



**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM BIOLÓGIA
URBANA
CURSO DE MESTRADO EM BIOLÓGIA URBANA.**

**ARRANJOS ALTERNATIVOS PARA O PRÉ-TRATAMENTO DO CHORUME DO
DEPÓSITO MUNICIPAL**

NOME: GILBERTO DE ANDRADE JÚNIOR

MANAUS-AM

2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

CENTRO UNIVERSITÁRIO NILTON LINS

**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM BIOLÓGIA
URBANA
CURSO DE MESTRADO EM BIOLÓGIA URBANA**

**ARRANJOS ALTERNATIVOS PARA O PRÉ-TRATAMENTO DO CHORUME DO
DEPÓSITO MUNICIPAL**

Projeto de Dissertação apresentado a Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa do Centro
Universitário Nilton Lins como Pré-Requisito para a obtenção de título de Mestre em
Biología Urbana.

NOME DO ORIENTADOR: PAULO HENRIQUE ROCHA ARIDE.

**MANAUS-AM
2008**

RESUMO – O objetivo principal deste trabalho foi avaliar as alterações fisiológicas do tambaqui exposto ao chorume. O chorume é um líquido produzido pela massa orgânica do lixo durante o processo de degradação biológica. Foi adquirido no aterro controlado da cidade de Manaus localizado na Manaus-Itacoatiara Km19. Os experimentos foram realizados no laboratório do Centro Universitário Nilton Lins (CUNL). Foram realizados dois experimentos, determinação da CL₅₀ (2,06 v/v) para o tempo de 24 horas, e análises hematológicas utilizando a CL₅₀ pré-determinada. Foram analisados os índices de cortisol, glicose, Hematócrito, Hemoglobina, células vermelhas, constantes corpusculares. Juvenis de tambaqui com pesos de 15±4,6g, e comprimento de 7±2cm foram utilizados.

Palavras-chave: Tambaqui, chorume, ajustes fisiológicos, cortisol, glicose.

INTRODUÇÃO

Dentro do processo evolutivo, a população humana tem utilizado o meio ambiente como fonte de matéria prima para o processo econômico, e como local para depositar seus próprios resíduos e emissões. Isto tem gerado vários distúrbios, que crescem à medida que o homem evolui em busca de novas tecnologias para uso dos recursos naturais, que tragam de alguma forma mais conforto e comodidade. Porém, as tecnologias não são acompanhadas pelo desenvolvimento de processos que mitiguem este uso acelerado dos recursos naturais, além do que, o tempo necessário para que os serviços ambientais sejam realizados, não é observado. Com o crescente interesse na preservação do meio ambiente, as pesquisas e técnicas foram desenvolvidas de forma a minimizar o impacto da disposição do lixo no solo, culminando com o chamado Aterro Sanitário (Schalch e Moraes, 1988).

LIXO (Resíduos sólidos urbanos)

A população mundial está próxima dos 6 bilhões de habitantes. Já a população brasileira ultrapassou 180 milhões de habitantes (IBGE, 2004), onde a questão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) é preocupante. Somente no Brasil, uma média de 242 mil toneladas de resíduos sólidos urbanos é produzida diariamente, dos quais aproximadamente 90 mil toneladas são de resíduos sólidos domésticos (IBGE, 2002). Assim, a situação de disposição destes resíduos é alarmante, pois mais de 80% dos municípios, os depositam em locais a céu aberto, próximos a cursos d'água ou em áreas ambientalmente protegidas (Jucá, 2002).

A produção *per capita* de resíduos domésticos em áreas urbanas, no país, é em torno de 0,5 kg a 1,0 kg por dia, dependendo do porte da cidade e das atividades desenvolvidas. Deste total, cerca de 60% poderia ser reciclado ou reaproveitado, com destaque para vidro, matéria orgânica, papel, plástico e metais (IPT, 2000).

TRATAMENTO DE RESÍDUOS (RSU's)

Países desenvolvidos que tratam os seus RSU possuem, em geral, alto índice de desenvolvimento humano e econômico, pois investem no aprimoramento de novas

tecnologias, e fazem o aproveitamento dos gases de uma forma equilibrada e controlada (incineração ou pirólise), reduzindo assim o volume de resíduos a serem dispostos sobre o solo. Caracterizam-se também pela cultura da separação de recicláveis e busca da minimização da produção de resíduos, com a responsabilização de seus produtores. Se comparados a países menos desenvolvidos e industrializados, produzem RSU com menores teores de material orgânico putrescível, cujo principal componente, são os restos alimentares.

Este fato tem relação direta com uso de alimentos industrializados, que são preparados fora das residências e adquiridos em porções próximas ao consumo pretendido, gerando assim menores sobras. Além disto, a coleta seletiva utiliza de técnicas de compostagem e pré-tratamento (muitas vezes com aproveitamento energético). Estes são fatores que contribuem com a diminuição do percentual orgânico a serem dispostos em aterros.

A menor quantidade de resíduos orgânicos traz economia no transporte e na área utilizada para disposição, já que estes materiais deixam de ocupar espaço em meio a outros resíduos, além de ganhos ambientais decorrentes da reciclagem.

Segundo Silva (2002), dentre as alternativas tecnológicas para a disposição de resíduos sólidos urbanos, o aterro sanitário é a técnica mais utilizada mundialmente. A sua construção baseia-se na criação de uma estrutura impermeabilizada, seguindo critérios de engenharia e normas de operação, cujo objetivo é impedir que elementos tóxicos, produzidos pela decomposição do lixo, entrem em contato com a água e o solo, poluindo assim o meio ambiente.

O gerenciamento dos RSU não apresentam um manejo seguro e nem um efetivo fluxo, pois existem muitos impactos sobre a saúde da população humana e o meio ambiente. No levantamento realizado pelo (IBGE, 2000) a situação dos municípios brasileiros referentes à disposição final dos RSU, era a seguinte: 63,6% na forma de lixão (dispostos a céu aberto), 18,4% em lixão controlado (aterrado) e 13,8% em aterro sanitário.

Os mecanismos biológicos de degradação dos resíduos sólidos urbanos (RSU's) em áreas de disposição nos solos são implementados a partir da presença de microrganismos heterótrofos, os quais oxidam substratos orgânicos para suas

necessidades energéticas. Os metabolismos predominantes são o aeróbio e anaeróbio, os quais estão condicionados à disponibilidade de oxigênio gasoso de origem atmosférica nas camadas de resíduos (Castilhos Jr *et al.*, 2003).

Os trabalhos executados por (Silva, 2002; Castilhos Jr *et al.* 2003) definem o processo de degradação dos RSU's em quatro etapas distintas: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese.

Durante a vida útil de um aterro e até cessar o seu funcionamento, faz-se necessário o monitoramento dos gases, bem como o emprego de técnicas para o tratamento do líquido percolado, o chorume (Silva, 2002). Assim, este líquido apresenta variação de suas características de acordo com os tipos de resíduos aterrados e com a idade do aterro, o que o torna uma água residuária de difícil tratamento.

CHORUME

O chorume é o líquido produzido pela massa orgânica do lixo durante o processo de degradação biológica. Este líquido em contato com a água da chuva percola a massa do aterro, gerando o lixiviado, tóxico (Cabrera e Rodriguez, 1999). Este líquido apresenta valores elevados de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e DQO (Demanda Química de Oxigênio), além de traços de metais dissolvidos (Isidori *et al.* 2003; Vilomet *et al.* 2003).

Segundo Farquhar (1989), o chorume pode ser considerado como um efluente complexo que pode conter compostos orgânicos (ácidos orgânicos, substâncias húmicas, solventes, alcoóis, fenóis, compostos aromáticos, pesticidas, entre outros), metais potencialmente tóxicos (Cd, Zn, Cu, Pb) e muitos outros íons (NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , Cl^- , S^{2-} , HCO_3^- , etc.). A composição do chorume varia em função do tipo de solo utilizado como cobertura dos resíduos, do tipo de lixo depositado, das condições climáticas, da época do ano, da hidrogeologia e idade do aterro.

No Brasil, em alguns casos, o chorume é coletado e transportado, em caminhões pipa, para Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs), onde é submetido à degradação microbiológica. Após este processo, o chorume é lançado, juntamente com o esgoto tratado em águas superficiais. Porém, como é desconhecida a identidade dos

compostos presentes no chorume, não há como prever se este tratamento é efetivo (Nascimento Filho *et al.* 2001). O chorume é originário de três diferentes fontes:

- Da umidade natural do lixo, aumentando no período chuvoso;
- Da água de constituição da matéria orgânica, que escorre durante o processo de decomposição;
- Das bactérias existentes no lixo, que expõem enzimas que dissolvem a matéria orgânica com formação de líquido;

O impacto produzido pelo chorume sobre o meio ambiente está diretamente relacionado com sua fase de decomposição. A quantidade de líquido lixiviado produzido em um aterro é dependente de vários fatores, tais como: condições meteorológicas do local (umidade, precipitação, evaporação, temperatura e ventos); geologia e geomorfologia (escoamento superficial e/ou infiltração subterrânea, grau de compactação e capacidade do solo em reter umidade); condições de operação do aterro (conformação e cobertura das células, grau de compactação dos resíduos, tipo de equipamento, recirculação do percolado); idade e natureza dos resíduos sólidos (tipo, umidade, nível de matéria orgânica, características); topografia (área e perfil do aterro); qualidade e quantidade de recicláveis e hábitos da população.

A composição do chorume geralmente muda de um aterro para outro em função da qualidade e características dos RSU (Torres *et al.* 1997). Por apresentar substâncias altamente solúveis, o chorume pode contaminar as águas do subsolo nas proximidades do aterro. A presença do chorume em águas subterrâneas pode apresentar conseqüências extremamente sérias para o meio ambiente e para a saúde pública, por apresentar compostos altamente tóxicos e uma grande quantidade de bactérias.

METAIS PESADOS

A matéria orgânica depositada nos fundos dos ambientes aquáticos tem tido uma grande apreciação pelos pesquisadores da área ambiental, devido a este compartimento não integrar apenas material gerado internamente ou daqueles carreados pela bacia hidrográfica, mas, por ser um local bastante procurado por espécies (reduzidas ou solúveis) contaminantes ou nutrientes que tem nos ambientes aquíferos um meio de transportes ou um local de depósito.

Segundo o estudo de Mozeto e Zagatto (2006), os metais pesados estão distribuídos nos ecossistemas aquáticos de varias formas físico-química nos seus vários compartimentos, seja na coluna d'água de forma suspensa, sedimentados ou em águas intersticiais, ou na forma livre ou dissolvida (metálicos monos e polivalente-hidratados); complexada fraca ou fortemente, pela matéria orgânica dissolvida (geopolímero, ácidos húmicos e fúlvicos); complexos solúveis, na fração de lipídios presente na água; adsorvidos nas partículas coloidais e nos particulados orgânicos e inorgânicos suspensos na água, especialmente nas argilas, que são partículas finamente divididas e com alta reatividade; insolubilizada, usualmente como sulfetos e carbonatos.

Metais pesados e compostos organoclorados podem ser perigosos nos níveis registrados, pois trata-se de poluentes conservativos ou seja, não são degradados, ou, quando degradados, demandam longo períodos de tempo acarretando sua permanente adição ao meio aquático (tabela III).

TESTE DE TOXICIDADE

Segundo Ferreira (2002), os testes de toxicidade aquática têm sido cada vez mais utilizados para a determinação de efeitos deletérios em organismos aquáticos, em virtude, principalmente, do potencial risco da transferência de poluentes do ambiente para os organismos, e avaliação da qualidade da água sobre eles.

A exposição a um agente tóxico pode ser aguda, quando a dose letal do tóxico é liberada em um único evento e rapidamente absorvida, ou crônica, quando o agente tóxico é liberado em eventos periodicamente repetidos, em doses sub-letais, durante um período de tempo (Schvartsman, 1991).

Segundo Pawlowsky (1994), os testes de toxicidade possuem como objetivo avaliar os danos causados a organismos aquáticos, onde os organismos representativos da biota aquática são submetidos a várias concentrações de uma ou mais substâncias poluidoras, durante um determinado período de tempo.

Segundo o estudo de Metcalf e Eddy (2003), os testes de toxicidade são aplicados também para avaliar a sensibilidade relativa de organismos aquáticos para um determinado agente tóxico, para determinar a qualidade de água e as

concentrações seguras de agentes químicos para preservação da vida aquática, além de avaliar a fertilidade potencial das águas e a eficiência de diferentes métodos de tratamento para efluentes industriais em termos toxicológicos.

ECOSSISTEMAS AQUATICOS

O sistema hídrico da região Amazônica é caracterizado por uma complexa rede de rios, lagos, paranás (canal), igarapés (pequenos rios de água preta), praias, várzeas (áreas de inundação de água branca) e igapós (áreas de inundação de água preta), que mantêm uma forte relação com o fluxo de cheia e vazante da região (Junk, 1989; Val e Almeida Val, 1995b).

Os ecossistemas aquáticos da Amazônia podem ser divididos em oito ambientes principais: leito de grandes rios, lagos, várzea, vegetação flutuante, corredeiras, igapós, praias e igarapés (Lowe-McConnell, 1987). Os igarapés são sistemas de baixa produtividade primária e representam biótopos extremos para os peixes, uma vez que as árvores que se fecham sobre os mesmos impedem que a luz atinja a superfície d'água, diminuindo a produção primária e, conseqüentemente, a quantidade de nutrientes disponível (Goulding *et al.* 1988).

A interação dos peixes da Amazônia com seus ambientes deu origem a uma diversidade de adaptações nos mais diversos níveis da organização biológica, buscando a homeostase orgânica. Esta capacidade adaptativa é conhecida para várias espécies e inclui um conjunto de parâmetros comportamentais, fisiológicos, bioquímicos, genéticos e moleculares, que podem ser utilizados para o monitoramento da qualidade do meio ambiente, usando tais organismos como indicadores de sensibilidade.

É amplamente aceito que a riqueza e a abundância de espécies de peixes aumenta ao longo de um gradiente, das cabeceiras dos riachos até os grandes rios (Vannote *et al.* 1980), e os recursos alimentares disponíveis como alimento para a fauna aquática seguem este mesmo padrão.

O estudo que Nessimian e colaboradores (1998) desenvolveram, mostra que os peixes de igarapé de primeira ordem dependem de material alóctone proveniente da vegetação circundante. Por outro lado, os peixes que habitam igarapés de segunda e

terceira ordem têm uma alimentação baseada em material autóctone. De modo geral estas espécies tendem a se especializar em um determinado espaço onde as condições ambientais apresentam-se mais, uniforme e adequado para elas (Lowe-McConnell, 1975; Zaret e Rand, 1971; Gorman e Karr, 1978).

PARÂMETRO HEMATOLOGICOS

O grande número de avaliações já realizadas, referente aos efeitos biológicos de substâncias químicas nos organismos aquáticos têm se baseado nos resultados de testes de toxicidade laboratoriais, isto gerou uma padronização dos testes fisiológicos, trazendo eficiência e um custo moderado para o monitoramento dos efeitos adversos potenciais de algumas substâncias químicas (Rand e Petrocelli, 1985).

O estudo de campo é de grande importância, por trazer a realidade da exposição como também determina *in loco* os efeitos e a utilização dos ambientes naturais, evitando assim uma possível extrapolação dos resultados para o ecossistema (Graney *et al.* 1995). Estudos de campo são componentes importantes para a avaliação e compreensão dos efeitos biológicos e/ou ecológicos de agentes químicos sob condições naturais.

Segundo Torres e colaboradores (1986), ao estudar estresse em peixes, observaram que ocorre uma variação na estrutura, no número e nas características dos elementos sangüíneos, como: capacidade de mudança de morfologia dos eritrócitos, percentual do hematócrito e concentração de hemoglobina, dependendo do tipo de estresse sofrido, sendo que os dois últimos são indicadores clássicos de estresse (Kumschnabel e Lackner, 1993).

Segundo Barton (1997), as respostas ao estresse esta dividida em três categorias: primária (são as hormonais, tendo o cortisol como um bom indicador para avaliação primaria), secundária (refere-se às mudanças nos parâmetros fisiológicos e bioquímicos, um dos principais representantes e a glicose e o plasma) e terciária (são o comprometimento no desempenho, mudanças no comportamento e aumento da suscetibilidade a doenças).

Para Heath (1987), os peixes cronicamente expostos a contaminantes químicos podem apresentar uma redução da glicemia, provavelmente devido à combinação de

alguns efeitos como depleção do glicogênio hepático, redução da alimentação e até perda de glicose na urina.

TIPOS DE ATERRO, DISPOSIÇÃO FINAL.

Segundo Consoni e colaboradores (2000), quando se trata de alternativas de disposição final do lixo, o aterro sanitário é o que reúne as maiores vantagens, considerando a redução dos impactos ocasionados pelo descarte dos resíduos sólidos urbanos.

O aterro controlado, segundo Roth e colaboradores (1999), é mais eficaz que os lixões pelo fato de os resíduos dispostos no solo serem posteriormente recobertos com terra, o que acaba por reduzir a poluição local. Contudo, bem inferior aos aterros sanitários, pois ao contrário destes, não ocorre inertização da massa de lixo em processos de decomposição.

Os lixões constituem uma forma inadequada de descarte final dos resíduos sólidos urbanos. Alguns fatores como, depreciação da paisagem, presença de vetores de doenças, formação de gás metano e degradação social de pessoas, são comuns a este tipo de disposição final (Consoni *et al.* 2000).

ÁREA DE ESTUDO

O aterro controlado da cidade de Manaus, esta localizado no quilômetro 19 da rodovia AM-010, que dá acesso às cidades de Rio Preto da Eva/ Itacoatiara, na margem direita de um pequeno afluente do igarapé Bolívia, o Matrinxã. O igarapé do Matrinxã foco do nosso estudo recebe uma carga muito grande de chorume próximo ao aterro, onde se encontra impactado, ajudando a carrear o chorume para outros afluentes localizados mais ao sul do aterro controlado, somente o local acima cerca de 200 metros, se mantém a salvo da degradação ambiental, esta área foi designada como área controle.

Além da contaminação provocada pelo aterro controlado e por esgotamento doméstico, atividades agro-industriais, como extrações de óleos vegetais, despulpamento de frutas e desmatamentos, em seu entorno, já podem ser encontradas regiões habitadas e com alto crescimento demográfico. Estas condições, além do

desequilíbrio ambiental (fauna e flora) levam à formação de ambientes propícios ao desenvolvimento de doenças, principalmente as de veiculação hídrica, com reflexos no aumento da demanda dos serviços sanitários e de saúde (Flint, 1998).

O aterro recebe resíduos sólidos de uma população de aproximadamente 1,7 milhões de habitantes, num total de 2.200 toneladas por dia (comunicação pessoal). No caso do aterro controlado da cidade de Manaus, que está localizado em uma área cercada de igarapés de primeira e segunda ordem, o chorume produzido pode estar sendo percolado para o lençol freático e/ou sendo canalizado aos igarapés, podendo assim, estar introduzindo uma quantidade elevada de metais dentre outros compostos.

Apesar de a água preta conter altas taxas de ácidos húmicos e fúlvicos que podem formar complexos com os metais e desta forma diminuir a toxicidade para a ictiofauna (Madronová *et al*, 2001), torna-se necessário uma caracterização do efluente que esta sendo gerado pelo aterro e também da água dos igarapés impactados na região de influencia do aterro controlado.

O tipo de solo da região favorece o escoamento, de forma que a água que escorre sobre o aterro é aquela que lixívia o mesmo, e assim flui para o lençol freático (Freeman, 1995). Recentemente, as análises físico-químicas de águas provenientes de poços particulares em outras regiões da cidade revelaram altas concentrações de compostos nitrogenados. Um fator que contribui para o processo de decomposição e percolação é a incidência constante da energia solar na região tropical, que pode variar entre 885 cal/cm²/dia em janeiro a 767 cal/cm²/dia em junho, auxiliando na manutenção da elevada temperatura durante todo o ano (24-28°C) (Val e Almeida Val, 1995a).

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

As águas a montante do aterro controlado são de cor preta e se correlacionam a outras drenagens não impactadas na região. Este tipo de água caracteriza-se pelo pH ácido (4 a 6,3), baixa condutividade (7 a 27 µS cm⁻¹) e teores de Cl, SiO₂ e álcalis inferiores a 7 mg L⁻¹ (Sioli, 1957; Santos *et al*. 1984; Santos e Ribeiro, 1988; Campos, 1994, Silva *et al*. 1999). As rochas da área são arenitos arcoseanos, quartzo-arenitos, quartzo-grauvacas e brechas intraformacionais da Formação Alter do Chão depositadas em ambiente flúvio-lacustre no Cretáceo Superior (Cunha *et al*. 1994).

Estão intensamente lateritizadas, formam perfis imaturos constituídos por caulinita, quartzo, goethita, hematita e, às vezes, gibbsita e estão recobertos por solos do tipo latossolos e espodossolos (Leal, 1996).

O relevo é formado por colinas com altitudes em torno de 50 m com até 150 m de extensão, topos aplanados, vales em V e drenagem com densidade média. O aterro controlado foi localizado em uma destas áreas. A cobertura vegetal é de floresta tropical em parte preservada na cabeceira do igarapé Bolívia, na área estudada já existe uma maior concentração de pessoas como também um maior impacto devido ao crescimento do lixo depositado no aterro controlado e o processo de desmatamento já esta visível as áreas adjacentes.

CIDADE DE MANAUS

A cidade de Manaus encontra-se a 03° 08' 30" S e 60° 00' 00" W, a altitude de 21 m acima do nível do mar e localiza-se à margem esquerda do rio Negro próximo de sua confluência com o rio Solimões (Uregon, 1999). A população ocupa de maneira desordenada a superfície geográfica, a sua maioria esta localizada nas áreas periféricas próximos de igarapés tendo uma vida de baixa qualidade e comprometendo toda a drenagem superficial e degradando o meio, apesar de não haver uma quantificação há evidencias dos possíveis prejuízos a saúde humana por meio de doenças veiculadas pela água que é amplamente utilizada pela comunidade.

O clima de Manaus é do tipo (Af) de monções segundo a classificação Köppen. A temperatura média anual é de 25,6°C, com amplitude térmica de 4°C. O índice pluviométrico médio anual é de 2.000 a 2.200 mm. A umidade do ar é alta, em torno de 88% no período chuvoso e 77% no seco (Prance e Lovejoy, 1985).

Na Amazônia Ocidental, a cidade de Manaus apresentou nos últimos 25 anos um rápido crescimento populacional entre os anos de 1950 e 1967. Durante a implantação da Zona Franca de Manaus, havia em torno de 200 mil habitantes mantendo-se inalterada. Já em 1980, a população atingiu a marca de 611.763 habitantes, e em 2002 chegou a 1.600.000 habitantes. O êxodo rural e os fluxos migratórios do Nordeste e Sul do país foram a principal causa desta explosão demográfica, motivada ainda pela busca de melhores condições econômicas. Por outro

lado, os serviços de infra-estrutura urbana, não cresceram em proporção para suprir a demanda, gerando sérios problemas sócio-econômicos e ambientais, especialmente nas áreas de saneamento, destinação adequada de resíduos, moradia e saúde pública (Amazonas, 2003).

Na Amazônia a precipitação varia entre 1500 mm a pouco mais de 3000 mm anuais, o que contribui fortemente para o processo de percolação do chorume do aterro controlado da capital Manaus-AM. O sistema hídrico da região Amazônica é caracterizado por uma complexa rede de rios, lagos, paranás (canal), igarapés (pequenos rios de água preta), praias, várzeas (áreas de inundação de água branca) e igapós (áreas de inundação de água preta), que de certa forma mantém uma forte relação com o fluxo de cheia e vazante da região (Junk, 1989; Val e Almeida Val, 1995b).

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar a contaminação dos corpos de água por chorume, quantificando e qualificando os metais pesados encontrados na área do aterro controlado da cidade de Manaus e seus efeitos sobre a ictiofauna.

2.2 Específicos

- Identificar espécies de peixes presentes nos corpos de água adjacentes ao aterro controlado e quantificar elementos químicos na água que sejam nocivos ao homem e aos peixes da região, tais como metais pesados;

- Estabelecer experimentos controlados relacionados à tolerância destes aos diferentes elementos presentes na água (quantidade dos elementos, grau de exposição e alterações fisiológicas), com as espécies de peixes previamente identificadas;

- Contribuir com informações que percorrem desde a fisiologia e bioquímica, até a biologia funcional e estrutural de peixes presentes nos corpos de água adjacentes ao aterro controlado.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado na região próximo ao aterro controlado da cidade de Manaus, localizado na rodovia AM 010, que liga a cidade de Manaus, aos municípios de Rio Preto da Eva/ Itacoatiara. O reconhecimento da área foi feito *in loco*, onde foram observados os locais de coletas de água e coletas de peixes, no igarapé que sofre os impactos provenientes do aterro.

Foram determinados seis pontos de coletas, o primeiro ponto localizado ao S:02°57'09,6" e ao W:60°00'42,3" do aterro controlado da cidade de Manaus, na área dos tanques de contenção do chorume, o segundo ponto ao S:02°57'13" e ao W:60°00'35" do aterro controlado, o terceiro ponto esta ao S:02°57'12,9" e ao W:60°00'30" do aterro controlado, o quarto ponto esta ao S:02°57'34,9" e ao W:60°00'35,7" o quinto ponto esta localizado ao S:02°57'56,9" e ao W:60°00'20,2" o sexto ponto localizado ao S:02°58'04,2" e ao W:60°00'18,2" da área do aterro controlado.

As coletas foram realizadas durante o período chuvoso (novembro a maio) e no período de verão (junho a outubro), para avaliação da influencia da sazonalidade na região. As amostras de água foram coletadas em recipientes de polietileno de 0,5L, previamente lavados e enxaguados com HNO₃ 1% (v/v). Os pontos de amostragem foram obtidos *in loco*, e desta maneira selecionados no igarapé que recebe diretamente o efluente (chorume). Neste caso foram determinados seis pontos de amostragem ao longo do igarapé, desde o início onde recebe o chorume *in natura* proveniente dos tanques de contenção e nos pontos seguintes onde ocorre à depuração do chorume até a formação do igarapé de terceira ordem (figura 1).

No local da coleta também foram tomados medidas de temperatura com auxílio de termômetro de mercúrio, condutividade (Jenway 470), pH (Jenway 350) e oxigênio (YSI 550 AA). Nos diferentes períodos de coleta estes parâmetros físico-químico foram obtidos a partir de três pontos distintos, todos tendo como referencia o ponto de coleta três (figura 1), o primeiro a montante acima do muro de contenção cerca de 50 metros do segundo, o segundo ponto próximo ao muro onde formou-se uma represa artificial, o terceiro a jusante a baixo do muro cerca de 20 metros. A água coletada foi acidificada com HNO₃ para se obter pH < 2,0. As amostras foram transportadas até o laboratório

do (CUNL, INPA) localizado na cidade de Manaus onde 200 mL de água foram filtrados em membranas de 45 μ m. Este volume foi reduzido entre 15-20 mL por meio de aquecimento (90-95°C) e posteriormente o volume foi ajustado com HNO₃ 1% para 30 mL (METHOD EPA 3005).

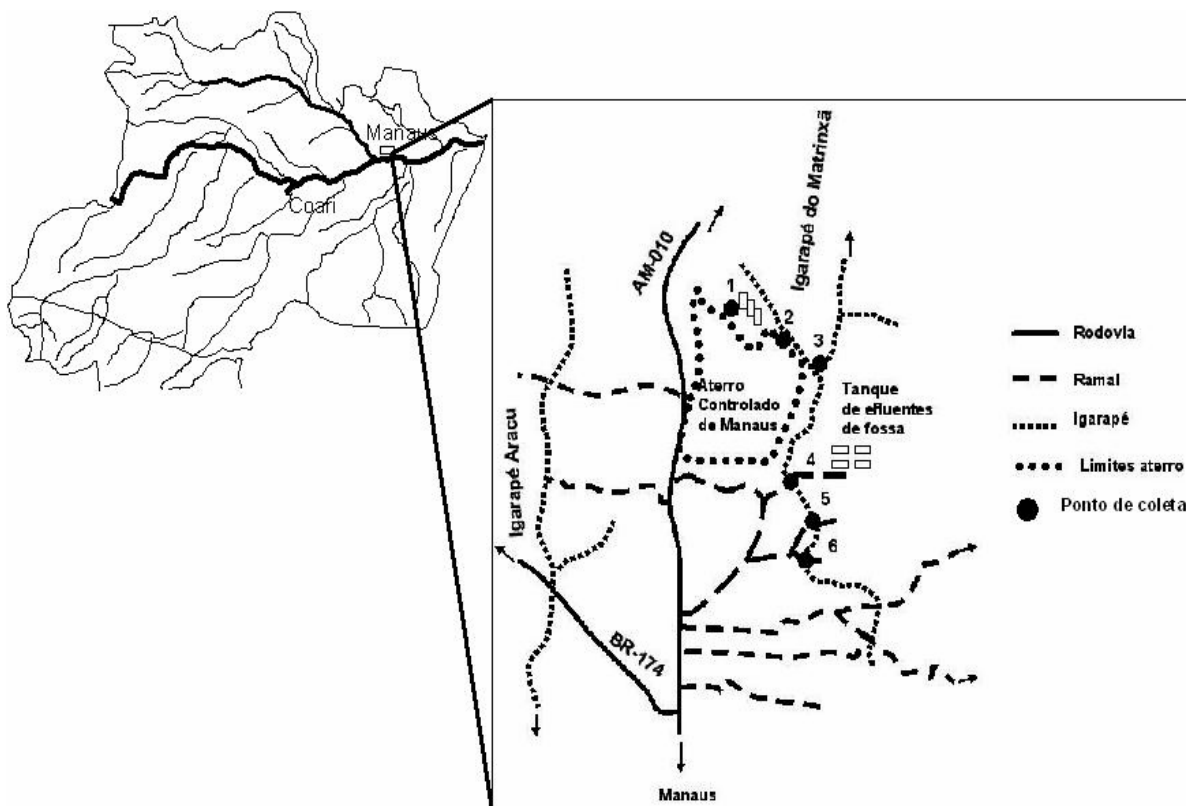


Figura 1. Representação dos pontos de coleta (Ig. Matrinxã), área do Aterro controlado de Manaus.

Foram analisadas quantidades de Cd, Cu, Pb e Ni, para isto foi usado um espectrofotômetro de absorção atômica (Perkin Elmer Analyst 800). A determinação de cloretos foi por calorimetria de acordo com APHA 4500-CI E.

Para determinação dos pontos de coletas de peixes, foi necessário um reconhecimento do local com objetivo de encontrar a melhor área para captura das espécies, locais escolhidos foram próximo ao muro construído para conter o chorume ponto 3 (figura 1), coletamos em uma área não impactada cerca de 200 metros no

próprio igarapé onde serviu de controle, a coleta dos peixes foi realizada com auxílio de “rapiché” (puçá) e rede de arraste com medida de 0,1-0,2mm entre nó. O esforço de coleta foi no igarapé de primeira ordem (Matrinxã) na área impactada, girou em torno de 1h, somente foram analisados metais em peixes de ampla distribuição nos igarapés

3.1 Protocolos experimentais

A parte de análise laboratorial foi efetuada nos laboratórios de Toxicologia e Genotoxicidade do Centro Universitário Nilton Lins e no Laboratório de Ecofisiologia e Evolução Molecular do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA/LEEM) onde foi realizada a quantificação de metais na água e nos tecidos dos peixes. Os exemplares de peixes capturados foram identificados e determinados suas características morfométricas e merísticas.

Os indivíduos coletados foram transportados até o laboratório (CUNL, INPA) onde foram triados e os peixes de maior tamanho (>7cm) foram abertos para a retirada de tecidos (músculo branco e fígado), para serem digeridos, e os peixes menores (>2cm) foram pesados e digeridos por inteiro, com ácido HNO₃ 1N a 60° C durante 24 hs (Campenhout *et al*, 2003; Baldisseroto *et al*, 2004). Em seguida foram analisados no aparelho de espectrofotômetro de absorção atômica no (LEEM-INPA).

Na determinação do hematócrito (Ht), as amostras de sangue foram coletadas com o auxílio de seringas acopladas a agulhas hipodérmicas previamente heparinizadas. Posteriormente o sangue foi colocado em tubos de microhematócrito heparinizados, e centrifugados a 10.000 rpm durante 10 minutos (FANEM mod. 207N). A leitura realizou-se com o auxílio de escala de sedimentação padronizada em porcentagem (%).

Para o número de eritrócitos circulantes, 10 µl de sangue foram diluídos em 2 ml de solução de formol-citrato para posterior contagem em câmara de Neubauer, por meio de microscopia óptica. O valor foi expresso em número de eritrócitos por mm³.

Para a concentração de hemoglobina [Hb], foram diluídos 15 µl de sangue em 3 ml de reagente de DRABKIN (KCN 0,5g; KH₂PO₄ 1,4g e K₃[Fe(CN)₆] 2,0 g em 1000 ml de água destilada). Após agitação, esperou-se cinco minutos para total hemólise do concentrado e determinação por meio de absorbância da solução em

espectrofotômetro SHIMADZU Mod. UV240 em 540 nm, segundo o método descrito por Kamper e Zijlstra (1964).

A glicose foi analisada no sangue imediatamente após a coleta, por meio de leitura direta com o equipamento Advantage II (Roche). O resultado expresso está em mg dl^{-1} . As amostras de músculo branco e fígado dos animais experimentais foram pesados, e de plasma quantificada, para acrescentar HNO_3 10% na proporção de 5:1 (volume/peso). Posteriormente as amostras foram colocadas em estufa a 80°C por 48 horas para total digestão. Após este período, estas foram passadas no agitador de tubos Phoenix AP56. Desta solução, foram retirados $50 \mu\text{l}$ do sobrenadante, que foram então diluídos 20 vezes, com ácido nítrico a 1% para a determinação da concentração dos diferentes elementos.

Para leitura dos elementos no forno grafite, foi utilizada amostra de 1ml de água previamente acidificadas com ácido nítrico (HNO_3 10%). Todas as leituras foram realizadas em triplicata (3). O gás argônio utilizado no forno de grafite foi adquirido da White Martins Ltda, com grau de pureza específico para espectrofotometria de absorção atômica. A curva de calibração foi estabelecida com três concentrações de padrão específico (1:10, 1:100 e 1:1000) mais o branco (HNO_3 a 1%). O aferimento médio destas curvas é da ordem de 97% (Lemly, 1997; Noble *et al.* 1997; Medina *et al.* 1998; Campillo *et al.* 2000). Para a determinação dos níveis plasmáticos de cortisol foi utilizado o método de ELISA, com kit comercial Human 5550, por leitura de placa.

No igarapé estudado foi medido o volume de água que passa no local impactado por meio do cálculo da vazão.

Foi realizada a triagem (macho/fêmea) e a identificação das espécies encontradas nas coletas de peixes realizadas no igarapé Matrinxã, local próximo ao aterro controlado da cidade de Manaus e na área controle, os animais foram identificados na coleção de ictiofauna do INPA.

Foram realizados testes para uma estimativa da concentração letal média (CL_{50}) do chorume para tambaqui animais que foram utilizados tinham pesos em média $\pm 20\text{g}$, medindo em torno de $\pm 7 \text{ cm}$, um total de 70 animais, distribuídos em 7 tanques de 60L, sendo um controle, cada tanque contendo 10 animais.

Foram efetuadas 5 tentativas para determinar a CL50 , onde iniciamos com as concentrações 35% , 30%, 25%, 15%, 10%, 5%, zero (primeira tentativa) para um tempo de (24,48,72 e 96 horas). A segunda tentativa com uma concentração de zero,0,5%,1,0%,1,5%,2,0%,2,5%,3,0% de chorume para cada 60L, com o mesmo tempo de exposição. A terceira tentativa para uma concentração de 1,5%,1,58%,1,66%,1,83% para cada 60L, para os mesmos tempos já descritos. Na quarta tentativa tendo uma concentração de 2,0%, 2,10%, 2,20%, 2,30%, 2,40%, 3,0% de chorume para cada 60L de água. Quinta tentativa de estabelecer a CL50 tiveram as seguintes concentrações 0,5%, 1,0%, 1,5%, 2,03%, 2,06%, 2,09% para os mesmos tempos já estabelecidos (24,48,72 e 96 horas).

A análise de alterações fisiológicas, do experimento realizado com tambaqui, foi realizada com a adição de 2,06 v/v de chorume na água, e os animais experimentais foram expostos por 0 (controle), 3, 6 e 9 horas (volume de 60 litros), com 6 animais experimentais por unidade amostral (tambaqui de 7cm, peso média 16,2g) em cada tanque. Para estes animais foram realizadas análises de Glicose Ht, Hb, RBC, Cortisol,VCM,HCM,CHCM e feito a biometria no local do experimento.

3.2 Tratamento estatístico.

As médias e os respectivos desvios foram calculados para cada grupo de dados e a significância ($P < 0,05$) das diferenças foram estabelecidas por meio de análise de variância (ANOVA), com teste de Dunnett's ($P < 0,05$)(ZAR, 1996). No caso de violação das premissas para testes paramétricos, foi aplicada estatística não paramétrica, observando os cuidados para as análises de dados toxicológicos (Zar, 1984; Sprague, 1990).

4 RESULTADOS

4.1 PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS

As modificações nos parâmetros hematológicos dos tambaquis expostos ao chorume estão descritos abaixo (figuras 1 e 2; tabela1). Foram analisados índices de Hematócrito, Hemoglobina, RBC no sangue dos animais experimentais, e cortisol e glicose no plasma sanguíneo. Os dados estão expressos como média \pm erro padrão da média.

O Hematócrito apresentou uma pequena alteração nas primeiras 3 horas, com posterior retorno a homeostase. O resultado obtido com a concentração da hemoglobina, com uma discreta alteração no tempo 6horass, logo em seguida retornando ao equilíbrio (figura 1). RBC sem alteração significativa, como também na tabela 1, mostra resultados não significativos para VCM, HCM,CHCM

O cortisol apresentou um aumento nas primeiras três horas em seguida um gradativo retorno a homeostase, mesmo perfil apresentado pela glicose (figura 2).

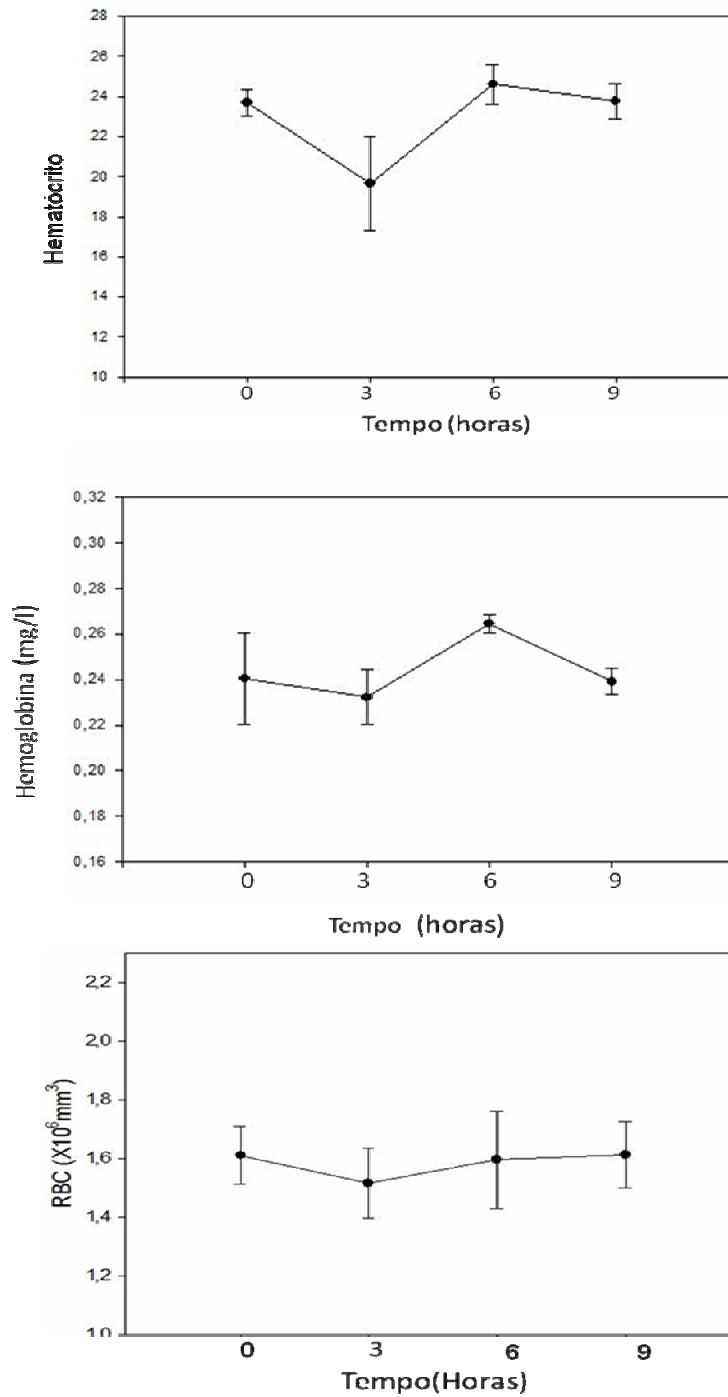


Figura 1. Cocentração de hematócrito (Ht), Hemoglobina (Hb) e células vermelhas (RBC) no sangue de tambaqui (*Colossoma macropomum*) expostos ao chorume (concentração de 2,06 v/v) em diferentes tempos (0, 3,6 e 9 horas).

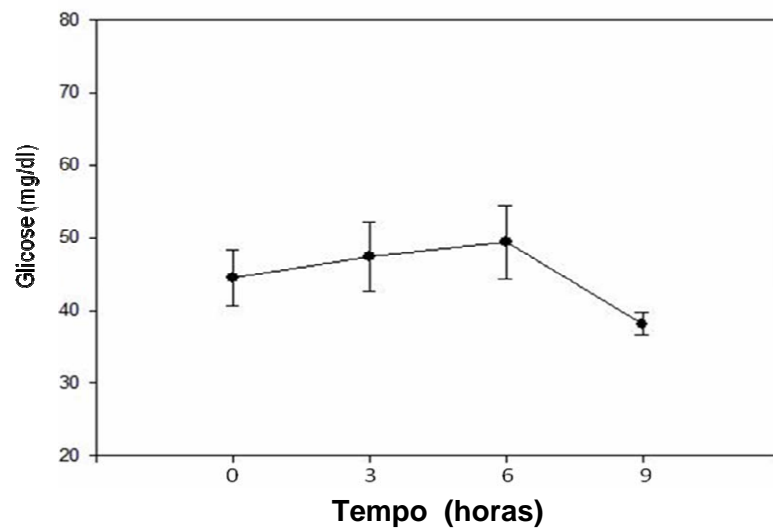
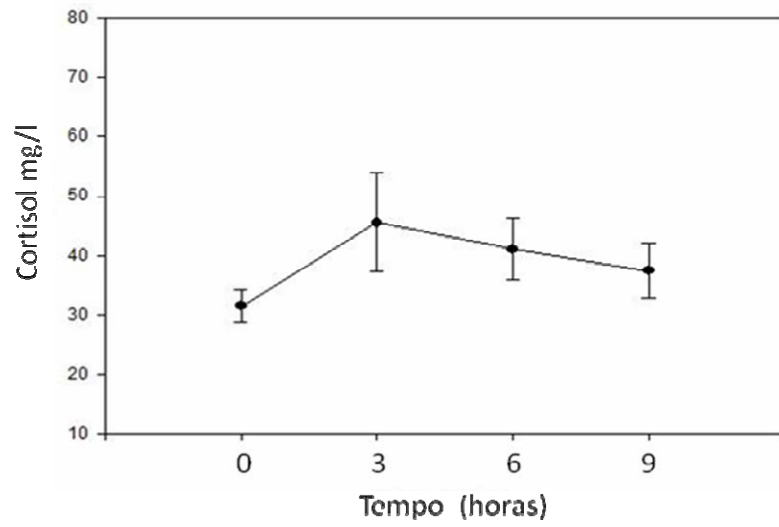


Figura 2. Cocentração de cortisol e glicose no plasma sanguíneo de tambaqui (*Colossoma macropomum*) expostos ao chorume (concentração de 2,06 v/v) em diferentes tempos (0, 3,6 e 9 horas).

Tabela I. Hematócrito (Ht), concentração de hemoglobina (Hb), número de eritrócitos (RBC) e constantes corpusculares (VCM, HCM e CHCM) do sangue arterial de *Colossoma macropomum* exposto ao choroume. Os valores estão expressos como média, erro padrão da média (sem) e número de indivíduos (n). (*) indica P<0.05 em relação ao controle.

Tempo (Horas)	0	3	6	9
Ht (%)				
média	23,6667	19,6667	24,6000	23,7833
SEM	0,6667	2,3356	0,9688	0,8761
n	6	6	6	6
Hb (mg%)				
média	0,2403	0,2322	0,2643	0,2390
SEM	0,0201	0,0121	3,9384	5,6980
n	6	6	6	6
Eritrócitos RBC (X10 ⁶ mm ³)				
média	1,6080	1,5125	1,5929	1,6097
SEM	0,0984	0,1212	0,1673	0,1129
n	6	6	6	6
VCM (µm ³)				
média	149,2005	129,1076	160,1977	149,7260
SEM	7,1123	9,7583	12,4750	6,3244
n	6	6	6	6
HCM (pg)				
média	29,8253	31,1798	34,5048	30,2590
SEM	1,4302	1,8632	2,5333	1,6597
n	6	6	6	6
CHCM (%)				
média	20,2161	24,6800	21,6184	20,1776
SEM	1,3649	2,0040	0,6739	0,5625
n	6	6	6	6
CORTISOL				
Média	1,608	1,512	1,592	1,609
SEM	0,241	0,297	0,401	0,276
n	6	6	6	6

4.2 ESPÉCIES ENCONTRADAS NO IGARAPÉ MATRINXÃ.

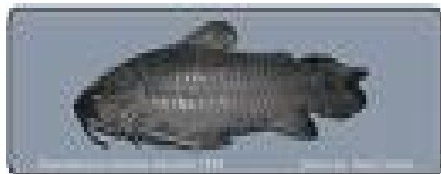
As espécies encontradas no igarapé Matrinxã foram coletadas na área que recebe o maior impacto do chorume proveniente do aterro controlado da cidade de Manaus. Os animais coletados foram devidamente identificados e catalogados. Abaixo esta à relação das espécies encontradas. As espécies foram coletadas a montante e a jusante da área afetada pelo chorume.

Espécies coletadas no igarapé impactado por chorume do aterro controlado de Manaus.

Pterygoplichthys punctatus



Hoplosternum littorale



Poecilia reticulata



Cichlasoma amazonarum



Mesonauta insignis



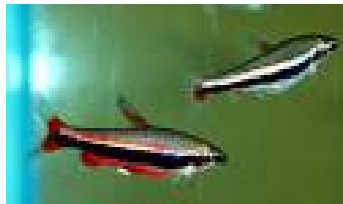
Apistogramma cf steindachneri



Espécies coletadas no igarapé a montante da área impactada por chorume do aterro controlado de Manaus. No igarapé próximo ao aterro controlado foi feito um muro de contenção para tentar impedir o avanço dos resíduos provenientes das células de lixo.

Os dados analisados nos levam a inferir que este muro só serviu de barreira para que as espécies tivessem mais dificuldade para manter-se no local, desta forma houve uma divisão da área, ficando no local apenas os que sofreram algum tipo de adaptação às mudanças antrópicas.

Nannostomus beckfordi



Poecilia sp.



Paracheirodon simulans



Copella nattereri



Bryconops giacopini



Heros sp.



Pyrrhulina laeta



Mesonauta insignis



4.3 Espécies utilizadas para análise de acúmulo de metais (cádmio cobre, níquel e chumbo).

Foram selecionadas as espécies mais representativas no igarapé impactado pelo resíduo das células de lixo (chorume). As mais abundantes foram *Poecilia reticulata* (lebiste) um peixe ornamental introduzido que obteve uma adaptação satisfatória e é encontrado na área impactada como também na área que não sofre impacto pelo chorume a montante (área controle). Esta espécie foi analisada (tabela 2), onde o elemento em destaque foi Cu 1,81µg/L (fêmea) e 1,68µg/L(macho).

A espécie *H. littorale* (tamoatá) é encontrada com facilidade nos ambientes lacustres da região Amazônica, apresenta grande potencial de adaptabilidade em ambientes degradados devido a apresentar respiração aérea facultativa. Foram analisados músculo branco e fígado. O metal em destaque foi Cu10,85 µg/L encontrado no fígado (tabela 2).

A espécie *P. punctatus* (bodó) é encontrada em grande quantidade nos igarapés próximos ao aterro controlado da cidade de Manaus. Foram analisados músculo (por ser um dos locais de armazenamento do material tóxico ingerido) e fígado (por ser o responsável pelas reações metabólicas e órgão básico das coordenações fisiológicas, pois degrada substancias tóxicas absorvidas do intestino ou de outras partes do corpo, para em seguida excretá-las), não tivemos resultados expressivos o Cu1,18µg/L no fígado (tabela 2).

Tabela 2. Análise de acúmulo de metais nos tecidos dos peixes (média ± erro padrão).

Espécies		Cd (µg/L)	Cu (µg/L)	Ni(µg/L)	Pb (µg/L)
<i>P. reticulata</i> (Lebiste)	Fêmea (27)	0,008±0,005	1,81±0,22	0,01±0,01	0,04±0,01
	Macho (24)	0,002±0,001	1,68±0,44	0,02±0,02	0,02±0,01
<i>H. littorale</i> (Tamoatá)	Músculo (6)	0,005±0,003	0,33±0,27	n.d	0,009±0,009
	Fígado	0,005±0,005	10,85±5,09	n.d	0,001±0,001

	(6)				
<i>P. punctatus</i> (Bodó)	Músculo (4)	n.d	0,04±0,01	n.d	n.d
	Fígado (4)	0,04±0,03	1,18±1,15	n.d	0,11±0,10

nd= não detectado

4.4 Análises da água igarapé Matrinxã.

4.4.1 Caracterização do perfil de depuração do chorume

Para obter uma descrição do impacto gerado no igarapé Matrinxã devido ao aporte de chorume lixiviado, foram analisados os pontos de escoamento da trajetória percorrida por este composto nos leitos deste igarapé. Para tanto, foram tomadas medidas de análises de Cloreto, Cobre, Níquel, Chumbo e Cádmio totais.

Os resultados obtidos com as análises estão expressos na figura 3. O chorume utilizado para análise destes elementos químicos foi coletado do tanque principal, existente no Aterro, além de outros pontos onde acontece a percolação deste material (chorume).

Com relação ao elemento cloreto, chama atenção os altos valores analisados a partir do tanque em períodos de pouca chuva (abril/2006), partindo de 10193,97±3197,97 mg/L (média ± erro padrão) e atingindo valores extremos de 43428,35±3197,97 mg/L (acima de 250mg/L CONAMA 357/205). Com exceção dos pontos 3 e 6 em períodos de chuva, todos os demais pontos analisados em períodos de pouca chuva ou chuvoso estão acima do valor estipulado. Pelo gráfico em período de pouca chuva, é possível observar que existe uma gradiente crescente do elemento cloreto na medida em que o chorume escorre para o ponto 3, local onde ocorre o encontro com o igarapé do Matrinxã.

Por outro lado em períodos de alto índice pluviométrico como foi o caso do mês de abril, houve uma concentração menor do elemento cloreto comparado com o período de pouca chuva.

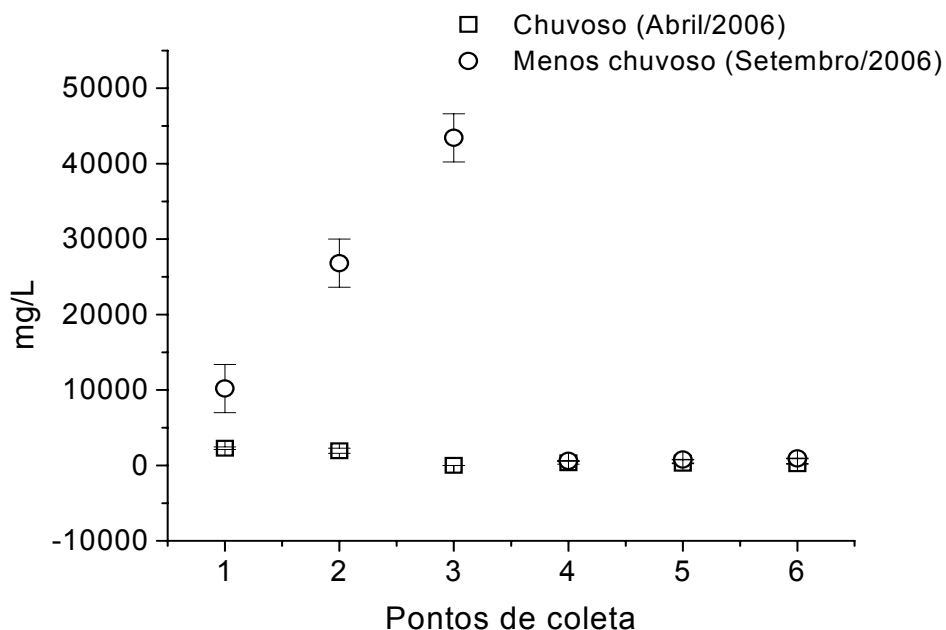


Figura 3. Concentrações de cloreto em período chuvoso (Abril/2006) e menos chuvoso (setembro/2006) a partir do aterro controlado de Manaus.

Referente à análise do elemento cobre (figura 4), as concentrações encontradas foram menores que os valores estipulados pela resolução CONAMA 357/2005 (Tabela III), só apenas com uma ressalva ao período menos chuvoso onde o elemento cobre foi encontrado em maior quantidade no chorume analisado, com $10 \pm 1,39 \mu\text{g/L}$ (Tabela III). Este ponto onde foi coletado o chorume refere-se ao 1 ponto (figura 1). Nos outros lugares onde acontece a percolação do chorume nos pontos de coleta, houve uma diluição gradativa mantendo-se concentrações baixas até o ultimo ponto de coleta, em torno de $1,05 \pm 0,11 \mu\text{g/L}$ (Figura X). No período de chuva o maior valor analisado foi no ponto 1, com valores em média de $5,87 \pm 1,17 \mu\text{g/L}$. A partir deste ponto aconteceu um decréscimo gradativo como mostra a figura abaixo.

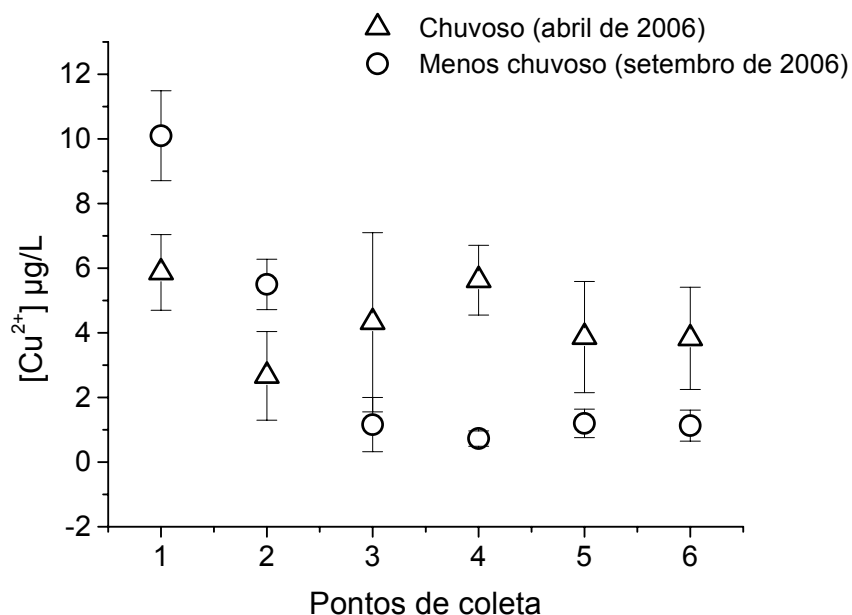


Figura 4. Concentrações do cobre em período chuvoso (abril/2006) e menos chuvoso (setembro/2006) a partir do chorume produzido pelo aterro controlado de Manaus.

Na figura X, tivemos os resultados referente às concentrações do metal níquel coletado nos pontos (Figura 1), o maior valor analisado de níquel total também foi no ponto 1 ($170,48 \pm 14,22 \mu\text{g/L}$), valor bem menor que o prescrito pelo CONAMA 357/2005 que é 10mg/L Ni (Tabela III). Os valores foram diminuindo até o ultimo ponto de coleta do igarapé do Matrinxã aconteceu uma depuração, onde os valores tanto no período chuvoso como de pouca chuva tornaram-se mais semelhante, em torno de $1,23 \pm 0,38 \mu\text{g/L}$. No período chuvoso a quantidade de níquel chega ser insignificante ao ponto do aparelho de análise (Espectrofotômetro), não acusar nenhuma leitura.

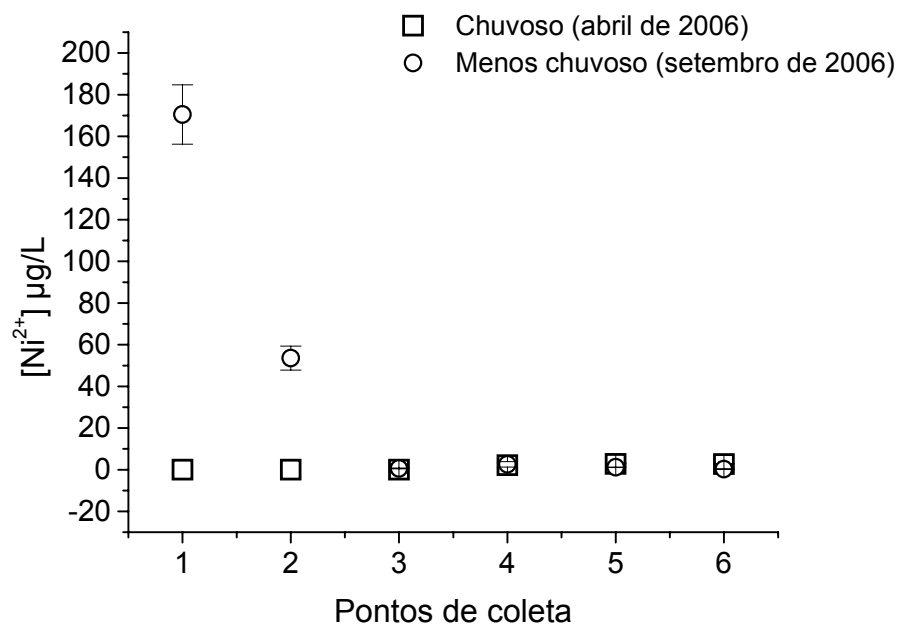


Figura 5. Concentrações do níquel em período chuvoso (abril/2006) e menos chuvoso (setembro/2006) a partir do chorume produzido pelo aterro controlado de Manaus.

Outro metal, o chumbo figura 9, foi também analisado no laboratório do INPA (LEEM), coletado nos pontos descritos (Figura 1), teve o seu maior valor no (ponto 1), em período menos chuvoso ($9,34 \pm 0,79 \mu\text{g/L}$), bem menor do que os valores descrito na resolução CONAMA 357/2005 que traz valor de $0,01 \text{ mg/L}$ (tabela III). Depois desse ponto acontece uma diluição gradativa para os outros pontos de coleta, com valores em torno de $0,24 \pm 0,08 \mu\text{g/L}$ e no período chuvoso o chumbo total segue um perfil linear de depuração com valores em torno de $0,25 \pm 0,04 \mu\text{g/L}$.

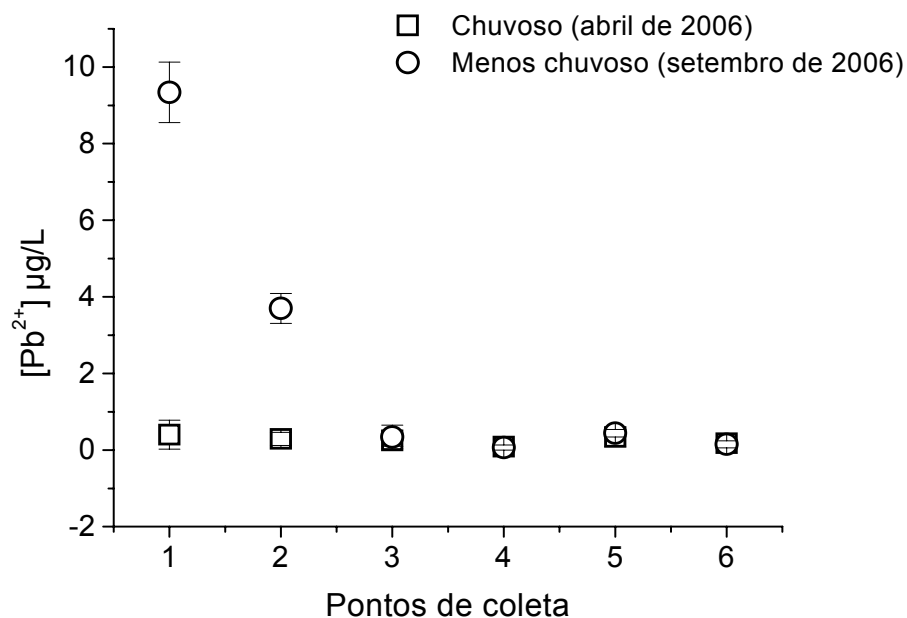


Figura 6. Concentrações do chumbo em período chuvoso (abril/2006) e menos chuvoso (setembro/2006) a partir do chorume produzido pelo aterro controlado de Manaus.

Outro metal analisado foi o cádmio total figura 10, e os valores encontrados assemelham-se ao níquel e chumbo, com destaque o ponto de coleta 1, devido a sua maior concentração trazendo o chorume quase in natura. O maior valor analisado de cádmio total foi no período menos chuvoso ($2,98 \pm 0,75 \mu\text{g/L}$), um pouco maior do que a estipulado pelo CONAMA 357/2005 de $0,001 \text{mg/L}$ (Tabela III). Os demais pontos analisados tiveram um decréscimo gradativo independente do período de chuvas permaneceram em torno de $0,021 \pm 0,01 \mu\text{g/L}$.

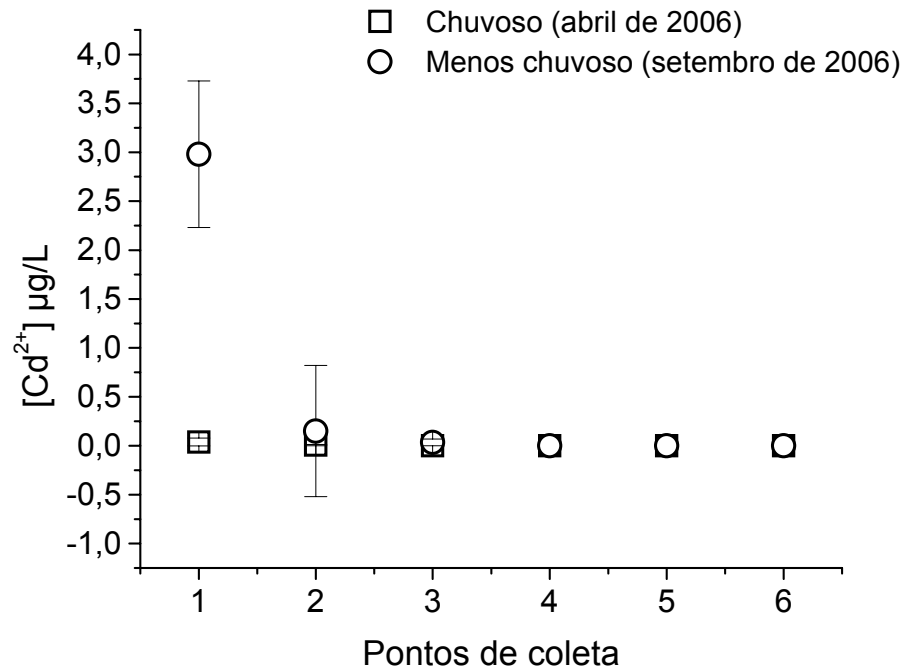


Figura 7. Concentrações do cádmio em período chuvoso (abril/2006) e menos chuvoso (setembro/2006) a partir do chorume produzido pelo aterro controlado de Manaus.

O primeiro ponto de coleta de chorume (ponto 1) foi aterrado, devido a construção das novas piscinas de armazenamento de chorume, modificando assim todas as características anteriores. Estas obras trouxeram mais problemas para o igarapé Matrinxã neste ponto, pois com as chuvas constantes houve um aumento da lixiviação de material particulado, assoreando o ponto de coleta de amostras de água e peixes, descaracterizando o mesmo.

Abaixo alguns parâmetros com seus respectivos valores permitidos pela resolução CONAMA/357 (2005). A lista aborda os metais analisados neste estudo.

TABELA CLASSE 1 ÁGUAS DOCES

PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Cloreto total	250mg/L Cl
Chumbo total	0,01mg/L Pb
Cobre dissolvido	0,009 mg/L Cu

Níquel total	0,025mg/L Ni
Cádmio total	0,001mg/L Cd

4.5. Cálculo da vazão do igarapé nos pontos de coleta.

Durante as três coletas realizadas, obtivemos uma estimativa de vazão de água na área de coleta de 0,110 m/s (24 de novembro/2006), sendo este o período menos chuvoso; 0,284 m/s (09 de março/2007) 0,239 m/s (13 de junho/2007), sendo estes os períodos com chuvas mais intensas. Esta variação da vazão entre os períodos menos chuvoso ao mais chuvoso sugere forte influência da pluviosidade, conseqüentemente aumentado a diluição do chorume nestes períodos. Foram realizadas ainda coletas de pH, oxigênio dissolvido, condutividade e temperatura (tabela IV, V e VI).

Na primeira coleta realizada no mês novembro/2006, período menos chuvoso, o valor de pH da água nos três pontos amostrados ficou em torno de $6,70 \pm 0,01$, mesmo havendo diferença nas características físicas de cada área como a cobertura vegetal, profundidade e vazão. O oxigênio dissolvido foi semelhante nos pontos a montante do dique de contenção, mantendo-se em torno de 0,3 mg de O₂/L. Tivemos um aumento no oxigênio dissolvido no outro lado, a jusante do dique, passando a 1,18 mg de O₂/L. Com relação a temperatura não foi observada nenhuma variação ficando na media de 26 °C nas três áreas de coleta.

Tabela IV. Características físico-químicas da água nos pontos de coleta no mês de novembro de 2006.

	pH	[O ₂] mg/L	T°C
Ponto a Montante	6,77	0,31	26,0
Ponto do dique	6,81	0,30	26,0
Ponto a Jusante	6,81	1,18	26,0

Em março de 2007 (Tabela V), período onde as chuvas são mais freqüentes, a variação de pH entre os pontos de coleta foi maior, com media de $6,32 \pm 0,48$ e a concentração de oxigênio foi de $3,49 \pm 0,21$ mg de O_2/L com temperatura em torno de $26,43 \pm 0,4$ °C .

Tabela V. Características físico-químicas da água nos pontos de coleta no mês de março de 2007.

	pH	[O ₂] mg/L	T°C
Ponto a Montante	5,35	3,52	25,8
Ponto do dique	6,75	3,11	26,3
Ponto a Jusante	6,86	3,86	27,2

Tivemos outra coleta no mês de junho do mesmo ano (Tabela VI), onde a variação foi de $6,27 \pm 0,62$ para o valor de pH e $4,63 \pm 0,19$ para o valor de oxigênio dissolvido e temperatura em variando em torno de $26,93 \pm 1,09$ °C.

Tabela VI. Características físico-químicas da água nos pontos de coleta no mês de junho de 2007.

	pH	[O ₂] mg/L	T°C
Ponto a Montante	5,03	4,37	25,0
Ponto do dique	7,0	4,52	28,8
Ponto a Jusante	6,8	5,02	27,0

Junto com estes parâmetros analisados tivemos a tomada das medidas de condutividade antes do início da coleta de peixes no mês de março e junho (Figura X e Y). Chama atenção o aumento da condutividade na área do dique de contenção, partindo basicamente de valores próximo de zero e atingindo extremos de 209 μS no mês de março.

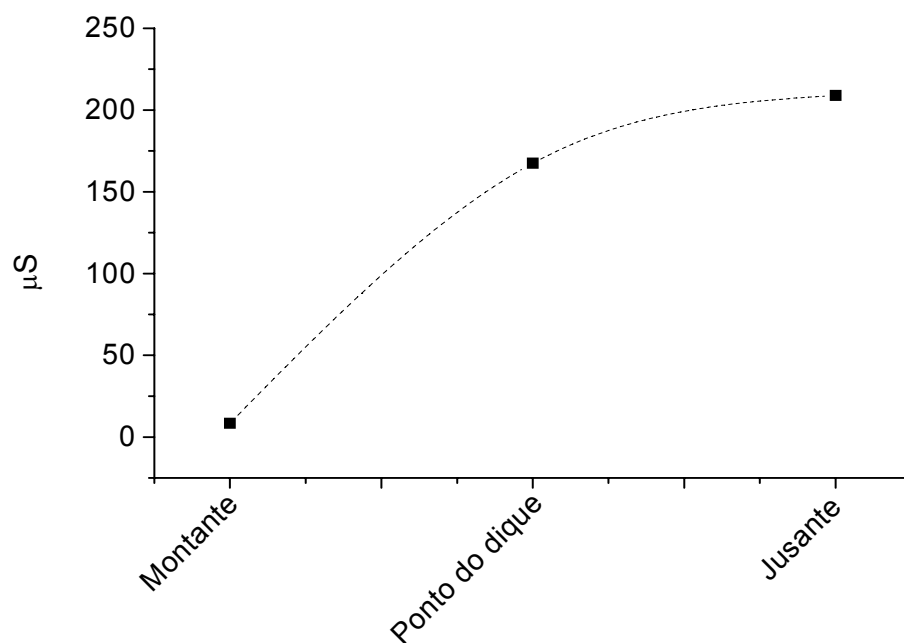


Figura 8. Valores de condutividade nos pontos localizados na área impactada por chorume do aterro controlado de Manaus no mês de março de 2007.

No mês de junho, onde as chuvas são mais intensas, obtivemos resultados semelhantes. Provavelmente os resultados sofreram mudanças no ponto da jusante, devido ao maior índice pluviométrico na área, levando a um grande volume de água, desta forma diluindo as concentrações de íons presentes.

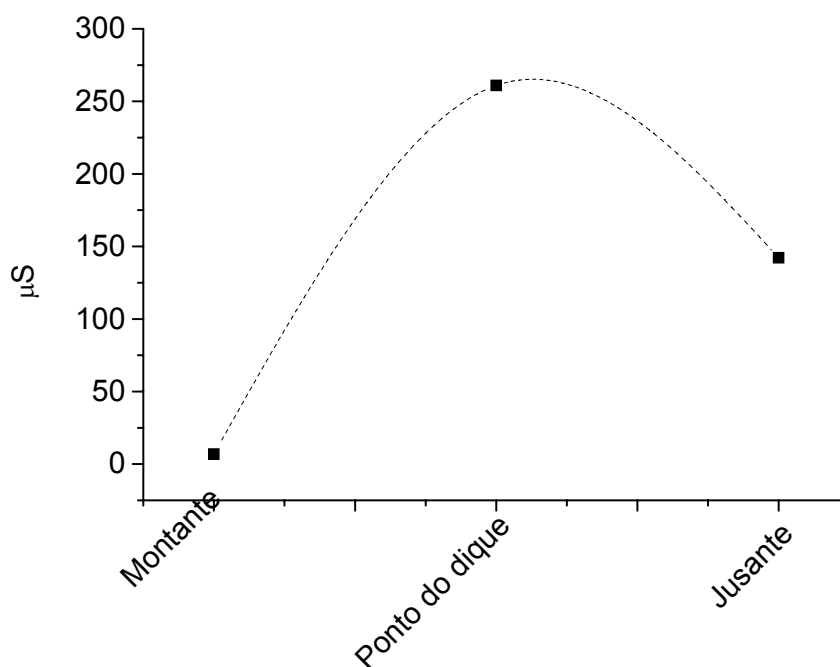


Figura 9. Valores de condutividade nos pontos de amostragem localizados na área impactada por chorume do aterro controlado de Manaus no mês de junho de 2007.

5 DISCUSSÃO.

5.1 Determinação da CL₅₀.

Para realizarmos o experimento referente à tolerância do tambaqui ao chorume, inicialmente desenvolvemos experimentos para a determinação da CL₅₀, onde ficou estabelecido o nível de 2,06 v/v para um tempo de 24 horas com juvenis de tambaqui (*Colossoma Macropomum*), com peso em media 15g (±4,6g). Esta espécie é bastante estudada, sendo a mais utilizada no cultivo em piscicultura. Vários são os fatores que colocam o tambaqui em posição de destaque na piscicultura nacional. Dentre eles podemos destacar a rusticidade, a boa aceitação da espécie em sistemas de manejo e cultivo e a aceitabilidade de sua carne pelo mercado consumidor (paladar diferenciado).

Para determinarmos a CL₅₀, foram desenvolvidos experimentos com diferentes concentrações. Os tempos de exposição testados foram: 24, 48,72 e 96 horas, para

concentrações que tiveram variações entre 0,5 a 35% em unidades experimentais de 60L.

Segundo o trabalho de Schvartsman (1991), a exposição a um agente tóxico pode ser aguda, quando a dose letal do tóxico é liberada em um único evento e rapidamente absorvida, ou crônica, quando o agente tóxico é liberado em eventos periodicamente repetidos, em doses sub-letais, durante um certo período de tempo. Geralmente os testes de toxicidade aguda duram horas ou dias, com uma média de 96 horas para organismos aquáticos.

Assim, é importante salientar que depois dos testes de toxicidade aguda, usa-se a CL_{50} de menor valor e de maior tempo por motivo de segurança, para poder recomendar uma dosagem ao produto em estudo. Estes testes são efetuados em laboratórios desconhecendo-se as possíveis interações sinérgicas ou antagônicas do produto quando em contato com o ambiente (Ferreira, 2003).

O trabalho de Madronova e colaboradores (2001), diz que apesar da água dos igarapés apresentarem altas taxas de ácidos húmicos e fúlvicos, que podem formar complexos com os metais e assim diminuir a toxicidade para a ictiofauna, é extremamente importante caracterizar o tipo de impacto causado pelo efluente que o ecossistema aquático esta sofrendo.

Vários estudos apontam a importância da realização de testes de toxicidade com organismos aquáticos, para tê-los como um instrumento de alerta para um possível problema ambiental, uma vez que os compostos xenobióticos podem ser transmitidos indiretamente a outros organismos (Schvartsman,1991; Zagatto e Goldstein,1991; Abel, 1998; Saldiva e Böhm, 1998).

5.2. Alterações fisiológicas.

A CL_{50} (2,06 v/v) foi previamente determinada, e usada para o experimento de tolerância com tambaqui (*Colossoma Macropomum*), onde foram analisadas as alterações fisiológicas a partir do contato com o poluente. O experimento foi desenvolvido com juvenis de tambaqui com 15g (\pm 4,6g), medindo cerca de 5 cm. Os animais foram aclimatados por um período de 12 horas em caixas plásticas de 60 litros (6 peixes por tanque). Foram realizadas análises de Hematocrito, Hemoglobina,

células vermelhas (constantes corpusculares), além de cortisol e glicose que caracterizam os níveis de estresse nos animais experimentais.

Este trabalho foi importante para sabermos o padrão de resposta como também a recuperação destes animais mediante a um agente estressor. Algumas espécies de peixes modificam seus parâmetros hematológicos para adaptar-se às mudanças ambientais (Val *et al.* 1990), seja uma mudança natural ou provocada pelo homem. Estes parâmetros tem relação direta com o agente estressor bem como o tempo de exposição ao agente (Strange *et al.* 1978; Barton *et al.* 1986), e as respostas estão sujeita a variações entre as espécies (Pickering e Pottinger, 1989).

A glicose (gráfico 1), sendo esta a primeira resposta a condição de estresse (alteração fisiológica) apresentou um aumento gradativo até o tempo de 6 horas, com posterior queda para o tempo de 9 horas, demonstrando que com o passar do tempo, os animais se adaptam a condição imposta. O trabalho de Porto (2005) que utilizou herbicida Roundup como agente de estresse aos peixes, relata que a glicose analisada em seu experimento como indicador de estresse, que atingiu índices significativos nas primeiras 3 horas, permanecendo assim até o momento da ultima coleta.

Com estudos de Salmonídeos, Vijayan e colaboradores (1994), descrevem que os animais apresentaram níveis de glicose mais altos em 6 horas do que em 3 horas após o estresse inicial. Segundo Bracewell e colaboradores (2004), o aumento da glicose é uma resposta comum a um fator de estresse, constituindo uma fonte de energia que possibilita ao animal superar os distúrbios causados pelo agente estressor (Wendelaar Bonga, 1997).

Em geral, o aumento da glicose plasmática esta relacionada como resultado da ação das catecolaminas do fígado (Pickering, 1981; Randall e Perry 1992; Wendelaar Bonga, 1997). O trabalho de Hurvitz e Colaboradores (1997) descrevem que a glicose plasmática é usada como indicador indireto de estresse nos peixes, mas sua resposta é complexa e seu uso como indicador depende, do tipo de agente estressor.

Os valores do Hematócrito (Ht) têm relação direta com nível de saúde dos animais, mas que também pode ser utilizado como parâmetro indicativo de estresse, pois o mesmo tende a responder de diferentes maneiras a cada estímulo recebido. Nas

3 horas iniciais houve uma diminuição dos índices de Ht, com posterior recuperação para a manutenção da homeostase a partir das 6 horas. Este mesmo perfil foi observado para a glicose e para o cortisol. O trabalho de Martins e colaboradores (2004) corroboram os dados descritos para tambaqui, pois estes autores não encontraram alterações no Hematócrito em peixes estressados. Porto (2005), não encontrou alterações significativas no Hematócrito quando expôs juvenis de tambaqui em contato com o agente estressor (herbicida Roundup®).

Para os níveis de hemoglobina (Hb) (gráfico 3), notamos que os resultados apresentados acompanham os índices de glicose, cortisol e de Ht, com aumento nos índices 3 horas iniciais de exposição, com posterior recuperação dos índices normais nas horas seguintes. A concentração de hemoglobina esta relacionada a vários fatores exógenos como a temperatura, concentrações de oxigênio dissolvido na água, ciclo sazonal e estresse a fatores endógenos como estagio de maturação gonadal, sexo, doenças, estado nutricional (Ranzani-Paiva, 1991). O trabalho de Porto (2005) expôs juvenis de tambaqui em contato com o herbicida Roundup, não obtendo respostas significativas nos níveis de Hemoglobina em relação ao grupo controle.

Para os níveis de cortisol (gráfico 4), os animais experimentais apresentaram valores elevados a partir da introdução do agente poluente (chorume), com posterior queda nos níveis a partir das 6 horas de exposição. O trabalho de Barton e colaboradores (2005) descrevem que as respostas do cortisol a um agente estressor agudo são atenuadas quando o peixe é previamente exposto a um agente estressor crônico, como o confinamento e/ou a má qualidade da água.

O estresse em peixes é caracterizado pelo aumento da concentração plasmática do cortisol (Barton e Iwama, 1991). Segundo os trabalhos de Perry e Laurent (1993) e de Wendelaar Bongar (1997), o peixe quando entra em contato com qualquer agente estressor, ativa dois eixos neuro-endócrinos: o eixo hipotálamo -sistema nervoso simpático - células cromafins (HSC), que liberam catecolaminas: epinefrina e norepinefrina como produtos finais; e o eixo hipotálamo – hipófise – inter-renal (HHI) que libera o corticosteróide cortisol e a cortisona. Estes hormônios apresentam ação em diversos órgãos alvo, principalmente os que estão sob controle endócrino, o que causa alterações bioquímicas e fisiológicas do tipo secundário ao estresse.

Podemos inferir que os níveis de cortisol descritos apresentaram uma resposta rápida em relação aos demais índices. Apesar das respostas de estresse e de adaptação fisiológica (parâmetros hematológicos) apresentadas, notamos a tendência de alterações adaptativas nos momentos iniciais a exposição ao agente estressor, com posterior normalização, fazendo com que os níveis iniciais fossem retomados. Esta retomada é justificada pela adaptação sofrida do animal ao ambiente impactado. Os estudos de Mazeaud e Mazeaud (1981) descreve que é na região anterior dos rins dos peixes que acontece a biossíntese das catecolaminas, e posterior inativação destas moléculas, que ocorre no fígado e nos rins, para depois serem excretadas via sistema urinário. Isto libera adrenalina que resulta em efeitos secundários sobre a circulação, respiração, osmorregulação e metabolismo dos peixes. O aumento de catecolaminas circulantes favorece o aumento de oxigênio nas brânquias e conseqüentemente o aumento de oxigenação dos tecidos.

Os níveis de células vermelhas apresentaram uma ligeira alteração nas 3 horas iniciais de exposição, com posterior retorno a homeostase. O trabalho de Porto (2005) também descreve este perfil de mudança inicial, com posterior recuperação do tambaqui após a exposição ao agente estressor (herbicida Roundup®).

As constantes corpusculares (Volume corpuscular médio, hemoglobina corpuscular média e concentração de hemoglobina corpuscular média, VCM, HCM e CHCM) não apresentaram diferença significativa em relação ao controle. Mesmo perfil descrito no estudo de Porto (2005), com juvenis de tambaqui.

5.3 Espécies encontradas no igarapé Matrinxã.

Neste trabalho foi investigada a composição da ictiofauna do igarapé Matrinxã no trecho que abrange a área impactada (Aterro Controlado), e um local acima cerca de 200 metros, delimitado como área controle (sem impacto de lixiviação do chorume). Dentro deste trecho foram desenvolvidas coletas sazonais de peixes e de água, para caracterização do impacto causado pela lixiviação do chorume. A captura das espécies foi realizada na parte a jusante e na montante do muro de contenção. O número de

espécies encontrada no local que não sofre impacto do chorume apresentou um maior número de espécies coletadas (maior abundância). O estudo de Silva (1992) encontrou uma sensível deterioração da qualidade de água, com reduzido número de espécies coletadas. Apesar disto a quantidade na coleta foi satisfatória. A espécie *Mesonauta insignis* foi capturada nos 2 ambientes (montante e jusante). Já na área impactada o número de indivíduos da espécie *Hoplosternum littorale* e *Pterygoplichthys punctatus* foi encontrado em grande quantidade. Isto nos leva a inferir que a respiração aérea facultativa faz com que estes indivíduos tenham uma maior tolerância ao impacto do chorume.

Na captura foram utilizadas rede de arraste, malhadeiras e rapiché. Segundo o trabalho de Meador e Goldestein (2003), no percurso do igarapé ocorrem modificações na comunidade de peixes devido aos processos evolutivos e históricos de adaptações peculiares de cada espécie, que são modulados por influências ambientais, condições de habitats e alteradas por influências de origem antrópica. O trabalho de Thompson e colaboradores (1998), descreve que as metodologias de coleta aplicadas incluem métodos passivos (redes e armadilhas, como covos e “fike-nets”) e ativos (redes de mão, puçás, peneiras, observação durante mergulho). Estudos sobre habitat, alimentação e estrutura de comunidades de peixes em pequenos igarapés vêm sendo realizados na região amazônica de maneira sistemática (Sabino e Zuanon, 1998; Bührnheim e Cox-Fernandes, 2001).

O esforço de coleta foi de 2 horas, com um total de seis coletas. Segundo Goulding e colaboradores (1988), a Amazônia tem a mais rica ictiofauna de água doce do planeta, contudo seus igarapés são ecossistemas aquáticos com uma produção limitada, onde dependem da floresta ripária como principal fonte de alimento para sustentação da cadeia trófica (Walker, 1991; Lowe-McConnel, 1999).

5.4 Análises de acúmulo de metais nos tecidos dos peixes. XXXXXXXXXXXXXXXX

Foi analisado nos peixes coletados no igarapé Matrinxã o acúmulo de metais nos tecidos e outros órgãos das espécies com mais abrangência, e os resultados nos mostram que existe contaminação mais que não preocupa pela quantidade encontrada e sim pela possibilidade de acúmulo pela exposição contínua, por ter na água o seu

veículo principal para ingerir alimentos, para troca gasosa como também excreção de seus dejetos. Segundo (Campos *et al.* 2002) os organismos aquáticos tendem a acumular metais pesados e contaminantes orgânicos em seus tecidos, mesmo quando a água possui níveis desses compostos abaixo da concentração máxima tolerada pela legislação (Cd 1,0 µg.g⁻¹ de peso úmido, Pb 8,00 µg g⁻¹ de peso úmido, Cu e 30 µg g⁻¹ de peso úmido) o(Ni) outro elemento analisado não é citado pelo Ministério da Saúde (1977), há grandes riscos de contaminação dentro da cadeia trófica.

Guimarães e colaboradores (1985), falam que acúmulo de metais deve-se, ao fato dos organismos aquáticos serem capazes de concentrar os elementos traço em até (10⁵) vezes as concentrações observadas no meio ambiente, isso leva a efeitos nocivos de contaminação nas funções reprodutivas dos peixes, que vão desde a diferenciação da gônada até o desenvolvimento larval (Donaldson e Sherer, 1983).

Foram analisados os metais Pb, Cu, Cd, Ni, (Tabela 2), elementos encontrados no ambiente nas coletas de peixes, dentre esses, o valor em destaque aconteceu com Cu(cobre), sem expressividade, mas, todavia com ressalva para o poder acumulativo pelo contato diário e por se encontra no ambiente aquático, mais exposto, o Cu(cobre) apesar da sua pequena solubilidade, pode causar, se ingerido em doses alta, irritação e corrosão da mucosa estomacal, problemas hepáticos, renais, irritação do sistema nervoso e depressão (Zimbres, 2002).

5.5 Análises da água Igarapé Matrinxã.

4.5.1 Caracterização do perfil de depuração do chorume

Com resultados emitidos, tivemos uma concentração maior do que pede a resolução CONAMA 357/05(Tab. 02) com relação a Cloretos (figura5), tanto na época de menos chuva como na época de chuva intensa, com exceção os pontos 3 e 6 (figura 1), onde tivemos uma diluição maior na época de muita chuva. Santos e Colaboradores (2006), tiveram resultados semelhantes quando analisaram as águas do Igarapé Matrinxã próximo ao Aterro. Entre os elementos considerados altamente tóxicos o cobre (figura 6), teve concentrações abaixo do estipulado pela resolução

CONAMA 357/05 (Tab. 02), porém na época de menos chuva no ponto 1 (figura 1) , as concentrações estão acima do estipulado pela resolução CONAMA.

Na figura 7 encontramos valores do elemento Níquel, que estão muito abaixo do estipulado na resolução CONAMA 357/05 (Tabela II), mesmo no ponto de maior concentração o ponto 1, nos outros pontos de coleta, a concentração foi bastante diluída não sendo registrada pelo aparelho onde foi executado as leituras (Espectrofotômetro), isso tanto na época de coleta com pouca chuva como na época de muita chuva. **Mattos (2006) corrobora para esse trabalho quando analisou alguns metais pesados inclusive o Níquel, e obtendo resultados semelhantes para os RSU's do aterro controlado de Rio Branco. Santos e colaboradores (2006), encontraram na época de maior pluviosidade (janeiro a julho) no aterro controlado de Manaus, níveis de Ni,Cu,Pb e Zn, com concentrações acima do permitido pela resolução CONAMA 357/05, portanto considerada tóxica ao ambiente.**

Tivemos na figura 8 as concentrações com elemento Chumbo no qual os valores encontrados estão abaixo do estipulado pela Resolução CONAMA 357/05(Tab. 02), tanto na época onde tivemos maior concentração de chuva como na época de menos chuva. **No seu trabalho Mattos (2006) encontrou resultados semelhantes quando analisou os metais pesados no aterro do Rio Branco AC.** Quando descreveram seu trabalho (Santos *et al.* 2006), encontraram valores que comprometiam as águas do igarapé Matrinxã, pois estavam com valores acima do permitido pela resolução CONAMA 357/05, portanto diferente dos resultados que nosso trabalho encontrou.

Já (Looser *et al.* 1999) falam que a quantidade de elementos químicos liberados por Aterros Sanitários e pequena devido as varias reações sofridas por esses elementos como (oxidação, redução, troca iônica e coprecipitação), formando sulfetos, carbonato, fosfatos, além das combinações com matéria orgânica diminuindo assim o seu fluxo (Pepper *et al.* 1996).

A outra análise feita foi com o Cadmo (Figura 9), teve concentrações semelhantes que a dos elementos Níquel e Chumbo, mais teve destaque o ponto de coleta 1, onde tivemos números acima do permitido pela resolução CONAMA 357/05, esses valores adquiridos na época de menos chuva, onde esses elementos

encontram-se mais concentrado no leito do igarapé, devido ao menor volume de água. Esse elemento tem como fonte principal os plásticos, esses materiais são encontrados em grande escala no Aterro Controlado da Cidade de Manaus. Segundo (Castilhos Jr, 1988), a fração da matéria orgânica aparece como fonte principal dos metais Ni, Hg, Cu, Pb e Zn. Os plásticos aparecem como principal fonte de Cd; o Pb e o Cu se manifestam em quantidades importantes nos metais ferrosos e o papel também é uma fonte importante de Pb.

5.6 CALCULO DA VAZÃO DO IGARAPÉ.

Esse procedimento foi executado a partir do momento que foi determinado à área de coleta, com o objetivo de saber o volume desse corpo d'água nos períodos de maior e menor índice pluviométrico, pois essa área é afetada por um volume de chorume que altera significativamente os parâmetros físico-químico, como também os habitats dos moradores desse ecossistema. Houve uma variação referente ao volume d'água entre os períodos menos chuvosos e o mais chuvoso isso condiciona a diluição do chorume nesse corpo d'água, tivemos um aumento de condutividade, um baixo teor de oxigênio, um pH alto (Tabela I) descaracterizando as águas desse igarapé (Matrinxã), e com relação a temperatura não ocorreu nenhuma diferença significativa. Segundo (Prance e Lovejoy, 1985) a umidade do ar na cidade de Manaus é alta e os meses com maior (inverno) e menor (verão) intensidade pluviométrica são de novembro a abril e junho a outubro, respectivamente.

Os parâmetros (pH, O₂ e Temperatura) encontrados na área de estudo são diferentes dos encontrados a montante do igarapé Matrinxã (área de controle) onde encontramos valores próximos a zero para o pH, e oxigênio quanto a temperatura não ocorreu alteração significativa. Nas outras coletas mês de março e julho os níveis de oxigênio tiveram um ligeiro aumento enquanto que o pH não houve alteração significativa (Tabela II, III), essa época de coleta corresponde aos meses onde acontece um maior índice de pluviosidade na área afetada pelo chorume, isso indica uma maior diluição, devido o maior volume d'água recebido no leito do igarapé.

Segundo (Sioli, 1957; Santos *et al.* 1984; Santos e Ribeiro, 1988; Campos, 1994; Silva *et al.* 1999 entre outros), as águas a montante do aterro sanitário são de

cor preta e tem as mesmas características físico-químicas dos igarapés da região que não sofre impacto pelo chorume, onde caracteriza-se pelo pH ácido (4 a 6,3), baixa condutividade (7 a 27 $\mu\text{S cm}^{-1}$) e teores de Cl, SiO_2 e álcalis inferiores a 7 mg L^{-1} para uma temperatura sem uma variação significativa, esses valores são confirmados nos trabalhos de (Campos, 1994; Silva *et al.* 1999) onde falam que esses parâmetros são encontrados nos igarapés próximos como Água Branca, Barro Branco.

Com relação aos parâmetros como pH, oxigênio o trabalho de (Santos *et al.* 2006), falam que o pH das águas variou entre 3,5 e 6,5 com os valores mais altos no igarapé proveniente de Santa Etelvina e no Matrinxã, o que indica relação com os efluentes domésticos e com o aterro sanitário, e os valores de oxigênio foram mais baixos nas áreas afetadas pelo chorume e esgoto.

Desta maneira corroborando com os valores encontrados neste trabalho (Tabela IV,V,VI), como também os valores de condutividade que tiveram um resultado significativo no ponto referente ao igarapé Matrinxã, onde tivemos valores próximos a zero local a montante da área estudada (área controle) e valores de 209 μS (Figura 10), nos meses de pouca chuva, esse valor sendo atingido na área a jusante do muro de contenção, nos meses de maior concentração de chuvas esse valor só foi atingido no muro de contenção, tendo uma ligeira queda na sua jusante (Figura 11).

Santos e Colaboradores (2006) relatam que os pontos de maior valor de condutividade foi o ponto coletado no igarapé Matrinxã, próximo ao Aterro Sanitário (área em estudo) e o ponto coletado um dos efluentes do igarapé Bolívia que é afetado pelo esgoto (Bairro Santa Etelvina), tendo uma variabilidade entre os períodos menos chuvosos e mais chuvosos.

6. CONCLUSÕES

- O Aterro Controlado da Cidade de Manaus esta afetando significativamente as águas do Igarapé Bolívia, como também seus afluentes principalmente o igarapé Matrinxã, pois recebe uma carga muito grande de chorume in natura, diariamente.
- Comparada com áreas que não recebe efluentes (chorume) proveniente do Aterro controlado de Manaus as características físico-química como (oxigênio, Ph, Condutividade), Cloretos, e Ni,Cu,Pb,Cd do igarapé Matrinxã, estão alteradas de forma perigosa comprometendo as comunidades biológicas e seus habitats.
- Não foi encontrada contaminação significativa nas espécies analisadas do igarapé Matrinxã, porém é importante ressaltar o acumulo de metais provocado pela exposição diária ao chorume proveniente do aterro controlado de Manaus.
- Foi possível identificar a degradação da área próxima ao aterro controlado, essa é proveniente do chorume que deságua nas águas do igarapé matrinxã.
- Segundo as análises, a concentração de chorume fica menor nos períodos de mais chuvas, não havendo melhora na qualidade de água do igarapé em razão disso. Pois é difícil mensurar devido a as variações na composição final do chorume.

REFERÊNCIAS

Abel, P.D. *Water pollution biology*. 2.ed. London: Taylor & Francis, 1998. 286p,1998.

Barton, B. A. & Iwama, G. K. Physiological changes in fish from stress in Aquaculture wit emphasis on the response and effects os corticosteroids. *Annu. Rev. fish Dis.* 1,3-26,1991.

Barton, B. A. Stress in finfish: past, present and future a historical perspective. In: Iwama, G. K.; Picherring, A. D. Fish stress and health in aquaculture. Society for Experimental Biology Seminar 62. Cambridge University press, Cambridge, UK.1997.

Barton, B. A.; Ribas, L.; Acerete, L.; Tort, L. Effects of chronic confinement on physiological responses of juvenile gilthead sea bream, *Sparus aurata* L., to acute handling. *Aquaculture Research*, 36, 172-179, 2005.

Bührheim, C. M.; Cox-Fernandes, C. Low seasonal variation of fish assemblages in Amazonian rain Forest streams. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 12(1): 65-78,2001.

Campillo N. Vinãs P. Lopez-Garcia, I. Hernandez-Cordoba, M. Selenium Determination in Biological Fluids Using Zeeman Background Correction Eletrothermal Atomic Absorption Spectrometry, *Analit Biochem.* 280:195-200, 2000.

Campos, Z.E.S. de. Parâmetros físico-químicos em igarapé de água clara e preta ao longo da rodovia BR-174 entre Manaus e Presidente Figueiredo - AM. Master's Thesis, em Biologia Tropical e Recursos Naturais, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. 54 pp,1994.

Campos, Maria Lucia A.M., Bendo Anderson, Viel, Fabiola C. Métodos de Baixo Custo para Purificação de Reagentes e Controle para determinação de Metais Traços em Águas Naturais. *Química Nova*, vol. 25, 5, 808-813,2002.

Castilhos Jr. A.B. Estimativa da distribuição e dos teores dos metais pesados nas diversas frações dos resíduos urbanos no Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 1:57-60, 1988.

Castilhos Junior, A. B. de et al. (Org.). Alternativas de disposição de resíduos sólidos urbanos para pequenas comunidades. Rio de Janeiro: RIMA: ABES, 104 p, 2003.

Consoni, A. J.; Silva, I. C.; Gimenez Filho, A. Disposição final do lixo. In: D'almeida, M. L. O.; Vilhena, A. (Coord.). *Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado*. 2. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT/ Compromisso Empresarial para Reciclagem – CEMPRE. cap. 5, p. 251-291,2000.

Cunha, P.R.C.; Gonzaga, F.G.; Coutinho, L.F.C.; Feijó, F.J. Bacia do Amazonas. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, 8: 47-55, 1994.

Donaldson, E. M. & Scheehan, E. Methods to Test and Assess Effects of Chemicals on Reproduction in Fish. In: Voulk, V. B. & Sheehan, P. J. (eds) *Methods for Assessing the Effects of Chemicals on Reproductive Functions*. John Wiley & Sons, p. 365-396, 1983.

Farquahar, G. J. Leachate: production and characterization. CEPIS/OPS, p. 1-17, Jul 1989. Disponível em: <http://165.158.1.117/muwwww/fulltext/repind49/lesson10/leachate.html> Acesso em: 15/05/2001.

Ferreira, C.M. Avaliação da toxicidade do cobre e do uso de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802) como animais sentinelas. São Paulo: [Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina, Univ. São Paulo]109p, 2002.

Ferreira C. M. Palestra sobre Teste de Toxicidade Aquática para Monitoramento Ambiental. São Paulo, Biológico, v.65, n.1/2, p.17-18, jan./dez., 2003.

Guimarães, J.R.D.; Lacerda, L.D. & Teixeira, V.L. Concentração de metais pesados em algas bentônicas da Baía da Ribeira, Angra dos Reis: Com sugestão de espécies monitoras. *Ver. Brasil. De Biol.* 42: 553-557, 1982.

Graney, R.L. *et al.* Field studies. In: Rand, G.M. (Ed.). *Fundamentals of aquatic toxicology: effects, environmental fate and risk assessment*. Washington: Taylor and Francis, 2. ed., c.9, p. 257-306, 1995.

Gorman, O.T. & Karr, J.R. Habitat structure and stream fish communities. *Ecology*, 59:507-515, 1978.

Goulding, M.; Carvalho, M.L.Ferreira, E.G. Rio Negro: Rich Life in Poor Water. Academic Publishing, Netherlands, 1988.

Goulding, M.; Carvalho, M. L.; Ferreira, E.G. *Rio Negro, rich life in poor water*. SPB Academic, The Hague, Netherlands. 200pp, 1988.

Heath, A. G. Water pollution and fish physiology. Boca Raton: CRC Press, 1987.

Hurvitz, A.; Bercovier, H.; Rijn, J. van. Effect of ammonia on the survival and the immune response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) vaccinated against *Streptococcus iniae*. *Fish & Shellfish Immunology*, v.7, p.45-53, 1997.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa nacional de saneamento básico 2000; Rio de Janeiro: IBGE, 2002.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa nacional da população brasileira; Rio de Janeiro: IBGE, 2004.

IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Lixo Municipal: Manual de gerenciamento integrado. 2000 São Paulo: IPT/CEMPRE.

Leal, P.C. Caracterização e interpretações genéticas de alguns solos da região de Manaus AM. Dissertação de Mestrado. UFPe. 109pp, 1996.

Lemly AD. Ecosystem Recovery Following Contamination in a Freshwater Reservoir. *Ecotox. And Enviromen. Safety*, 36:275-281,1997.

Looser, M.O.; Parriaux, A.; Bensimon, M. Landfill underground pollution detection and characterization using inorganic traces. *Water Research*, 33, 3609-3616,1999.

Lowe-McConnell, R.H. *Ecological Studies in Tropical Fish Communities*. Cambridge University Press, London. 1987.

Lowe-McConnel, R. H. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. Edusp, São Paulo. 535pp, 1999.

Lowe-McConnell, R. H. *Fish communities in tropical freshwater their distribution ecology and evolution*. London logman 377 pp, 1975.

Mattos, J. C. P. *Poluição ambiental dos resíduos sólidos em ecossistemas urbanos: estudo de caso do aterro controlado de Rio Branco - AC*. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo dos Recursos Naturais) Departamento de Ciências da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco-Acre, 104f. 2006.

Martins, M.L. Pilarsky, F. Onaka, E.M. Nomura, D.T. Fenerick, J.J. Ribeiro, K. Makoto, D. Myiasaki, Y. Castro, M.P. Malheiros, E.B. *Hematologia e resposta inflamatória aguda em Oreochromis niloticus (osteichthyes:ciclidae) submetida aos estímulos único e consecutivo de estresse de captura*. B. Inst. Pesca, São Paulo, 30(1), 71-80, 2004.

Mazeaud, M. M.; Mazeaud F. *Adrenergic responses to stresses in fish*, In: Pickering, A. D. *Strees and Fish*. London, New York, Toronto, Sydney, San Francisco: Academic Prees, 49-75p, 1981.

Meador, M. R. & Goldstein, R. M. *Assessing water quality at large geographic scales: relations among land use, water physicochemistry, riparian condition, and fish community structure*. *Environmental Management* 31:504-517, 2003.

Medina F. Hernandea M. Pastor A. *Determination of trace elements in fish tissues by standard addition method*. *Atom. Absorpt. Nwesl.* 14:49-54, 1998.

Metcalf, L. & Eddy, H. P. *Wastewater engineering treatment in reuse*. 4.ed. Mcgraw Hill: Boston, 2003.

Mozeto A. A. & Zagatto P. A. *Introdução de Agentes Químicos no Ambiente* in Zagatto P. A. & Bertoletti E. *Ecotoxicologia Aquática-princípios e aplicações*. 1ª edição, São Carlos, Ed. RIMA, c.2, p26, 2006.

Nessimian, J.L.; Dorvil, L.F.; San Severino, A.M. & Baptista, D.F. *Relation between flood pulse and functional composition of macroinvertebrates benthic fauna in the lower Rio Negro*. *Amazonas Brasil. Amazoniana* 15 : 35-50, 1998.

Noble C. O, Hammond J. L, Beck J. N, Proffitt C. Sneddon J. Direct Determination of Lead in Smoke From Burned Crude Oil by Impact Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry. *Microchem J.* 57:361-369, 1997.

Pawlowsky, U. *Tratabilidade de Efluentes de Fabricação de Herbicidas*. Curitiba. Tese para Concurso Público de Professores Titular do Controle de Poluição Hídrica Industrial – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná. 318f, 1994.

Pepper, I.L.; Gerba, C.P.; Brusseau, M.L. *Pollution Science*. Academic Press. London, UK. 397pp, 1996.

Perry, S. F.: Laurent, P. Environmental effects on fish gill structure and function. In: Rankin, J. C. Jensen, F. B. *Fish Ecophysiology*. Chapman & Hall, London, p 231-264, 1993.

Pickering.A. D., Stress and fish. London, New York, Toronto, Sydney, San Francisco: Academic Press, p1-9, 1981.

Pickering, A.D. & Pottinger, T.G. Stress responses and disease resistance in salmonid fish: effects of chronic elevation of plasma cortisol. *Fish Physiology and Biochemistry*, 7: 253-258, 1989.

Prance, G.T., Lovejoy, T.E. *Amazônia: key environments*. Oxford: Pergamon Press. 40p, 1985.

Porto, Mahatma Sonhará Araújo do. Indicadores de estresse em peixes da Amazônia: sensibilidade em face do tipo de estressor. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). UFAM, 38p. 2005.

Rand, G.M.; Petrocelli, S.R. *Fundamentals of aquatic toxicology: methods and applications*. Washington, D.C.: Hemisphere, 1985.

Randall, D. J. ; Perry, S. F. Catecolamines. In: Hoar, W. S. , Randall, D. J. Farrell, A. P. , *Fish Physiology*. San Diego: Academic Press, pp. 255-300, 1992.

Ranzani-Paiva, M.J.T.; GODINHO, H.M. Hematological characteristics of the curimatá, *Prochilodus scrofa* Steindacher, 1881 (Osteichthyes, Cypriniformes, Prochilodontidae), stocked in experimental conditions B. *Inst. Pesca*, São Paulo, v.13, p.115-120, 1986.

Roth, B. W.; Isaia, E. M. B. I.; Isaia, T. Destinação final dos resíduos sólidos urbanos. *Ciência e Ambiente*, n. 18, p. 25-40, jan./jun. 1999.

Sabino, J.; Zuanon. J. A stream fish assemblage in Central Amazonia: distribution, activity patterns and feeding behavior. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 8(3): 201-210, 1998.

Saldiva, P.H.N. & Böhm, G.M. Animal indicators of adverse effects promoted by air pollution. *Ecosyst. Health*, v.4, n.4, p.230-235, 1998.

Santos U. M., Bringel S. R. B., Bergamin F. H., Ribeiro M. N. G.; Bananeira M. Rios da Bacia Amazônica I Afluentes do rio Negro. *Acta Amazonica*,14 (1-2): 222-237, 1984.

Santos, U. M.; Ribeiro, M. N. G. A hidroquímica do rio Solimões-AM. *Acta Amazonica*, 18 (3-4): 145-172, 1988.

Santos Isaias Nascimento dos.Horbe Adriana Maria Coimbra.Silva Maria do Socorro Rocha da,Miranda Sebastião Atila Fonseca. Influencia de um Aterro Sanitário e de efluentes domésticos nas Águas superficiais do rio Tarumã e Afluentes – AM. *Acta Amazonica*,36:2, 2006.

Schvartsman, S. *Intoxicações agudas*. 4.ed. São Paulo: Sarvier, 355p, 1991.

Silva , C.P.D. Influência das modificações ambientais sobre a comunidade de peixes de um igarapé da cidade de Manaus (Amazonas). Dissertação de mestrado. INPA, Manaus.112p.1992.

Silva, M.S.R.; Ramos, J.P.; Pinto, A.G..N. Metais de transição nos sedimentos de igarapés de Manaus-AM. *Acta Limnologica Brasiliensis*, 11: 89-100p, 1999.

Silva, A. C. Tratamento do percolado de aterro sanitário e avaliação da toxicidade do efluente bruto e tratado.Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ-COPPE, Rio de Janeiro,99f, 2002.

Sioli, H. Valores de pH de águas Amazônicas. *Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi. Geologia*, 1: 1-35, 1957.

Sprague J. B. Aquatic Toxicology. In: C. B. Scherench e P. B. Moyle (Ed.). *Methods for Fish Biology* Bethesda, Maryland, USA: American Fisheries Society. 491-528, 1990.

Strange, R.J.; Schreck, C.B. & Ewing, R.D. Cortisol concentrations in confined juvenile Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Transactions of the American Fisheries Society*, 107: 812-819, 1978.

Thompson, W. L., White, G. C.; Gowan, C. *Monitoring vertebrates populations*. Academic Press, San Diego, CA, USA. 365pp, 1998.

Torres, P.; Duthie, G.G.; Tort, L. Statistical relations of some blood parameters along recovery from imposed stress in dogfish. *Revista Española de Fisiología*, Pamplona, v.42, n.1, p.7-14, 1986.

UOREGON. Manaus. [On line]. Disponível em <http://darkwing.uoregon.edu/~sergiok/brasil/manaus.html> [1999, maio].

Vannote, R.L.; Minshall, G.W.; Cummins, K.W.; Sedell, J.R. & Cushing, C.E. The river continuum concept. *Canadian Journal Fish Aquatic Science*. 37: 130-137, 1980.

Val, A.L.; Almeida-Val, V.M.F. & Afonso, E.G. Adaptive features of Amazon fishes. Hemoglobins, hematology, intraerythrocytic phosphates and whole blood Bohr effect of *Pterygoplichthys multiradiatus* (Siluriformes). *Comp. Biochem. Physiol.*, 97B : 435-440, 1990.

Vijayan, M. M; Pereira, C.; Moon, T. W. Hormonal stimulation of hepatocyte metabolism in rainbow trout following an acute handling stress. *Comp. Biochem. Physiol.* 108c, p. 321-329, 1994.

Walker, I. Algumas considerações sobre um programa de zoneamento da Amazônia. *In: Val, A. L.; Figliuolo, R.; Feldberg, E. (Eds.). Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia. Vol. 1. INPA, Manaus. p. 37-46, 1991.*

Wendelaar Bonga, S. E. The Stress Response in Fish. *Physiol.* 77, 591-625 p, 1997.

Zagatto, P.A. & Goldstein, E.G. Toxicidade em águas do Estado de São Paulo. *Ambiente*, v.5, n.1, p.13-20, 1991.

Zar J. H. *Biostatistical analysis*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall Inc. 7:18, 1984.

Zaret, T. M. & Rand, A. S. Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. *Ecology*, 52(2); 336-342, 1971.

ZIMBRES, Eurico. *Química da água subterrânea*. Meio Ambiente. Rio de Janeiro. Agosto. 2002. Seção:
Água. Matéria eletrônica. Disponível em: <<http://www.meioambiente.pro.br/agua/guia/aguasubterranea.htm>>. Acesso em: 22 abr. 2005.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)