



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ – UFPA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS – ICEN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E MEIO AMBIENTE**

TALES VINÍCIUS MARINHO DE ARAÚJO

**ANÁLISE DO NÍVEL DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL EM UM
ECOSSISTEMA HÍDRICO DO MUNICÍPIO DE BENJAMIN CONSTANT- AM
APARTIR DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS**

**BELÉM-PA
2018**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ – UFPA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS – ICEN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E MEIO AMBIENTE**

TALES VINÍCIUS MARINHO DE ARAÚJO

**ANÁLISE DO NÍVEL DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL EM UM
ECOSSISTEMA HÍDRICO DO MUNICÍPIO DE BENJAMIN CONSTANT- AM
APARTIR DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências e Meio Ambiente da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências e Meio Ambiente.

Área de Concentração Recursos Naturais e Sustentabilidade.

**Orientador: Prof. Dr. Claudio Nahum
Alves**

**BELÉM-PA
2018**



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E MEIO AMBIENTE

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Aos dez dias do mês de agosto do ano de 2018, às 15:00 no Instituto de Tecnologia Educação Galileo da Amazônia -ITEGAM, realizou-se a Defesa de Dissertação, intitulada: **"ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO IGARAPÉ ESPERANÇA EM BANJAMIN CONSTAT-AM"**, de autoria de **TALES VINICIUS MARINHO DE ARAÚJO**, aluno do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Meio Ambiente, em nível de Mestrado Profissional. A Comissão Examinadora esteve constituída pelos professores: **PROF. DR. CLAUDIO NAHUM ALVES**, PRESIDENTE, **DR. DAVI DO SOCORRO BARROS BRASIL**, e **PROF. DR. AILTON GONÇALVES REIS**, membros. Concluídos os trabalhos de apresentação e arguição, o candidato foi **Aprovado**..... pela Comissão Examinadora. Foi concedido um prazo de (**30**) dias, para o candidato efetuar as correções sugeridas pela Comissão Examinadora e apresentar o trabalho em sua redação definitiva, sob pena de não expedição do Diploma. E, para constar, foi lavrada a presente ata, que vai assinada pelos membros da Comissão. Manaus (AM), 10 de agosto de 2018.

Prof. Dr. Claudio Nahum Alves
(Presidente)

Prof. Dr. Davi do Socorro Barros Brasil
(Examinador Interno ao Programa)

Prof. Dr. Ailton Gonçalves Reis
(Examinado Externo à Instituição)

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca de Pós-Graduação do ICEN/UFPA

Araújo, Tales Vinícius Marinho de

Análise de nível de degradação ambiental em um ecossistema hídrico do município de Benjamim Constant- AM a partir dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos/Tales Vinícius Marinho de Araújo; orientador, Cláudio Nahum Alves.-2018.

63f. il. 29 cm

Inclui bibliografias

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Programa de Pós-Graduação em Ciências e Meio ambiente , Belém, 2018.

1. Impacto ambiental. 2. Recursos hídricos-Desenvolvimento-Aspectos ambientais. 3. Água-Poluição. 4. Degradação ambiental. 5. Água-Qualidade. I. Nunes, Cláudio Nahum, orient. II. Título.

CDD 22 ed. 333.714

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Aley Terezinha Pinto Marinho e Antoni Mota de Araújo

As minhas avós Maria Auxiliadora da Silva Pinto e Isabel Lacy Mota e Avô Francisco Liñares Marinho

Aos meus familiares

Aos meus amigos e irmãos da Família B.

Aos colaboradores desta pesquisa: Diandra Barbosa, Simone Pinto de Castro; Natasha Brenda, Douglas Melo

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao grandioso Deus Pai, pelo seu amor e fidelidade concebidos a mim e a toda a minha família. Pelas conquistas, dificuldades, lutas e vitórias.

Aos meus queridos e amados pais, por todas as suas dedicações em todos esses anos. Pela orientação e amor incondicional, em todas as fases da minha vida e pelo esforço incansável para garantir meu sucesso.

A todos os meus familiares, principalmente aos meus tios Itelvino Moises Pinto Magalhães, Alcilene Monteiro Magalhaes e Edmara Silva Martins pelo apoio e acolhimento na minha jornada.

Aos meus eternos amigos e irmãos da Família B., Adrielle Melo, Brenda Melo, Jucyanne Cavalcante, Marck Moutinho, Alzira Christe, Venâncio Oliveira, Laura Raquel, Martucha Darck, Karine Cruz, Karina Cruz e Sander Claiver, pelo incentivo, carinho, união e amizade acima de tudo.

Aos meus amigos e companheiros de Curso: Flávia Karenine, Rodrigo, Kellen Cruz, Cássia Valente pelo auxílio e compreensão no decorrer da trajetória acadêmica.

Ao meu orientador Prof. Dr. Cláudio Nahum Alves, e demais profissionais que colaboraram para a execução desta pesquisa: Prof Dr. Marcelo Lima; Natasha Brenda e toda sua equipe do Instituto Evandro Chagas, e Douglas Melo doutorando da UFPA. A técnica de Laboratório do Sistema de Saneamento do Amazonas Diandra Barbosa, e minha prima Simone Pinto de Castro.

Enfim, a todos que contribuíram de alguma forma, não só para a realização deste trabalho, como para minha vida, e formação acadêmica e profissional.

EPÍGRAFE

“Seja a mudança que você quer ver no mundo”.

Mahatma Gandhi

LISTA DE FIGURAS

Figura 01.	Localização dos pontos de coleta em Benjamin Constant-AM.....	26
Figura 02.	Pontos (A-P1, B-P2,C-P3,D-P4,E-P5 e F-P6), locais de coleta das amostras.....	28
Figura 03.	Soluções despejadas nas placas de análise microbiológica.....	30
Figura 04.	Placas com amostras levadas a estufa	30
Figura 05.	Potencial de hidrogênio da água observados nos diferentes pontos de coleta do Igarapé.....	32
Figura 06.	Vegetação presente nas margens do Igarapé no ponto P1.....	33
Figura 07.	Valores aferidos do parâmetro Cor nos pontos de coletas observados.....	34
Figura 08.	Valores aferidos do parâmetro Turbidez nos pontos de coletas.....	35
Figura 09.	Despejo de dejetos domésticos no Igarapé Esperança- Ponto 05..	36
Figura 10.	Temperaturas aferidas nos pontos de coletas do Igarapé Esperança.....	37
Figura 11.	Determinações de resultados de Sólidos Totais dissolvidos nos pontos de coleta.....	38
Figura 12.	Área indicando ausência de mata ciliar localizada no Ponto de coleta P4.....	39
Figura 13.	Valores aferidos do Parâmetro Oxigênio Dissolvido nos pontos de Coleta.....	40
Figura 14.	Resultados de determinações de Chumbo nos pontos de coletas do Igarapé Esperança.....	43
Figura 15.	Resultados de determinações de Mercúrio nos pontos de coletas do Igarapé Esperança.....	44
Figura 16.	Resultados de determinações de Alumínio nos pontos de coletas do Igarapé Esperança.....	46
Figura 17.	Resultados de determinações de Ferro nos pontos de coletas do Igarapé Esperança.....	47
Figura 18.	Ocorrência de Erosão e Assoreamento nos pontos P3 e P4.....	48
Figura 19.	Quantidade de Coliformes Termotolerantes nas amostras coletadas.....	50
Figura 20.	Quantidade de Bactérias Heterotróficas nas amostras coletadas no Igarapé.....	51
Figura 21.	Valores de Coliformes Totais correspondentes aos pontos de coleta do Igarapé.....	52
Figura 22.	Concentração de Resíduos Sólidos nos pontos P2 e P5.....	53

LISTA DE QUADROS

Quadro 01.	Doenças Veiculadas pela água e seus agentes	21
Quadro 02.	Parâmetros utilizados par analise de aguas superficiais.....	23

SUMÁRIO

CAPITULO I	12
1. INTRODUÇÃO	12
DEGRADAÇÃO AMBIENTAL: HISTÓRICO, CAUSAS E	
1.1. CONSEQUENCIAS AO MEIO AMBIENTE NATURAL	14
1.2. POLUIÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS	18
1.3. PARÂMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DAS	
ÁGUAS	22
2. OBJETIVOS	25
2.1. GERAL	25
2.2. ESPECÍFICOS	25
CAPITULO II	
3. METODOLOGIA	26
3.1. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE	
ESTUDO	26
3.2. ÁREA DE AMOSTRAGEM E PONTOS DE COLETA	
3.3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	27
3.3.1. Análise das Variáveis Físico-químicas e Microbiológicas das	
1 amostras de Águas Superficiais	29
3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS	31
CAPITULO III	
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
4.1. ANÁLISE DOS PARÂMETROS FÍSICOS DAS ÁGUAS	
SUPERFICIAIS	32
4.2. METAIS PESADOS NO ECOSSISTEMA HÍDRICO	42
4.3. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS	49
4.4. PROMOÇÕES DE RECUPERAÇÃO DO IGARAPÉ	
ESPERANÇA/ BENJAMIN CONSTANT- AM	53
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

RESUMO

O crescimento populacional desordenado, associado à expansão urbana acelerada tem gerado uma progressiva redução da qualidade ambiental em ecossistemas hídricos. O Igarapé Esperança é o corpo hídrico de maior abrangência na área urbana do município de Benjamin Constant- AM, sendo um canal que recebe tanto a água pluvial, quanto esgotos lançados sem tratamento, refletindo diretamente na qualidade da água que é despejada no rio Javari. Este trabalho objetivou conhecer através da análise de alguns parâmetros da água o nível dos impactos ambientais em um ecossistema hídrico do mencionado município localizado no interior do estado do Amazonas, em uma região de Tríplice Fronteira. As amostras foram coletadas em 06 pontos específicos, de menor e maior concentração urbana, em dois períodos que corresponderam a menor e maior precipitação. Foram utilizados Parâmetros Físico-químicos (pH; temperatura; Cor; Oxigênio Dissolvidos; Sólidos Totais Dissolvidos e Turbidez- Metais Pesados: Chumbo; Mercúrio; Alumínio e Ferro) e Microbiológicos (Coliformes Fecais; Coliformes Totais e Bactérias Heterotróficas). A partir da pesquisa foi possível correlacionar os resultados obtidos com as atividades antropogênicas visualizadas no momento da coleta, evidenciando e confirmando que o aumento dos núcleos habitacionais no entorno do corpo d'água ocasiona a degradação ambiental, uma forte ameaça à saúde da população local e da biota. Averiguou-se alguns sinais de degradação ambiental em todo o percurso do efluente, verificando que cerca de 85% dos parâmetros utilizados para a análise apresentaram valores que ultrapassaram os limites permitidos pela portaria do Ministério da Saúde (2011), voltando a preocupação para alguns moradores que ainda utilizam as águas superficiais para fins domésticos, possibilitando o aparecimento de doenças características de ecossistemas hídricos impactados, além de afetar a biota local.

Palavras- Chave: Poluição Hídrica. Parâmetros. Igarapé

ABSTRACT

Disorganized population growth associated with accelerated urban expansion has led to a progressive reduction of environmental quality in water ecosystems. The Igarapé Esperança is the most extensive water body in the urban area of the municipality of Benjamin Constant-AM, being a channel that receives both rainwater and untreated sewage, directly reflecting the quality of the water that is discharged into the Javari river. This work aimed to know through the analysis of some parameters of water the level of environmental impacts in ecosystem of the mentioned municipality located in the interior of state Amazonas, in a region of Triple Border. The samples were collected at 06 specific points, with lower and higher urban concentration, in two periods that corresponded to lower and higher precipitation. Physical and Chemical Parameters (pH, temperature, Color, Dissolved Oxygen, Dissolved Total Solids and Turbidity- Heavy Metals: Lead, Mercury, Aluminum and Iron) and Microbiological (Fecal Coliforms, Total Coliforms and Heterotrophic Bacteria) were used. From the research it was possible to correlate the results obtained with the anthropogenic activities visualized at the time of collection, evidencing and confirming that the increase of the housing nuclei around the body of water causes environmental degradation, a strong threat to the health of the local population and of biota. It was verified some signs of environmental degradation throughout the effluent course, verifying that about 85% of the parameters used for the analysis presented values that exceeded the limits allowed by the Ministry of Health (2011), returning the concern for some residents which still use surface waters for domestic purposes, allowing the appearance of diseases characteristic of impacted water ecosystems, in addition to affecting the local biota.

Keywords: Water Pollution. Parameters. Igarapé

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

A Floresta Amazônica possui a maior biodiversidade, sociodiversidade, e detentora morfoclimática e fitogeográfica do mundo, em uma “área de 6,3 milhões de Km², sendo aproximadamente 5 milhões somente em território brasileiro, abrangendo a maioria dos países da América do Sul, como Bolívia, Colômbia, Equador e Peru” (HAFFER,2002).

Além do mais, a floresta é fornecedora de diversas atividades essenciais para a dinâmica ambiental local e mundial, incluindo a manutenção da biodiversidade, ciclagem de água e principalmente o armazenamento de carbono. De maneira exponencial, a armazenagem de todo o carbono, elemento que compõe cerca de 50 % do peso da árvore, quando desmatadas vastas áreas, “é liberada para a atmosfera como gás carbônico (CO₂) e metano (CH₄), contribuindo para o Efeito Estufa e conseqüentemente as mudanças climáticas no planeta” (FERNANSIDE, 1995).

Possui a maior bacia de drenagem do mundo, com cerca de 700.000km² (URSZTYN, 2004). É formada por uma diversidade de corpos d’água, não somente grandes rios e lagos, mas também inúmeros pequenos riachos que constituem uma das redes hídricas mais densas do mundo (JUNK, 1983). Na Amazônia, os igarapés de terra firme, em sua maioria, apresentam águas ácidas, devido à presença de ácidos húmicos e fúlvicos.

Como visto, a água nesta extensa floresta é essencial para a vida e dinâmica dos ecossistemas vivos e das populações locais. Os igarapés consistem em um dos recursos naturais que mais diretamente sofrem com os impactos decorrentes do crescimento urbano. Até recentemente utilizados de maneira abundante, os recursos hídricos em muitas regiões da Amazônia vêm se tornando cada vez mais escassos na medida em que ocorre a expansão da população (FARIA, 2010).

Porém, esta floresta não está alheia “a degradação ambiental proveniente do desenvolvimento mascarado, da destruição causada pelo desmatamento excessivo da floresta e poluição dos recursos hídricos” (FARIA, 2010). As externalidades potencializam as problemáticas ambientais e mudanças socioambientais das populações amazônicas, que obtêm suas subsistências dos recursos disponibilizados

pela floresta, principalmente dos ecossistemas hídricos. As condições ambientais atuais nas diversas regiões da Amazônia recaem de um passado marcado pelo processo de colonização, no qual houve início a exploração dos recursos naturais, estendendo-se aos dias atuais de forma exponencial.

Parafraseando Vieira (2000), os impactos ambientais provocados principalmente pelo desmatamento da camada vegetal e nos recursos hídricos por exemplo, não só causam danos e prejuízos ecológicos, mas principalmente perdas culturais, prejudicando o modo de vida de quem sobrevive na Amazônia, que na maioria das vezes está intrinsecamente correlacionado com a natureza.

As ocupações desordenadas segundo Veiga (2008), caracterizadas como urbanas e rurais, contribuem para as modificações nas passagens naturais, principalmente aquáticas devido a utilização e subaproveitamento das populações humanas pelas águas superficiais. A qualidade da água nas bacias de pequenas dimensões, constituem umas das principais preocupações do século XX, e são representadas pelos parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Esta avaliação objetiva-se em agrupar um grande número de informações sobre as possíveis alterações ambientais em um corpo hídrico (VEIGA,2008).

A região Amazônica conhecida como Alto Solimões, mais precisamente no município de Benjamin Constant- AM, localizado às margens dos rios Javari e Solimões, em uma região caracterizada pela grande diversidade vegetal e animal, e marcada pela diversidade sociocultural, representada por etnias indígenas abundantes na região, apresenta uma rica extensão de mananciais, que percorrem todo o seu território urbano, porém nos últimos anos, em virtude do crescimento dos núcleos populacionais aliado ao desenvolvimento urbano, tem ocorrido a poluição hídrica, gerando o “aumento de despejo de resíduos sólidos e líquidos, produzindo condições ambientais inadequadas a vida da fauna e flora local, ocasionada pelas atividades antrópicas” (SIQUEIRA,2012).

Apesar desse convívio com a natureza, a cidade apresenta sérios problemas e alterações ambientais, ocasionados pelo consumo da floresta, pesca excessiva sem a preocupação com o manejo adequado das espécies, além do descarte inadequado de resíduos sólidos e líquidos nos recursos hídricos, tornando uma situação agravante para o ambiente natural e para a população local. Estas alterações ambientais são decorrentes “do crescimento acelerado e mal planejado das cidades e dos hábitos

culturais das comunidades que se intensificam, especialmente no ambiente urbano” (SILVA ET AL, 2009).

Um dos principais recursos hídricos da região mencionada é o Igarapé Esperança, onde é possível perceber a Degradação Ambiental dos recursos naturais, crescimento demográfico desmedido e os fatores de poluição mais evidente, lançamento de esgoto doméstico e acúmulo de resíduos sólidos e líquidos que refletem na saúde pública e no saneamento básico inadequado ou quase inexistente. Desta forma, qual seria o nível de Degradação Ambiental neste recurso hídrico?

O lançamento de efluentes *in natura* neste recurso hídrico resulta em vários problemas socioambientais, impactos significativos sobre a vida aquática e o meio ambiente como um todo. Os dejetos elevam a concentração de nutrientes num determinado corpo d’água, podendo ocorrer o processo de eutrofização do mesmo (PAULA, 2011).

Diante dos problemas ambientais visíveis no Igarapé Esperança, que recebe todos os dejetos produzidos pelos residentes que vivem em seu entorno e os que são trazidos pelas águas das chuvas e das cheias, surgiu à necessidade de pesquisar o nível de Degradação Ambiental neste manancial, utilizando como objeto de análise alguns parâmetros Físico-químicos e biológicos de amostras de águas superficiais e sedimentos no trecho que corresponde a zona Urbana do município de Benjamin Constant- AM.

1.1. DEGRADAÇÃO AMBIENTAL: HISTÓRICO, CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS AO MEIO AMBIENTE NATURAL

O crescimento populacional desordenado, associado à expansão urbana acelerada tem gerado uma progressiva redução da qualidade ambiental. Os reflexos desse crescimento são evidentes nos aglomerados urbanos. Esta expansão territorial em busca de novos espaços, seja para moradia ou outras atividades, acabam provocando a ocupação de regiões ambientalmente sensíveis, principalmente nas margens de recursos hídricos.

A apropriação humana em relação aos recursos naturais trouxe um certo desequilíbrio ao meio ambiente natural. De acordo com o Conselho Nacional do Meio

Ambiente – CONAMA (BRASIL,2005), caracteriza e nomeia as negativas alterações ao ambiente natural como Degradação ambiental, que pode ser entendida como,

[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante de atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem estar da população; as atividades sociais e econômicas; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL,2005).

É o resultante de um conjunto de fatores interativos provenientes do desenvolvimento econômico, político, tecnológico e cultural (LOUREIRO, 2008). Porém, esta degradação ao ambiente natural não surgiu apenas dos fatores conjunturais de instinto humano. Suas consequências também não só derivam do uso irracional e desmedido destes recursos, mas de uma “conjuntura, derivado do capitalismo, modernidade, industrialismo, urbanização e tecnocracia” (LOUREIRO, 2008), assumida pelo estilo de vida moderna, que altera drasticamente a versão original dos ecossistemas.

As ações antrópicas, relacionadas diretamente as atividades humanas negativas ao ambiente natural, afetam segundo Borsoi e Torres (1997), direta ou indiretamente, “a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a fauna e a flora; as condições estéticas e sanitárias do meio; e a qualidade dos recursos ambientais”, necessárias para a manutenção da vida dos ecossistemas naturais.

Dependendo do grau de agressão ambiental, o ambiente impactado necessita de “ações corretivas como estratégia para reversão das diversas perturbações, porém a partir de um certo nível, esta recuperação pode ser impossível, ou somente em um longo prazo de tempo” (GOIS, 2008).

A Embrapa (1996), lista alguns pontos apresentados por ambientes degradados, geralmente localizados em áreas de aglomeração urbana como:

- Destruição de nascentes de cursos d'água;
- Destruição da paisagem;
- Poluição por falta de saneamento básico;
- Destruição da rede de drenagem;
- Abertura de cascalheiras;

- Áreas de extração de areia, estradas, cortes de morros, aterros e drenagens, voçorocas;
- Desmatamento para obtenção de lenha e escoras para construção e fornos;
- Aumento da poluição das águas com esgoto e do solo com lixo;
- Expansão do tráfego de veículos e consequente poluição atmosférica e sonora;
- Intensificação da descaracterização da paisagem e biota nativas pela expansão de áreas ocupadas com plantas e animais exóticos (EMBRAPA, 1996).

Esta alteração ao ambiente natural caracterizada como impacto ambiental negativo, ganhou força em codominância a Evolução Industrial na Europa e a exploração do petróleo em meados dos séculos XVI a XIX, dando início a uma intensa exploração aos recursos naturais. Este período foi marcado pela iniciação das diversas problemáticas ambientais no continente Europeu, ocasionados pela retirada excessiva de recursos naturais considerados matéria- prima para a construção de casas e móveis e obtenção de lucro capital.

Segundo Arruda e Quelhas (2010), em meados do século XVI, “o uso de tais recursos foi tão intenso, que na Espanha e Portugal, as florestas começaram a desaparecer de forma repentina, tornando-se escassa a sua existência”. Não só em Portugal, mais como todos os países Europeus, passaram a desmatar e a utilizar tais matérias primas de forma desregrada, ocorrendo o descontrole desmedido.

Com os problemas ambientais presentes em todo o continente Europeu, em 1560, deu-se início na Alemanha debates e reuniões entre políticos e autoridades locais sobre a “preocupação pelo uso racional dos recursos naturais, de forma que pudessem regenerar e mantê-los permanentemente, tornando-se então o país pioneiro no que diz respeito a tais questões” (ARRUDA; QUELHAS, 2010).

Em 1795, deu-se início a primeira obra literária acerca da devastação das florestas europeias, nomeada: Indicações para a avaliação e descrição das florestas (Anweisung Zur Taxation und Beschreibung der Forster), no qual o autor Carl Georg Ludwig Harting, afirmou: “Deveremos usar as florestas de tal maneira que as futuras gerações, tenham a mesma vantagem que a atual” (BARBIERI 1998).

Com o passar dos anos, tais discussões relacionados a problemáticas ambientais ganharam tamanha repercussão e notoriedade entre os críticos da época, ocorrendo a promoção de alguns estudos dirigidos sobre o desenvolvimento

ambiental. Está década ficou conhecida segundo Godard (1997) como a “Primeira década das Nações Unidas em prol do desenvolvimento”.

Em consequência, em meados dos anos de 1960, ocorreram diversas discussões que envolviam os problemas ambientais, a partir das preocupações que a sociedade assumia em relação a situação da degradação do planeta, que ganhava o mundo através dos, “movimentos ambientalistas que lutavam contra a escassez dos recursos naturais, mudanças nas condições climáticas do planeta, poluição resultantes do crescente processo de industrialização, emissão de gases poluentes e exploração intensiva do ambiente com fins de crescimento econômico e alta produção” (GODARD, 1997).

Os termos “Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável” surgiram então de estudos da Organização das Nações Unidas (ONU), realizada na Conferência de Estocolmo em 1972 sobre mudanças climáticas como uma resposta para a humanidade perante a crise social e ambiental pela qual o mundo enfrentava a partir da segunda metade do século XX (UNESCO, 2005).

Em 1987, a Assembleia Geral das Nações Unidas apresentou ao mundo o relatório Brundtland, que consistia no resultado das análises feitas pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento. Foi então que a Comissão de Brundtland elaborou o relatório nomeado de Our Common Future, no qual a primeira ministra norueguesa Gro Harlem Brundtland, apresentou sua seguinte definição sobre o conceito de Desenvolvimento Sustentável, apresentando-o como sendo: “a forma como as atuais gerações satisfazem as suas necessidades sem, no entanto, comprometer a capacidade de gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades” (BRUNDTLAND APUD SCHARF, 2004).

Atualmente os impactos ambientais estão fortemente ligados aos fatores de uso e ocupação dos recursos hídricos e de solo, uma vez que estas formas de ocupação e manejo ocasionam o tipo e o grau de impacto, o qual atinge de maneira diferente o ambiente (DIAS,2002).

Nesse contexto, estudos relacionados à degradação ambiental em recursos hídricos são essenciais para o entendimento e compreensão de aspectos voltados a relação homem-natureza. Tais estudos e análises constituem instrumentos e alternativas necessárias, que fornecem subsídios para um planejamento que direcione o desenvolvimento da qualidade de vida e a sustentabilidade ambiental.

1.2.POLUIÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS:

A água é um recurso natural essencial para o controle fisiológico dos organismos vivos e equilíbrio dos ecossistemas naturais. O Brasil detém boa parte da água doce disponível no mundo, distribuídos em suas extensas bacias hidrográficas e em suas reservas subterrâneas. Cerca de 70% de disponibilidade da água doce encontra-se na região Amazônica, para uma população que não atinge 5% da quantidade nacional (REBOUÇAS et al, 1999).

No entanto a maior demanda de consumo da água doce do país é exercida pela agricultura, principalmente pela atividade de irrigação, estimado em 56% do consumo diários, seguidos pelo uso urbano 21%, através do consumo doméstico, nos processos industriais 12%, nas zonas rurais 6% e na pecuária 5% (ANA,2012). O uso exacerbado dos recursos hídricos ocasiona a escassez e conseqüentemente a crise hídrica, que no Brasil é uma das problemáticas atuais. Porém, o crescimento populacional acentuado e o aumento dos grandes núcleos urbanos, trouxe consigo problemas ambientais gerados pela má gestão destes recursos hídricos.

No Brasil, as potencialidades de uso das águas doces são extremamente favoráveis, porém as características e o perfil de uso destas águas em diversas regiões do país, têm sido drasticamente afetadas. São altos os níveis de ocupação urbana nas margens de igarapés, rios e córregos, e a população não têm levado em conta a capacidade dos ecossistemas hídricos de suportar a demanda e consumo de água (REBOUÇAS, 1999).

[...] Este quadro está sensivelmente associado ao lançamento – deliberado ou não – de mais de 90% dos esgotos domésticos e cerca de 70% dos efluentes industriais não tratados, o que tem gerado a poluição dos corpos de água doce de superfície em níveis nunca antes imaginados (REBOUÇAS, 1999).

Não só no Brasil, mas em todo o mundo, níveis insustentáveis de água são utilizados diariamente para o uso humano em muitas atividades (agropecuária e piscicultura) mais que afetam a integridade dos ecossistemas. A água é um recurso que, “embora possa ser utilizado diversas vezes, sofrerá um declínio progressivo na sua qualidade, a não ser que haja algum tipo de tratamento, seja esse natural ou industrial” (UNESCO, 2005).

Uma preocupação pertinente a população contemporânea é a poluição dos mananciais. Quando um ecossistema hídrico é degradado e modificados por ações

antrópicas, configura-se um risco a sobrevivência ambiental e humana. Durante as últimas décadas do século XX, aconteceram vários eventos e debates sobre a conservação e manutenção dos recursos naturais, dando atenção maior aos recursos hídricos. Preocupações como quantidade e qualidade disponíveis nos ecossistemas hídricos para os seres humanos do planeta, tornou-se eminente, sendo necessário a execução de monitoramentos e estudos ambientais das diversas bacias hidrográficas (OLIVEIRA et al.,2005).

Boa parte da degradação dos recursos hídricos é decorrente dos despejos de rejeitos de origem domestica em regiões com aglomerados urbanos, provocando a contaminação das águas superficiais, tem sido uma das maiores preocupações voltadas a saúde e bem estar do homem, principalmente em regiões que apresentam condições inadequadas de saneamento e suprimento de água. (MINISTÉRIO DA SAÚDE/FUNASA, 2003). Infelizmente todo o esgoto doméstico lançados e despejados nas aguas superficiais transportam produtos residuais frequentemente tóxicos, e sua presença degradam preocupantemente nos ambientes naturais de rios, lagos e igarapés (WHITE,1998).

Segundo a Agencia Nacional de Águas (ANA,2012), as principais causas da péssima qualidade das aguas brutas acontecem pelo descontrole no crescimento populacional ao entorno dos corpos d'água, acompanhado de ausência de investimentos em saneamentos básicos, contaminação por fontes domesticas, industriais, de atividades agropecuária e mineração.

Com os despejos de diversos poluentes nos corpos hídricos, ocorre alterações e modificações em suas características físicas, químicas e biológicas. De acordo com a Resolução do CONAMA 357 (Brasil, 2005), estabelece valores aceitáveis para os diversos tipos de parâmetros nas aguas brutas, classificando estes recursos hídricos de acordo com a sua utilização. A classificação padroniza os corpos d'água e permite o estabelecimento de metas para se atingir o nível de qualidade desejada (BRASIL,2005).

O autor Lima (1999), relata que existem dois fatores relevantes que ocasionam a ingerência na qualidade de um corpo hídrico: o espacial e o sazonal. O fator espacial está relacionado a localização geográfica e seus usos como áreas industriais, agrícolas e urbanas, e seus componentes contaminantes. O fator sazonal está associado a pluviosidade e suas variações de vazão, que acabam interferindo nos parâmetros físico- químicos das aguas superficiais e sedimentos de um rio ou igarapé

como ph, turbidez, sólidos totais e em suspensão, condutividade elétrica dentre outros.

A intensa utilização destas águas nas residências ao entorno destes ecossistemas hídricos, produz um intenso ciclo de contaminação, através da emissão de efluentes, e que segundo Tucci (2008), é ocasionado por diversos fatores como:

- Despejo do esgoto sanitário sem tratamento diretamente nos corpos hídricos;
- Transporte de grande quantidade de material orgânico e metais que são transportados pelo esgoto pluvial durante as épocas de chuva;
- Ocupação irregular das áreas urbanas;
- Contaminação por efluentes industriais, despejados de maneira irregular e sem atender os parâmetros mínimos exigidos pela legislação;
- Contaminação de águas subterrâneas por despejos industriais e domésticos, por meio das fossas sépticas, vazamento dos sistemas de esgoto sanitário e pluvial, entre outros;
- Disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos.

De acordo com pesquisas da Agência Nacional de Saneamento Básico regulamentada pelo IBGE (2010), cerca de 28,5% dos municípios brasileiros realizam o tratamento adequado dos esgotos domésticos por redes coletoras, porém 55% dos municípios brasileiros não possuem tratamento adequado, e grande parte deste é despejado nas águas, impactando negativamente a qualidade dos recursos hídricos e no aumento da proliferação de patógenos, oferecendo riscos à saúde dos moradores locais.

A contaminação da água principalmente por coliformes fecais é indicada por muitos autores como causadoras de surtos de várias doenças, que segundo o Ministério da Saúde (BRASIL, 2006), são diversas e podem ser causadas por manifestação de alguns micro-organismos patogênicos, como demonstra a tabela 01 disponibilizada pelo Ministério da Saúde/ FUNASA (2003).

Quadro 01. Doenças Veiculadas pela água e seus agentes

Origem	Doenças	Agentes patogênicos
BACTERIANA	Febre Tifoide e paratifoide	<i>Salmonella typhi</i> <i>Salmonella parathyphi A e B</i>
	Desinteira bacilar	<i>Shigella sp</i> <i>Víbrio cholerae</i>
	Cólera	<i>Eschirichia coli</i> <i>enterotóxica</i> <i>Campylobacter</i>
	Gastroenterites agudas e diarreias	<i>Yersinia enterocolítica</i> <i>Salmonella sp</i> <i>Shigella sp</i>
	Hepatite A e B	Vírus da hepatite A e B
	Poliomielite	Virus da poliomeilite Virus Norwalk
VIRAL	Gastroenterites agudas e crônicas	Rotavirus Enterovirus
	Desinteria amebiana	Adenovirus
	PARASITÁRIAS	Gastroenterites

Fonte: OPAS, 1999.

Segundo o relatório realizado pela Conferencia Pan Americana de Saúde e Ambiente Humano Sustentável, cerca de 30% da população brasileira consome água provenientes de fontes inseguras, sendo que boa parte que são atendidos pelo abastecimento público nem sempre recebem água em qualidade e quantidade adequada (COPASAD, 1995).

Conforme os dados da COPASAD (1995), a água poluída pode veicular um elevado número de enfermidades, e essa transmissão pode se dar pelos diferentes mecanismos descritos abaixo:

- (i) Deficiência na higiene;
- (ii) Acondicionamento da água em vasilhames, para fins de preservação, podendo esses recipientes tornarem-se ambientes para procriação de vetores e vulneráveis à deterioração da qualidade, e

- (iii) Fontes alternativas de abastecimento, que constituem potenciais riscos à saúde, seja pelo contato das pessoas com tais fontes (risco para esquistossomose, por exemplo), seja pelo uso de águas de baixa qualidade microbiológica (risco de adoecer pela ingestão).

Segundo a portaria 2.914 publicada em 12 de dezembro de 2011, regulamentada pelo Ministério da Saúde, dispõe sobre os procedimentos no controle e na vigilância da qualidade das águas, conforme seus padrões de potabilidade, apresentando como definição de água potável estabelecidos neste documento como “aquela que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde (BRASIL, 2012).

1.3. PARÂMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DAS ÁGUAS

Alterações nas composições nas águas superficiais e sedimentos de corpos hídricos são ocasionados principalmente pela emissão direta de rejeitos que variam conforme sua origem. A utilização dos parâmetros químicos, físicos e microbiológicos em análises de águas superficiais e sedimentos segundo Paula (2011) é de extrema importância, pois favorece a possibilidade de monitoramento de possíveis alterações nas suas propriedades, verificando os níveis de concentrações de determinados rejeitos.

Esta mesma autora ressalta ainda que o fator sazonalidade deve ser considerado, em função do aumento da carga de materiais pelas águas superficiais durante períodos de intensa precipitação, bem como a ressuspensão de elementos já existentes (PAULA, 2001).

No processo de avaliação da qualidade das águas e sedimentos de um corpo hídrico, as análises físico-químicas e biológicas são essenciais para a averiguação de qualquer alteração em suas propriedades que possa ocasionar algum impacto ambiental. Tais análises são normatizadas pela Resolução do CONAMA 357/2005, e cada tipo de parâmetro deve apresentar os padrões estabelecidos pelas normas vigentes. Os parâmetros utilizados para a averiguação das águas superficiais nesta pesquisa estão dispostas na tabela 02, desempenhando funções específicas para a

averiguação da qualidade e da potabilidade das águas, em relação a sua utilização por humanos e espécies de animais e vegetais.

Quadro 02. Alguns Parâmetros utilizados para análise da água.

Parâmetros Físico-químicos	Parâmetros Microbiológicos
- <i>Ph</i> ;	- <i>Bactérias Termotolerantes</i> ;
- <i>Turbidez</i> ;	
- <i>Cor</i> ;	- <i>Bactérias Heterotróficas</i>
- <i>Condutividade elétrica (mv)</i> ;	
- <i>Temperatura</i> ;	- <i>Coliformes Totais</i>
- <i>Sólidos Totais dissolvidos</i> ;	
- <i>Oxigênio dissolvido</i>	
- <i>Salinidade</i> ;	
- <i>Metais: Alumínio; Cádmio; Cobre; Ferro; Zinco; Mercurio; Chumbo; Arsênio; Urânio; Manganês; Titânio</i>	

Fonte: ANA, 2012

Alguns elementos químicos de origem natural, como os metais, apresentam importantes consequências biológicas, permitindo que muitas espécies de fauna e flora se adaptassem geneticamente e fatores como essencialidade, bioacumulação e tolerância se tornassem típicos desses elementos (KOMJAROVA E BLUST, 2008). Estes mesmos autores comentam que os metais são elementos essenciais para diversas atividades fisiológicas como metabolismo, atuando principalmente na síntese proteicas de espécies encontradas nos ecossistemas hídricos, porém alguns íons metálicos são considerados tóxicos mesmos em pequenas quantidades.

Os problemas ambientais nos ecossistemas hídricos muitas das vezes decorrem das altas concentrações de metais em função dos seus altos níveis de toxicidades e distribuição ampla por meio principalmente das atividades antrópicas (JARDIM, 2011).

A averiguação de metais tóxicos em ecossistemas hídricos, principalmente os metais Al, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb e Zn, ocasionam muitas preocupações quanto sua presença e influencias nos corpos hídricos naturais. Estes elementos

considerados poluentes, encontram-se amplamente disseminados nos ambientes aquáticos, provenientes tanto de processos naturais quanto de origem antrópicas, porém apenas concentrações consideradas acima das consideradas “naturais” representam riscos a biota (IUPAC,2008).

Detecção de determinados metais em águas superficiais segundo a IUPAC (2008), é de considerável importância pelo fato de estabelecer quais os níveis de influências para os ecossistemas naturais, assim como monitorar e controlar as fontes críticas pelas quais atingem a hidrosfera.

A análise microbiológica também é considerada relevante para estudos de monitoramento de águas naturais, pois é possível verificar a influência de alguns microrganismos na qualidade da água, um exemplo é a presença de bactérias típicas de locais degradados como o caso do grupo Coliformes, formada por bactérias que incluem os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwinia* e *Enterobacteria*.

Desta forma segundo Brasil (2007), para as supostas averiguações da qualidade das águas, é essencial que os parâmetros físicos- químicos e microbiológicos encontrem-se dentro dos valores exigidos pela legislação da Conama nº Resolução nº357, de 17 de março de 2005, garantindo que a água apresente boa qualidade e esteja livre de micro-organismos patogênicos e substâncias tóxicas que ocasionem danos a biota e a saúde humana.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Analisar o nível de Degradação Ambiental no Igarapé Esperança em Benjamin Constant, Amazonas.

2.2 Específicos

- Realizar uma análise Físico-Química e Microbiológica das águas superficiais em pontos de coleta estratégicos do Igarapé.

- Identificar as fontes poluentes e os danos ocasionados pelas ações antrópicas nos pontos demarcados do corpo hídrico.

- Propor ações para possíveis campanhas de recuperação junto a Secretaria Municipal de Meio Ambiente- SEMMA.

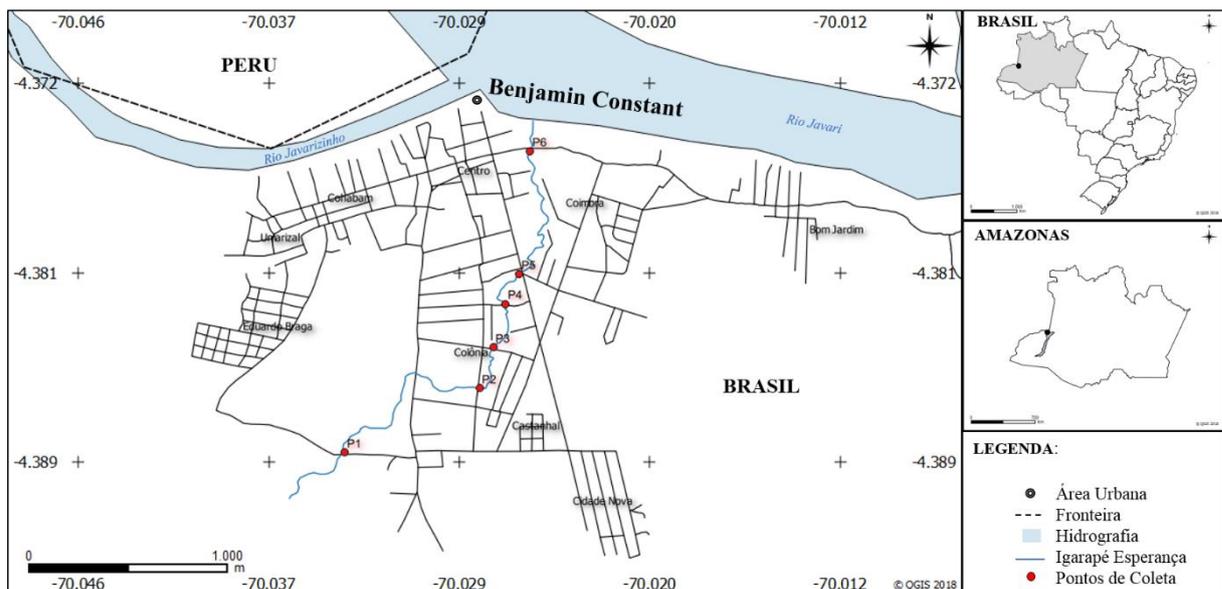
CAPÍTULO II

3.METODOLOGIA

3.1.LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada no Igarapé Esperança, corpo hídrico de maior abrangência, presente no percurso que corresponde a área urbana da sede do município de Benjamin Constant (1.116 km de Manaus), cidade pertencente a sub-região da Bacia Amazônica denominada microrregião do Alto Solimões no sudoeste do estado do Amazonas, entre as coordenadas: 4°23'19.56" S - 70°1'31.99" O, em uma área de tríplice fronteira Brasil, Colômbia e Peru (IBGE,2010), demonstrado na figura 01.

Figura 01. Localização dos pontos de Coleta no Município de Benjamin Constant- AM.



Fonte: CASTRO (2018)

Sua altitude é de aproximadamente 66 metros acima do nível do mar, localizada na grande planície fluvial cujos limites a oeste as Cadeias de montanhas Andinas (nascentes do Solimões/Amazonas) e a leste o Oceano Atlântico. Nesta região predomina-se o clima do tipo "Am" tropical, quente e úmido, com precipitação elevada, variando conforme as estações no ano (HIEZ, 1992).

As características climáticas do município (temperatura, precipitação e pluviosidade), são influenciadas pelos períodos sazonais da Região Hidrográfica da Amazônia. O município está incluso no clima úmido a super-úmido, caracterizado por duas estações bem definidas, que correspondem a estação chuvosa e/ou inverno Amazônico (Novembro a Maio) e a estação seca e/ou Verão Amazônico (Junho a Outubro), segundo dados do (IBGE, 2010).

Pela proximidade a linha do Equador, é considerada uma região quente e úmida, com temperaturas médias mínimas “de 25°C e médias máximas de 29°C, apresentando umidade relativa do ar que variam conforme a estação, alcançando 100% no período de chuva, e 60 % no período de seca, de acordo com a classificação do Köppen” (IBGE, 2010).

A precipitação média anual é aproximadamente de 2.460mm anuais, dados que nos últimos anos têm variado por conta do fenômeno de aquecimento das águas do Oceano Pacífico conhecido como El Niño, influenciando nos níveis de precipitações na região. As chuvas na Amazônia são provindas “principalmente do Oceano Atlântico, apresentando entretanto uma reciclagem (cerca de 50%) das precipitações são da calha central do Amazonas, por evapo- transpiração da própria camada vegetal” (LAU,2013)

Em relação ao solo, 80% dos sedimentos amazônicos de terra firme e áreas alagadas são de solos lateríticos, caracterizados por composição mineralógica (quartzo, caolinita, oxi-hidróxidos de ferro e de alumínio), apresentando diversidade em sua organização e estruturação ordenadas principalmente por “coberturas pedológicas, relacionadas a composição geoquímica, de acordo com as degradações laterais ocasionadas por três processos maiores de dinamismo dos solos: hidromorfismo, eluviação e podzolização” (HOMMA et al., 2006).

A cobertura vegetal amazônica local apresenta uma vasta variedade em sua estrutura física, que vai desde matas de terra firme, florestas inundadas, várzeas, igapós, campos abertos e cerrados (LAU,2013).

3.2.ÁREA DE AMOSTRAGEM E PONTOS DE COLETA

A pesquisa consistiu na coleta de amostragem das águas superficiais e sedimentos em 06 pontos ao longo do Igarapé Esperança (Figura 02), nos trechos de menor e maior urbanização da sede do município de Benjamin Constant- AM.

A área de nascente está na direção sudoeste no bairro Colônia I, percorrendo mais 2 bairros até a desembocadura na área central da cidade no Rio Javari, afluente do Solimões. Em todo o percurso hídrico do Igarapé, foi possível realizar a descrição física deste manancial, observando características e aspectos ambientais inerentes para o estudo completo das possíveis implicações a respeito das agressões ao ambiente verificadas nos locais das coletas.

Figura 02. Pontos (A-P1,B-P2,C-P3,D-P4,E-P5 e F-P6), indicando os locais de coleta das amostras.



Fonte: ARAÚJO (2017)

As coletas ocorreram em períodos de transição de alta precipitação correspondente ao inverno amazônico (mês de dezembro) e no período de baixa precipitação, verão amazônico (mês de maio), no qual o fluxo, dinâmica e características dos ambientes de coleta alteravam conforme a sazonalidade das estações, como fraca e forte correnteza, profundidade e largura dos pontos

escolhidos, ausência ou presença de vegetações nas margens e concentrações de resíduos sólidos.

Durante os dois períodos de coleta, foi possível constatar através de visualizações diretas os principais tipos de utilização das águas por moradores locais observados durante a execução do trabalho foram: recreação; Dessedimentação animal; irrigação; usos domésticos variados; diluição das cargas de efluentes domésticos, dentre outros, observações estas que auxiliaram nas descrições e discussões dos resultados obtidos.

3.3.PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.3.1.Análise das Variáveis Físico-químicas e Microbiológicas das amostras de águas superficiais

As amostras das águas superficiais foram coletadas contra a corrente em potes de polietileno de 500 mL, a aproximadamente 10 cm da superfície, previamente descontaminados após um enxague vigoroso com água destilada. Ocorreu o processo de filtração da água e armazenagem em caixas de isopor refrigeradas, sendo então encaminhadas ao Laboratório para as análises dos parâmetros Físico-químicos. A análise do parâmetro Biológico, por circunstâncias da logística e da qualidade das amostras, foi realizada no laboratório da Companhia de Saneamento Básico do Amazonas (COSAMA), com auxílio da bioquímica da instituição.

A análise do pH; temperatura (C°); Cor (mg Pt/L); Oxigênio Dissolvido (OD mg/L); Turbidez (UNT) foram obtidos em campo com o auxílio de uma sonda Hanna de multiparâmetros. Os demais parâmetros como sólidos totais dissolvidos (mg/ L) e metais foram obtidos através de análise laboratorial.

Foram analisados 04 metais pesados utilizando técnicas de química analítica em laboratório. Os elementos químicos em análise foram Alumínio (Al); Ferro (Fe); determinados através do processo de Espectrometria de Emissão com fonte de Plasma Induzido (ICP-OES). Já o elemento Mercúrio (Hg) foi analisado por Espectrometria de Absorção atômica (AA). O chumbo (Pb) foi o único que utilizou-se o Forno de Grafite (FORSTNER, 1993).

Os parâmetros biológicos analisados foram as Bactérias Heterotróficas e Bactérias termotolerantes e Coliformes totais. O procedimento de coleta foi semelhante para os de análise físico- química, porém a análise foi realizada após o

termino das coletas, como uma forma de minimizar e retardar os processos de alterações químicas e biológicas da água a partir do momento de retirada da amostra do ambiente.

Para as análises das Bactérias Termotolerantes e Totais, adicionou-se ao pote de polietileno contendo as amostras o reagente Colilext, agitando até diluir a solução. Despejou-se a solução na placa de análise, levando-a para seladora para evitar o derramamento e contaminação externa na amostra. Após esse procedimento, levou-se as 06 placas de análise correspondentes aos pontos de coleta para a Estufa por 24 horas de incubação.

O procedimento para a análise da presença de Bactérias Heterotróficas é similar à da Termotolerantes e Totais, porém é utilizado outro reagente. Aplicou-se 1 ml da amostra de água no prato de análise e 5 ml do reagente Simplate for HPC. Levou as amostras para a estufa por 48 horas, demonstradas nas figuras 03 e 04.

Figura 03. Soluções despejadas nas placas de análise microbiológica



Fonte: ARAÚJO (2017)

Figura 04. Placas com as amostras levadas a estufa.



Fonte: ARAÚJO (2017)

A análise e leitura das bactérias ocorreu com o auxílio da Lanterna de emissão de radiação ultravioleta e com os dados de referências obtidos a partir da Resolução Conama nº 357 de 17/03/2005 (CONAMA, 2005) e Padrões de Referencias: portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde.

3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

A análise dos dados ocorreu por meio de tratamentos quanti-qualitativos, tabulados com auxílio de planilhas eletrônicas para melhor quantificação e interpretação dos gráficos e tabelas posteriormente submetidas a tratamento estatístico utilizando Microsoft Excel, versão 2016.

Utilizou-se a Estatística Descritiva, que segundo Collis et al (2005), é um tipo de estatística que “foca somente em resumir, descrever ou apresentar dados”. A exposição e descrição dos dados neste tipo de método é utilizado como auxílio tabelas e gráficos (FREUND E SIMON, 2000). Neste sentido, “a estatística descritiva estará presente sempre que a coleta, o processamento, a interpretação e a apresentação de dados numéricos se fizerem necessárias” (FREUND; SIMON, 2000).

Após a análise e interpretação dos dados coletados, realizou-se a ligação entre citações de estudos já realizados de autores que trabalhem com essa temática para melhor compreensão dos resultados.

Obtendo todos os resultados da pesquisa, utilizou-se para explanação dos resultados finais os gráficos de dispersão, utilizados para demonstrar o relacionamento entre conjuntos de valores obtidos nas duas coletas, fazendo referência as amostras coletadas no Verão Amazônico e as coletadas no Inverno. Procedimentos estes realizados após o recebimento correspondentes a todas as coletas.

CAPÍTULO III

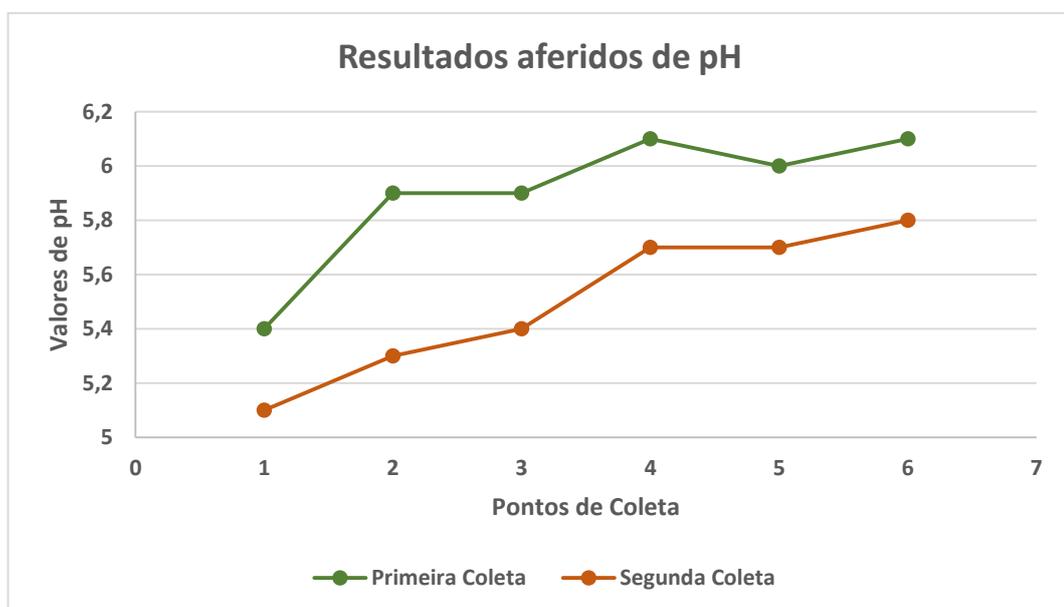
4.RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. ANÁLISE DOS PARÂMETROS FÍSICOS DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

Com o auxílio de dados e técnicas, foi possível utilizar os critérios indicados pela resolução 357/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) que dispõe “sobre a classificação dos recursos hídricos e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências” (BRASIL, 2005).

A análise do parâmetro físico pH é essencial para verificar o caráter ácido ou básico do corpo hídrico, indicando uma suposta alteração na água examinada, podendo apresentar valores referentes a origem natural ou antropogênica. Todos os pontos analisados apresentaram valores inferiores a 7, variando para uma faixa ligeiramente ácida. O menor valor foi medido no P1 de 5,4 na primeira coleta e 5,1 na segunda coleta, observando uma ligeira queda nos valores. Os pontos P2 e P3 apresentaram os valores de 5,90, havendo também uma ligeira diminuição na segunda coleta de 5,3 e 5,4 respectivamente como exposto na figura 05.

Figura 05. Potencial de hidrogênio da água observados nos diferentes pontos de coleta do Igarapé.



Os valores ácidos apresentados nos primeiros pontos de coleta demonstram o acúmulo de matéria orgânica por estar localizado em uma área com o núcleo habitacional reduzida, e com maior presença de vegetações, provocando a decomposição deste material vegetativo (Figura 06), ou podendo está diretamente relacionada aos efeitos sobre a fisiologia de algumas espécies de vertebrados aquáticos e semiaquáticos existentes no local, como peixes, répteis e mamíferos.

A pequena variação de valores de pH nos pontos demarcados, referente as duas coletas, estão provavelmente relacionadas com o aumento da decomposição da matéria orgânica nos locais (segunda coleta) e ocorrência de precipitações na região no período que executou a segunda coleta. Esses fatores influenciaram na variação de valores de todos os pontos.

Figura 06. Vegetação presente nas margens do Igarapé no ponto P1.



Fonte: ARAÚJO (2017)

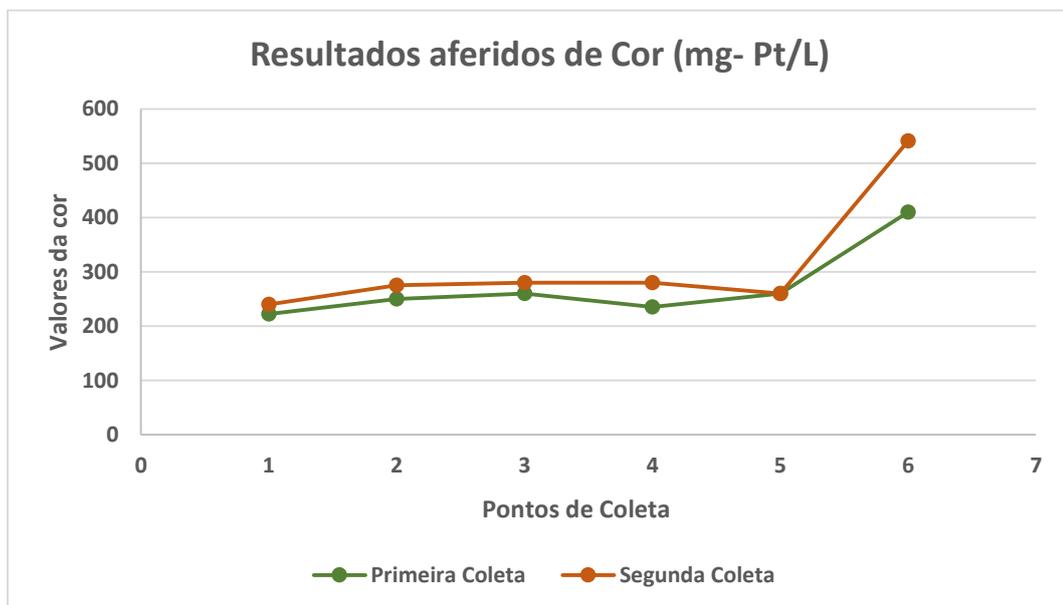
O pH é influenciado pela quantidade de matéria morta decomposta, sendo que “quanto maior a quantidade de matéria orgânica disponível, menor o pH, pois para haver decomposição desse material muitos ácidos são produzidos” (ESTEVEZ, 1998). Nos pontos P4 e P5 apresentaram uma pequena oscilação para valores mais próximos da neutralidade. Desta forma, as restrições de faixas de pH são estabelecidas para as diversas classes de águas naturais estando de acordo com a Legislação Federal (Resolução CONAMA Nº 20, 18 de junho de 1986), em que os critérios de proteção à vida aquática fixam o pH entre 06 e 09.

É possível que este parâmetro influencie diversos equilíbrios químicos que ocorram naturalmente, ou até mesmos processos unitários no tratamento das águas, sendo que sua influência sobre os ecossistemas hídricos representa efeitos na fisiologia de diversas espécies pertencentes a biota (CETESB, 2011).

Outro parâmetro físico averiguado no manancial foi a coloração das águas superficiais que apresentaram mudanças, constando que em todos os pontos, os valores excederam o do proposto pela resolução do CONAMA de nº 357, de 2005 que é até 75 mg Pt/L para águas pertencentes a Classe III. O índice mais alto foi apresentado no P6 de 410 mg Pt/L na primeira coleta e 541 mg Pt/L na segunda coleta.

Neste ponto por estar localizado na foz do igarapé, sofre influência direta de sedimentos superficiais presentes nas águas dos rios Javari e Solimões. Nos outros pontos os valores foram semelhantes, variando de 220 a 280 mg Pt/L, porém ainda considerados resultados acima do esperado, indicando cor característica de mananciais altamente poluídos por despejo de esgotos domésticos e acúmulo de resíduos sólidos, valores observados figura 07.

Figura 07. Valores aferidos do parâmetro Cor nos pontos de coletas observados.

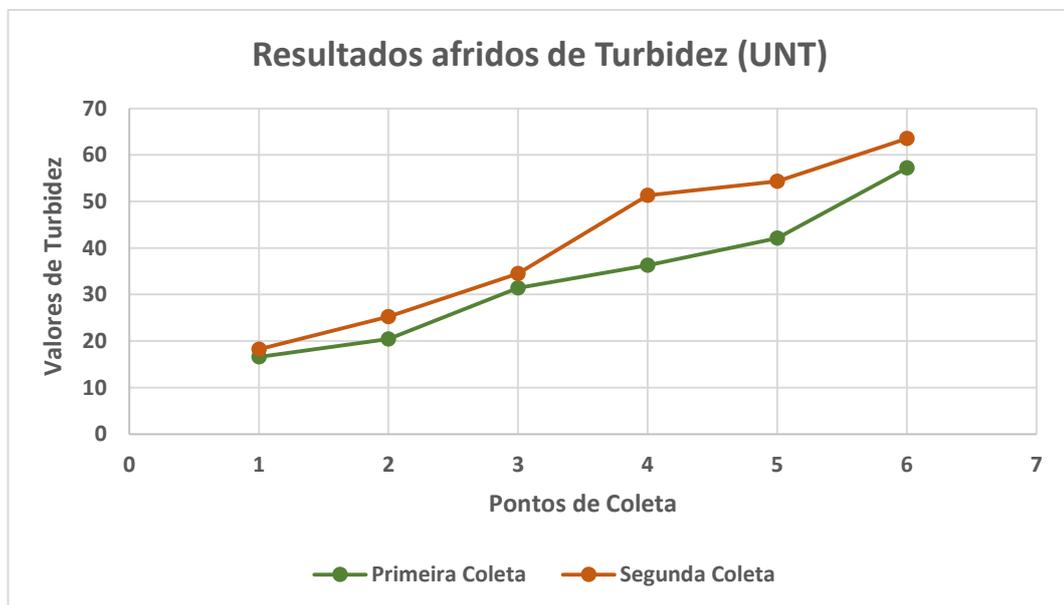


O aumento nos valores obtidos na segunda coleta foi ocasionado, assim como apresentados no parâmetro pH, pelo aumento dos níveis de precipitação, ocorrendo o despejo de sólidos (solo superficial) das margens do igarapé e dissolvidos nas águas

superficiais, apresentando uma mudança de coloração de águas mais escuras para águas mais amareladas, cor características de igarapés com pouca incidência de mata ciliar, como é o caso de alguns pontos do igarapé. A coloração desta forma possibilita visualmente a alteração nas propriedades químicas da água, porém o maior problema é estético, já que por parte de alguns moradores causa um efeito repulsivo em sua utilização.

Um parâmetro que é geralmente associado a coloração das águas é a turbidez, que é “a alteração da penetração da luz pelas partículas em suspensão, que provocam a sua difusão e absorção” (VON SPERLING, 1996) usando as Unidades de Nefelométricas de Turbidez-UNT. As amostras da primeira coleta apresentaram valores de (16,6 UNT) no ponto P1 e elevação no P6 (57,2 UNT). Na segunda amostra houve uma variação nos valores, apresentando dados acima do que é permitido por alguns parâmetros nacionais, indicando valores acima estabelecidos para a potabilidade, apresentando valores mais altos no P5 (54,3 UNT) e P6 (63,5 UNT) respectivamente.

Figura 08. Valores aferidos do parâmetro Turbidez nos pontos de coletas



O Igarapé por apresentar características de águas doces de classe III, os valores encontrados em todos os pontos não excedem os valores, padrões e condições propostos pela resolução do Conama, não ultrapassando o valor de até 100

UNT, porém como já foi citado, ocorreu a variação da primeira coleta para a segunda devido o período de chuvas.

O aumento da turbidez “se deve ao impacto e remoção de partículas de solos expostos pela ausência de cobertura vegetal, e o posterior transporte por escoamento superficial para os corpos d’água” (SILVA et al., 2016). Este fato ocorreu principalmente no processo de coleta das amostras, pela incidência de sólidos dissolvidos principalmente nas proximidades da foz do igarapé. Escoamento de esgotos também alteram os níveis de turbidez da água, como é verificado na figura 09.

Figura 09. Despejo de dejetos domésticos no Igarapé Esperança- Ponto 05.



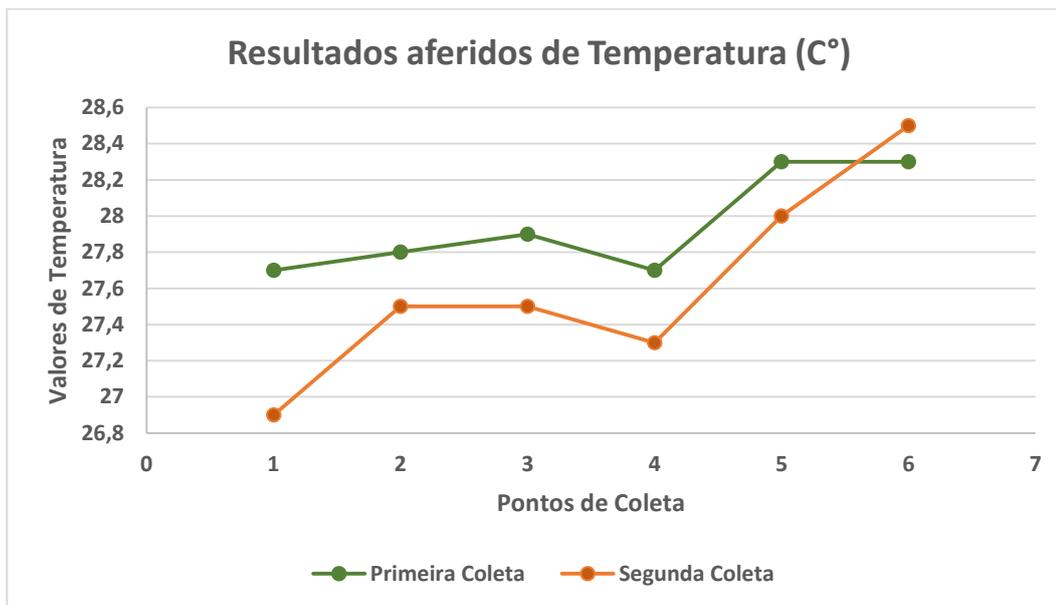
Fonte: ARAÚJO (2017)

Parafrazeando Macedo (2001), “o aumento da turbidez reduz a zona eutrófica, que é a zona de incidência da luz onde a fotossíntese ainda é possível ocorrer” para algas e cianobactérias que realizam seus processos fisiológicos neste ecossistema hídrico.

A temperatura da água é um dos parâmetros físicos mais importantes nos estudos dos ecossistemas aquáticos, uma vez que influencia diretamente a “cinética dos processos metabólicos oxidativos vitais, como a respiração, a solubilidade dos gases dissolvidos, como o oxigênio, a densidade da água que interfere na mistura e movimentos das massas de água” (QUEIROZ, 2003).

Segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental/CETESB (2011) “a temperatura superficial é influenciada pela latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade”. Para evitar variações nas amostras coletadas, foram padronizados horários para as supostas coletas no horário de 08:00 horas da manhã.

Figura 10. Temperaturas aferidas nos pontos de coletas do Igarapé Esperança.



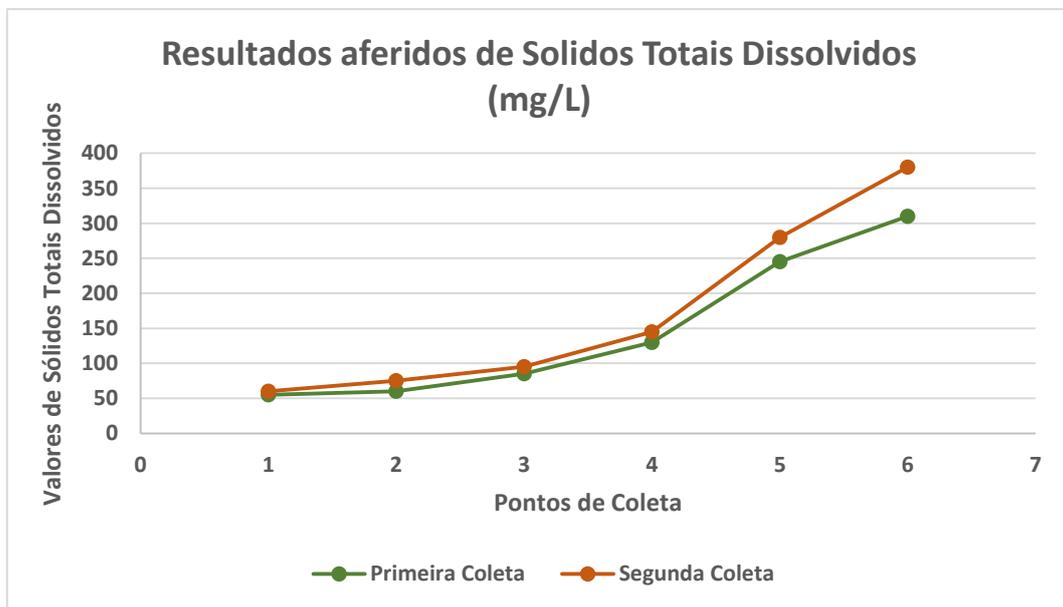
Neste parâmetro não ocorreu variações bruscas, sendo que a temperatura oscilou de 27,7 C° a 28,5 C° nos dois períodos de coleta como demonstra a figura 10. É necessário ressaltar que no período da coleta os dias estavam bastantes quentes e úmidos, possibilitando a ocorrência de precipitações durante a noite. Devido as precipitações e o início do período de chuvas (inverno amazônico), o normal para as águas da região eram apresentar médias de 25 C° a 26 C°.

No entanto as temperaturas registradas em ambas as coletas não sofreram consideráveis variações, em função da capacidade da água em reter calor superficial, não alterando muito em decorrência da temperatura apresentada do ar.

Outro parâmetro indicativo de degradação em ambiente hídrico são os Sólidos Totais dissolvidos em águas superficiais e residuais, considerado um importante fator para definir as condições ambientais baseadas nas premissas de que estes sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática (CETESB, 2009).

A presença de sólidos em águas brutas podem ocorrer de forma natural, através de processos erosivos ocasionados pelas alterações nos níveis das águas, mais comum em períodos de cheias, incidência de matéria orgânica provenientes de processos fisiológicos de animais e vegetais, ou por fatores antropogênicos como lançamentos de resíduos sólidos e descarga de rejeitos domésticos. Nas águas naturais, os sólidos dissolvidos são constituídos por carbonos, bicarbonatos, cloretos, sulfatos, fosfatos, nitratos de cálcio, magnésio e potássio (GASPAROTTO, 2011).

Figura 11. Determinações de resultados de Sólidos Totais dissolvidos nos pontos de coleta.



Analisando os dados obtidos nos pontos de coleta P1 (55 mg/L), P2 (60 mg/L) e P3 (85 mg/L), observa-se que os valores estiveram enquadrados em mananciais de classe III segundo a Resolução 357/2005 do CONAMA que recomenda 500 mg/L, valores estes que apresentaram um pequeno acréscimo nos pontos P4 (130 mg/L), P5(245 mg/L), e P6 (312mg/L), apresentados no gráfico 05, não ultrapassando os valores de referências preconizados também pela Portaria 518/04 do Ministério da Saúde, o valor máximo permitido é de 1000 mg/L. Averiguando os dados da segunda coleta, não houve alterações significativas, apresentando somente um pequeno acréscimo de sólidos dissolvidos nos pontos P4 (280 mg/L) e P5 (380 mg/L), determinado pelo aumento do aporte de material alóctone para a foz do igarapé (PAULA,2011).

Embora o aumento da precipitação na segunda coleta tenha influenciado significativamente o processo erosivo e conseqüentemente o pequeno aumento dos sólidos totais dissolvidos, as margens do igarapé estavam desprovidas de matas ciliares, retiradas a princípio para realocação de novas residências nos locais, como é demonstrado na figura 12.

Figura 12. Área indicando ausência de mata ciliar localizada no Ponto de coleta P4.



Fonte: ARAÚJO (2018)

Segundo Poester (2012), as matas ciliares são relevantes elementos com funções ecológicas de extrema importância para os mananciais e para a qualidade de vida nele existente, sendo fundamentais para a conservação da biota nativa da região, tanto terrestre como aquático. Segundo o mesmo autor, as matas ciliares influenciam em diversos fatores de equilíbrio do efluentes como, na qualidade da água, na regulação do regime hídrico, na estabilização das margens evitando os processos erosivos, na redução do fenômeno de assoreamento, e no controle de inundações (POESTER, 2012).

Com mais de 1000 mg/L a água com a incidência de sólidos, apresenta minerais que lhe confere um sabor altamente desagradável, tornando-a inadequada para qualquer atividade humana (CARVALHO & OLIVEIRA, 2003). Os valores mais baixos apresentados nestes parâmetros representam pontos mais distantes da aglomeração urbana, como é o caso das outras áreas de coleta que estão mais

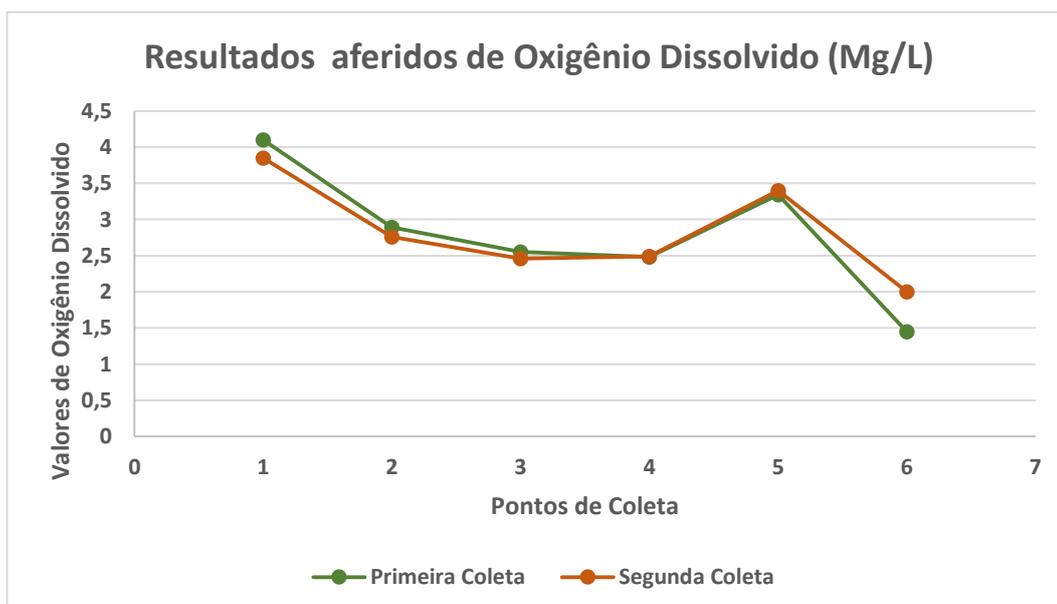
próximas a foz, recebendo influência também do afluente do Rio Solimões, rio este com alto índice de STD.

A aferição dos sólidos totais são importantes para definir as condições ambientais ou níveis de degradação de um corpo hídrico, que segundo dados da Embrapa (2011), estes sólidos podem ocasionar danos a vida aquática em geral, como diminuição na incidência de luz, intensificando os níveis de turbidez da água, aumento da sedimentação no leito do manancial, danificando áreas de desova de algumas espécies de peixes e invertebrados bentos, e causando possíveis retenções de bactérias e incidência de resíduos orgânicos no fundo dos mananciais, promovendo a decomposição anaeróbia.

O oxigênio dentre os gases dissolvidos nas águas é um parâmetro essencial para a mensuração de todo o gás presente nos corpos hídricos, caracterizando o nível de Degradação ambiental. É um elemento essencial para o metabolismo e fisiologia de organismos aeróbios, indispensáveis para o equilíbrio das comunidades que habitam os ecossistemas hídricos (BRASIL,2006).

De acordo com Brasil (2006) as principais fontes de oxigênio são provenientes da interfase atmosfera/água, através dos processos fotossintéticos, ocorrendo a liberação pelas comunidades fitoplanctônicas e plantas aquáticas.

Figura 13. Valores aferidos do Parâmetro Oxigênio Dissolvido nos pontos de Coleta.



De acordo com as análises, o ponto de coleta P6 apresentou o valor de 1,45 mg/L na primeira coleta e 2,00 na segunda, e no ponto P3 2,55 mg/L na primeira coleta e 2,46 mg/L, não havendo nenhuma alteração considerável, como demonstrados na figura 13. Em ambos os pontos que apresentaram baixos níveis de oxigênio, são locais que apresentam características marcantes de lugares degradados, sendo possível a visualização de despejo em alto nível de dejetos domésticos, acúmulo de resíduos sólidos e orgânicos e ausência de vegetação ao entorno do manancial.

Os dados apresentados na maioria dos pontos são considerados inferiores as normas apresentadas pela Resolução 357/2005 do CONAMA que preconiza para ecossistemas hídricos classe III 4 mg/L. Nos demais pontos, destaca-se o P1 (4,3 mg/L- primeira coleta) e (3,85 mg/L- segunda coleta), presente em um local com pouca aglomeração urbana e próximo a nascente no Igarapé, sendo compatível com os valores da Conama para corpos hídricos da classe citada. Neste ponto é conferível a presença de algumas algas e plantas aquáticas, fatores estes que controlam a quantidade regular de oxigênio neste ponto.

Outro fator importante relatado por alguns moradores nas proximidades do P1 é a prática da pesca, e a incidência de outros animais como répteis, e mamíferos semiaquáticos como espécies de ariranhas (*Pterunura brasiliensis*), demonstrando que este primeiro local ainda mantém características e propriedades adequadas para a habitação destes animais. Porém foi possível visualizar a existência de matéria orgânica morta (restos de vegetação e algas) no P6 que geralmente reduz a quantidade de oxigênio dissolvido que são decompostos por microrganismos que utilizam o oxigênio na respiração (GROSSI,2006).

Um outro dado que explica a baixa quantidade de oxigênio em alguns pontos foi a temperatura, que apresentou valores altos pelo período de coleta, sendo que ambas as coletas foram realizadas no período de transição para o inverno Amazônico. Segundo Tundisi (2008) a temperatura influencia os componentes químicos da água, no qual água fria tem maior capacidade de reter oxigênio dissolvido do que águas com mais de 26°C.

4.2.METAIS PESADOS NO ECOSSISTEMA HÍDRICO

A aferição e detecção de metais pesados para averiguação e análise dos níveis de Degradação Ambiental de um corpo hídrico são essenciais, visto que a incidência destes pode transformar por completo as propriedades químicas das águas residuais e superficiais.

A incidência e ocorrência de metais tóxicos (Al, Cd , Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb e Zn) em ambientes aquáticos segundo IUPAC (2008), causam preocupações quanto a influência aos ecossistemas. Os metais encontram-se disseminados em meio aquático e são provenientes tanto de processos naturais como atividades antrópicas, porém apenas concentrações que ultrapassem valores consideráveis “naturais” representam riscos à biota (IUPAC,2008).

As principais fontes de contaminação de metais pesados em superfícies hídricas provêm de mineradoras, indústrias de tintas, de cloro, de plástico PVC e das metalúrgicas que utilizam como matéria prima. Porém outras fontes são consideráveis, sendo elas os despejos de efluentes domésticos, resíduos sólidos compostos por metais e a prática de incineração urbana de certos resíduos produzindo fumaça rica em metais como: mercúrio, cádmio e chumbo, lançando metal pesado a longas distâncias (BRASIL, 2006).

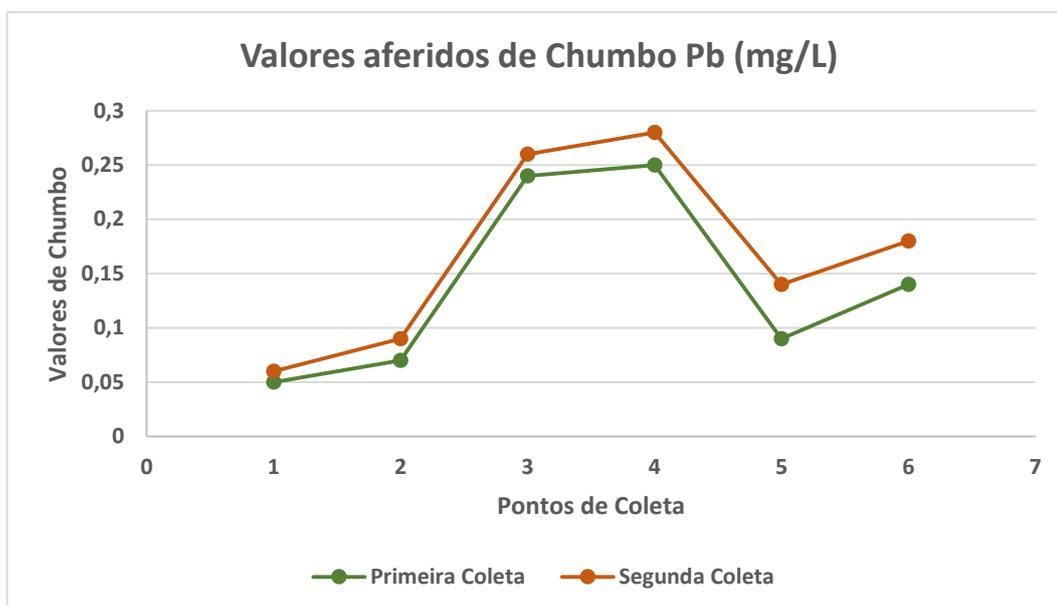
Desta maneira, a pesquisa realizada no Igarapé Esperança analisou a presença e incidência de 04 metais pesados (Al, Hg, Pb e Fe) nas águas superficiais no manancial em estudo.

Um dos metais pesados averiguados nos pontos de coleta foi o Chumbo (Pb), que participa da composição de baterias de automóveis, pigmentos inorgânicos anticorrosivos (Cromatos de chumbo), soldas, tubulações e já foi utilizado como inseticida, hoje proibido para este fim. O Chumbo é considerado padrão de potabilidade, apresentando um valor máximo permissível de 0,03 mg/L, segundo a Portaria 1469 do Ministério da Saúde/FUNASA (2003), valor similar adotado nos Estados Unidos da América.

Conforme os dados da coleta todos os pontos apresentaram valores superiores dos recomendáveis para águas superficiais de acordo com a Resolução 357/2005 do CONAMA que estima 0,033 mg/L e superior a portaria do Ministério da Saúde, destacando os pontos P3 (0,24 mg/L), P4(0,25 mg/L) e P6 (0,14 mg/L), dados estes adquiridos na primeira coleta, como demonstra a figura 14. Em uma segunda coleta, os

dados apresentaram pouca variação em relação a primeira, destacando os pontos P3 (0,26 mg/L) e P4 (0,28 mg/L). Esta pequena variação se deu pela deposição e lançamento de maiores quantidades de resíduos e materiais descartados pelas oficinas mecânicas visualizadas em dois pontos, e com a incidência de chuvas no período da segunda coleta, que possibilitaram o acúmulo desse metal nas margens do igarapé.

Figura 14. Resultados de determinações de Chumbo nos pontos de coletas do Igarapé Esperança.



Uma das suposições para os altos níveis principalmente nos pontos P3 e P4 é a presença de Oficinas mecânicas localizadas no perímetro do Igarapé, sendo possível visualizar nas margens deste manancial, resíduos sólidos como baterias de automóveis e restos de materiais de construções.

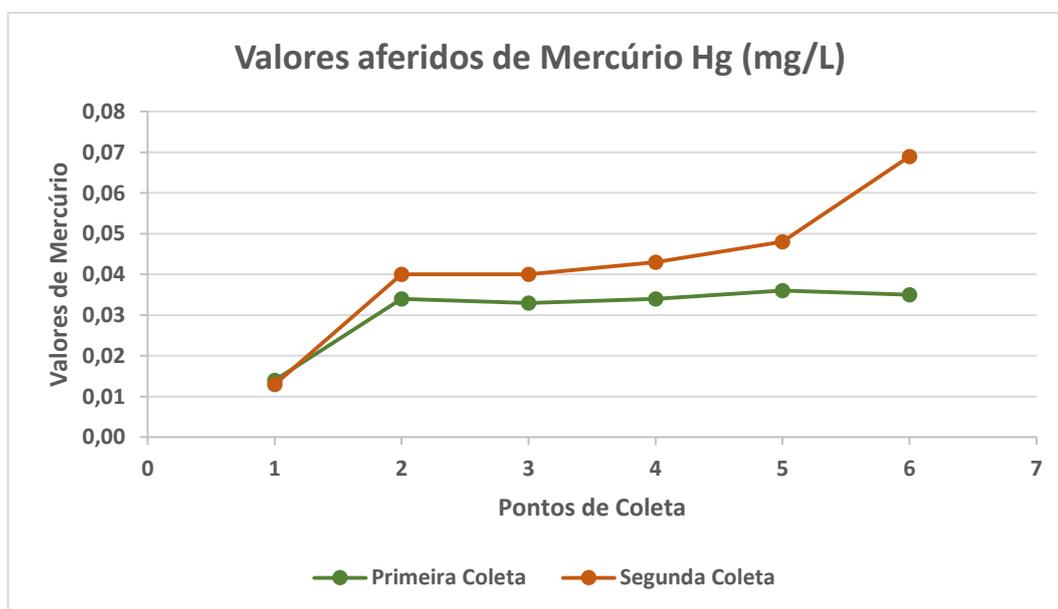
Em concentrações elevadas constitui um veneno cumulativo, gerando um envenenamento nomeado como saturnismo, provocando efeitos danosos no sistema nervoso central (SIEGEL,2002). Este mesmo autor relata ainda outros sintomas causados pela exposição humana de Pb, como tonturas, irritabilidade, dor de cabeça, perda de memória, e quando afeta o sistema periférico ocasiona deficiência no sistema muscular. Para animais aquáticos, doses fatais de Pb variam de 0,1 a 0,4 mg/L, no caso de peixes e invertebrados como crustáceos, mosquitos quiromídeos e simúlídeos, vermes oligoquetos e insetos tricópteros, que desaparecem intoxicados (SIEGEL,2002).

Outro metal analisado foi o mercúrio, que ganha destaque nas atividades realizadas pelo homem e é incorporado aos ciclos biogeoquímicos e as cadeias tróficas aumentando assim suas concentrações nos ecossistemas e o risco de exposição prejudicial à saúde humana (SPERLING, 2005).

São várias as fontes de emissões antropogênicas de resíduos de mercúrio lançados no meio ambiente. No Brasil as principais fontes de liberação deste metal ocorrem através da mineração (garimpo) de ouro, das indústrias do petróleo e gás natural, da geração de energia por meio de termelétricas e queima de carvão mineral, setor eletroeletrônico e o setor da saúde (MMA, 2011). A região amazônica apresenta solos com níveis significativos de Hg natural que podem afetar os organismos aquáticos e conseqüentemente as populações que se alimentam desses organismos (MMA, 2011).

Em relação as concentrações de Mercúrio no Igarapé Esperança, foi constatado altos níveis desse metal em todos os pontos de coleta, como demonstrado na figura 15.

Figura 15. Resultados de determinações de Mercúrio nos pontos de coletas do Igarapé Esperança.



As maiores concentrações foram aferidas nos pontos P2 e P4 com o respectivo valor de 0,034 mg/L, seguidos pelos pontos P5 (0,036mg/L) e P6(0,040 mg/L), amostras estas que ultrapassam os valores preconizados pela Resolução 357/2005 do CONAMA que considera o índice de 0,002 mg/L considerável em águas brutas, sendo possível constatar que a concentração foi crescente no sentido da nascente

para a jusante, indicando que sua concentração foi de origem antrópica. Em uma segunda coleta, ocorreu um pequeno acréscimo nos valores se comparado a primeira coleta, destacando os pontos P2, P3, P4 e P5 com valores semelhantes a (0,040 mg/L), crescendo no ponto P6 (0,069 mg/L), local este com maiores concentrações de núcleos habitacionais.

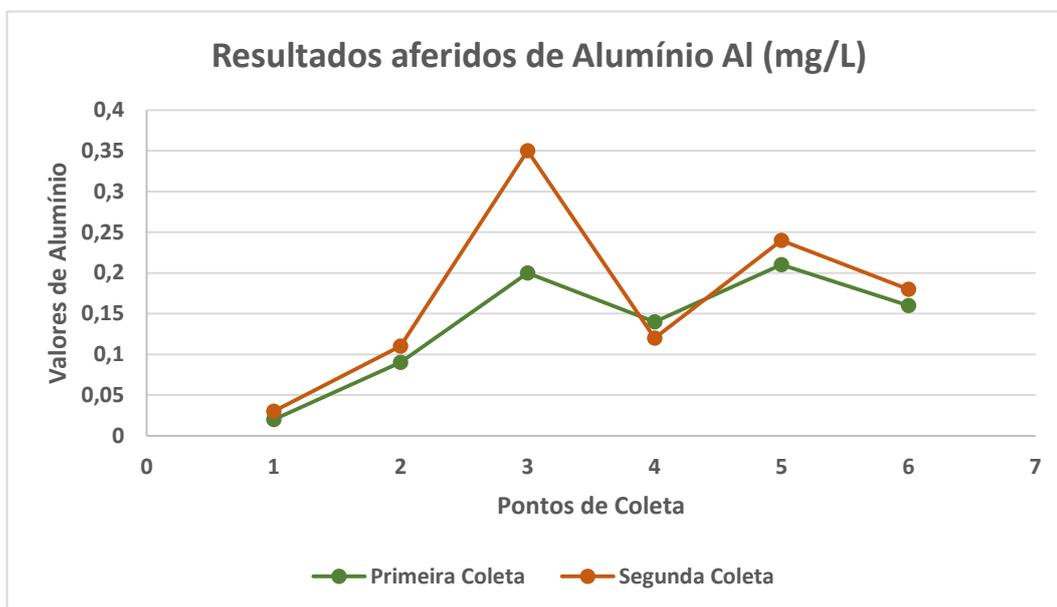
Embora as fontes de mercúrio na região amazônica sejam raras, podem provir de descartes de baterias e componentes eletrônicos, fontes estas visíveis nas regiões investigadas. O Hg apresenta alta toxicidade e pode provocar diversos efeitos clínicos, dependendo do tipo de exposição (agudo ou crônico) e de outros fatores como sua forma físico-química e do tempo de exposição (DUTRA *et al.*, 2016). Os efeitos agudos ocorrem através da exposição a altas concentrações da substância e em um curto período de tempo; já os efeitos crônicos são derivados de uma exposição a baixas concentrações que se acumulam no organismo durante um período prolongado de tempo (FARIAS *et al.*, 2009).

Um das principais preocupações em relação a exposição de Mercúrio conforme Dutra (2016) é especialmente pela ingestão de peixes com altos níveis de metilmercúrio que é rapidamente absorvido pelo organismo e lentamente eliminado se comparado com outras formas mercuriais, atividade pesqueira visualizada principalmente nos Pontos P1 e P6.

Outro elemento químico classificado como metal pesado e analisado no manancial em estudo foi o Alumínio (Al). É constituinte de vários componentes atmosféricos compondo (8,13%), da Crosta terrestre, sua origem é natural, sendo as principais fontes: partícula de poeira derivadas de solo, combustão do carvão, água potável, resíduos nos alimentos, embalagens, formulas antiácidas (SANTOS, 2003).

No ecossistema hídrico analisado foram encontrados valores superiores aos indicados, como foi o exemplo dos pontos P3 (0,20 mg/L), P5 (0,21 mg/L) e P6 (0,16 mg/L) respectivamente. A Resolução 357/2005 do CONAMA estipula valores que não ultrapassem em ecossistemas hídricos 0,2 mg/L, como demonstra a figura 16.

Figura 16. Resultados de determinações de Alumínio nos pontos de coletas do Igarapé Esperança.



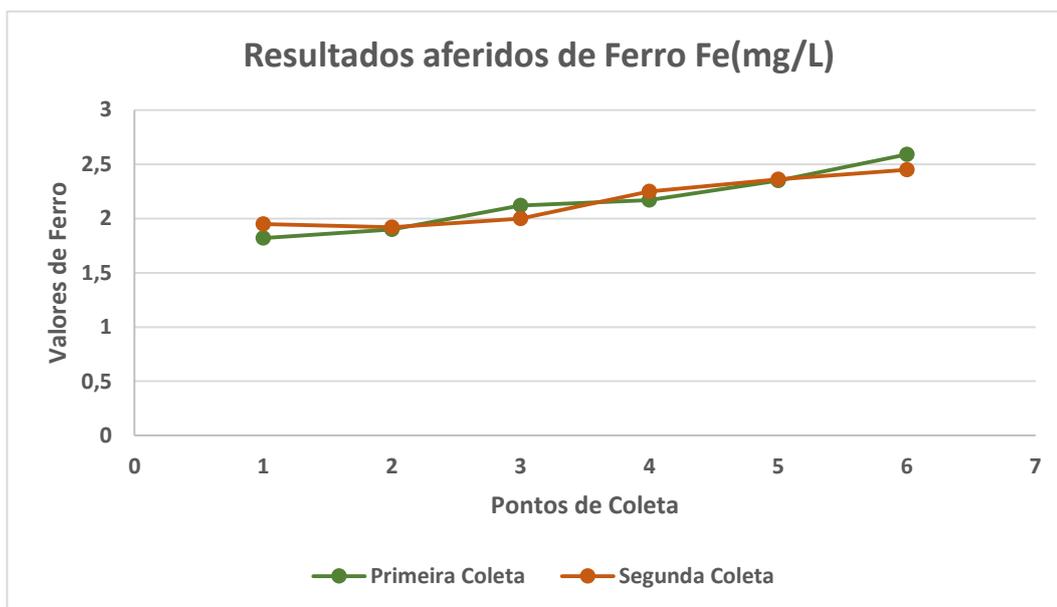
Na segunda coleta, os valores amostrais alteraram principalmente no ponto P3 (0,35 mg/L). Os valores mais expressivos foram expressos em pontos que possuem maiores concentrações de resíduos sólidos, contendo materiais como embalagens fabricadas com alumínio. Desta forma, a principal via de exposição humana com o alumínio é pela ingestão de água e alimentos. O nível de toxicidade e contaminação aguda por alumínio é relativamente baixa.

Em humanos expostos a altos níveis de alumínio apresentam normalmente segundo APHA (2005) a Osteomalacia, que é uma doença causada pela deficiência de vitamina D no sistema ósseo. Outra doença associada a concentrações de alumínio no corpo é relatada por Bueno (2011) que correlacionou o aumento do risco da ocorrência do Mal de Alzheimer com o nível de alumínio nas águas de abastecimentos, sendo que em diferentes regiões da Amazônia, utilizam as águas dos rios para este fim.

Outro metal frequentemente presente em ecossistemas hídricos é o Ferro (Fe). O ferro é considerado um padrão de potabilidade da água, apresentando valores estabelecidos que indicam que sua concentração limite em corpos d'água seja de 0,3 mg/L, dados estes apresentados pela Portaria 1469 do Ministério da Saúde. Valores estes ultrapassados indicam também a emissão de esgotos em águas naturais.

A partir das coletas foi possível verificar altos níveis de Ferro em todos os pontos, destacando-se os números apresentados no P1 (1,82 mg/L), e níveis mais altos nos Pontos P5 (2,35 mg/L) e P6 (2,59 mg/L), apresentados na figura 17.

Figura 17. Resultados de determinações de Ferro nos pontos de coletas do Igarapé Esperança.



Destaca-se o P1 pelo fato de corresponder a uma região pouco habitada, com bastante área verde e distante de 1 quilômetro de distância da nascente. Nos pontos P5 e P6 possuem a influência da proximidade do rio e incidência de casas e oficinas nas proximidades. De acordo com a Resolução 357/2005 do CONAMA o valor limite permitido para este metal em águas brutas de classe III é 0,3 mg/L. Não houve muita alteração se comparado a segunda análise, destacando um somente uma pequena elevação no ponto P1 (1,95 mg/L).

Os supostos altos níveis aferidos nos pontos P5 e P6 são explicados pela maior incidência de núcleo urbano, em uma região que corresponde ao centro da cidade e outra explicação seria a presença de tubulações antigas pertencentes a COSAMA- Companhia de Saneamento Básico do Amazonas, situação está confirmada pelos técnicos de laboratório da companhia. Segundo APHA (2005) este metal provoca problemas nas redes de distribuição de águas, pelo simples fato de desenvolver depósitos de ferro em canalizações, conhecida como camada oxidada (ferrugem) e bactérias, causando contaminações biológicas nas águas da própria rede de distribuição.

Outro fator que influencia para a incidência dos níveis de Ferro em águas superficiais é o carreamento de solos e a ocorrência de processos de erosão das margens, possibilitadas pela falta de matas ciliares, que minimizaria este processo (ALLOWAY,1997).

O assoreamento é um processo que consiste no acúmulo de sedimentos em meio líquido, ocorrido pela força de agentes naturais como a supersaturação de água permitindo a deposição (BRANCO, 2008). Segundo o mesmo autor, a ocorrência desse fenômeno, característicos em localidades hídricas degradadas é geralmente por ações antrópicas, ocasionando a erosão pluvial, infraestrutura precária de urbanização e modificações da velocidade dos cursos d'água, desvios dentre outros, fatos estes visíveis em alguns pontos (P3 e P4) visualizado na figura 18 (A e B).

Figura 18 (A e B) . Ocorrência de Erosão e Assoreamento nos pontos P3 e P4



Fonte: ARAÚJO (2018)

O ferro não é considerado tóxico conforme Alloway (1997), porém associado ao cloro, produz a pre-cloração, desenvolvendo compostos orgânicos chamados precursores, o cloro reage e forma os trihalometanos, possibilitando o desenvolvimento de câncer.

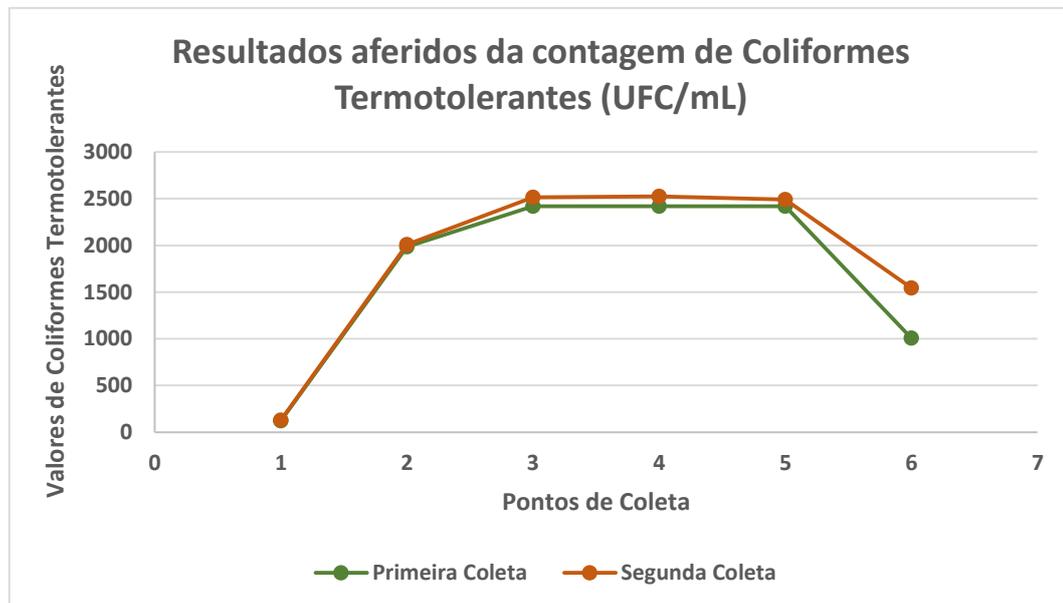
4.3. ANALISE MICROBIOLÓGICA DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

A determinação de microrganismos indicadores de poluição hídrica é essencial para a verificação e monitoramento do nível de impacto ambiental de um determinado objeto de estudo. A análise dos Coliformes termotolerantes, “organismos pertencentes aos subgrupos de bactérias da espécie *Escherichia coli*, possibilitou verificar a presença em todos os pontos deste tipo de procaríoto que tem origem principalmente de fezes humanas (BRASIL,2011), indicando contaminação no recurso hídrico.

De acordo com a figura 19, a quantidade de Coliformes termotolerantes em 4 pontos de coleta (pontos: P2, P3, P4 e P5) ultrapassaram o valor determinado segundo a portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, que estabelece a aferição de água potável para uso humano. Nesta avaliação é possível verificar a presença de coliformes totais e termotolerantes de preferência *Escherichia coli*. Esta mesma portaria “estabelece que a contagem padrão de bactérias não deve exceder a 500 Unidades Formadoras de Colônias por 1 mililitro de amostra (500/UFC/ml)” (BRASIL, 2006).

Os valores indicados de Bactérias termotolerantes que atingiram o valor de 2.419,6 em 3 pontos, demonstram a concentração muito elevado de *Escherichia coli* nestas áreas. Em uma segunda coleta, houve um pequeno acréscimo nos valores aferidos destacando o ponto P4 (2.525 UFC/m), aumento este ocasionado pelo início do período de maiores precipitações. Os valores mais elevados seriam pela a maior concentração de núcleos habitacionais e conseqüentemente descargas domésticas lançadas diretamente no Igarapé, provocando problemas relacionados à saúde pública, que refletem em um saneamento básico inadequado ou quase inexistente.

Figura 19. Quantidade de Coliformes Termotolerantes nas amostras coletadas.

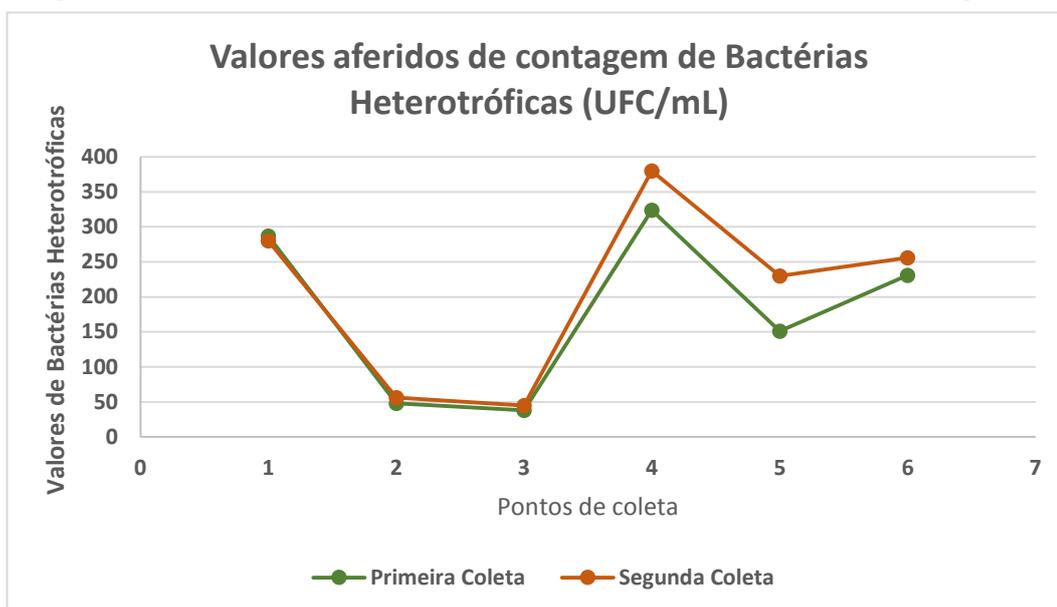


Segundo Brasil (2011), “a origem fecal da *E. coli* é inquestionável e sua natureza ubíqua pouco provável, o que valida seu papel mais preciso de organismo indicador de contaminação tanto em águas naturais quanto tratadas”.

Outra análise realizada foi a determinação da quantidade total de Bactérias Heterotróficas. Estas bactérias são essências em ecossistemas hídricos pois “participam da ciclagem de muitas substâncias inorgânicas utilizadas por outros seres vivos, além de decompor celulose, lenhina, queratina e outras moléculas naturais difíceis de se decompor” (COSTERTON et al, 1995), porém, em altas concentrações, podem afetar a qualidade da água.

Para determinar a presença ou ausência de Bactérias Heterotróficas, utilizou-se a Lanterna de emissão de radiação ultravioleta, observando a existência de fluorescência azul nos poços das placas. Tal coloração indica a possível presença das colônias de determinadas bactérias. A figura 20 apresenta os valores determinados pelo método do número mais provável (MPN) em uma amostra.

Figura 20. Quantidade de Bactérias Heterotróficas nas amostras coletadas no Igarapé.



A maior concentração que apresentou um valor expressivo em relação aos outros pontos foi o P4 (324 bactérias em uma amostra de 10 mL de água), porém não ultrapassou o valor permitido de 500 UFC/mL indicado pela portaria 2914/2011. Na segunda coleta destaca-se os pontos P4(380 UFC/mL) e P5 (256 UFC/mL), locais com maior descarga de dejetos domésticos.

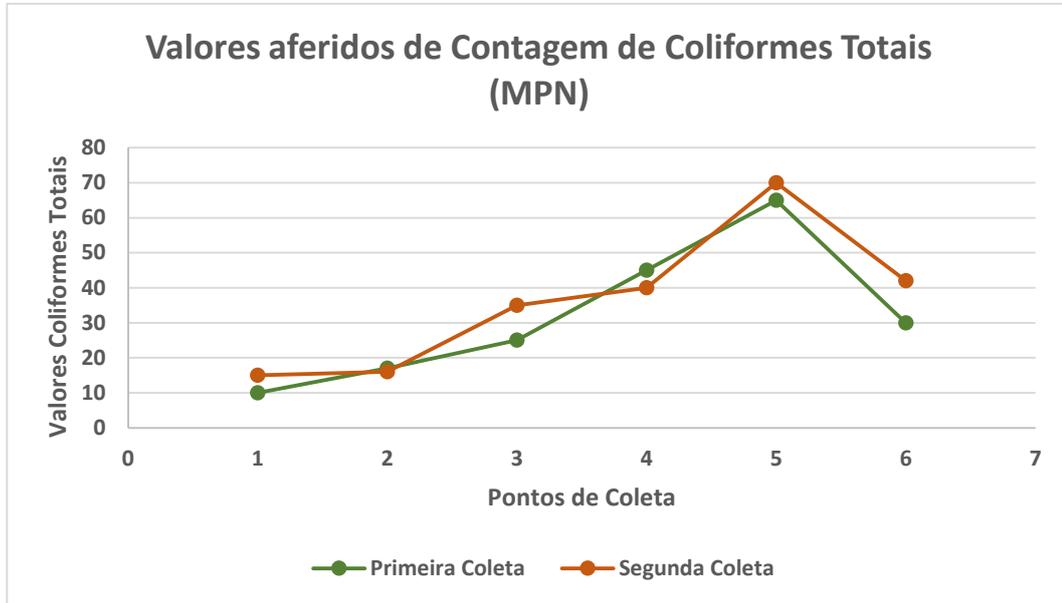
Embora essa espécie de bactéria não é considerada patogênica, seu excesso pode apresentar riscos à saúde humana, deteriorando a qualidade da água, provocando odores e sabores desagradáveis (BRASIL, 2012).

Sabioni e Silva (2006) enfatizam a importância do controle de sua densidade, pois em números mais elevados podem apresentar um certo risco a saúde e principalmente ao meio ambiente, podendo atuar como patógenos secundários. Conforme Opas (1999), algumas das principais doenças ocasionadas pela poluição hídrica por microrganismos bacterianos patogênicos.

Outro parâmetro microbiológico utilizado foi a aferição de coliformes totais. Grande parte das bactérias desse grupo pertencem aos gêneros coliformes *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora existam outros gêneros e espécies incluídos neste grupo (BRASIL, 2011). A análise constatou que o ponto com maior incidência de Coliformes totais foi o P5, com o resultado alcançando o número mais provável de 65 e o P4 com 45 unidades deste grupo na primeira coleta. Na

segunda coleta houve uma alteração nos valores correspondentes aos pontos P5 (70) e P6 (42) unidades de coliformes totais.

Figura 21. Valores de Coliformes Totais correspondentes aos pontos de coleta do Igarapé



Observa-se na figura 21 uma ascensão, que parte do P1, com o menor número de Coliformes totais, e a medida que o corpo hídrico ingressa nos bairros, os valores crescem, o que podem ser explicados pela maior influência da urbanização e falta de infra – estrutura e maior escoamento superficial do material fecal nos trechos, dados demonstrados nos pontos P4 e P5.

Isso se explica por existirem números mais elevados de residências que despejam todo tipo de matéria (animal, vegetal, óleos e graxas) em seu leito, representando um grande indicativo que as águas do Igarapé estão sendo contaminadas por fezes humanas, tornando-a inservível para o consumo humano. Os efluentes são lançados diretamente nos corpos d'água, e não há estação de tratamento de esgoto (STUDART, 2003).

A presença deste grupo de bactérias nos recursos hídricos de países em desenvolvimento, causam segundo dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) 80 % das doenças pela água contaminada. A contaminação microbiana dos sistemas urbanos tem o potencial de causar grandes surtos de doenças transmitidas pela água, desta forma garantir a qualidade de tais sistemas é uma prioridade (WHO,2008).

4.4.PROMOÇÕES DE RECUPERAÇÃO DO IGARAPÉ ESPERANÇA/ BENJAMIN CONSTANT- AM

Em parceria com o SEMMA (Secretaria Municipal de Meio Ambiente) do presente município, iniciou-se o processo para uma possível recuperação de alguns pontos que apresentam um alto grau de Degradação Ambiental. Foram traçados em uma reunião inicial com o Representante municipal de Meio Ambiente ações para minimizar tais impactos, no qual foram traçados alguns futuros trabalhos no manancial:

- Reunião inicial com a equipe de Meio Ambiente para expor os resultados obtidos através das análises físico-químicas e microbiológicas das águas superficiais do Igarapé em estudo;

- Trabalho de sensibilização dos moradores que habitam o entorno do Igarapé, realizando as panfletagens e palestras, demonstrando as possíveis problemáticas ocasionadas pela poluição hídrica;

- Retirada e limpeza dos resíduos sólidos acumulados em determinados pontos específicos dos Igarapé com acúmulo excessivo destes resíduos em zonas de ocorrências de animais semiaquáticos e répteis, como ilustrado na figura 22.

- Inserir projetos interdisciplinares nas escolas para sensibilizar alunos de instituições de ensino localizadas nas proximidades dos Igarapé.

Figura 22 (A e B). Concentração de Resíduos Sólidos nos pontos P2 e P5



Fonte: ARAÚJO (2018)



Fonte: ARAÚJO (2018)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa possibilitou a análise da qualidade da água de um dos principais ecossistemas hídricos da região que compreende o município de Benjamin Constant-AM, sendo possível correlacionar os resultados obtidos com as atividades antropogênicas visualizadas no momento da coleta, evidenciando e confirmando que o aumento dos núcleos habitacionais no entorno do corpo d'água ocasiona a degradação ambiental, uma forte ameaça à saúde da população local e da biota.

Foi possível classificar de acordo com as normas, que o ecossistema hídrico analisado foi avaliado em Classe III, por apresentarem valores, padrões e condições físicos qualificáveis pela resolução do CONAMA Nº 357 de 2005.

A pesquisa possibilitou conhecer os níveis físicos- químicos e microbiológicos das águas superficiais, além de averiguar alguns sinais de degradação ambiental em todo o percurso do efluente. Verificou-se que cerca de 85% dos parâmetros utilizados para a análise apresentaram valores que ultrapassaram os limites permitidos pela portaria do Ministério da Saúde (2011), voltando a preocupação para alguns moradores que ainda utilizam as águas superficiais para fins domésticos, possibilitando o aparecimento de doenças características de ecossistemas hídricos impactados, além de afetar a biota local. Pelos números obtidos após as análises das amostras, observa-se a falta de sensibilização por parte dos moradores que residem ao entorno do ecossistema hídrico, sendo necessário o incentivo e a realização de ações voltadas para a preservação e conservação deste Igarapé.

A partir dos resultados obtidos é essencial ressaltar a importância de alterar a holística de moradores em relação ao Igarapé Esperança, na tentativa de reversão e mudanças gradativas de valores, percepções e paradigmas. É essencial resgatar plena e harmoniosa vivência com o igarapé, que é um símbolo para o município, estando enraizado no contexto histórico, cultural, ambiental e social.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil: 2012. Brasília: ANA, 2012. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/PanoramaAguasSuperficiaisPortugues.pdf>>. Acesso em: 23/01/ 2018.

ALLOWAY. B.J. & Ayres D.C. 1997. Chemical principle of environmental pollution. Blackie Academic and Professional, London, 395 p.

APHA. 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, Washington, DC, 20. ed.

ARRUDA, L. & QUELHAS, O. Sustentabilidade: um longo processo histórico de reavaliação crítica da relação existente entre sociedade e o ambiente. Boletim técnico do SENAC, n.3, set- dez- 2010.

BARRIERI, J.C. Desenvolvimento e Meio Ambiente. Petrópolis: Vozes, 1998.

BRANCO, N. Avaliação da produção de sedimentos de eventos chuvosos em uma pequena bacia hidrográfica rural de encosta, Dissertação de mestrado, UFSM, Santa Maria, 2008. p. 118.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resoluções, 1983.

BRASIL. CONAMA- Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº357, de 17 de março de 2005.

BRASIL. Manual de saneamento. 3a ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2007.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água. 2º Ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006. 146p.

BRASIL. Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Ambiental. Art.14.p.71, 2012.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água. 2ª ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

BRASIL. Portaria Ministério da Saúde nº 2914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, jan. 2012.

BRUNDTLAND apud SCHARF. Organização das Nações Unidas/Relatório de Brundtland. 5º ed. Estocolmo/ Dinamarca, 2004.

BORSOI, Zilda Maria Ferrão; TORRES, Solange Domingo Alencar. A política de recursos hídricos no Brasil. Artigo científico (Versão preliminar). Revista do BNDES, 1997 - bndespar.com. br Acesso em 23-10-2017.

BUENO, P. C.; RODRIGUES, J. C.; LEMOS, A. F.; MALASPINA, F. G.; MATSUI, C. T.; ROHLFS, D. B. Exposição humana a mercúrio: subsídios para o fortalecimento das ações de vigilância em saúde. Cad. Saúde Colet. Rio de Janeiro, 2011.

CARVALHO, R.A ; OLIVEIRA, M.C.V. Princípios básicos de saneamento do meio. São Paulo. 3ª ed.: editora SENAC. São Paulo, 2003.

COLLIS, J.; HUSSEY, R. Pesquisa em administração: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

COPASAD - CONFERÊNCIA PAN-AMERICANA SOBRE SAÚDE E AMBIENTE NO DESENVOLVIMENTO HUMANO SUSTENTÁVEL. Plano Nacional de Saúde e Ambiente no Desenvolvimento Sustentável. Brasília: Ministério da Saúde, 1995.

COSTERTON et al. Microbial biofilms. Annual Review of Microbiology, Palo Alto, v.49, p.711-745, 1995.

CETESB. Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas de Amostragem. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo, p. 44. 2009.

CETESB. Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostra. Agência Nacional das Águas. Brasília, p. 51. 2011.

DIAS, Reinaldo. Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade. São Paulo: Atlas, 2002

DUTRA, M. D. S.; CAVADAS, M.; JESUS, I. M.; SANTOS, E. O.; CÂMARA, V. M. Effects of prenatal exposure to methylmercury in children auditory processing. Cad. Saúde Colet., v.24, n.1, 2016.

EARNSIDE, P. Hydroelectric Dams in the Brazilian Amazon as a source of Greenhouse Gases. Environmental Conservation, 22. [s.L.]: 1995. p.7-19.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2nd ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI; 1996.

ESTEVEES, F. D. A. Fundamentos de Limnologia. Interciência, Rio de Janeiro, n. 2ª, 1998.

FARIA, C. Desmatamento da Amazônia. Sipam, Manaus/AM, v.3,n.2. 2010. Disponível em: << <http://www.sipam.gov.br>>>. Acesso: 18 de Março de 2018.

FARIAS, L. A.; FÁVARO, D. I. T.; VASCONCELLOS, M. B. A. Determinação de mercúrio e metilmercúrio em amostras de cabelo e peixes. Rev Inst Adolfo Lutz, v.68, n.3, 2019. Disponível em: <revistas.bvs.vet.org.br/rialutz/article/download/616/6955>. Acesso em: 29/ dez. / 2017.

FREUND, J. E.; SIMON, G. A. Estatística aplicada . 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.

FORSTNER, U. Metal speciation - General concepts and applications. International Journal of Environmental Analytical Chemistry, v. 51, p. 5-23, 1993.

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde. Ministério da Saúde. Cianobactérias tóxicas na água para consumo humano, na saúde pública e processos de remoção em água para consumo humano. Brasília, 2003. 56p.

GASPAROTTO, F. A. Avaliação Ecotoxicológica e Microbiológica da água de nascentes urbanas no município de Piracicaba-SP. Universidade de São Paulo. Piracicaba, p. 90. 2011.

GODARD, Olivier. O desenvolvimento sustentável; paisagem intelectual. In: Edna Castro, Florence Pinton (Org.) Faces do Trópico Úmido: conceitos e novas questões sobre desenvolvimento e meio ambiente. - Belém:Cejup: UFPA-NAEA, 1997.

GOIS. C, H. Degradação ambiental da bacia hidrográfica do rio Uberaba - MG / Humberto Gois Candido. – Jaboticabal, 2008.

GROSSI . C, H. Diagnóstico e monitoramento ambiental da microbacia hidrográfica do rio Queima-Pé, MT [tese]. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista; 2006.

HAFER, J e PRANCE, G. T. “Impulsos climáticos da evolução na Amazônia durante o Cenozóico: sobre a teoria dos Refúgios da diferenciação biótica”. Estudos Avançados, São Paulo, USP, n. 46, 2002, pp. 175-208.

HIEZ G. Aplicação do método do Vetor Regional à análise da pluviometria anual da Bacia Amazônica, 367-377. In: IX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, ABRH, Rio de Janeiro: 1992. Anais 1.

HOMMA, A. K. O. et al. 2006. Novos desafios e tendências. Amazônia: CCiiênncciaa & CCiiênncciaa & Ciência & DDeesseennvv DDeesseennvv Desenvoolvviimmeenntt oollvviimmeenntt olvimentoo oo o, 1(2): 7-23.

IUPAC, The determination of trace metals in natural waters, West, T.S., Blackwell Scientific, p. 10-49,2008.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2010. Brasília, IBGE, 2010. Disponível em: < <http://cod.ibge.gov.br/3AW>>. Acesso em: 25 jan. 2018.

JARDIM, B. Variação dos parâmetros físicos e químicos das águas superficiais da Bacia do Rio das Velhas-MG e sua associação com as florações de cianobactérias [manuscrito] / Bárbara Fernanda de Melo Jardim. – 2011. 113 f., enc. : il.

JUNK, W. J. Amazonian floodplains: their ecology, present and potential use. Rev. Hydrobiol. Trop. 15(4): 285-301, 1982.

LAU, A.V.; Jardim, M. A. G. 2013. Florística e estrutura da comunidade arbórea em uma floresta de várzea na Área de Proteção Ambiental, Ilha do Combu, Belém, Pará. *Biota Amazônia*, 3(2): 88-93.

LIMA, M. G.; GASCON, C. The conservation value of linear forest remnants in central Amazonia. *Biological Conservation*, v. 91, n. 2/3, p. 241-247, 1999.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207\(99\)00084-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207(99)00084-1).

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo; LAYRARGUES, Philippe Pomier; CASTRO, Ronaldo Souza de. (orgs.); *Sociedade e meio ambiente: a educação ambiental em debate*. 5ªed. São Paulo: Cortez, 2008.183p

LÔNDERO, E.; GARCIA, C. Sovergs. Site Higienistas, 2010. Disponível em: <<http://www.sovergs.com.br/site/higienistas/trabalhos/10474.pdf>>. Acesso em: 24 Outubro 2017.

MACÊDO, JORGE ANTÔNIO BARROS DE. *Águas & Águas*. São Paulo: Livraria Varela, 2001.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Perfil do Gerenciamento de Mercúrio no Brasil, incluindo seus Resíduos. Brasília: MMA, 2011.

OLIVEIRA, Gilson Batista de. SOUZA-LIMA, Edmilson de. (org). *O desenvolvimento Sustentável em foco: uma contribuição multidisciplinar*. Curitiba: São Paulo: Annablume, 2005.

OPAS- ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. Fascículo água: a desinfecção da água. Brasília,1999.

PAULA,S.M. Qualidade da água do Rio Dourados-MS – Parâmetros físico-químicos, microbiológicos e higiênico sanitários. Dissertação- Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental- UFMS- DOURADOS,2011.

POESTER, G. C. -- Porto Alegre : Catarse – Coletivo de Comunicação, 2012. Disponível em:http://www.onganama.org.br/pesquisas/Livros/Livro_Praticas_Restauracao_Mata_Ciliar.pdf. Acesso em:02/06/2018.

QUEIROZ, A. M. Caracterização limnológica do lagamar do Cauípe – Planície Costeira do município de Caucaia – CE. 2003. 204 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza, CE, 2003.

REBOUÇAS, A. C. “Água Doce no Mundo e no Brasil”, In: REBOUÇAS, A. C., BRAGA, B., TUNDISI, J. G., (Org.), *Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação*, São Paulo – SP, Editora Escrituras. 1999.

SAEEDI M. Development of groundwater quality index. *Environ Monit Assess* 2010; 163(1-4):327-335.

SANTOS. CR. In: Azevedo FA, Chasin AAM. Metais: gerenciamento da toxicidade. Alumínio. Atheneu: Inter Tox 2003.

SABIONI, J.G;SILVA , I.T. Qualidade Microbiológica da água minerais comercializadas em Ouro Preto, MG. Revista Higiene Alimentar, São Paulo, v. 20.143, 2006.

SIQUEIRA, G.W; APRILE, F.MIGUEIS A.M. Diagnóstico da qualidade da água do rio Parauapebas (Pará- Brasil). Acta Amazônia; vol. 42(3) 2012: 413-422.
VON SPERLING, M., Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 2º ed. Belo Horizonte:DESA-UFMG, 2012.

SIEGEL F.R.. Environmental geochemistry of potentially toxic metals. Springer, Berlim, 218 p. 2002.

SPERLING, M. V. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. 3ª. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. I, 2005.

STUDART, T.; CAMPOS, N.Gestão das Águas. Princípios e práticas. 2 ed. Porto Alegre.ABRH, 2003.

SILVA, Marina de Medeiro Araújo; et al. Impactos Ambientais causados em decorrência do rompimento da Barragem Camará no município de Alagoa Grande,PB. REVISTA DE BIOLOGIA E CIÊNCIAS DA TERRA. Volume 6- Número 1 - 1º Semestre 2009. ISSN 1519-5228.

SHAHID S. U. Groundwater quality as- sessment and its correlation with gastroenteritis using GIS: a case study of Rawal Town, Rawalpindi, Pakistan. Environ Monit Assess 2014; 186(11):7525-7537.

TUCCI, Carlos E. M. Águas urbanas. Estudos Avançados, São Paulo, v. 22, n. 63,2008. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200007&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 7 jan. 2018.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Limnologia. Editora Oficina de Textos. São Paulo, SP. 2008. 631 p.

UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Water for people, water for life . Executive Summary of the UN World Water Development Report. França, UNESCO.WWAP, 2005.

URSZTYN, M. Alguns temas da questão setentrional: contribuições ao debate sobre um projeto para a Amazônia brasileira. In: Amazônia: Cenas e Cenários, Sayago et al. (Org.). Brasília: Ed. UnB. 2004. p.295-318.

VON SPERLING, M., Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 2º ed. Belo Horizonte:DESA-UFMG, 1996.

WHITE, PA, Rasmussen JB. The genotoxic hazards of domestic wastes in surface waters. Mutat Res 1998.

WHO (World Health Organization). Guidelines for Drinking-Water Quality. Geneva: WHO, 2008.

VIEIRA, I. C. G; SILVA, J. M. C.; OREN, D. C. E D'INCAO, M. A. Diversidade biológica e cultural da Amazônia. Belém, Museu Goeldi, 2000, 421 p.

VEIGA, J. E. da. Meio Ambiente & Desenvolvimento. São Paulo: Senac, 2008. 180 p.