

Engenharias, Ciência e Tecnologia 2

**Luís Fernando Paulista Cotian
(Organizador)**



Atena
Editora

Ano 2019

Luís Fernando Paulista Cotian

(Organizador)

Engenharias, Ciência e Tecnologia

2

Atena Editora

2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Lorena Prestes

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E57 Engenharias, ciência e tecnologia 2 [recurso eletrônico] / Organizador
Luís Fernando Paulista Cotian. – Ponta Grossa (PR): Atena
Editora, 2019. – (Engenharias, Ciência e Tecnologia; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia.

ISBN 978-85-7247-085-8

DOI 10.22533/at.ed.858193101

1. Ciência. 2. Engenharia. 3. Inovações tecnológicas.
4. Tecnologia. I. Cotian, Luís Fernando Paulista. II. Série.

CDD 658.5

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de
responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Engenharia, Ciência e Tecnologia” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora. O volume II apresenta, em seus 15 capítulos, conhecimentos relacionados a Gestão de Resíduos relacionadas à engenharia de produção nas áreas de Gestão de Recursos Naturais, Produção mais Limpa e Ecoeficiência e Gestão de Resíduos Industriais e Prevenção de Poluição.

As áreas temáticas de Gestão de Resíduos relacionadas tratam de temas relevantes para a prevenção de poluição. As análises e aplicações de novos estudos proporciona que estudantes utilizem conhecimentos tanto teóricos quanto tácitos na área acadêmica ou no desempenho da função em alguma empresa.

Para atender os requisitos do mercado as organizações precisam levar em consideração a área de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, sejam eles do mercado ou do próprio ambiente interno, tornando-a mais competitiva e seguindo a legislação vigente.

Aos autores dos capítulos, ficam registrados os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora, pela dedicação e empenho sem limites que tornaram realidade esta obra, que retrata os recentes avanços científicos do tema.

Por fim, espero que esta obra venha a corroborar no desenvolvimento de novos conhecimentos de Gestão de Resíduos e auxilie os estudantes e pesquisadores na imersão em novas reflexões acerca dos tópicos relevantes na área de engenharia de produção.

Boa leitura!

Luís Fernando Paulista Cotian

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
AVALIAÇÃO DA ADSORÇÃO COM CARVÃO VEGETAL PARA A PURIFICAÇÃO DE BODIESEL OBTIDO A PARTIR DE ÓLEOS DE MILHO	
<i>Maria Carolina Sérgi Gomes</i>	
<i>Juliana Guerra Sgorlon</i>	
<i>Maraísa Lopes de Menezes</i>	
<i>Vassula Belinato Paiva</i>	
<i>Fernanda Nunes de Proença</i>	
<i>Mariane Borges Gheller</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8581931011	
CAPÍTULO 2	11
AVALIAÇÃO DA GRANULOMETRIA DO BAGAÇO DE MALTE SOBRE A ADSORÇÃO DO CORANTE DE AZUL DE METILENO UTILIZANDO COLUNA DE LEITO FIXO	
<i>Jordana Benfíca Silva</i>	
<i>Heitor Otacílio Nogueira Altino</i>	
<i>Renata Nepomuceno da Cunha</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8581931012	
CAPÍTULO 3	18
AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO DE PARTICULADO NA QUEDA DE PRESSÃO DE UM CICLONE LAPPLE	
<i>Rosilanny Soares Carvalho</i>	
<i>Daiane Ribeiro Dias</i>	
<i>João Carlos Gonçalves</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8581931013	
CAPÍTULO 4	30
AVALIAÇÃO DO TRANSPORTE DE SEDIMENTOS: SEDIM 2.0	
<i>Roberta de Almeida Costa Campeão</i>	
<i>Mônica de Aquino Galeano Massera da Hora</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8581931014	
CAPÍTULO 5	38
AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL DO DESEMPENHO DE UM CICLONE ADAPTADO COM BOCAIS ATOMIZADORES DE ÁGUA PARA COLETAR MATERIAL PARTICULADO PROVENIENTE DA QUEIMA DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR	
<i>Ana Elisa Achilles</i>	
<i>Vádila Giovana Guerra Béttega</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8581931015	
CAPÍTULO 6	55
DESEMPENHO DE FILTRO TIPO BOLSA PARA SEPARAÇÃO DE RESÍDUOS DE HERBICIDAS	
<i>Daniela Teixeira Chaves</i>	
<i>José Roberto Delalibera Finzer</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8581931016	

CAPÍTULO 7 71

DISTRIBUIÇÃO DE CHUMBO TOTAL EM AMOSTRAS DE SEDIMENTOS E SUBSTÂNCIAS HÚMICAS EXTRAÍDAS DE SEDIMENTOS COLETADOS EM MANANCIAIS COM DIFERENTES TIPOS DE ÁGUA DA BACIA AMAZÔNICA

Tania Machado da Silva
Bruno Cesar Prior Rocha
Wilyane Silva Figueiredo
Luiz Fabrício Zara
Gustavo Rocha de Castro
André Henrique Rosa

DOI 10.22533/at.ed.8581931017

CAPÍTULO 8 87

ESTUDO DAS CONDIÇÕES PARA A SÍNTESE DE BIODIESEL A PARTIR DO ÓLEO DE ABACATE E PEROVSKITA RESIDUAL ($Ca_2Fe_2O_5$)

Rondinele Aberto dos Reis Ferreira
Juarez Hilleshein Júnior
Priscila Pereira Silva

DOI 10.22533/at.ed.8581931018

CAPÍTULO 9 102

ESTUDO DE CASO EM OBRA NA CIDADE DE MACEIÓ: PROPOSTA PARA MELHORIA NO DESTINO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Kelliany Medeiros Costa
José Leandro da Silva Duarte
Carmem Lúcia de Paiva e Silva Zanta

DOI 10.22533/at.ed.8581931019

CAPÍTULO 10 112

COMPARAÇÃO ENTRE MODELOS DE VELOCIDADE DE SEDIMENTAÇÃO APLICADOS EM EMULSÕES A/O MONODIPERSAS

Lucas Henrique Pagoto Deoclecio
Ana Paula Meneguelo
Daniel Cunha Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.85819310110

CAPÍTULO 11 128

POTÊNCIA NECESSÁRIA AO RALEAMENTO DA VEGETAÇÃO NO SEMIÁRIDO

Márcio Waltzer Timm
Antônio Lilles Tavares Machado
Roberto Lilles Tavares Machado
Rafael Gonçalves Tonucci

DOI 10.22533/at.ed.85819310111

CAPÍTULO 12 137

SANEAMENTO: EVOLUÇÃO DAS OBRAS DE INFRAESTRUTURA E MELHORIA DA QUALIDADE DE VIDA DO BAIRRO PARAVIANA EM BOA VISTA/RR

Francilene Cardoso Alves Fortes
Emerson Lopes de Amorim
Iury Costa Aragão
Thiago Barreto Tavares
Cleiton Leandro Santana
Maikon Barros de Lima

DOI 10.22533/at.ed.85819310112

CAPÍTULO 13	152
SANEAMENTO: IMPLICAÇÕES E EXECUÇÕES NAS OBRAS DE SANEAMENTO BÁSICO NO BAIRRO CINTURÃO VERDE NO MUNICÍPIO DE BOA VISTA/RR	
<i>Francilene Cardoso Alves Fortes</i>	
<i>Emerson Lopes de Amorim</i>	
<i>Simone Vieira Vaz</i>	
<i>Geislani da Luz Araujo</i>	
<i>Numeriano Dantas de Medeiros</i>	
<i>Fabio Rodrigues de Jesus</i>	
DOI 10.22533/at.ed.85819310113	
CAPÍTULO 14	166
SINTONIA ÓTIMA DO CONTROLADOR PID APLICADO AO CONVERSOR CC-CC BUCK	
<i>Rhonei Patric dos Santos</i>	
<i>Lucas Sampaio Garcia</i>	
DOI 10.22533/at.ed.85819310114	
CAPÍTULO 15	178
APROVEITAMENTO DO RESÍDUO DO CAROÇO DE AZEITONA PARA A PRODUÇÃO DE TIJOLO SOLO-CIMENTO	
<i>Luíza Silveira Cabral</i>	
<i>Manoela Silva Lima Mariotini Carotta</i>	
<i>Érica Vieira Barbosa</i>	
<i>Juliana Fusco Pachani dos Santos</i>	
<i>Ana Carla Pinheiro Lima</i>	
<i>Cristiane de Souza Siqueira Pereira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.85819310115	
SOBRE O ORGANIZADOR	189

DISTRIBUIÇÃO DE CHUMBO TOTAL EM AMOSTRAS DE SEDIMENTOS E SUBSTÂNCIAS HÚMICAS EXTRAÍDAS DE SEDIMENTOS COLETADOS EM MANANCIAIS COM DIFERENTES TIPOS DE ÁGUA DA BACIA AMAZÔNICA

Tania Machado da Silva

Universidade de Brasília, Faculdade UnB
Planaltina
Brasília – Distrito Federal

Bruno Cesar Prior Rocha

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Filho, Instituto de Química de Araraquara
Araraquara – São Paulo

Wilyane Silva Figueiredo

Universidade de Brasília, Faculdade UnB
Planaltina
Brasília – Distrito Federal

Luiz Fabrício Zara

Universidade de Brasília, Faculdade UnB
Planaltina
Brasília – Distrito Federal

Gustavo Rocha de Castro

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Filho, Instituto de Biociências de Botucatu
Botucatu – São Paulo

André Henrique Rosa

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Filho, Campus de Sorocaba Sorocaba – São
Paulo

RESUMO: Caracterizou-se a distribuição de chumbo total em frações de sedimentos coletados em mananciais dos três diferentes tipos de águas da bacia amazônica. As amostras foram coletadas durante os períodos de cheia e seca entre 2014 e 2015, nos

reservatórios da Usina Hidrelétrica de Jirau (Rio Madeira – RO – água branca), da Usina Hidrelétrica de Cana Brava (Rio Tocantins – GO) e no baixo Rio Negro – AM. Os maiores valores médios de concentração de chumbo ocorreram no rio com tipo de água branca em seguida de água clara e água preta. Pode-se estabelecer a seguinte ordem decrescente de média de concentração de Pb nos sedimentos: água branca > água clara > água preta. Os resultados desse trabalho demonstram a influência da presença da matéria orgânica e outros parâmetros físico-químicos da água e sedimentos na complexação, disponibilidade, transporte e ciclagem de espécies químicas, particularmente chumbo em reservatórios da bacia da região amazônica.

PALAVRAS-CHAVE: Amazônia – Chumbo – Sedimentos – Substâncias húmicas.

ABSTRACT: Distribution of total lead in sediment fractions collected at different springs from three water types located at Amazonian basin was investigated. Samples were collected from 2014 to 2015 during flood and drought periods at Jirau Hydroelectric Power Plant reservoir (Madeira River – Roraima State – white water), Cana Brava Hydroelectric Power Plant reservoir (Tocantins River – Goiás State – clear water) and at Negro River (Amazonas State – black water). Higher values for determined lead

at surface sediment were as follows: white water > clear water > black water. The obtained results indicated that lead availability and transport/cycling at the studied reservoirs are dependent of several parameters such as organic matter and physical-chemical conditions.

KEYWORDS: Amazon – Lead – Sediments – Humic substances.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil possui 1/3 das florestas tropicais do mundo, sendo reconhecido como um dos mais importantes países em diversidade biológica (PRANCE, 1987). A floresta Amazônica é a maior área de floresta contínua do planeta com aproximadamente 5,5 milhões de km², com 60% no Brasil. Suas florestas inundadas ocupam até 17% do bioma amazônico tendo como característica a flutuação cíclica dos rios entre as estações de seca e enchente, resultando em inundações de grandes áreas ao longo de suas margens (FERREIRA; VENTICINQUE; ALMEIRA, 2005).

1.1 Classificação das Águas Amazônicas

Os mananciais amazônicos se distinguem uns dos outros por qualidades físico-químicas e biológicas das suas águas. Em 1950 Harald Sioli, pesquisador alemão, publicou um histórico trabalho sobre os diferentes tipos de águas da região amazônica, identificando a estreita relação entre a química e a biologia das águas amazônicas com a geologia e a mineralogia da região. Os três grupos de rios identificados foram: rios de água branca (barrenta), rios de água preta e rios de água clara (SIOLI, 1985).

Os rios de água branca drenam regiões geológicas recentes como os Andes e carregam em suas águas grandes quantidades de material particulado dissolvido oriundo de processos erosivos da crosta terrestre. Isto possibilita formações de várzeas extensas, anualmente alagadas, com diques marginais naturais acompanhando o leito do rio com lagoas rasas (lagoas de várzea), braços do rio (paraná) etc. Como exemplos de rios de água branca podem-se citar os rios Madeira, Solimões e Branco, de águas túrbidas, de cor ocre, e com transparência com cerca de 10 a 60 cm de visibilidade. De maneira geral as águas brancas possuem pH próximo a neutralidade.

Os rios de água preta originam de regiões relativamente planas, antigas, com solos arenosos e vegetação do tipo campina. O Rio Negro, por exemplo, vem de uma peneplanície muito antiga sendo esta a razão do baixo teor de material particulado dissolvido em suas águas. Esses mananciais são caracterizados pela cor marrom, de marrom-olivácea até marrom-avermelhada. Esta coloração escura característica é devida ao alto teor de substâncias húmicas aquáticas dissolvidas nesses mananciais, oriundas da decomposição de animais e vegetais (ROCHA; ROSA, 2003). Exemplos de rios de água preta são o Rio Negro e o Rio Cururu (afluente do alto Rio Tapajós). Devido à alta concentração de material orgânico dissolvido, estas águas são ácidas

apresentando pH abaixo de 5.

Os rios Tocantins, Tapajós e Xingu e a maioria dos afluentes do baixo Amazonas são exemplos de rios de água clara, os quais têm suas origens em regiões geologicamente antigas, apresentam transparência cerca de 60 cm a 4 m e cor verde olivácea. Quanto ao pH as águas claras diferem entre si. Aquelas provenientes das zonas de sedimentos do terciário da Amazônia Central são mais ácidas (pH cerca 4,5) que as águas oriundas dos escudos central-brasileiro e guianense (pH entre 5,5 – 6,6). As águas claras provenientes das faixas do carbonífero ao norte e ao sul do baixo Amazonas, onde afloram depósitos de calcário, gipsita e erupções de diabásico, são exceções locais de todas as outras águas na baixada amazônica, restritas a áreas relativamente pequenas e com valores de pH até 7,8 (BOTERO, et al. 2011).

1.2 Metais

As espécies metálicas aportam no ambiente como resultado de atividades naturais e/ou antrópicas. Na bacia Amazônica o processo de industrialização e ocupação do solo é menor que em outras regiões. Assim, a contaminação de ambientes aquáticos ocorre principalmente via processos naturais, como o intemperismo de rochas e solos, disponibilizando, espécies metálicas presentes na sua constituição que pode ser influenciada pelo ambiente geológico da bacia de drenagem, clima, classificação hidráulica ou atividades antrópicas (GOLDSTEIN; JACOBSON, 1988.; FRALICK; KRONBERG, 1997).

1.3 Chumbo

O composto Tetraetilchumbo ou chumbo tetraetila ($\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$) foi muito utilizado para aumentar a octanagem da gasolina melhorando assim o rendimento do automóvel. O chumbo proveniente da queima desses combustíveis pode ter sido a maior fonte deste metal potencialmente tóxico para o ambiente. A partir da década de 90, tal composto foi suprimido da composição da gasolina.

1.4 Sedimentos

O monitoramento de espécies metálicas na coluna d'água não fornece um diagnóstico completo a respeito da qualidade do corpo aquático com relação a tais substâncias. Existem estudos na literatura em que a concentração de espécies metálicas nos sedimentos chegou a ser 150 vezes maior que na coluna d'água (KAUSHIC, et al. 2009.; KANG, 2009.; YI, 2008.; SANTORO et al. 2009). Sedimentos são considerados os principais sumidouros e reservatórios de espécies metálicas nos ambientes aquáticos. A denominação sumidouro está relacionada com a remoção de metais da coluna d'água por processos de adsorção e/ou co-precipitação com o material particulado suspenso, como partículas de argila, material orgânico e oxihidróxidos de ferro e manganês e, posterior deposição nos sedimentos. Assim, atuam como reatores

biogeoquímicos com as espécies metálicas participando de vários processos, incluindo reações microbianas, transformações redox, trocas (adsorção/absorção) e dissolução/precipitação de minerais. Estes processos regulam a especiação de metais e, portanto, controlam o equilíbrio de transferências na interface água/sedimento (LACERDA; SOLOMONS, 1998.; MOZETO; UMBUZEIRO; JARDIM, 2006).

Nas frações entre 20-35 μm dos sedimentos, alguns metais estão presentes em concentrações relevantes e o uso das frações <63 μm para análise de metais é geralmente aceito internacionalmente. Frações menores são preferidas para as análises por serem transportadas por longas distâncias pela correnteza, acumular mais espécies metálicas na superfície, seu peneiramento ser mais eficiente e por conter contaminantes que podem influir na biota que retiram seletivamente nutrientes dessas frações de granulometria mais fina (GROOT, 1995).

1.5 Matéria Orgânica - Importância das Substâncias Húmicas (SH) no Ambiente

Matéria orgânica natural (MON) é toda matéria orgânica existente nos reservatórios ou ecossistemas naturais, com exceção da matéria orgânica viva e dos compostos de origem antrópica. Cerca de 20% da MON nos ecossistemas naturais possuem estrutura química definida o que os define como substâncias *não* húmicas. Os 80% restantes correspondem a massas de matéria orgânica detriticas, em vários estágios de decomposição, resultantes da degradação química e biológica de resíduos vegetais/animais e da atividade de síntese de microorganismos. Essa matéria é chamada de *húmus* ou *substâncias húmicas* (SH) (STEVENSON, 1994.; ROCHA; ROSA; CARDOSO, 2009).

As SH influenciam a biodisponibilidade de metais do solo para plantas e/ou organismos, na toxicidade de alguns metais, formando complexos com diferentes labilidades relativas (ROCHA; TOSCANO; BURBA, 1997), reduzindo a toxicidade de certos metais como Cu^{+2} e Al^{+3} para organismos aquáticos e solos (BLOOM; McBRIDE, 1979) além de atuar no transporte, acúmulo e concentração de espécies metálicas no ambiente. Dependendo das condições do meio possuem características oxi-redutoras, influenciando na redução de espécies metálicas e seu fluxo para a atmosfera.

1.6 Objetivos

Caracterizar a distribuição de chumbo em frações de sedimentos de mananciais dos três diferentes tipos de águas da bacia amazônica e em substâncias húmicas extraídas das frações desses sedimentos.

2 | DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

2.1. Rio Madeira

O rio Madeira é formado pela confluência do rio Beni com o rio Mamoré na fronteira entre Brasil e Bolívia. Apresenta as características de águas brancas (originárias na região Andina e pré-Andina) caracterizadas pela grande quantidade de partículas dissolvidas (nutrientes e sais minerais) e em suspensão.

2.2. Rio Negro

O Rio Negro tem sua nascente na Colômbia pré-Andina, possui extensão de aproximadamente 1.700 km e drena grande diversidade de solos e rochas com estados de intemperismo químico e físico distintos. É o afluente do rio Amazonas com maior concentração de matéria orgânica dissolvida (MOD), cerca de 600-900 $\mu\text{mol L}^{-1}$ enquanto outros afluentes desse rio possuem 300-500 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de (MOD) (McCLAIN; RICHEY; BRANDES, 1997). O caráter ácido de suas águas é devido à baixa concentração de cálcio e magnésio nas formações geológicas das nascentes do rio e ao grande aporte de substâncias húmicas provenientes de extensas áreas de podzóis hidromórficos na porção superior da bacia (IVANISSEVICH, 1990).

2.3. Rio Tocantins

O rio Tocantins nasce na Serra Paranã, há aproximadamente 1100 m de altitude, próximo a Brasília e percorre cerca de 2400 km até sua foz em Belém do Pará. Sua vazão média na confluência com o rio Araguaia é de 7860 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ na cheia e 784 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ na vazante (MIRANDA; MAZZONI, 2009). Seu regime hidrológico é bem definido, com período de cheia de outubro a abril e período de vazante de maio a setembro, sendo que a precipitação anual varia entre 1500 e 2000 mm. A temperatura média anual é de 24 °C e a umidade relativa do ar é em média de 60% (MIRANDA & MAZZONI, 2009.; SILVA & SCARIOT, 2003).

2.4. Amostragem

Embora as amostragens tenham sido feitas nos períodos de cheia e seca durante 2014 e 2015, o tratamento estatístico não caracterizou diferenças significativas entre os resultados em função da sazonalidade. Assim, devido a grande quantidade de dados gerados neste trabalho, os resultados apresentados são as respectivas médias representando estes períodos de coletas nos respectivos mananciais nos rios Madeira, Negro e Tocantins, de acordo com a Tabela 1.

Locais amostrados	Classe de água	Amostragem		Coordenadas	
		Cheia	Seca	X	Y
Rio Madeira [*]	Branca	Abril	Outubro	291344	8939291
Rio Negro ^{**}	Preta	Dezembro	Junho	987012	5545313
Rio Tocantins ^{***}	Clara	Novembro	Julho	850933	8044972

Tabela 1. Locais de amostragem, classe de água dos locais de amostragem, períodos amostrados e coordenadas dos locais amostrados.

(*) Reservatório da Usina Hidrelétrica Jirau – Rio Madeira - Rondônia – RO; (**) Rio Negro – Amazonas – AM; (***) Reservatório da Usina Hidrelétrica Cana Brava – Rio Tocantins - TO.

Devido aos três corpos aquáticos se localizarem em diferentes estados, isto impossibilitou que as amostragens fossem feitas em uma mesma campanha. Embora processadas separadamente, as amostras de sedimentos coletadas nos três corpos aquáticos foram submetidas aos mesmos procedimentos experimentais.

As amostras de sedimento foram coletadas utilizando-se coletor pontual de sedimento (draga de Eckman), permitindo a coleta da camada mais reativa do sedimento nas áreas de remanso (MOZETO; UMBUZEIRO; JARDIM, 2006). Após coleta, as amostras foram acondicionadas em sacos PET (FADINI; JARDIM, 2000), mantidas resfriadas a cerca de 5 °C até o preparo e análise em laboratório. As amostras foram homogeneizadas a úmido nos próprios sacos PET, posteriormente secas a temperatura ambiente e fracionadas granulometricamente em 10 frações utilizando peneiras com abertura de várias malhas. Após o fracionamento, as amostras foram armazenadas em sacos plásticos devidamente identificados de acordo com a granulometria e seu respectivo ponto de coleta. Todas as amostras foram preparadas em triplicata.

2.5. Equipamentos e Acessórios

- Agitador magnético multipontos Variomag Telesystem;
- Balança analítica, Mettler, modelo AE200;
- Banho termostático;
- Bloco digestor, Tecnal, modelo TE;
- Espectrômetro de emissão atômica com fonte de plasma indutivamente acoplado (ICP OES), Perkin Elmer, modelo Optimo 8000;
- Estufa com renovação de ar, modelo 305/5;
- Mesa agitadora com movimento horizontal circular, modelo TE - 140;
- Micropipetas automáticas, Perkin Elmer;
- Peneiras com aberturas de 2,0 mm, 1,4 mm, 1,0 mm, 500 μm , 355 μm , 250 μm , 180 μm , 125 μm e 63 μm ;

2.6. Reagentes e Soluções

Todos os reagentes utilizados foram de pureza analítica, sendo as soluções preparadas com água desionizada, a qual foi destilada e purificada no desionizador de água, marca Millipore, modelo Milli-Qplus até apresentar resistividade $18,2 \text{ M}\Omega \text{ cm}^{-1}$ a 25°C .

- Ácido clorídrico (J. T. Baker);
- Ácido nítrico (J. T. Baker);
- Ácido sulfúrico (Merck);
- Peróxido de hidrogênio (Mallinckrodt);
- Dicromato de potássio (Synth);
- Sulfato ferroso amoniacal (Synth).

2.7. Digestão Ácida das Amostras de Sedimento para Quantificar Pb.

Transferiram-se aproximadamente 1,0 g de amostra para tubo de digestão, adicionaram-se 2,0 mL de solução de peróxido de hidrogênio 30% (v/v) e deixou-se em repouso por 12 horas. Após repouso, adicionaram-se 10,0 mL de solução de ácido nítrico 1/1 (v/v), fechou-se a abertura do tubo com plástico PVC com pequenos furos para saída de vapor e aqueceu-se a $95,0^\circ\text{C}$ durante 15 minutos. Em seguida, adicionaram-se 5,0 mL de solução concentrada de ácido nítrico e aqueceu-se a $95,0^\circ\text{C}$ durante duas horas em bloco digestor. Após resfriamento, em temperatura ambiente, filtraram-se as amostras com papel de filtro qualitativo *whatman*, coletaram-se os filtrados em balão volumétrico de 25,0 mL e aferiu-se o volume com água desionizada.

2.8. Extração e Digestão Ácida das Substâncias Húmicas das Amostras de Sedimento para Quantificar PB.

De acordo com o procedimento para extração das SH adaptado (CLAPP; HAYNES; SWIFT, 1993), utilizou-se solução de hidróxido de sódio $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ em 50,0 g da amostra e agitação mecânica por 4 horas (SANTOS, 2003). Em seguida, para digestão ácida, em 25,0 mL de amostra foram adicionados 2,5 mL de solução de peróxido de hidrogênio 30% (v/v), deixou-se em repouso durante cinco minutos, adicionaram-se mais 2,5 mL de solução de peróxido de hidrogênio e deixou-se em repouso durante 12 horas. Após repouso, adicionaram-se 5,0 mL de solução nitro/perclórica 3:1 (v/v) e aqueceu-se em bloco digestor até a solução tornar-se límpida. Transferiram-se os digeridos para balões volumétricos de 25,0 mL e completou-se o volume com água desionizada (SANTOS, 2003).

2.9. Determinação de Carbono Orgânico Total (COT)

O COT foi determinado por titulometria via redução de Cr^{6+} em meio ácido sulfúrico utilizando ferroína como indicador, fazendo adaptações de metodologias (GRANER; ZUCCARI; PINHO, 1998).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Distribuição de Chumbo Nos Sedimentos

A análise estatística mostrou haver diferenças significativas ($p < 0,05$) nas concentrações de chumbo e de substâncias húmicas (SH) entre os sedimentos coletados nos três mananciais com diferentes tipos de águas sendo, água branca (rio Madeira), água preta (rio Negro) e água clara (rio Tocantins).

A variação entre os valores médios de Pb está apresentada na **Figura 4**, mostrando o grau de oscilação das concentrações de Pb nos sedimentos coletados nos três rios com diferentes tipos de água. Os maiores valores de médias de concentração de Pb foram no rio com tipo de água branca (rio Madeira), em seguida no rio de água clara (rio Tocantins) e rio de água preta (rio Negro). Pode-se estabelecer a seguinte ordem decrescente de média de concentração de Pb nos sedimentos: água branca > água clara > água preta.

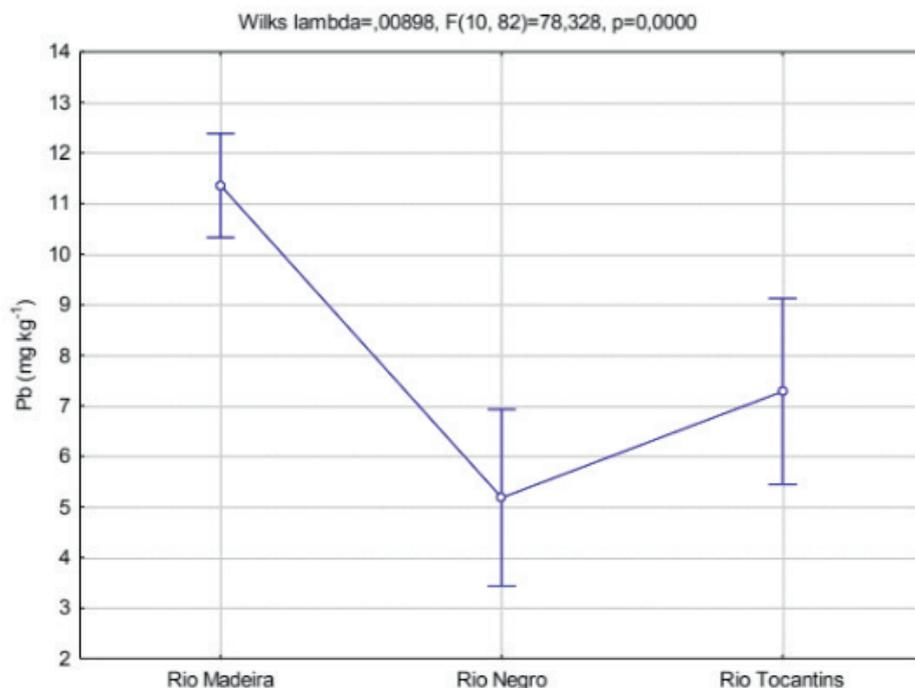


Figura 4. *Boxplot* da análise de variância multivariada (ANOVA) das concentrações de chumbo em amostras de sedimento coletadas nos diferentes tipos de água da Bacia Amazônica (branca – Rio Madeira, clara – Rio Tocantins e preta – Rio Negro).

A **Figura 5** apresenta as médias de concentrações de Pb em cada fração dos rios com diferentes tipos de água e as médias de concentrações tiveram uma

distribuição uniforme nas diferentes frações. Entretanto, no rio com tipo de água preta (rio Negro), as maiores médias de concentração se encontram nas frações de menor granulometria. No rio de água clara (rio Tocantins), até a fração de 500 μm , as médias de concentração apresentam uniformidade na distribuição. Nas frações maiores, existe uma tendência de aumentar a média de concentração de acordo com a granulometria, ou seja, as maiores médias de concentração estão nas frações de maior granulometria. Os resultados obtidos corroboram com valores de concentrações encontrados em estudo de sedimentos de fundo no rio Madeira onde foram obtidos médias de concentrações de 13,47 mg kg^{-1} (SANTOS, 2003) e o presente trabalho obteve médias de concentrações de $15,56 \pm 0,19 \text{ mg kg}^{-1}$.

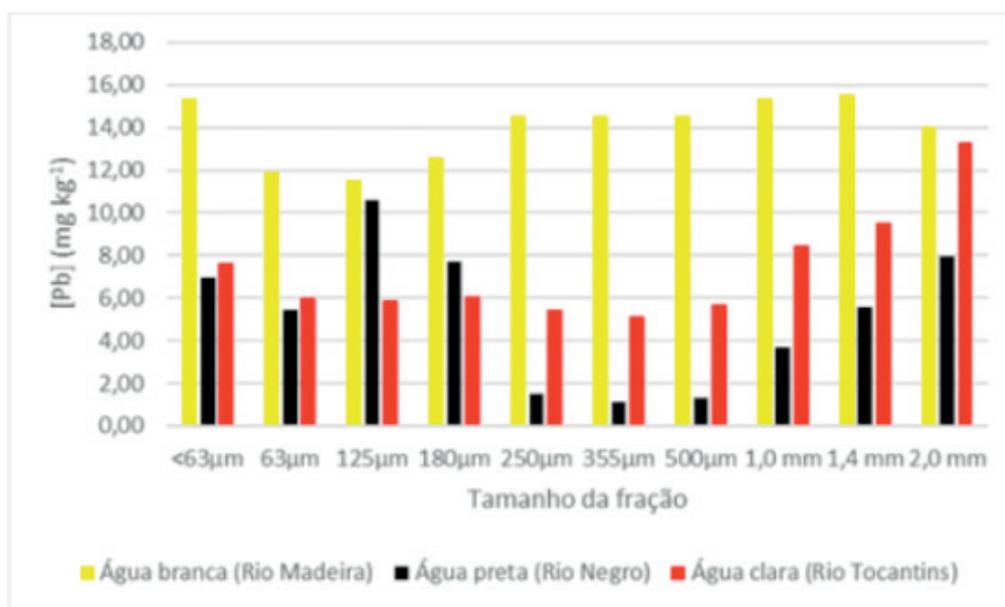


Figura 5. Concentrações de chumbo nas frações de sedimento coletados nos rios com diferentes tipos de água da Bacia Amazônica (branca, clara e preta).

A **Tabela 2** apresenta ordem decrescente das médias de concentração de Pb nas frações das amostras de sedimento dos rios com diferentes tipos de água. Percebe-se, em geral, uma distribuição uniforme de média de concentração nas frações do sedimento coletado no rio com tipo de água clara. No rio de água preta, embora ocorra aumento de concentração na fração de 125 μm , nota-se certa uniformidade na distribuição de Pb nas menores frações. Nas frações de 250 a 500 μm , ocorre uma diminuição nos valores de concentração e, nas frações com tamanho de partículas maiores, ocorre aumento nos valores de média de concentração de acordo com o tamanho das partículas. No rio de água clara, as médias de concentração obedecem uma tendência de distribuição uniforme até a fração de 500 μm , entretanto, nas frações com granulometria maior essa tendência muda para um comportamento onde os valores das médias de concentração aumentam de acordo com o aumento do tamanho da partícula.

Tipo de água	Distribuição de Pb nas frações
Água branca (Rio Madeira)	1,4mm > <63µm = 1,0mm > 500µm > 355µm > 250µm > 2,0mm > 180µm > 63µm > 125µm
Água preta (Rio Negro)	125µm > 2,0mm > 180µm > <63µm > 1,4mm > 63µm > 1,0mm > 250µm > 500µm > 355µm
Água clara (Rio Tocantins)	2,0mm > 1,4mm > 1,0mm > <63µm > 180µm > 63µm > 125µm > 500µm > 250µm > 355µm

Tabela 2. Ordem decrescente da distribuição de chumbo nas frações das amostras de sedimento coletadas em rios com diferentes tipos de água da Bacia Amazônica (branca, clara e preta).

A Resolução CONAMA nº 454/2012 estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas. Para a classificação do material a ser dragado são definidos critérios de qualidade sendo o nível 1 o limiar abaixo do qual prevê-se baixa probabilidade de efeitos adversos à biota e o nível 2 o limiar acima do qual prevê-se um provável efeito adverso à biota. Esta resolução preconiza para chumbo 35 e 91,3 mg kg⁻¹. Entretanto, a média das concentrações de chumbo determinada nos tipos de águas investigados foram 15,38; 10,62 e 13,31 mg kg⁻¹ para água branca, água preta e água clara, respectivamente. Valores estes que atendem àqueles preconizados pela Resolução CONAMA nº 454/2012. Ressalta-se que, embora não seja uma legislação específica para a matriz sedimento, para fins de avaliação de reservatórios de hidrelétricas no Brasil, o IBAMA aceita estes padrões como balizadores legais.

3.2. Substâncias Húmicas

A variação entre os valores médios de substâncias húmicas (SH) está apresentada na **Figura 6**, mostrando o grau de oscilação desses valores nos sedimentos coletados nos três rios com diferentes tipos de água. Os maiores valores de médias de concentração de SH foram no rio Negro, em seguida no rio Tocantins e no rio Madeira. Pode-se estabelecer a seguinte ordem decrescente de média de concentração de SH nos sedimentos: água preta > água clara > água branca.

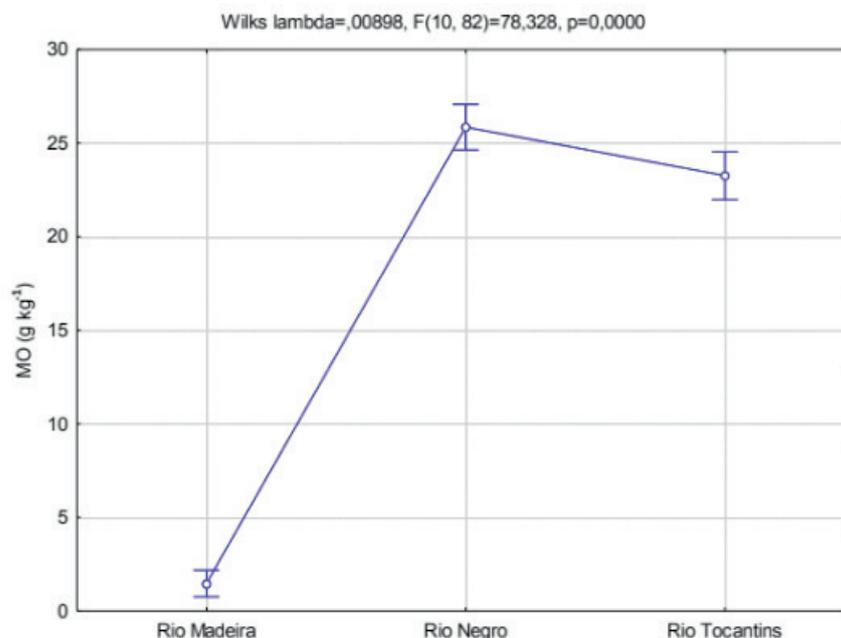


Figura 6. *Boxplot* da análise de variância multivariada (ANOVA) das concentrações de substâncias húmicas em amostras de sedimento coletadas nos diferentes tipos de água da Bacia Amazônica (branca – Rio Madeira, clara – Rio Tocantins e preta – Rio Negro).

Na **Figura 7** estão apresentados os teores de carbono em cada fração dos sedimentos coletados nos rios com diferentes tipos de água. Observa-se que os maiores valores de teor de carbono foram no rio com tipo de água preta seguido pelos valores do rio de água clara e depois do rio de água branca. Ao comparar os valores entre as frações de cada rio, nota-se que os teores de carbono no rio com tipo de água preta são maiores nas frações com menor granulometria, enquanto que, nos rios com tipo de água clara e branca, os maiores valores encontram-se nas frações maiores.

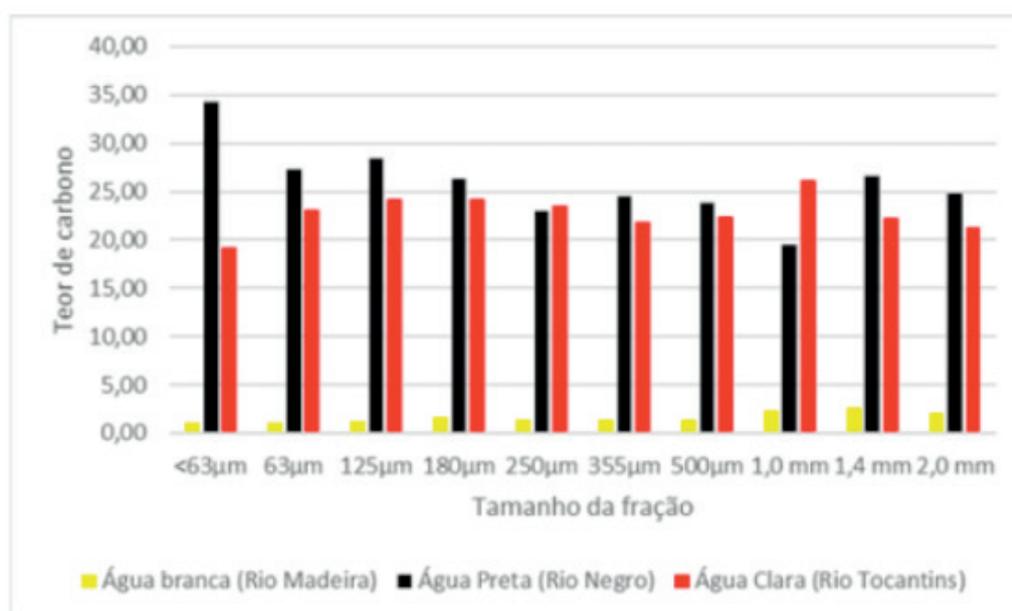


Figura 7. Teor de carbono nas frações de sedimento coletados nos rios com diferentes tipos de água da Bacia Amazônica (branca, clara e preta).

A **Tabela 3** apresenta a ordem decrescente de distribuição do teor de carbono

nas diferentes frações dos três rios. No rio com tipo de água preta os maiores teores de carbono foram obtidos nas três menores frações enquanto que, no rio de água branca, o comportamento foi inverso, pois os maiores teores de carbono foram obtidos nas frações com menor granulometria. Quanto ao rio com tipo de água clara, nota-se um comportamento uniforme na distribuição dos teores de carbono nas frações, embora a fração com o maior teor de carbono seja a fração com 1,0 mm.

Tipo de água	Teor de carbono nas frações
Água branca (Rio Madeira)	1,4mm > 1,0mm > 2,0mm > 180 μ m > 500 μ m > 250 μ m > 355 μ m > 125 μ m > 63 μ m > <63 μ m
Água preta (Rio Negro)	<63 μ m > 125 μ m > 63 μ m > 1,4mm > 180 μ m > 2,0mm > 355 μ m > 500 μ m > 250 μ m > 1,0mm
Água clara (Rio Tocantins)	1,0mm > 125 μ m > 180 μ m > 250 μ m > 63 μ m > 500 μ m > 1,4mm > 355 μ m > 2,0mm > <63 μ m

Tabela 3. Ordem decrescente do teor de carbono nas frações das amostras de sedimento coletadas em rios com diferentes tipos de água da Bacia Amazônica (branca, clara e preta).

3.3. Distribuição de Chumbo nas Substâncias Húmicas Extraídas dos Sedimentos

A variação entre os valores médios de Pb nas SH extraídas dos sedimentos está apresentada na **Figura 8**, mostrando o grau de oscilação das concentrações de Pb nas SH dos sedimentos. Os maiores valores de concentrações médias de Pb foram no rio Madeira, em seguida no rio Tocantins e no rio Negro. Pode-se estabelecer a seguinte ordem decrescente de concentrações médias de Pb nas SH extraídas dos sedimentos: água branca > água clara > água preta.

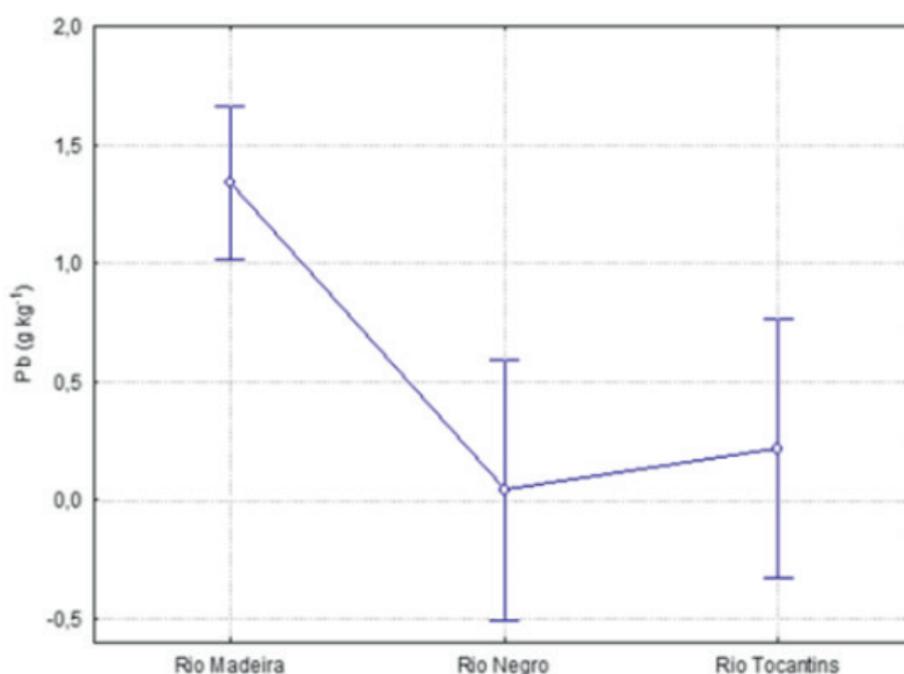


Figura 8. *Boxplot* da análise de variância multivariada (ANOVA) das concentrações de chumbo em substâncias húmicas extraídas de amostras de sedimento coletadas nos diferentes tipos de água da Bacia Amazônica (branca – Rio Madeira, clara – Rio Tocantins e preta – Rio Negro).

A **Figura 9** apresenta as concentrações de Pb nas SH extraídas das frações granulométricas dos sedimentos coletados nos rios com diferentes tipos de água. No rio com tipo de água branca as maiores concentrações foram nas SH extraídas das frações com maior granulometria. No rio com tipo de água clara, observa-se comportamento semelhante ao rio com tipo de água branca, ou seja, as maiores concentrações nas SH extraídas das maiores frações granulométricas. No rio com tipo de água preta, as concentrações de Pb apresentaram distribuição uniforme nas SH extraídas das frações granulométricas.

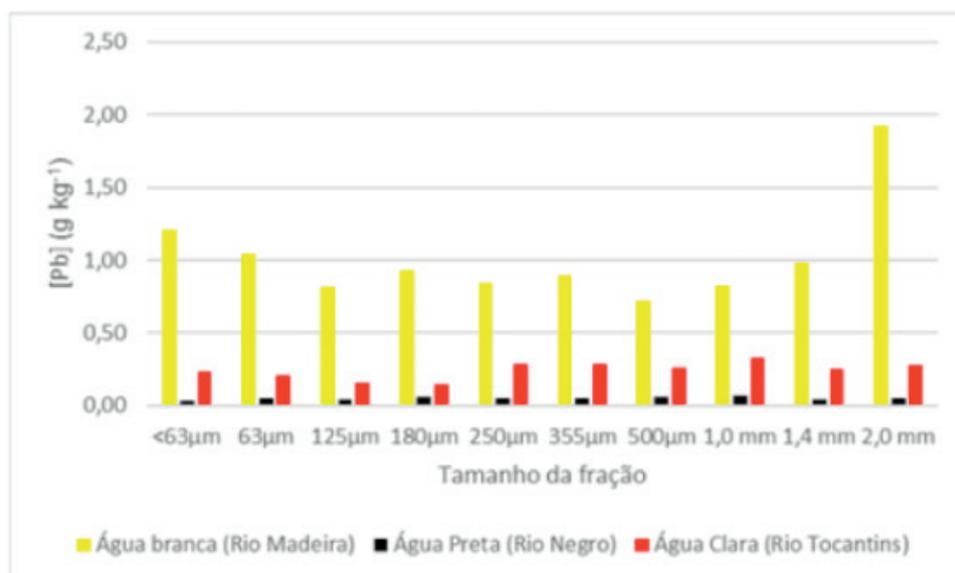


Figura 9. Concentrações de chumbo nas substâncias húmicas extraídas das frações de sedimento coletados nos rios com diferentes tipos de água da Bacia Amazônica (branca, clara e preta).

A **Tabela 4** apresenta a ordem decrescente da distribuição de Pb nas SH extraídas das frações dos sedimentos coletados nos rios com tipos de água diferente.

Tipo de água	Distribuição de Pb nas frações
Água branca (Rio Madeira)	2,0mm > <math><63\mu\text{m}</math> > 63 μm > 1,4mm > 180 μm > 355 μm > 250 μm = 1,0mm > 125 μm > 500 μm
Água preta (Rio Negro)	1,0mm > 500 μm = 180 μm > 250 μm = 355 μm = 63 μm = 2,0mm > 1,4mm = 125 μm = <math><63\mu\text{m}</math>
Água clara (Rio Tocantins)	1,0mm > 355 μm = 250 μm = 2,0mm > 500 μm = 1,4mm > <math><63\mu\text{m}</math> > 63 μm > 125 μm > 180 μm

Tabela 4. Ordem decrescente da distribuição de chumbo nas substâncias húmicas extraídas das frações das amostras de sedimento coletadas em rios com diferentes tipos de água da Bacia Amazônica (branca, clara e preta).

4 | CONCLUSÕES

A caracterização da distribuição de chumbo nos sedimentos e substâncias húmicas extraídas de frações granulométricas dos respectivos sedimentos coletados em sistemas aquáticos de diferentes tipos de água da bacia Amazônica é importante

para avaliar a disponibilização dessa espécie metálica para a coluna d'água.

Os maiores valores médios de concentração de chumbo foram no rio com tipo de água branca (rio Madeira) em seguida no rio com tipo de água clara (rio Tocantins) e rio com tipo de água preta (rio Negro). Pode-se estabelecer a seguinte ordem decrescente de média de concentração de Pb nos sedimentos: água branca > água clara > água preta.

Caracterizou-se que substâncias húmicas extraídas das frações de sedimentos coletados no rio de água preta (Rio Negro) tem maior concentração de carbono orgânico total que aquelas extraídas dos sedimentos coletados nos reservatórios de água branca (Rio Madeira) e de água clara (Rio Tocantins).

O conhecimento ainda limitado sobre a dinâmica de metais potencialmente tóxicos nas bacias tropicais aumenta a incerteza das análises quantitativas sobre o destino dessas espécies com a expansão da atividade humana. Ou seja, independentemente da fonte de contaminação, estudos relacionados à elucidação da dinâmica/distribuição de metais potencialmente tóxicos em rios e reservatórios artificiais da bacia Amazônica, são de fundamental importância, por exemplo, para o desenvolvimento do setor hidrelétrico com responsabilidade sócio-ambiental. Cabe ressaltar que estes parâmetros são raramente avaliados por pesquisadores brasileiros e que são de importância estratégica não apenas no cenário internacional, mas principalmente para nortear o manejo adequado destes recursos dentro de um novo modelo econômico para as próximas décadas.

5 | AGRADECIMENTOS

Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL - Programa P&D (6631-0001/2012); Energia Sustentável do Brasil S. A. – Contrato Jirau 004/13; Instituto de Química de Araraquara-IQAr-UNESP; Venturo Consultoria Ambiental; Venturo Análises Ambientais.

REFERÊNCIAS

BLOOM, P. R.; MCBRIDE, M. B.; WEAVER, R. M. **Aluminum organic matter in acid soils: buffering and solution aluminum activity.** Soil Sci. Soc. Amer. J., v. 43, p. 488-493, 1979.

BORGES, C. A. R. F.; FERREIRA, L. V. **“Diferentes tipos de ordenamento territorial, uso e ocupação nas rodovias do estado do Pará, uma análise do processo de desflorestamento”**, in Proc. 2010 XVI Encontro nacional dos geógrafos.

BOTERO, W. G.; OLIVEIRA, L. C.; CUNHA, B. B.; OLIVEIRA, L. K.; GOUVEIA, D.; ROCHA, J. C.; FRACETO, L. F.; ROSA, A. H. **Characterization of the interactions between endocrine disruptors and aquatic humic substances from tropical rivers.** Journal of the Brazilian Chemical Society, J. Braz. Chem. Soc., v. 22, n. 6, p. 1103-1110, 2011.

CHRISTOPHORIDIS, C.; DEDEPSIDIS, D.; FYTIANOS, K. **Occurrence and distribution of selected**

heavy metals in the surface sediments of Thermaikos Gulf, N. Greece. Assessment using pollution indicators. Journal of Hazardous Materials, v. 168, p. 1082- 1091, set. 2009.

CLAPP, C. E.; HAYNES, M. H. B.; SWIFT, R. S. “**Isolation fractionation, functionalities, and concepts of structure of water: natural constituents and their influences on contaminant behavior.**”, In: A. J. Beck; K. C. Jones; M. H. B. Haynes, *Organic substances in soil and water: natural constituents and their influences on contaminant behavior*. Cambridge, Royal Chemistry Society, 1993 p. 31-69.

FADINI, P. S.; JARDIM, W. F. **Storage of natural water samples for total and reactive mercury analysis in PET bottles.** Analyst, v. 125, p. 549–551, 2000.

FERREIRA, L. V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIRA, S. S. **O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas.** Estudos Avançados, v. 19, n. 53, p. 1-10., 2005.

FRALICK, P. W.; KRONBERG, B. I. **Geochemical discrimination of clastic sedimentary rock sources.** Sedimentary Geology, v.113, p. 111-124, 1997.

GIBBS, R. J. **The geochemistry of the Amazon river system. Part I - the factors that control the salinity and the composition and concentration of the suspended solids.** Geol. Soc. America Bulletin, v. 78, n. 10 pp. 1203-1232, 1967.

GOLDSTEIN, S. J.; JACOBSEN, S. B. **Nd and Sr isotopic systematic of river water suspended material: Implications for crustal evolution.** Earth and Planetary Sciences Letters, v.87, p. 249-265, 1988.

GOULDING, M.; BARTHEM, R.; FERREIRA, E. **The Smithsonian atlas of the Amazon.** Princeton Editorial Associate, Hong Kong, 2003, p. 253.

GRANER, C. A. F.; ZUCCARI, M. L.; PINHO, S. Z. **Chemical oxygen demand(COD) determination in waters by simultaneous spectrophotometry of chromium(III) and dichromate ions.** Eclética Química, v.23, p.31-44 1998.

GROOT, A. J. “**Metals and sediments: a global perspective**”, in: H. E. Allen. *Metal contaminated aquatic sediments*. Michigan: Ann Airboe Press, 1995. p. 1-20.

IVANISSEVICH, A. **Três cores para os rios amazônicos.** Ciência Hoje, v. 11, n. 1, pp. 47-51, 1990.

KANG, J. **Characteristics of wet and dry weather heavy metal discharges in the Yeongsan Watershed, Korea.** Science of the Total Environment, v. 407, n.11, p. 3482–3493, May. 2009.

KAUSHIK, A.; KANSAL, A.; SANTOSH, MEENA, KUMARI, S.; KAUSHIK, C. P. **Heavy metal contamination of river Yamuna, Haryana, India: Assessment by Metal Enrichment Factor of the Sediments.** Journal of Hazardous Materials, v. 164, p. 265-270, May. 2009.

LACERDA, L. D.; SOLOMONS, W. **Mercury from gold and silver mining: a chemical time bomb?** Berlim: Springer, 1998, p. 146.

McCLAIN, M. E.; RICHEY, J. E.; BRANDES, J. A. **Dissolved organic matter and terrestrial-lotic linkages in the central Amazon basin of Brazil.** Global Biogeochemical Cycles, v. 11, n. 3, p. 295-311, 1997.

MIRANDA, J. C.; MAZZONI, R. **Estrutura e persistência temporal da comunidade de peixes de três riachos do Alto Rio Tocantins, GO.** Biota Neotropica, v. 9, n. 4, p. 71 – 78, out.-dez. 2009.

MOZETO, A. A.; UMBUZEIRO, G. A.; JARDIM, W. F. **Métodos de coleta, análises físico-químicas**

e ensaios biológicos e ecotoxicológicos de sedimentos de água doce. São Carlos, SP: Cubo Multimídia & Propaganda, 2006, p. 222.

PRANCE, G. T. **Notes on vegetation of Amazonia III. The terminology of Amazonian forest types subject to inundation.** Brittonia, v 31, p. 26-38, jan. 1987.

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H. **Substância húmicas aquáticas: interações com espécies metálicas.** São Paulo: Ed. UNESP, 2003. p. 120.

ROCHA, J. C.; ROSA, A.; CARDOSO, A. A.; **Introdução à química ambiental.** 2nd. ed., Porto Alegre: Bookman, 2009, p. 256.

ROCHA, J. C.; TOSCANO, I. A. S.; BURBA, P. **Lability of heavy metal species in aquatic humic substances characterized by ion exchange with cellulose phosphate.** Talanta, v. 44, p. 69-74, 1997.

ROCHA, J. C.; TOSCANO, I. A. S.; CARDOSO, A. A. **Relative lability of trace metals complexed in aquatic humic substances using ion-exchanger cellulose-hyphan.** J. Braz. Chem. Soc., v. 8, p. 239-243, 1997.

SANTORO, A.; BLO, G.; MASTROLITTI, S.; FAGIOLI, F. **Bioaccumulation of Heavy Metals by Aquatic Macroinvertebrates Along the Basento River in the South of Italy.** Water, Air, and Soil Pollution, v. 201, p. 19-31, jul. 2009.

SANTOS, A. **“Interação entre espécies metálicas e substâncias húmicas extraídas de solo da micro Bacia de drenagem do reservatório de captação de água Anhumas – Araraquara-SP.”**, Tese de Doutorado, Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

SANTOS, R. I. **“Metais pesados em sedimento de fundo no alto rio Madeira, Amazônia ocidental,”** Dissertação de mestrado, Inst. De Ciências Exatas, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2014.

SILVA, L. A.; SCARIOT, A. **Composição florística e estrutura da comunidade arbórea em uma floresta estacional decidual em afloramento calcário (Fazenda São José, São Domingos, GO, bacia do rio Paranã)** ACTA Botânica Brasilica, v. 17, n. 2, p. 305 – 313, abr.-jun. 2003

SIOLI, H. **Amazônia: fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais**, 1ª ed., Vozes: Petrópolis, 1985.

STEVENSON, F. J. **Humus chemistry: genesis, composition and reaction**, 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1994.

THOMAS, F.; MASON, A.; BOTTERO, J. Y.; ROUILLER, J.; MONTIGNY, F.; GENÉVRIER, F. **Aluminium(III) speciation with hydroxy carboxylic acids ²⁷Al NMR study.** Environ. Sci. Technol., v. 27, p. 2511-2516, 1993.

WERSHAW, R. L. **Model for humus in soils and sediments.** Environ. Sci. Technol., v. 27, p. 814-816, 1993.

YI, Y. **Sediment pollution and its effect on fish through food chain in the Yangtze River,** International Journal of Sediment Research, v. 23, p. 338-347, 2008.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-085-8



9 788572 470858