de clima tropical quente, com temperatura variando de 19,2° C (mínima média) à 29,2° C (máxima média).

Quanto à precipitação pluviométrica, a média anual chega a 1.224,9 mm. No verão ocorre o período mais chuvoso, com valor médio de 195,1 mm e no inverno, particularmente no mês de julho, os totais mensais decaem, tendo como média 30,3 mm - período seco (PUC – RJ, 2004).

2.3 Geomorfologia

A geomorfologia da região é caracterizada por relevos de Agradação: constituídos por Planícies Aluviais – com amplitude topográfica nula e com padrão de drenagem que varia de terrenos bem drenados a mal drenados – e Planícies Colúvio-Aluviais também com topografia nula, mas, caracterizadas por terrenos mal drenados.

E por relevos de Degradação: formados por escarpas serranas – amplitude topográfica superior a 500 m e densidade de drenagem muito alta; maciços intrusivos alcalinos – também com amplitudes superiores a 500 m e alta densidade de drenagem; Alinhamentos Serranos e Degraus Estruturais – caracterizados por amplitude topográfica entre 300 a 700 m e com densidade de drenagem alta; Colinas Dissecadas, Morrotes e Morros baixos – com densidade de drenagem média a alta e topografia entre 100 a 200 m; Sistema de Colinas Isoladas – com amplitude inferior a 100 m e com sua densidade de drenagem muito baixa (PUC – RJ, 2004).

2.4 Hidrologia

O principal curso d'água da bacia da baía de Sepetiba é o rio Guandu que drena uma bacia com área de 1.385 km² e é responsável pelo abastecimento de 85 % de água da Região Metropolitana. Essa bacia é formada pelo Ribeirão das Lajes que passa a se chamar rio Guandu a partir da confluência com o rio Santana, na altitude 30 m. Obtendo como tributários principais, os rios dos Macacos, Santana, São Pedro, Poços/Queimados e Ipiranga (ANA, 2006).

O Rio dos Macacos, com cerca de, 83 km² de área de drenagem, tem sua foz no ribeirão das Lajes e sua nascente na Serra de Paulo de Frontin, em altitude de 800 metros. Ao longo do seu curso tem contribuintes como os rios do Retiro e Santa Clara pela margem esquerda e, pela margem direita, o canal Guarajuba e os rios do Sabugo e Ipê (ANA, 2006).

O rio Ipê tem suas nascentes localizadas no Parque Municipal do Curió e seu curso é integralmente em montanha, até a jusante da antiga Fábrica Brasil Industrial, onde deságua no rio dos Macacos (SEMADS, 2001).

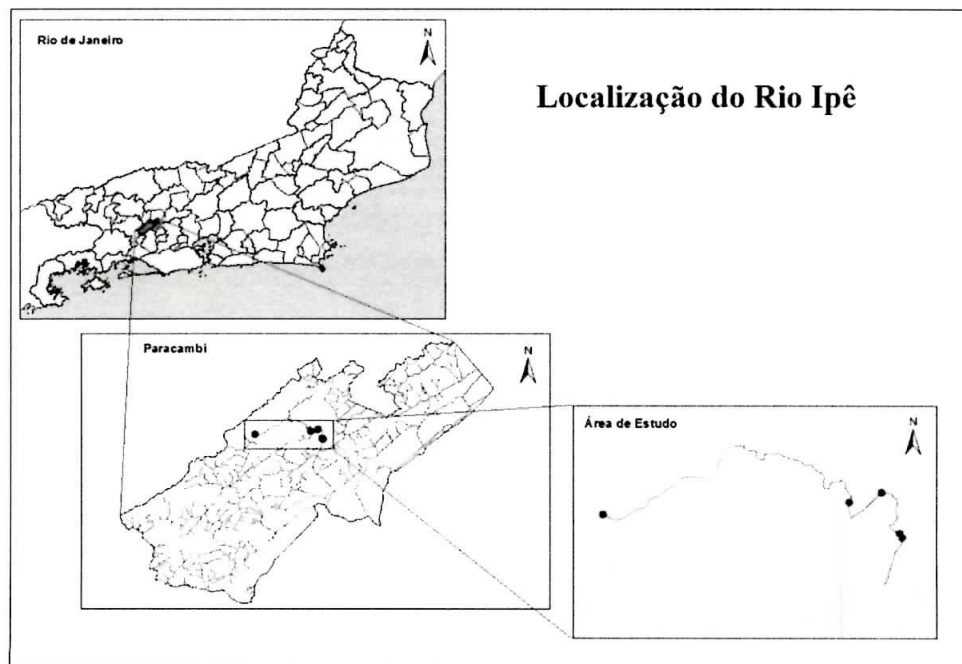


Figura 1. Localização da área de estudo.

2.5 Solos

Paracambi tem em suas encostas de maior declive os solos classificados como Cambissolo Latossólico e Argissolo Vermelho Latossólicos. Em topos das encostas predominam os Latossolos Vermelho-Amarelos.

Os depósitos de Taludes, formados por material principalmente coluvial, apresentam Cambissolos Gleicos, Gleissolos Hápticos, Planossolos e Neossolos Flúvicos, solos constituídos por sucessão de camadas de natureza aluvionar, sem relação pedogenética entre si (IBGE, 2007; PUC – RJ, 2004).

2.6 Geologia

A área do município de Paracambi se caracteriza geologicamente por apresentar gnaisses e granitóides pré-cambrianos, intrusões alcalinas mesozóicas e cobertura sedimentar cenozóica. Esta cobertura é caracterizada por depósitos fluviais, lacustres e tálus, argilo-arenosos de idade cenozóica, sobrepostos ao embasamento cristalino de idade pré-cambriana (PUC – RJ, 2004).

3. METODOLOGIA

3.1 Delimitação da Área da Coleta

Esta pesquisa foi desenvolvida em trecho do Rio Ipê, a qual englobou a área a montante da Cia. de tecidos Maria Cândida até a jusante da Cia. Brasil Industrial. À jusante da Cia. Brasil Industrial está a galeria da Cia. Brasil Industrial, onde todo efluente desembocava no rio (Figura 2).



Figura 2. Rio Ipê e marcadores da localização dos pontos de amostragem (Google Earth, 2011).

3.2 Coleta

A amostragem dos sedimentos ocorreu no mês de junho de 2012. Foram coletadas 5 amostras de sedimento de fundo do Rio do Ipê (Apêndice A e B). A seguir, apresenta-se a descrição e a localização geográfica de cada local de amostragem:

- PONTO 1 (IP 01): Em uma das nascentes do Rio, localizada dentro do sítio Recanto Feliz - S 22°35'50.23" e O 43°45'4.33" (Figura 3).
- PONTO 2 (IP 02): À montante da antiga Cia. de tecidos Maria Cândida, na cachoeira da Cascata - S 22°35'42.80" e O 43°42'52.92" (Figura 4).

- PONTO 3 (IP 03): À jusante da antiga Cia. De tecidos Maria Cândida - S 22°35'37.73" e O 43°42'35.56" (Figura 4).
- PONTO 4 (IP 04): Ao lado da Cia. Brasil Industrial, à montante da galeria de escoamento de efluentes - S 22°35'58.22" e O 43°42'25.80" (Figura 5).
- PONTO 5 (IP 05): À jusante da Cia. Brasil Industrial, logo após a galeria de escoamento de efluentes - S 22°36'0.57" e O 43°42'24.51" (Figura 5).

A localização dos pontos de coleta das amostras de sedimento é apresentada a seguir com suas imagens de satélite.



Figura 3. Imagem de satélite do ponto 1, nascente localizada no sítio Recanto Feliz (Google Earth, 2011).



Figura 4. Imagem de satélite do ponto 2, Cachoeira da Cascata e do ponto 3, Após a antiga Cia. Maria Cândida (Google Earth, 2011)



Figura 5. Imagem de satélite do ponto 4, Ao lado da Cia. Brasil Industrial, à montante da galeria de escoamento de efluentes e do ponto 5 à jusante da Cia. Brasil Industrial, logo após a galeria (Google Earth, 2011).

As amostras foram coletadas com o auxílio de um cano de PVC de 75 cm de diâmetro e 1,20 m de comprimento (Figura 6). Em seguida foram acondicionadas em sacos plásticos e encaminhadas ao Laboratório de Monitoramento Ambiental da

Faculdade de Educação Tecnológica do Estado do Rio de Janeiro para preparação das amostras.



Figura 6. Cano de PVC com tampa, utilizado como instrumento coletor de sedimento.

3.3 Preparação das Amostras

As amostras foram secas a 50°C em estufa e posteriormente desagregadas em grau de ágata, com auxílio do pistilo.

3.4 Determinação de Metais Pesados

As amostras foram encaminhadas ao laboratório comercial ACME – Analytical Laboratories Ltda sediado em Goiás, para a determinação de 34 elementos químicos (Apêndice C), a partir da abertura das amostras com água régia e leitura em Plasma Indutivamente Acoplado (ICP), segundo metodologia da USEPA (1996).

3.5 Análise do Conteúdo de Matéria Orgânica

As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Fertilidade do solo – LABFER na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro para a determinação do conteúdo de matéria orgânica, segundo método da EMPRAPA (2012). A matéria orgânica foi estimada multiplicando-se o teor de carbono orgânico por 1,724.

3.6 Correlação da Matéria Orgânica com os Metais Pesados

Para a análise de correlação foi utilizado como instrumento de comparação, o coeficiente de correlação de Pearson (r), o qual é uma medida do grau de relação linear entre duas variáveis quantitativas. Considerando uma boa correlação entre a matéria orgânica e os elementos analisados, valores de $r > 0,80$.

3.7 Critérios para Avaliação da Qualidade de Sedimento

Os índices de qualidade dos sedimentos fornecem avaliações práticas para as interpretações quanto à toxicidade biológica, nesse contexto, com o objetivo de proteger a vida aquática, o “Canadian Council of Ministers of the Environment” (CCME) desenvolveu valores orientadores de qualidade de sedimentos (Anexo A). Sendo os mesmos adotados pela Resolução CONAMA 344/04 que estabelecem diretrizes e procedimentos mínimos para a avaliação do material dragado.

As concentrações de metais pesados nos sedimentos do Rio Ipê foram determinadas de acordo com os limites de concentração estabelecidos pelo CCME (2001) para arsênio, metais pesados e compostos orgânicos, onde são definidos os níveis: TEL (Threshold Effect Level) representando o menor limite, no qual as concentrações abaixo deste valor são raramente associadas a efeitos biológicos adversos; PEL (Probable Effect Level) representa o maior limite, em que concentrações acima deste valor são frequentemente associadas a efeitos biológicos adversos; e concentrações entre a faixa TEL e PEL, em que ocasionalmente ocorrem tais efeitos (CETESB, 2009).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Concentrações de Elementos no Rio Ipê acima do Nível PEL

- **Crômio**

Baseado nos parâmetros estabelecidos pelo CCME (2001), nos sedimentos do Rio Ipê o crômio foi encontrado em teores mais elevados do que os valores do nível PEL (90 ppm) nos pontos IP 03, 04 e 05. Enquanto os pontos IP 01 e 02 estabeleceram-se na faixa entre TEL (37,3 ppm) e PEL.

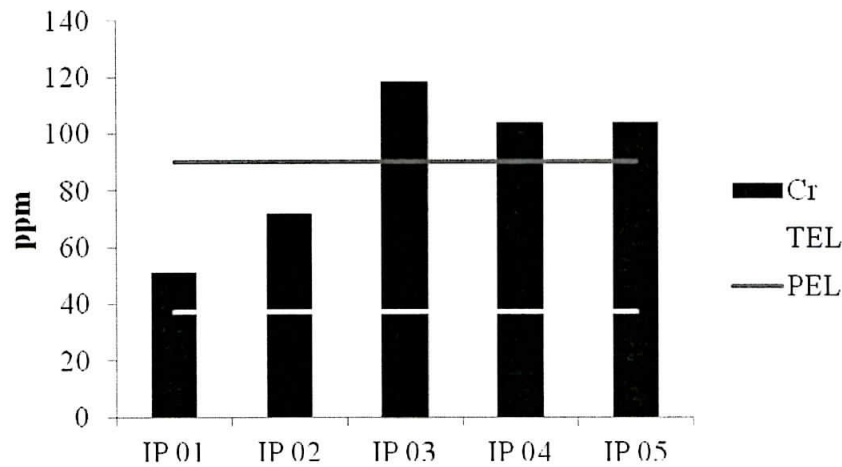


Figura 7. Concentração de Cr nos sedimentos do Rio Ipê

Elevados níveis de crômio na coluna d'água tornam-se preocupantes, devido ao fato desse metal ser bioacumulado por plantas, peixes, camarões, ostras, dentre outros que, podem fazer parte da dieta humana, como moluscos e crustáceos (AZEVEDO & CHASIN, 2003 – apud QUINÁGLIA, 2006).

O crômio não é encontrado em forma livre na natureza, aparecendo na maioria das vezes como óxidos, basicamente como cromita, seu minério mais importante. O Cr possui dois estados de oxidação, Cr^{3+} e Cr^{6+} , sendo o primeiro mais estável e o Cr na forma hexavalente considerado mais solúvel em água, mais tóxico e cancerígeno. Os limites máximos estabelecidos para o Cr são feitos em função do crômio hexavalente. Quase todo Cr^{6+} chega ao meio ambiente por ações antrópicas e quando referente a concentração do crômio nas águas se deve ao lançamento indevido de efluentes

industriais, como os provenientes dos ramos metalúrgicos, de corantes e pigmentos e de curtumes (FREITAS, 2006).

Em função destas possíveis fontes de poluição dos ambientes aquáticos, estudos tem sido realizados a fim de caracterizar a qualidade dos sedimentos desses ambientes. Com este objetivo Ferreira (2009) realizou um estudo na Baía de Sepetiba – RJ onde observou que os teores de crômio encontrados foram em sua maioria baixos, na faixa de 0,34 a 24,26 ppm, com exceção de seu ponto denominado P3, determinada a concentração de 44,17 ppm, valor que se estabelece na faixa entre PEL e TEL. Em contra ponto, Fuzukawa (2008) realizou análises químicas dos teores de crômio em amostras de sedimentos do Rio Piranga - MG e verificou concentrações elevadas, variando em torno de 91,5 a 283,7 ppm, acima do nível PEL.

4.2 Concentrações de Elementos no Rio Ipê acima do Nível TEL

Para os elementos Cu, Ni, Pb e Zn, o nível de concentração de alguns pontos foram acima do limite TEL.

- **Cobre**

O teor de concentração do cobre no Rio Ipê é apresentado na figura 8 que, exceto pela amostra IP 01, ultrapassou o nível TEL (35,7 ppm), variando de 38-42 ppm.

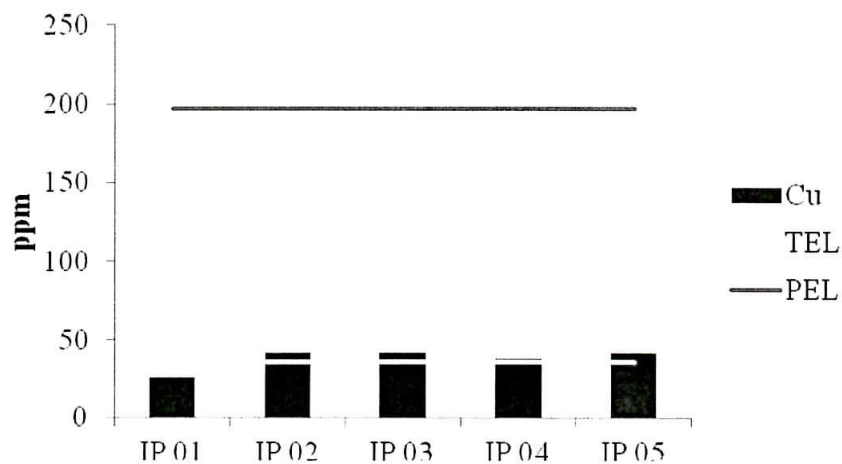


Figura 8. Concentração de Cu nos sedimentos do Rio ipê.

Do mesmo modo, ao analisar os sedimentos de fundo do Rio Barcarena – PA, a fim de avaliar a entrada de substâncias químicas no rio oriunda das atividades antropogênicas, Porto (2009) determinou concentrações de Cu em torno de 18,24 a 41,70 ppm, que se assemelham a quatro pontos do Rio Ipê ao se estabelecerem acima do índice TEL.

O cobre, em pequenas concentrações, é essencial para o metabolismo humano e sua ausência pode causar anemia. No entanto, o excesso de Cu pode causar complicações como, hipertensão, esquizofrenia e necrose do fígado (VAITSMAN *et al.*, 2001 – apud QUINÁGLIA, 2006).

O Cu também ocorre em pequenas concentrações em águas naturais, sendo maiores teores decorrentes de atividades antrópicas como, fungicidas utilizados na agricultura, corrosão de tubulações de latão por águas ácidas e pigmento para a fabricação de tintas, estando sempre presente em efluentes industriais e domésticos. Tornando-se extremamente danoso a biota aquática quando suas concentrações estão elevadas, devido ao fato de peixes e as algas serem muito sensíveis ao cobre, apresentando com facilidade o mecanismo da bioacumulação (LEMES, 2001; CETESB, 2009).

- **Níquel**

No Rio Ipê a concentração de níquel no ponto amostral IP 03 se estabelece no limite TEL (18 ppm), enquanto nos demais pontos encontram-se entre a faixa TEL e PEL, porém ainda distante do índice PEL.

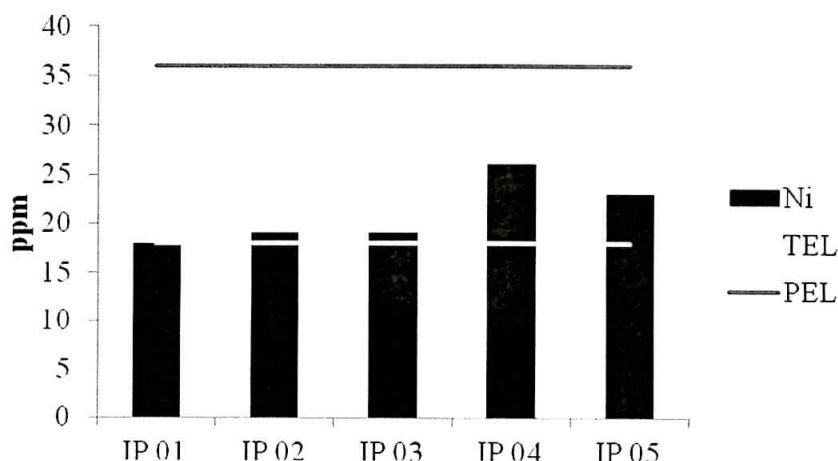


Figura 9. Concentração de Ni nos sedimentos do Rio Ipê.

Em contrapartida, Ferreira (2009) determinou na Baía de Sepetiba - RJ teores de Ni na faixa de 0,03 a 5,08 ppm, se estabelecendo em níveis abaixo de TEL. Já no Rio Ipiranga - MG, Fuzukawa (2008) encontrou valores bem acima de PEL, 32,85-114,9 ppm.

O níquel ocorre livre naturalmente na crosta terrestre. Em sua maior parte apresenta-se na forma combinada com o ferro, magnésio, minerais de rochas metamórficas e ígneas. O níquel e seus compostos são utilizados em galvanoplastia, na fabricação de aço inoxidável, moedas, pigmentos, entre outros usos.

Nos sedimentos, o níquel está depositado sob a forma de precipitados, complexados, adsorvidos sobre a argila e também agregação à biota. Em águas superficiais naturais a concentração de Ni pode chegar a $0,1 \text{ mg.L}^{-1}$.

Concentrações desse metal em excesso podem causar dermatites, em contato com a pele, afetar o sistema cardíaco e respiratório, câncer de pulmão e seios paranasais (QUINÁGLIA, 2006; CETESB, 2009).

- **Chumbo**

Nos pontos IP 02, 03 e 05 do Rio Ipê, o nível de concentração de chumbo se mostrou acima do estabelecido pelo TEL (35ppm), vide a figura 10.

Em estudo realizado por Fávoro (*et al.*, 2006) para avaliar a qualidade dos sedimentos do reservatório Billings - SP, os resultados para as concentrações de Pb variaram da faixa abaixo de TEL e entre TEL e PEL, apresentando teores de 20 a 44 ppm.

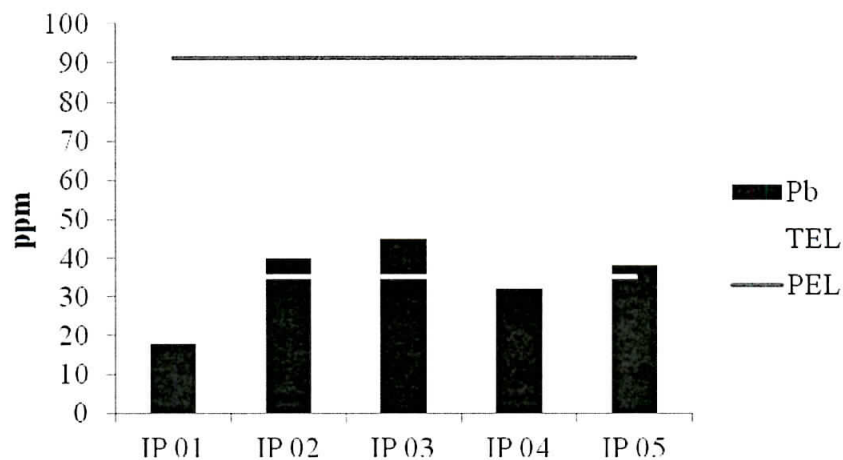


Figura 10. Concentração de Pb nos sedimentos do Rio Ipê.

O chumbo é um metal tóxico ao homem e animais, sendo 1 mg o suficiente para determinar a intoxicação por chumbo, do ponto de vista de toxicidade crônica ao homem. Devido ao seu poder acumulativo, pode desencadear danos ao sistema nervoso central, diminuição da capacidade intelectual em crianças, até mesmo intoxicação crônica ou saturnismo, que pode levar à morte. Em condições naturais apenas traços do Pb são encontrados nas águas, com concentração de $0,01 \text{ mg.mL}^{-1}$ ou menos. Maiores concentrações são devido a fontes antrópicas, relacionadas às indústrias extrativa, petrolífera, de baterias, tintas e corantes, cerâmica (LEMES, 2001; CETESB 2009).

- **Zinco**

Um estudo realizado por Regattieri (2007) mostrou que nos sedimentos Bacia do Ribeirão Tatu - SP, o menor teor foi 50 ppm, não chegando ao limite TEL de Zn (123 ppm), enquanto o maior teor desse metal foi 263 ppm, se estabelecendo entre a faixa TEL e PEL (315 ppm).

No Rio Ipê, a concentração de Zn apresentou-se abaixo do nível TEL nos três primeiros pontos amostrais e acima desse nível nos pontos IP 04 e 05 (Figura 11).

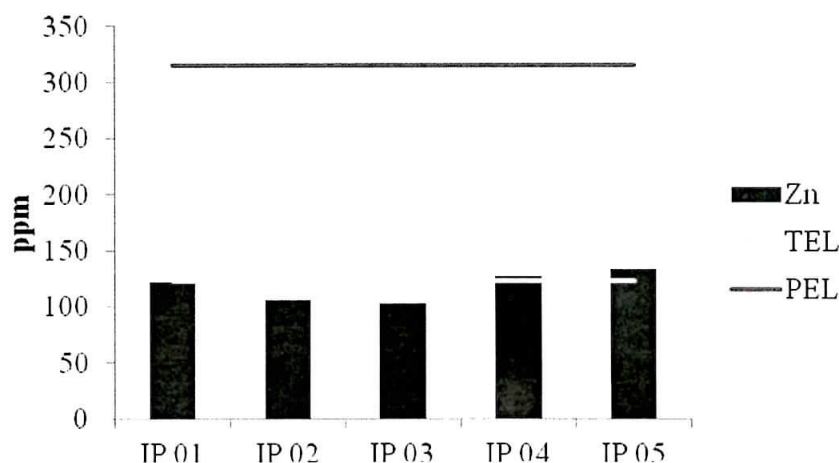


Figura 11. Concentração de Zn nos sedimentos do Rio Ipê.

O zinco é um metal comum em águas naturais e normalmente suas concentrações em águas superficiais estão na faixa de $< 0,001$ a $0,10 \text{ mg.L}^{-1}$. Enquanto para padrões de água para abastecimento público determinam $5,0 \text{ mg.L}^{-1}$ o valor máximo permissível. A água com elevada concentração de zinco tem aparência leitosa e

produz um sabor metálico ou adstringente quando aquecida. A alta concentração do zinco no meio ambiente ocorre devido a ações humanas, como, esgotos domésticos, indústria têxtil e, resíduos de indústrias de plástico, de pilhas e baterias (QUINÁGLIA, 2006; CETESB, 2009).

Sendo um elemento essencial ao metabolismo do corpo humano, ao crescimento de plantas e animais, em pequenas quantidades, o zinco torna-se prejudicial à saúde somente quando ingerido em concentrações muito elevadas, o que é raro, mas neste caso, pode acumular-se em outros tecidos do organismo humano, podendo causar úlceras, pancreáticos, má circulação no sangue e fibrose pulmonar. Já em corpos d'água elevados níveis de Zn tornam-se danoso a biota aquática por sua grande probabilidade de ser bioacumulado por espécies aquáticas (AZEVEDO & CHASIN, 2003 – apud QUINÁGLIA, 2006; LEMES, 2001).

4.3 Determinação de Matéria Orgânica (MO)

No Rio Ipê os teores de matéria orgânica nos sedimentos variaram de 0,9-2,31% (Tabela 1).

Tabela 1. Teor de matéria orgânica encontrada nos sedimentos do Rio Ipê.

Pontos	Matéria Orgânica (%)
IP 01	0,9
IP 02	0,47
IP 03	0,79
IP 04	1,48
IP 05	2,31

4.4 Correlação entre Matéria Orgânica e Metais Pesados

Ao relacionar as concentrações de metais pesados com as porcentagens de matéria orgânica (Apêndice D), observa-se que para os elementos cromo, cobre e níquel o valor da correlação não foi expressivo, sendo $r = 0,41$, $0,17$ e $0,69$, respectivamente. E para o elemento chumbo ($r = -0,01$) não houve correlação.

Porém, verificou-se uma boa correlação com o zinco ($r = 0,86$), o que indica que ele pode estar de alguma forma complexado a matéria orgânica (Figura 12).

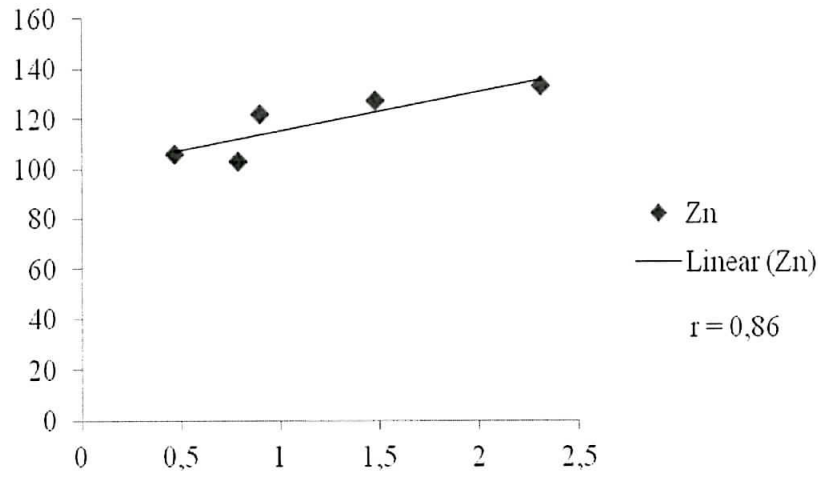


Figura 12. Correlação entre a matéria orgânica e o zinco.

A solubilização de minerais de Zn durante o intemperismo produz Zn^{2+} móvel, especialmente em ambientes ácidos e oxidados. Zn é, no entanto, facilmente adsorvido por minerais e componentes orgânicos. (KABATA-PENDIAS & PENDIAS, 1992).

Os grupos funcionais da matéria orgânica podem complexar cátions. A complexação pode ocorrer na forma de complexos de esfera-interna, como acontece com a adsorção específica de metais de transição como Zn^{2+} (MEURER, 2000).

5. CONCLUSÕES

O crômio foi o único elemento determinado acima do índice PEL (Probable Effect Level), sugerindo que nesta concentração, pode haver freqüentes efeitos biológicos adversos.

Em algumas amostras de sedimentos, os elementos cobre, níquel, chumbo e zinco apresentaram concentrações maiores do que as determinadas pelo índice TEL (Treshold Effect Level), o que representa um indício que os sedimentos do rio podem, eventualmente, provocar efeitos adversos à vida aquática.

Com exceção do zinco, os demais metais analisados não obtiveram boa correlação com a matéria orgânica.

As maiores concentrações dos elementos analisados foram obtidas a jusante da Cia. Maria Cândida e/ou da Cia. Brasil industrial, mesmo assim, os resultados obtidos na determinação dos metais pesados não permitem afirmar que elevadas concentrações de metais pesados avaliados tenham sido provocadas devido a atividades dessas indústrias têxteis.

Com base no Índice de Qualidade de Sedimentos TEL e PEL, os sedimentos do Rio Ipê não apresentaram boa qualidade, visto que para a maioria das amostras, os metais analisados ultrapassaram os valores permitidos pelo índice TEL, e o elemento Cr, ultrapassou o valor permitido pelo índice PEL.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR NETO, A. B.; FREIRE, G. S. S.; GOMES, D. F.; GOUVEIA, S. T. Distribuição Geoquímica de Metais Pesados em Sedimentos de Manguezais de Icapuí – CE. IV Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás. São Paulo, 2007.

AGUIAR, M. R. M. P.; NOVAES, A. C.; GUARINO, A. W. S. Remoção de Metais Pesados de Efluentes Industriais por Aluminossilicatos. Revista Química Nova. Vol. 25, No. 6B, 1145-1154, 2002.

ALVES, A. P. P.; ASSIS, E. G. A.; CÔRTEZ, M. O. R. A. A Dinâmica das Enchentes na Bacia Hidrográfica do Rio dos Macacos. Paracambi, RJ. 2007. 67p. Trabalho de Conclusão de Curso. FAETEC – Instituto Superior de Tecnologia, Paracambi.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Guandu, Guarda e Guandu Mirim. Relatório do Diagnóstico – Final. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Brasília – DF. 2006.

AZEVEDO, F. A.; CHASIM, A. A. M. Metais: Gerenciamento da Toxicidade. São Paulo: Editora Atheneu, 2003. 554p.

BAIRD, C. Química Ambiental. 2 ed. Porto Alegre. Bookman. 2002.

BOSTELMANN E.; FÁVARO, D. I. T.; FERREIRA, F. J.; BEVILACQUA, J. E. Avaliação da Concentração de Elementos Maiores e Traço em Amostras de Sedimentos do Reservatório Billings, Braço Riogrande, por Ativação Neutrônica. International Nuclear Atlantic Conference – INAC. Santos, SP, Brazil, August 28 to September 2, 2005. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA NUCLEAR- ABEN.

CAMPAGNOLI, F.; MAZZILLI, B. P.; MOREIRA, S. R. D. Datação De Sedimentos Aplicada ao Monitoramento Ambiental de Bacias Hidrográficas: Exemplo da Bacia Do Rio Grande - Billings, SP. XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Livro de resumos - ABRH, 1999, p. 155.

CASTRO, T. M. Solidificação/Estabilização de Lodo Gerado no Tratamento de Efluente de Lavanderia Industrial Têxtil em Blocos Cerâmicos Acústicos e seu Desempenho em Câmara Reverberante. Maringá, 2010.

CCME – CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT, Canadian Environment Quality Guidelines. Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life. 2001.

CETESB. Apêndice A - Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem. São Paulo, CETESB, 2009. Base de Dados.

COSTA, A. F. de S. Aplicações de Tratamento biológicos e físico-químicos em efluentes de lavanderia e tinturaria industriais do município de Toritama no estado de

Pernambuco. 2008. 100 p. Dissertação (Desenvolvimentos de Processos Ambientais) – Tecnologia e Meio Ambiente, Universidade Católica de Pernambuco, Pernambuco, 2008.

DUTRA, H. S. R. Tratamento Combinado de Efluentes da Indústria Têxtil por Ultrafiltração e H₂O₂/UV. 2010. 72p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa – MG.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de Métodos de Análise de Solo. 2ed. Rio de Janeiro, 2012. 212p.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. 2 ed. Rio de Janeiro. Interciência, 1998.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In... 45ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria. UFSCar, São Carlos, SP, Julho de 2000. p.255-258.

FERREIRA, A. P.; HORTA M. A. P.; CUNHA C. L. N. 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. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*. 2010. p. 229-241.

FÖRSTNER, U; WITTMANN, G. T. W. 1981. *Metal Pollution in the Aquatic Environment*. 2ed. Berlim. Springer-Verlag. 486 p.

FREITAS, C. M. O Cromo na Indústria de Curtumes de Mato Grosso do Sul, Brasil: aspectos ecológicos. 2006. 118p. Tese (doutorado em Ciências da Saúde) – rede Centro - Oeste, convênio Universidade de Brasília, Universidade Federal de Goiás e Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande – MS.

FUZUKAWA, C. M. Influência da Litologia nas Águas e Sedimentos do Rio Piranga - Formador do Rio Doce. 2009. 88p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto – MG.

IBGE. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Manual Técnico de Pedologia. 2ed. Rio de Janeiro, 2007. 316p. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_tecnic_o_pedologia.pdf. Acessado em: 22 de setembro de 2012.

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS. H.; *Trace Elements On Soil And Plant*. 2d. Florida, 1992. 365p.

LEMES, M. J. L. Avaliação de Metais e Elementos-Traço em Águas e Sedimentos das Bacias Hidrográficas dos Rios Mogi-Guaçu e Pardo, SP. 2001. 215p. Dissertação (Mestrado em Ciências na área de Tecnologia Nuclear) – Instituto de Pesquisas Energética e Nucleares – Autarquia associada à Universidade de São Paulo. São Paulo – SP.

MEURER, E. J. Fundamentos da Química do Solo. Porto alegre. 2000. 174p.

NASCIMENTO, S. M. Caracterização da Assinatura Isotópica de Pb Atual e da Concentração de Metais Pesados em Sedimentos de Fundo da Foz do Rio Guamá e da Baía do Guajará, Belém – PA. 2007. 104p. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Petrologia) – Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará. Belém – PA.

OLIVEIRA, M. R. Investigação da Contaminação por Metais Pesados da Água e do Sedimento de Corrente nas margens do Rio São Francisco e tributários, a jusante da Represa da Cemig, no município de Três Marias, Minas Gerais. 2007. 149p. Tese (doutorado em Geologia Econômica e Aplicada.) – Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais – MG.

PEREIRA, R. S. Identificação e Caracterização das Fontes de Poluição em Sistemas Hídricos. Revista Eletrônica de Recursos Hídricos. IPH-UFRGS. v.1, n. 1. 2004. p.20-36.

POLETO, C.; MERTEN, G. H. 2006. Qualidade dos Sedimentos. Porto Alegre. ABRH: 397p.

PORTO, L. J. L.S. Estudo da Qualidade dos Sedimentos de Fundo do Rio Barcarena - PA. 2009. 91p. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Petrologia) – Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica. Universidade Federal do Pará. Belém – PA.

PUC – PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO. Projeto de Zoneamento Ecológico Econômico do Município de Paracambi. PUC, Rio de Janeiro, 2004.

QUINÁGLIA, G. A. Caracterização dos Níveis Basais de Concentração de Metais nos Sedimentos do Sistema Estuarino da Baixada Santista. 2006. 239p. Tese (doutorado) – Instituto de Química da Universidade de São Paulo. São Paulo – SP.

REGATTIERI, S. M. C. B. Geoquímica de Águas e Sedimentos da Bacia do Ribeirão Tatu, Limeiras – SP. 2007. 161p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas – SP.

SEMADS. Projeto PLANÁGUA SEMADS/GTZ. Bacias Hidrográficas e Recursos Hídricos da Macrorregião Ambiental 2 - Bacia da Baía de Sepetiba. Rio de Janeiro, 2001.

SOUZA, T. F. Interpretação Ambiental da Trilha do Jequitibá-rosa no Parque Natural Municipal do Curió de Paracambi, RJ. 2011. 35p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica – RJ.

USEPA, Unit States Environmental Protection Agency. 1996. Acid digestion of sediments, sludges and soils 3050B. Disponível em: <http://www.epa.gov/osw/hazard/testmethods/sw846/pdfs/3050b.pdf>. Acessado em: 27/12/2010.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. Decifrando a Terra. Oficina de Textos. São Paulo, 2002. 557p.

VAITSMAN, D. M.; AFONSO, J. C.; DUTRA, P. B. Para que Servem os Elementos Químicos. Rio de Janeiro: Interciência, 2001.

ANEXO

Tabela 2. Valores orientadores de qualidade de sedimentos.

	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
	-----ppm-----							
TEL	5,9	0,6	37,3	35,7	0,17	18	35	123
PEL	17	3,5	90	197	0,486	35,9	91,3	315

Fonte: CCME, 2001.

APÊNDICE A



Figura 13. Áreas dos pontos da coleta dos sedimentos: do ponto IP 01 ao IP 05.

APÊNDICE B

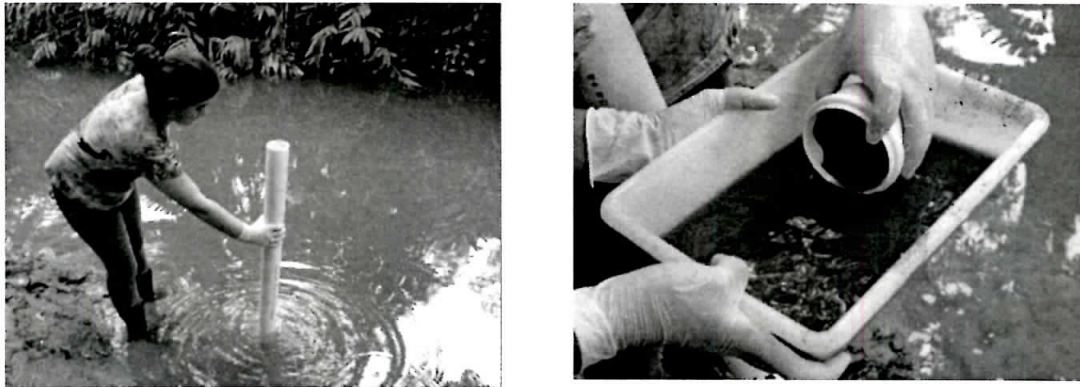


Figura 14. Coleta de sedimentos com o uso do tubo de PVC como coletor.

APÊNDICE C

Tabela 3. Teores de elementos nos sedimentos do Rio Ipê (continua).

Variáveis	Unidade	IP 01	IP 02	IP 03	IP 04	IP 05
Ag	ppm	<0,3	0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Al	%	4,07	3,90	2,98	3,23	3,09
As	ppm	4	<2	3	<2	<2
Au	ppm	<2	<2	<2	<2	<2
B	ppm	<20	<20	<20	<20	<20
Ba	ppm	222	190	216	209	219
Bi	ppm	4	<3	<3	<3	<3
Ca	%	0,09	0,08	0,10	0,10	0,17
Cd	ppm	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Co	ppm	17	23	11	20	17
Cr	ppm	72	118	51	104	104
Cu	ppm	42	42	26	38	42
Fe	%	4,88	5,76	4,15	6,52	5,51
Ga	ppm	12	12	6	10	9
Hg	ppm	1	<1	<1	<1	<1
K	%	0,62	0,55	0,67	0,76	0,71
La	ppm	14	12	24	16	19
Mg	%	0,53	0,44	0,53	0,58	0,57
Mn	ppm	1160	1056	513	726	983
Mo	ppm	1	1	<1	2	1
Na	%	0,01	0,01	0,02	0,05	0,03
Ni	ppm	19	19	18	26	23
P	%	0,037	0,064	0,038	0,065	0,058

Tabela 3 – Continuação

Pb	ppm	40	45	18	32	38
S	%	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Sb	ppm	<3	<3	<3	4	4
Sc	ppm	14	22	10	21	17
Sr	ppm	15	13	12	11	14
Th	ppm	3	2	5	4	6
Ti	%	0,240	0,215	0,245	0,277	0,264
Tl	ppm	<5	<5	<5	<5	<5
V	ppm	80	101	75	115	97
W	ppm	<2	<2	<2	<2	<2
Zn	ppm	122	106	103	127	133

APÊNDICE D

Tabela 4. Correlação entre os metais pesados e a matéria orgânica.

Metais	r*
Cr	0,41
Cu	0,17
Ni	0,69
Pb	-0,01
Zn	0,86

*p=0,05