

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIÊNCIA

CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA DE IGARAPÉS NA REGIÃO DE
ITACOATIARA – AM, MÉDIO AMAZONAS

Bolsista voluntário: Talison Barreto da Silva

ITACOATIARA
2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO FINAL
PIB-B 0014/2010

CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA DE IGARAPÉS NA REGIÃO DE
ITACOATIARA – AM, MÉDIO AMAZONAS

Bolsista voluntário: Talison Barreto da Silva
Orientador: Prof. Dr. Érico Luis Hoshiba Takahashi

ITACOATIARA
2011

Todos os direitos deste relatório são reservados à Universidade Federal do Amazonas, ao Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia e aos seus autores. Parte deste relatório só poderá ser reproduzida para fins acadêmicos ou científicos.

Esta pesquisa, financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica da Universidade Federal do Amazonas, foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia – ICET.

Resumo

A água constitui um dos compostos de maior importância e distribuição na crosta terrestre. Sua importância para a vida está no fato de que nenhum processo metabólico ocorre sem a sua ação direta ou indireta. Suas propriedades físicas e químicas têm grande significado para a distribuição dos organismos aquáticos. Os lagos são corpos d'água interiores sem comunicação direta com o mar. Não são elementos permanentes das paisagens da terra, porque são fenômenos de pouca durabilidade na escala geológica, então aparecem e desaparecem no decorrer do tempo (ESTEVES, 1988). O estudo da estrutura e funcionamento desses ecossistemas aquáticos compõe o objetivo central das pesquisas limnológicas. Variações espaço-temporais, ciclos sazonais e diários de variáveis limnológicas em lagos amazônicos podem apresentar grande variação e o conhecimento delas pode contribuir para o entendimento de padrões de misturas e estratificação nesses ambientes. O trabalho objetivou avaliar parâmetros limnológicos em lagos da região de Itacoatiara – AM, médio Amazonas através da análise baseada em fatores físicos e químicos de seus lagos. Foram selecionados três lagos que circundam o município de Itacoatiara: Fazenda Poranga, Centenário e Estrada do Aeroporto. As amostras de água foram coletadas de forma padronizada e sistemática. Em cada ponto, foram coletadas três amostras de água em garrafas de polietileno de 300 mL para análises de nitrito. As amostras foram submetidas à refrigeração (caixa de isopor com gelo) e posteriormente, levados e mantidos no laboratório de pesquisa do ICET. Foram analisados *in situ* a temperatura, transparência da água, pH, ORP (Potencial de Oxidação-Redução) e oxigênio dissolvido, sendo os três últimos medidos com aparelhos digitais. Os resultados das análises foram comparados entre os meses e entre os lagos através do teste de Kruskal-Wallis. As variáveis analisadas mostram que os igarapés da estrada do aeroporto, do centenário e da poranga sofrem variação no pH, temperatura, oxigênio dissolvido e profundidade do disco de Secchi segundo a época de coleta o que indica influência direta do volume de água nesses parâmetros. As variáveis, profundidade do disco de secchi e temperatura apresentaram diferença entre os igarapés estudados.

Abstract

Water is one of the compounds of greatest importance and distribution in the earth. Its importance to life is the fact that no metabolic process occurs without your direct action or indirectly. Their physical and chemical properties are important for the distribution of aquatic organisms. Lakes are inland bodies of water without direct communication with the sea. They are not permanent features of the landscape of the earth, because they are phenomena not last long in a geological scale, then appear and disappear over time (Esteves, 1988). The study of the structure and functioning of aquatic ecosystems make up the central goal of limnological research. Variations spatio-temporal, seasonal and daily cycles of limnological variables in Amazonian lakes may show great variation and knowledge of them can contribute to the understanding of patterns of mixing and stratification in these environments. The study aimed to evaluate limnological parameters in the lakes region of Itacoatiara - AM, middle Amazon through the analysis based on physical and chemical factors of its lakes. We selected three ponds that surround the town of Itacoatiara: Farm Poranga, Centenário and Airport Road. Water samples were standardized and systematic collected. At each point, three samples of water were collected with 300 mL polyethylene bottles for analysis of nitrite. The samples were subjected to cooling (ice chest) and subsequently taken and kept in the research laboratory of the ICET. We analyzed in situ temperature, water transparency, pH, ORP (Oxidation-Reduction Potential) and dissolved oxygen, and the last three measured with digital devices. The test results were compared between months and between the lakes with Kruskal-Wallis. The variables analyzed show that the streams of the airport road, Centenário and Poranga suffer variation in pH, temperature, dissolved oxygen and Secchi disk depth of the second season collection which indicates a direct influence on the volume of water in these parameters. The variables, depth of the secchi disk and temperature were similar between the streams studied.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Variação temporal das variáveis limnológicas estuda no igarapé da estrada do aeroporto.....

Figura 2 – Variação temporal das variáveis limnológicas estudas no igarapé do centenário.
.....

Figura 3 – Variação temporal das variáveis limnológicas estudas no igarapé da poranga.....

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Período de Seca – Igarapé da Estrada do Aeroporto(P1).....12

Tabela 2 – Período de Seca – Igarapé da Estrada do Aeroporto(P1).....15

Tabela 3 – Período de Seca – Igarapé do Centenário (P2).

Tabela 4 – Período de Cheia – Igarapé do Centenário(P2).

Tabela 5 – Período de Seca – Igarapé da Poranga (P3).

Tabela 6 – Período de Seca – Igarapé da Poranga (P3).

Tabela 7 – Médias das variáveis físico-químicas nos locais de coleta.

Tabela 8 – Média e Desvios-padrão das variáveis físico-químicas P1, P2, P3.

Conteúdo

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. OBJETIVOS.....	111
2.1. OBJETIVO GERAL.....	111
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4.1. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	21
Os resultados das análises foram comparados entre os meses e entre os lagos através do teste de Kruskal-Wallis.	
5. RESULTADOS.....	21
5.1. Variáveis Limnológicas	
5.1.1. Igarapé da estrada do aeroporto	
5.1.2. Igarapé do centenário	
5.1.3. Igarapé da poranga	
6. DISCUSSÃO.....	28
7. CONCLUSÃO.....	29
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28
9. ANEXO1.....	33

1. INTRODUÇÃO

A abundância de água no planeta terra é uma de suas características essenciais, a água doce é a menos abundante e o tipo mais diretamente envolvido nas necessidades básicas do homem (DARWICH et al., 2005). Por isso, sua fixação em qualquer região, tem sido em função da disponibilidade quantitativa e qualitativa das fontes de energia necessárias à sua subsistência, tais como ar, água, alimento, e outros. Porém a eficiência com que o homem consome esta energia não é total e em conseqüência, diversos tipos de resíduos são formados, entre os quais predominam: esgoto doméstico e industrial, resíduos sólidos, e partículas na atmosfera.

A Bacia Amazônica, com aproximadamente 6.100.000 km² é a maior bacia hidrográfica do planeta. De dimensões continentais, essa bacia está localizada na zona intertropical, recebendo precipitações médias anuais de 2460 mm. A descarga líquida média é estimada em 209.000 m³.s⁻¹, seus principais afluentes são os rios Amazonas, Solimões, Negro, Madeira, Xingu, Trombetas e Tapajós (MIRANDA et al., 2009). O estudo de variações espaço-temporais, ciclos sazonais, e variáveis limnológicas nos lagos amazônicos podem apresentar grande variação e o conhecimento dessas variações pode contribuir para o entendimento de padrões de mistura e estratificação nesses ambientes (DARWICH et al., 2005). Além de envolver a utilização racional e a conservação dos recursos hídricos, principalmente.

Situada na oitava Sub-região – região do Médio Amazonas a cidade de Itacoatiara está localizada a 3,1°S e 58,4°W, a cerca de 175 Km em linha reta e via fluvial 201 km da capital do estado, Manaus (LIBERATO & BRITO, 2010). Faz limites com os municípios de Itapiranga, Silves, Urucurituba, Boa Vista do Ramos, Maués, Nova Olinda do Norte, Autazes, Careiro, Manaus e Rio Preto da Eva. As condições climáticas do município de Itacoatiara determina, conforme a classificação de Koppen, o clima do tipo Am, caracterizado pelas estações de clima quente e úmido, temperatura constantemente alta e precipitações elevadas com uma altitude de 18 m (IPEAM, 1969).

O município de Itacoatiara possui uma infraestrutura básica constituída de rede de energia elétrica, comunicação e saneamento. Na economia, o município concentra as atividades na agricultura, pecuária, piscicultura e extrativismo vegetal. De acordo com o censo 2000 realizado pelo IBGE, o município abriga uma população de 72.105 habitantes em uma área de 8.910 Km² e 206 comunidades apresentando maior densidade demográfica em função do grande desenvolvimento promovido pela indústria madeireira e outros investimentos, principalmente no negócio de grãos ao longo do rio Madeira (SANTOS, 2006).

A característica do solo da rodovia estadual AM – 010 próximas ao município é a presença de material argiloso de coloração amarelada, medindo cerca de 20 cm de espessura sendo constituído de minerais como o quartzo e a caulinita. Apresenta horizontes argilosos com cores que vão do vermelho ao amarelo e com presença de raízes. A crosta com cerca de um metro de espessura possui fragmentos angulosos e arredondados com diâmetro que varia de 3 a 4 cm (SANTOS, 2006).

Os rios ou igarapés, sem dúvida, são os principais elementos naturais que formam a realidade sócio-econômica amazônica, com os quais a população criou, ao longo do tempo, uma íntima relação simbólica e funcional, utilizando-os para contemplação, lazer, meio de transporte e atividades econômicas.

Em Itacoatiara não é diferente, os igarapés fazem parte da cultura da população itacoatiarense e constituem-se numa alternativa de lazer (os chamados “banhos”) e, principalmente, para atividades econômicas como a pesca (BARTHEM & FABRÉ, 2003), especialmente para a população de baixa renda. Porém, existem poucos estudos sobre a limnologia das águas em Itacoatiara que descrevam suas atuais condições. Segundo LOPES et. al (2006), a utilização inadequada dos cursos de águas são fatores que tem influenciado para a degradação e alteração na composição química das águas dos igarapés.

Assim, estudos sobre mudanças sazonais e de variáveis físicas e químicas em igarapés do município de Itacoatiara pode contribuir tanto para o entendimento da dinâmica desses processos na região quanto para a conservação e manejo dos mesmos. Hoje, a cidade é um dos maiores centros econômicos e culturais da Amazônia, possuindo vários igarapés que poderiam ser utilizados para a prática do turismo ecológico urbano e recreação aquática se houvesse mais estudos sobre suas atuais condições.

Considerando que os igarapés são uma importante fonte de renda para a população de baixa renda e que existem poucos estudos de limnologia na região; o trabalho tem como objetivo avaliar parâmetros limnológicos nos igarapés da região de Itacoatiara – AM, médio Amazonas durante doze meses.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar parâmetros limnológicos em lagos da região de Itacoatiara – AM, médio Amazonas durante doze meses.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Oxigênio dissolvido

O oxigênio dissolvido é de fundamental importância para o meio hídrico. Tem origem no processo de fotossíntese de algas e macrófitas aquáticas e sua presença no meio hídrico depende, como fonte, dessa produção e da difusão do ar atmosférico. O ar contém cerca de 20,95% de oxigênio e praticamente todo o restante é nitrogênio, além de uma pequena quantidade de outros gases. Entretanto, o oxigênio é mais solúvel que o nitrogênio e sua concentração no meio aquático pode apresentar considerável variação sazonal, espacial e diária, dependendo do ambiente considerado. Certamente, o oxigênio é um importante elemento para o metabolismo de todos os seres aquáticos aeróbicos (CUNHA, 2006). Sendo assim, o estudo do oxigênio dissolvido é fundamental para compreender o desenvolvimento fisiológico dos organismos aquáticos, sua distribuição, comportamento e abundância, além de influenciar disponibilidade de outros nutrientes inorgânicos (DARWICH et al., 2005).

A temperatura e a pressão atmosférica são parâmetros que influem na presença de oxigênio na água. Então a altitude do ambiente aquático considerado, as condições meteorológicas e, a pressão hidrostática numa determinada profundidade da coluna de água influenciam na solubilidade desse gás. Sendo que a solubilidade aumenta com a profundidade, quanto maior a profundidade, maior é a capacidade de concentração de gás no ponto considerado até que se forme bolhas que se deslocam à superfície; a solubilidade diminui com o aumento da temperatura e a quantidade máxima para saturação (14,621 mg/l) ocorre a zero grau centígrado (DARWICH et al., 2005).

Segundo DARWICH et al., (2005) a importância ecológica dessas observações é que menores concentrações de oxigênio na coluna de água de lagos amazônicos

próximos ao nível do mar, representam maiores níveis de saturação desse gás no meio hídrico.

A difusão de oxigênio da atmosfera para a água, ou vice-versa, ocorre quando houver um diferencial de pressão de O₂ entre ar e a água. A água é dita saturada em O₂ quando a concentração de oxigênio dissolvido é aquela teoricamente possível sob as condições de temperatura, salinidade e pressão atmosférica existentes.

Muitas espécies de peixes podem tolerar concentrações de oxigênio dissolvido em torno de 2 a 3 mg/l por períodos prolongados. Salmonídeos podem tolerar níveis de 4 a 5 mg/l (KUBITZA, 2003).

Transparência da água

A luz é responsável pela fotossíntese. Então, quanto maior a transparência da água, maior a entrada de luz e, conseqüentemente, melhor o crescimento dos vegetais e a incorporação de oxigênio dissolvido (ESTEVES, 1998).

Ao penetrar na coluna da água, a radiação é submetida a profundas alterações, tanto na sua intensidade quanto na sua qualidade espectral. Estas alterações dependem de vários fatores; dentre eles destacam-se: a concentração de material dissolvido e a concentração de material em suspensão (ESTEVES, 1998).

A radiação sofre uma mudança de direção ao penetrar na água. Isto ocorre devido à refração da radiação, por causa de sua diminuição de velocidade ao penetrar no meio líquido. Logo depois, parte da radiação é absorvida e transformada em outras formas de energia, por exemplo, química pela fotossíntese e calorífica pelo aquecimento da água. A outra parte da radiação sofre o fenômeno de dispersão, que é o “choque” da radiação com partículas dissolvidas e/ou suspensas na água. Portanto, a absorção e a dispersão são os dois principais fatores, responsáveis pela atenuação da radiação com a profundidade nos ecossistemas aquáticos (ESTEVES, 1998).

A porção iluminada da coluna da água varia de alguns centímetros, até dezenas de metros. Esta região da coluna de água é chamada de zona eufótica e sua extensão depende, principalmente, da capacidade do meio em atenuar a radiação subaquática (ESTEVES, 1998)

Do ponto de vista ótico, a transparência da água pode se considerada o oposto da turbidez que é causada pelas plantas e animais microscópicos que vivem na água e pelos sólidos suspensos, principalmente argila e silte e ainda por substâncias húmicas (ESTEVES, 1998). A avaliação da transparência da água é feita através da imersão de um disco de 20 a 30cm de diâmetro, com quadrantes pintados de branco e preto; com uma corda graduada no centro, denominado disco de Secchi.

A profundidade de desaparecimento do disco de Secchi é inversamente proporcional à quantidade de compostos orgânicos e inorgânicos no caminho ótico (ESTEVES, 1998). Em outras palavras, a profundidade de desaparecimento do disco de Secchi corresponde àquela profundidade na qual a radiação de 400-740nm, então a faixa visível, refletida do disco não é mais sensível ao olho humano. A profundidade obtida (em metros) é denominada transparência do disco de Secchi.

Os valores obtidos para a profundidade do disco de Secchi em águas claras são mais reais, por que nestas condições ocorre pouca dispersão da radiação, conseqüentemente a radiação refletida a partir da superfície do disco é captada pelo olho do observador. Por outro lado, em águas com grande concentração de compostos dissolvidos e particulados, ocorre forte dispersão da radiação. Três fenômenos principais podem ocorrer nestas condições: 1º) Parte da radiação que incidiria no disco no disco é dispersa, saindo do caminho ótico do observador; 2º) parte da radiação que é refletida a partir do disco é dispersa, não retornando pelo caminho ótico do observador; 3º) radiações dispersas, fora do caminho ótico original, atingem este caminho, passando a ser envolvidas no processo de observação (ESTEVES, 1998). Por isso, observa-se em lagos túrbidos, a subestimação dos valores do disco de Secchi.

Segundo ESTEVES (1998), os melhores resultados são obtidos quando mergulha-se o disco de Secchi (entre o período de 10h00 e 14h00). Procede-se da seguinte forma: anota-se a profundidade do seu desaparecimento, deixa-se afundar mais alguns centímetros e levanta-se o disco vagarosamente, até ele ressurgir e anota-se a segunda profundidade. A média das duas medidas corresponde à profundidade do disco de Secchi.

Temperatura

Segundo CUNHA (2006), a temperatura é uma característica física das águas, sendo uma medida de intensidade de calor ou energia térmica em trânsito, pois indica o grau de agitação das moléculas. É o fator que mais influencia todos os processos que ocorrem na água. A temperatura da água está diretamente relacionada com a temperatura ambiente, ou seja, com o comportamento do clima da região onde se localizam os igarapés.

Quando a temperatura da água aumenta, as reações químicas são aceleradas e há um aumento nas funções vitais dos peixes e conseqüentemente o consumo de oxigênio. O teor de oxigênio dissolvido na água, além de outros fatores, depende da temperatura, ou seja, em águas mais frias a solubilidade de oxigênio é maior que em águas mais quentes. Em lagos tropicais, a alta temperatura causa o aumento do metabolismo dos organismos aquáticos e, conseqüentemente, a alteração de outros

fatores. (ESTEVEZ, 1998). Os peixes são animais conhecidos como ectotérmicos, isto é, a temperatura do corpo se aproxima da temperatura do ambiente e cada espécie tem sua tolerância ou faixa adequada à sua sobrevivência.

Condutividade

A condutividade indica a quantidade de íons dissolvidos na água, ou seja, o aporte de nutrientes disponível para as macrófitas aquáticas do ambiente considerado. Uma maior quantidade de matéria orgânica em decomposição nas águas aumenta os íons dissolvidos, aumentando a condutividade. Desta forma, o efeito do lixo deve ser considerado um fator adicional que influencia na presença de macrófitas.

pH da água

O pH é definido como o logaritmo negativo da concentração (em moles/l) dos íons, sua medida indica se a água é ácida ou alcalina. A escala do pH compreende valores de 0 a 14. O pH 7 indica uma condição neutra da água, onde há um equilíbrio entre os íons H⁺ e OH⁻.

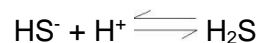
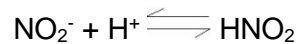
O pH também apresenta variações durante o dia, sendo mais baixo na parte da manhã e mais elevado na parte da tarde. Variações maiores que 1,5 unidades de pH no decorrer do dia causam problemas aos peixes. A faixa de pH da água, na qual os peixes tem condições de se desenvolverem, deve estar entre 6,5 e 9,5, sendo que o ideal é entre 7,0 e 8,5. Segundo KUBITZA (2003), valores de pH muito acima ou abaixo desta faixa podem causar prejuízos ao crescimento, à reprodução e condição geral de saúde dos peixes.

Os valores de pH podem variar durante o dia em função da atividade fotossintética e respiratória das comunidades aquáticas, diminuindo em função do aumento na concentração de gás carbônico (CO₂) na água. Entretanto, o CO₂, mesmo em altas concentrações, não é capaz de diminuir o pH da água para valores menores que 4,5. Condições de pH abaixo de 4,5 são causadas pela presença de ácidos minerais como os ácidos sulfúrico (H₂SO₄), clorídrico (HCl) e nítrico (HNO₃) (KUBITZA, 2003).

O pH também regula a toxidez de metabolitos como a amônia, nitrito e o gás sulfídrico. A elevação no pH aumenta a concentração da forma não ionizada da amônia na água, isto é, a fração tóxica da amônia. Elevados valores de pH podem ocorrer nos horários de insolação.



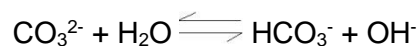
Por outro lado, sob baixos valores de pH ocorre um aumento na proporção das formas tóxicas do nitrito (HNO_2) e do gás (H_2S), compostos tóxicos aos peixes e camarões que podem aparecer quando há um grande acúmulo de resíduos orgânicos.



Existe ainda o sistema tampão bicarbonato-carbonato da água que é responsável pela minimização das variações diárias no pH. Esse processo se dá pela remoção de CO_2 durante o período de alta atividade fotossintética, o que resulta em aumento na dissociação do íon HCO_3^- para gerar mais CO_2 , o que leva à formação e acúmulo de íons CO_3^{2-} , conforme ilustrado a seguir:



Os íons CO_3^{2-} se dissociam, gerando um íon HCO_3^- e uma hidroxila (OH^-), para manter o equilíbrio com o bicarbonato. É necessária a dissociação de 2 íons HCO_3^- para formar uma molécula de CO_2 e um íon CO_3^{2-} . Entretanto, a dissociação do CO_3^{2-} gera apenas um íon HCO_3^- , o que faz com que a concentração de bicarbonato seja gradualmente reduzida no sistema.



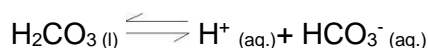
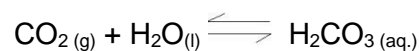
Sendo assim o equilíbrio é alterado e a concentração dos íons OH^- (hidroxila) aumenta, resultando num progressivo aumento no pH da água. Quando o pH da água chega a 8,3, o CO_2 livre deixa de ser detectado e a concentração de íons HCO_3^- começa a declinar enquanto aumenta a concentração dos íons CO_3^{2-} . Com o pH da água próximo a 10,2, as concentrações destes íons se equiparam. A extinção dos íons HCO_3^- livres ocorre a valores de pH ao redor de 12,6.

Alcalinidade

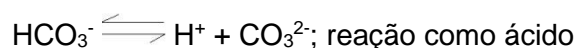
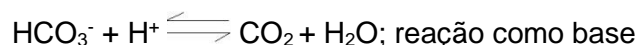
É a medida da quantidade de carbonatos e bicarbonatos existentes na água. É responsável pela manutenção do equilíbrio do pH da água, não permitindo significativas flutuações diárias em função dos processos fotossintéticos e respiratório do meio aquático.

Embora a amônia, os fosfatos, os silicatos e a hidroxila (OH^-) se comportem como bases contribuindo para a alcalinidade total, os íons bicarbonatos (HCO_3^-) e os carbonatos (CO_3^{2-}) são os mais abundantes e responsáveis por praticamente toda a alcalinidade nas águas naturais. A alcalinidade total é expressa em equivalentes de CaCO_3 (mg de CaCO_3/l).

O ácido carbônico (H_2CO_3) é o produto da reação ácida do CO_2 na água. A ionização do ácido carbônico é um processo desencadeador da formação do íon carbonato, como mostrado a seguir:



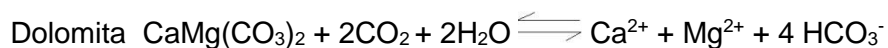
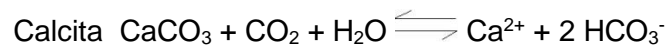
O íon bicarbonato age como base, formando CO_2 e H_2O , ou como ácido, dissociando-se para formar o íon carbonato, como ilustrado a seguir:



O íon carbonato (CO_3^{2-}) reage como uma base, dissociando-se para produzir a hidroxila e o íon bicarbonato:



Segundo KUBITZA (2003), menos de 1% de todo o CO₂ dissolvido na água forma ácido carbônico. Porém, as águas naturais contêm muito mais íons carbonatos do que seria possível apenas com a ionização do ácido carbônico presente no sistema. Isto é explicado pela reação que acontece entre o CO₂ e as rochas presentes nos sedimentos límnicos (ESTEVES, 1998), formando íons carbonato:



A alcalinidade total esta diretamente ligada à capacidade da água de manter seu equilíbrio ácido-básico (poder tampão da água). Águas com alcalinidade total menor que 20mg de CaCO₃/l tem seu poder tampão reduzido e apresentam significativas variações diárias nos valores de pH em função dos processos fotossintéticos e respiratórios do meio aquático (KUBITZA, 2003).

Compostos Nitrogenados

A amônia na água é originária da excreção dos peixes. Também é produzida pela excreção pela decomposição da matéria orgânica, como restos de alimentos, fezes dos peixes. As principais fontes naturais de nitrogênio são: a chuva, material orgânico e inorgânico de origem alóctone e a fixação de nitrogênio molecular dentro do próprio lago (ESTEVES, 1998).

O nitrogênio está presente nos ambientes aquáticos sob várias formas, por exemplo: nitrato (NO₃⁻), nitrito (NO₂⁻), amônia (NH₃), íon amônio (NH₄⁺), óxido nitroso (N₂O), nitrogênio molecular (N₂), nitrogênio orgânico dissolvido (peptídeos, purinas, aminas, aminoácidos, etc.), nitrogênio orgânico particulado (bactérias, fitoplâncton, zooplâncton e detritos), etc.

A amônia existe em duas formas na água: Uma como gás (NH₃) e outra como íon amônio (NH₄⁺). A amônia na forma de gás é tóxica para os peixes, porque causa irritação nas branquias e problemas respiratórios. O nível do gás amônia na água depende da temperatura e do pH da água. Quanto mais altos a temperatura e o pH, mais íons amônia são convertidos para amônia na forma de gás e, conseqüentemente, maior será a concentração da amônia tóxica na água.

O nitrito é um metabolito intermediário do processo de nitrificação, durante o qual a amônia é oxidada a nitrato através da ação de bactérias do gênero *Nitrossomonas* e *Nitrobacter*. Condições de baixo oxigênio dissolvido prejudicam o desempenho da bactéria do gênero *Nitrobacter*, favorecendo o acúmulo de nitrito na água (ESTEVES, 1998).

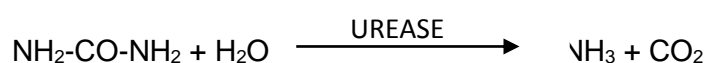
Dentre as diferentes formas, o nitrato, juntamente com o íon amônio, são de grande importância para os ecossistemas aquáticos, porque representam as principais fontes de nitrogênio para os produtores primários (ESTEVES, 1998).

O íon amônio é muito importante para os organismos produtores, principalmente porque sua absorção é energeticamente mais viável. Sua concentração nas camadas onde encontra-se o fitoplâncton é, geralmente muito baixa. Por isso o nitrato é a principal fonte de nitrogênio para os vegetais aquáticos.

No entanto, altas concentrações do íon amônio podem ter grandes implicações ecológicas, (ESTEVES, 1998), como por exemplo: influenciando fortemente a dinâmica do oxigênio dissolvido do meio, por que para oxidar 1,0 miligrama do íon amônio(nitrificação), são necessárias cerca de 4,3 miligrama de oxigênio e influenciando a comunidade de peixes, porque em meio básico o íon amônio é convertido em amônia(NH₃ livre, gasosa), que dependendo de sua concentração pode ser tóxica.

Sendo um dos elementos mais importantes no metabolismo aquático, pois participa na formação de proteínas, um dos componentes básicos da biomassa; sua baixa concentração pode atuar como fator limitante da produção primária em ecossistemas aquáticos. Logo, sua fixação tanto por bactérias como por algas é um processo essencial para meio aquático.

A amonificação é a formação de amônia durante o processo de decomposição da matéria orgânica dissolvida e particulada. A decomposição da parte nitrogenada se da tanto em meio aeróbio quanto em anaeróbico por organismos heterotróficos, resultando na formação de amônia. Esse processo ocorre no sedimento, sendo o principal sítio de realização. Como segue a reação:



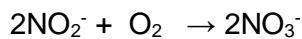
Em decorrência da decomposição aeróbia e anaeróbia da matéria orgânica, há a formação de compostos nitrogenados reduzidos como, por exemplo, a amônia

(ESTEVEES, 1998). A nitrificação é a oxidação biológica destes compostos a nitrato como segue:

Nitrossomonas – que oxidam amônio a nitrito:



Nitrobacter – que oxidam o nitrito a nitrato:



A nitrificação é um processo predominantemente aeróbio e, como tal, ocorre somente nas regiões onde há oxigênio disponível (geralmente na coluna da água e na superfície do sedimento) (ESTEVEES, 1998).

4. MATERIAL E MÉTODOS

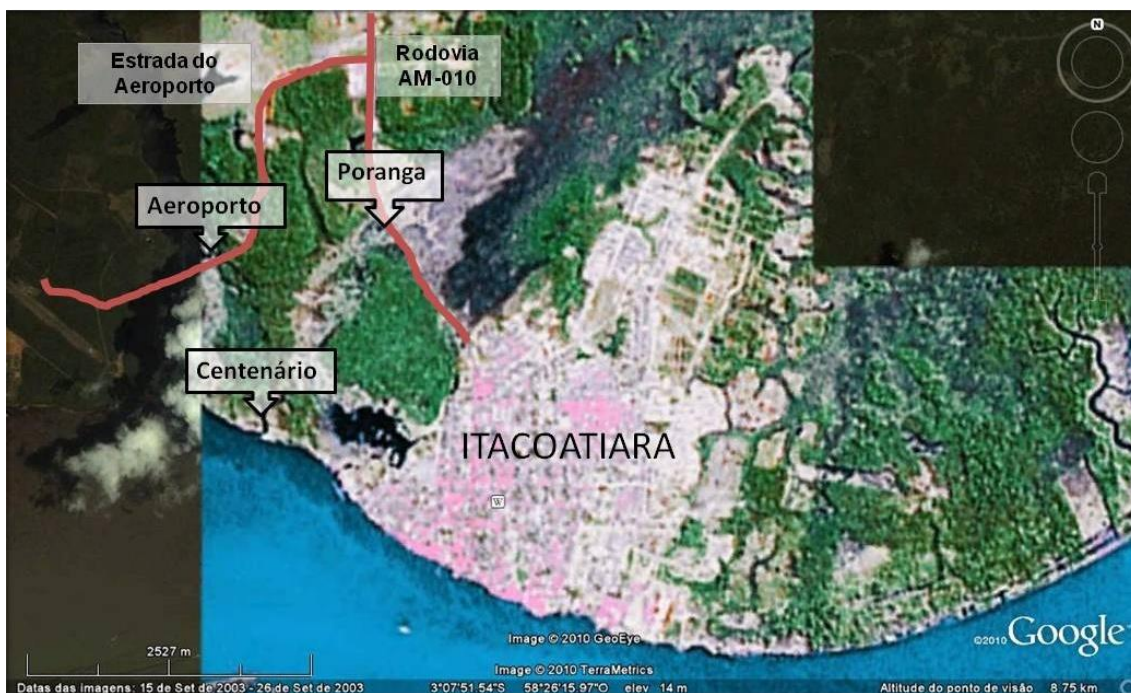
Para tanto, foram estabelecidos três pontos de coleta na cidade de Itacoatiara os quais foram escolhidos de acordo com o ambiente do entorno, sua posição geográfica dentro da cidade e a facilidade de acesso (ver fotos 1,2 e 3):

Coletas mensais padronizadas em três igarapés:

Centenário (03°08'24.5" S e 58°27'24.6"O)

Fazenda Poranga (03°07'11.4" S e 58°27'13.0" O)

Estrada do Aeroporto (03°07'23.3" S e 58°28'0.10"O)



Para o estudo das características físicas e químicas da água dos três igarapés do município foram realizadas coletas mensais, de agosto de 2010 a julho de 2011, considerando os períodos de seca (julho/2010 a dezembro/2010) e cheia (janeiro/2011 a junho/2011) (HORBE & OLIVEIRA, 2008). No início da manhã, por meio do sensor multiparâmetros modelo HI 8314 da Hanna instrumentos, foram mensurados os valores de temperatura, pH e Potencial de Oxi-redução(ORP). O oxigênio dissolvido foi medido com outro aparelho modelo DO – 5510 da Digital instrumentos. Todas essas medições realizaram-se na interfase água-ar e mergulhando-se à uma profundidade de 5 - 10 cm.

Amostras de água foram coletadas para análises de alcalinidade, nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato todas espectrométricas (Eaton *et al.*, 1998; 1999). As amostras foram coletadas em garrafas de polietileno de 300ml sendo lavadas três vezes com água do local e somente na quarta vez será preenchido e submetido à refrigeração (caixa de isopor com gelo). A transparência da água foi medida com o auxílio do Disco de Secchi seguindo a metodologia de ESTEVES (1998).

As três coletas nos igarapés da região ocorreram de forma padronizada e sistemática seguindo metodologia de Bicudo e Bicudo. Para coleta e análise da água foram utilizados equipamentos e recursos que foram obtidos e utilizados previamente em projeto de Ecologia e Biologia de Crustáceos sob coordenação do Prof. Dr. Gustavo Yomar Hattori, o qual será colaborador no presente projeto.

4.1. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram comparados entre os pontos e entre os meses por ANOVA não-paramétrica (teste de KRUSKAL-WALLIS e MAN-WHITNEY) ao nível de 5% de probabilidade de erro. Para estas análises, foi utilizado o software STATISTICA 7 (STATISTICA, 2004).

5. RESULTADOS

5.1. Variáveis limnológicas

Os gráficos e tabelas a seguir representam a síntese dos resultados para as variáveis limnológicas verificadas durante os meses de estudo, envolvendo o período de seca (julho a dezembro) e o período de chuvas (janeiro a junho).

A média, o valor máximo e mínimo, o desvio-padrão e o erro padrão da média nos três pontos de coleta no período seco e cheio, respectivamente, são apresentados nas tabelas 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

A comparação entre os meses e entre os pontos estão apresentados nas tabelas 7 e 8, respectivamente.

5.1.1. Igarapé da estrada do aeroporto (P1)

As médias e desvios-padrão do ponto 1 para o pH, ORP, oxigênio dissolvido (O.D.), temperatura e profundidade do disco de secchi (D.S.) para todos os meses de estudo são apresentados na figura 1.

Tabela 1 - Período de Seca na estrada do aeroporto

Variável limnológica	média	Mínimo	Máximo	Desvio padrão	Erro padrão
Ph	6.70	5.99	7.80	0.59	0.15
ORP (mV)	34	10	62	16	4
Temperatura (°C)	29.8	28.9	31.2	0.8	0.2
O.D. (mg/l)	3.6	2.7	4.4	0.7	0.2
Disco de Secchi (cm)	41.7	18.0	70.0	13.8	3.6
Nitrito (mg/l)	0.06	0.00	0.13	0.07	0.04

Tabela 2 - Período de Cheia na estrada do aeroporto

Variável limnológica	média	Mínimo	Máximo	Desvio padrão	Erro padrão
pH	6.39	5.79	7.85	0.53	0.13
ORP (mV)	47	1	74	20	5
Temperatura (°C)	28.1	27.3	29.1	0.6	0.1
O.D. (mg/l)	10.6	6.8	16.1	3.4	0.8
Disco de Secchi (cm)	45.7	15.0	63.0	14.6	3.4
Nitrito (mg/l)	0.02	0.00	0.03	0.02	0.01

5.1.2. Igarapé do centenário (P2)

As médias e desvios-padrão do ponto 2 para o pH, ORP, oxigênio dissolvido (O.D.), temperatura e profundidade do disco de secchi (D.S.) para todos os meses de estudo são apresentados na figura 2.

Tabela 3 - Período de Seca no centenário

Variável limnológica	Média	Mínimo	Máximo	Desvio-padrão	Erro padrão
pH	6.60	6.00	7.55	0.52	0.15
ORP (mV)	33	4	64	19	6
Temperatura (°C)	26.9	25.1	30.2	1.8	0.5
O.D. (mg/l)	2.0	0.8	3.5	0.8	0.2
Disco de Secchi (cm)	14.4	3.0	24.0	6.9	2.0
Nitrito (mg/l)	0.00	0.00	0.00		

Tabela 4 - Período de Cheia no centenário

Variável limnológica	Média	Mínimo	Máximo	Desvio-padrão	Erro padrão
pH	6.21	5.70	6.81	0.27	0.06
ORP (mV)	53	21	78	14	3
Temperatura (°C)	27.3	26.0	28.7	1.0	0.2
O.D. (mg/l)	12.5	7.4	14.8	2.3	0.6
Disco de Secchi (cm)	22.7	13.0	38.0	7.8	2.0
Nitrito (mg/l)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

5.1.3. Igarapé da poranga (P3)

As médias e desvios-padrão do ponto 3 para o pH, ORP, oxigênio dissolvido (O.D.), temperatura e profundidade do disco de secchi (D.S.) para todos os meses de estudo são apresentados na figura 3.

Tabela 5 - Período de Seca na poranga

Variável limnológica	Média	Mínimo	Máximo	Desvio padrão	Erro padrão
pH	6.75	6.30	7.50	0.40	0.13
ORP (mV)	23	2	47	15	5
Temperatura (°C)	28.5	26.0	29.8	1.4	0.4
O.D. (mg/l)	3.2	0.9	8.5	2.6	0.8
Disco de Secchi (cm)	12.2	4.0	42.0	10.2	2.8
Nitrito (mg/l)	0.005	0.000	0.010	0.007	0.005

Tabela 6 - Período de Cheia na poranga

Variável limnológica	Média	Mínimo	Máximo	Desvio padrão	Erro padrão
pH	5.99	5.58	6.31	0.22	0.084
ORP (mV)	62	55	71	6	2
Temperatura (°C)	28.2	27.6	28.6	0.3	0.1
O.D. (mg/l)	13.2	10.5	14.0	1.2	0.5
Disco de Secchi (cm)	51.0	32.0	65.0	14.1	7.0
Nitrito (mg/l)	0.010	0.010	0.010		

5.1.4. Todos os pontos Aeroporto (P1), Centenário (P2) e Poranga (P3)

Tabela 7 - Médias das variáveis físico-químicas nos locais de coleta

Local	Variável limnológica	Seca	Cheia	H	p
Aeroporto	pH	6.71 ^a	6.39 ^b	26.779	0.0028
	ORP (mV)	34 ^a	47 ^b	23.462	0.0092
	Temperatura (°C)	29.8 ^a	28.1 ^b	31.503	0.0005
	O.D. (mg/l)	3.6 ^a	10.6 ^b	28.250	0.0009
	Disco de Secchi (cm)	41.7 ^a	45.7 ^b	26.897	0.0027
	Nitrito (mg/l)	0.06 ^a	0.02 ^a	5.00	0.4159
Centenário	pH	6.61 ^a	6.21 ^b	20.283	0.0162
	ORP (mV)	33 ^a	53 ^b	21.978	0.0089
	Temperatura (°C)	26.9 [*]	27.3	29.673	0.0010
	O.D. (mg/l)	2.1 ^a	12.5 ^b	24.906	0.0016
	Disco de Secchi (cm)	14.4 ^a	22.7 ^b	22.033	0.0049
	Nitrito (mg/l)	0 ^a	0 ^a	0.00	1.00
Poranga	pH	6.75 ^a	5.99 ^a	14.248	0.0270
	ORP (mV)	23 ^a	62 ^a	14.196	0.0275
	Temperatura (°C)	28.5	28.2 [*]	17.707	0.0134
	O.D. (mg/l)	3.2 ^a	13.2 ^a	15.103	0.0195
	Disco de Secchi (cm)	12.2 ^a	51 ^b	17.714	0.0070
	Nitrito (mg/l)	0.005 ^a	0.01 ^a	2.00	0.3679

Valores seguidos de letras diferentes foram significativamente diferentes no teste de Kruskal-Wallis ($\alpha=0,05$). (P) Valor de P da ANOVA não-paramétrica.

Não houve diferença estatística significativa entre os meses de coleta para o Nitrito em todos os pontos. No ponto três para o pH, Potencial de oxidação-redução (ORP) e Oxigênio Dissolvido (OD) também não houve diferença.

Tabela 8 - Média e Desvios-padrão das variáveis físico-químicas nos locais

Variável limnológica	Aeroporto	Centenário	Poranga	H	P
pH	6.53±0.57	6.37±0.42	6.44±0.51	0.72	0.6948
ORP (mV)	41±19	45±18	39±23	0.70	0.7033
Temperatura (°C)	28.9±1.1 ^a	27.1±1.4 ^b	28.4±1.2 ^c	21.94	0.0000
O.D. (mg/l)	7.8±4.4	7.8±5.6	7.3±5.5	0.830	0.6581
Disco de Secchi (cm)	43.8±14.1 ^a	19±8.4 ^b	21.4±20.0 ^c	31.80	0.0000
Nitrito (mg/l)	0.037±0.044	0±0	0.0067±0.005	4.62	0.0992

Valores seguidos de letras diferentes foram significativamente diferentes no teste de Kruskal-Wallis ($\alpha=0,05$). (P) Valor de P da ANOVA não-paramétrica.

Não houve diferença estatística significativa entre os pontos de coleta quanto ao pH, Potencial de Oxidação-Redução, Oxigênio Dissolvido e à concentração de nitrito (Tabela 8). Houve somente diferença entre os pontos para a temperatura e o disco de Secchi.

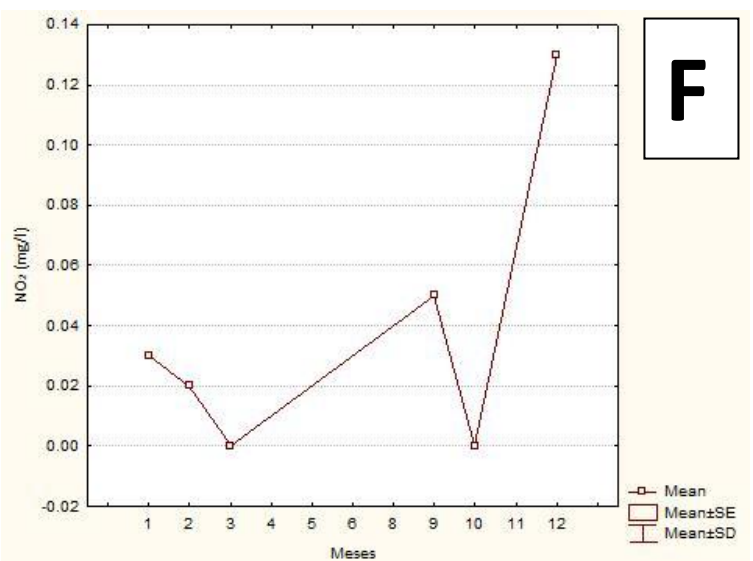
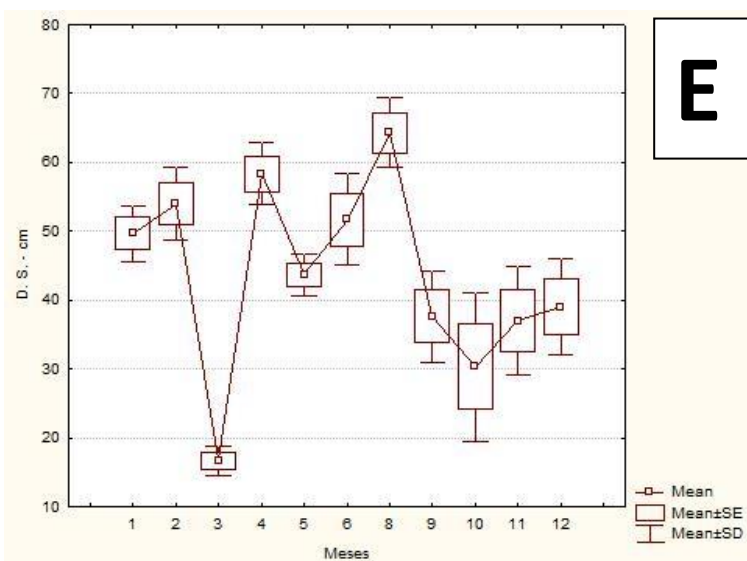
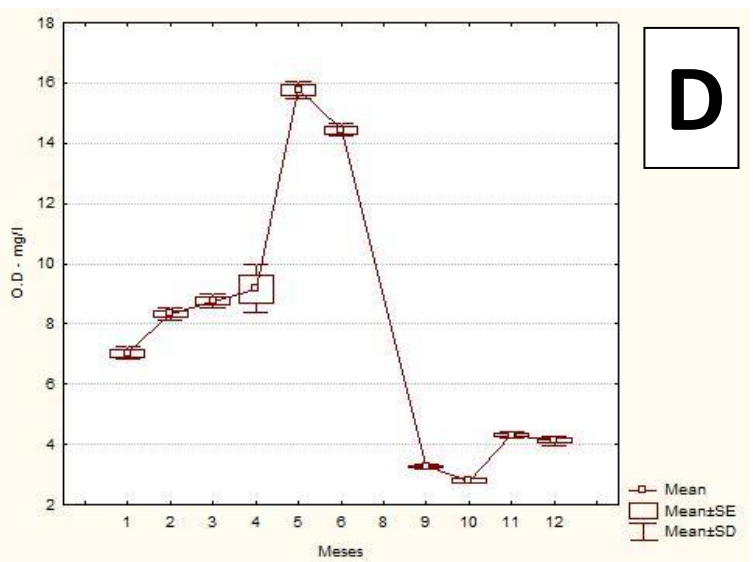
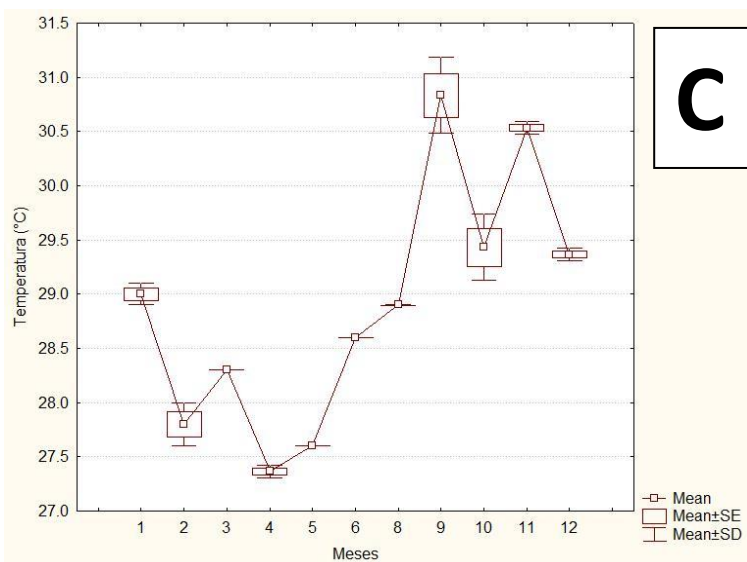
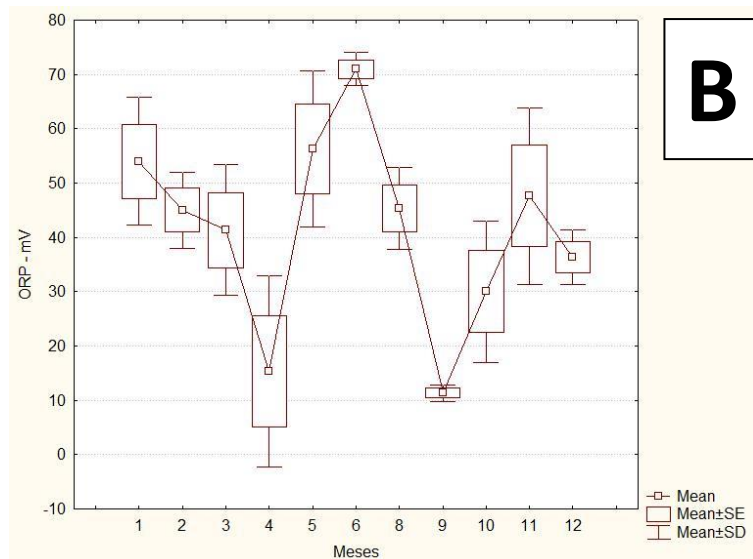
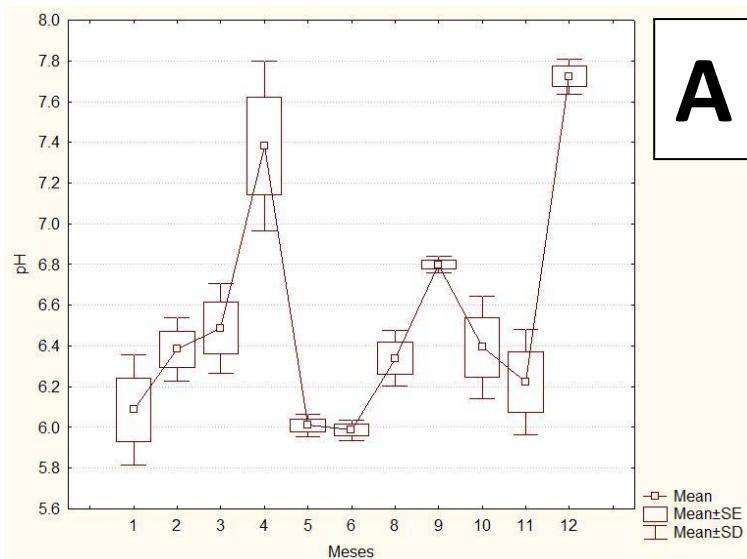


Figura 1. Variação temporal das variáveis limnológicas estuda no igarapé da estrada do aeroporto. Temperatura; Oxigênio dissolvido (OD), pH, Potencial de oxidação-redução(ORP), Nitrito e Disco de secchi.

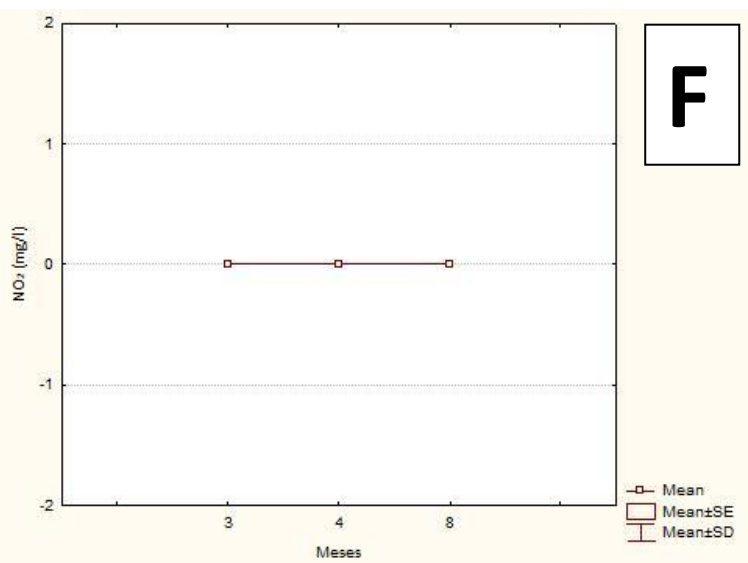
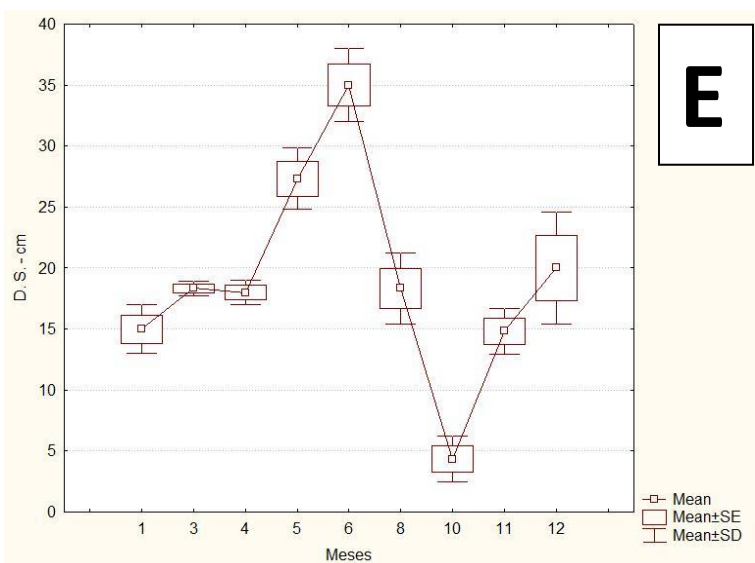
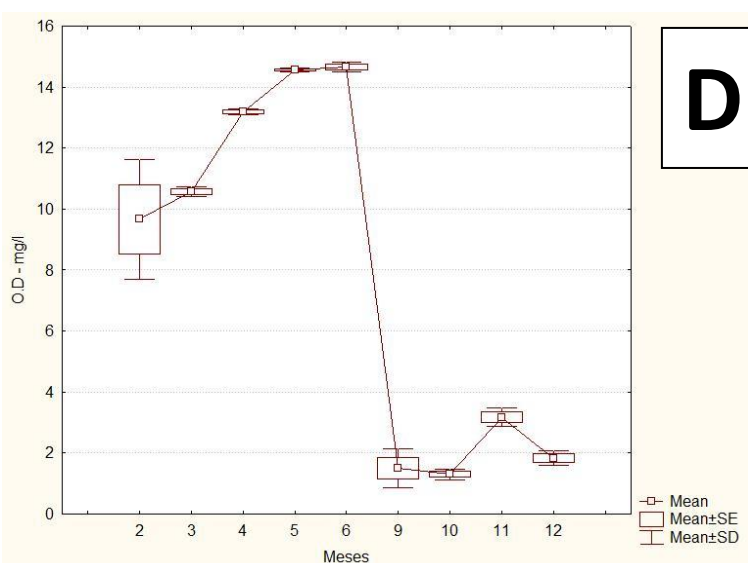
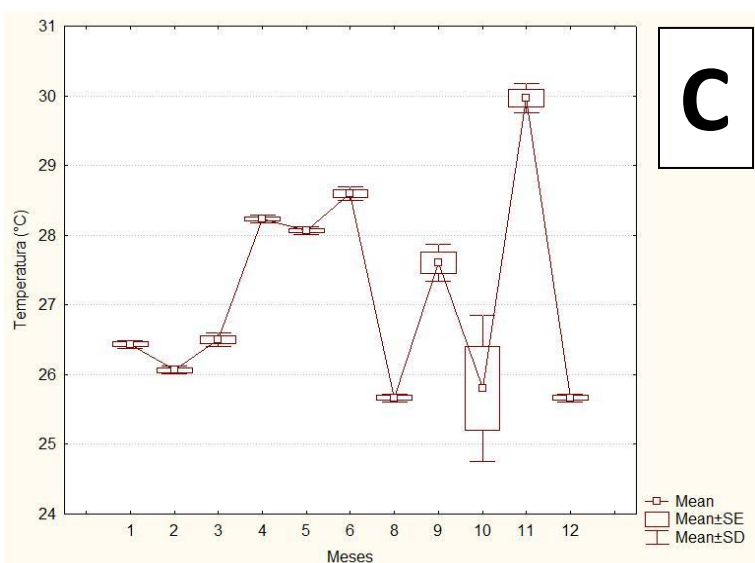
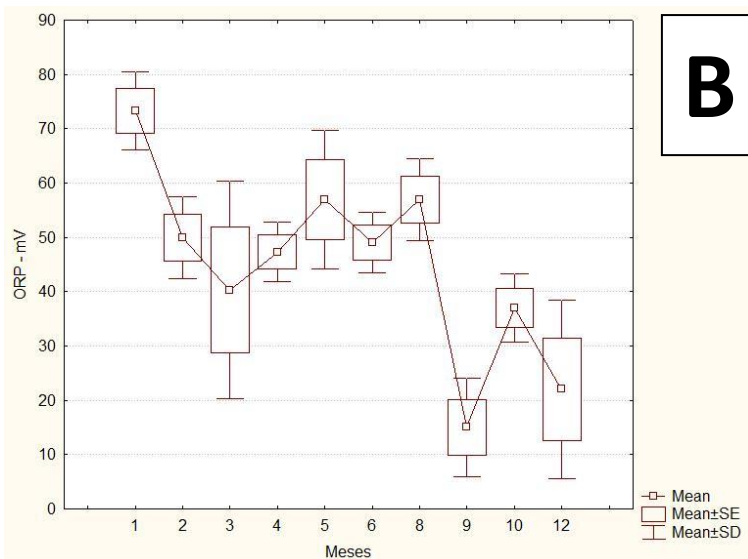
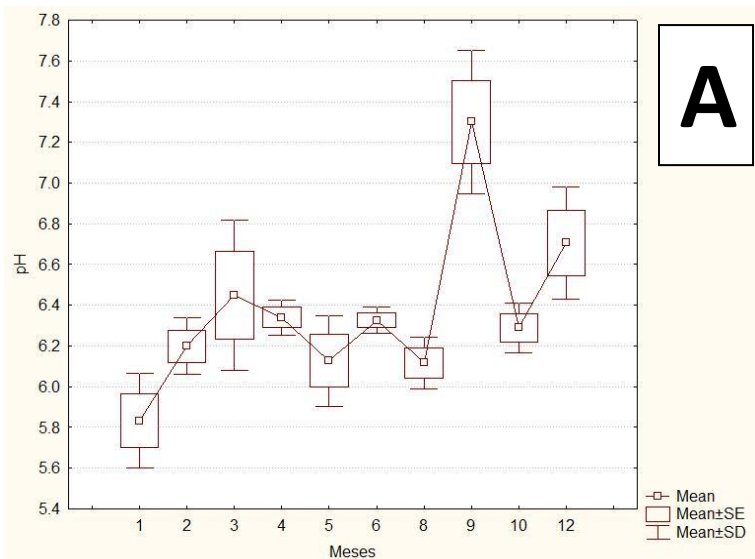
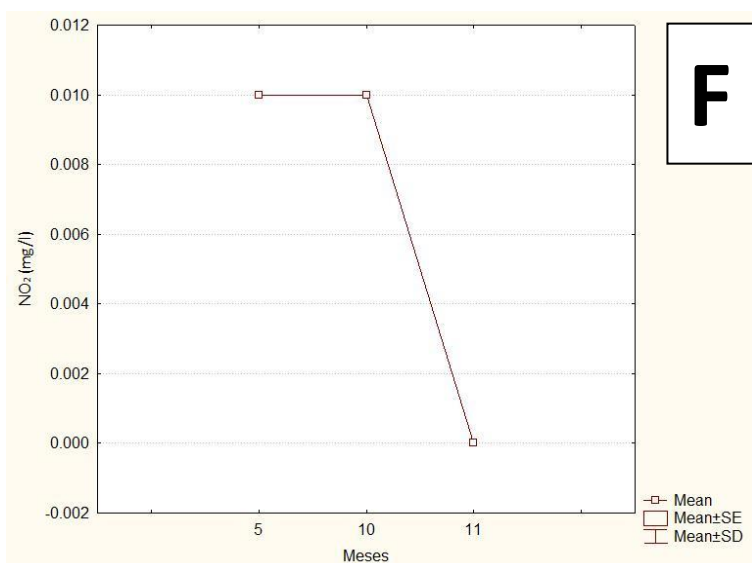
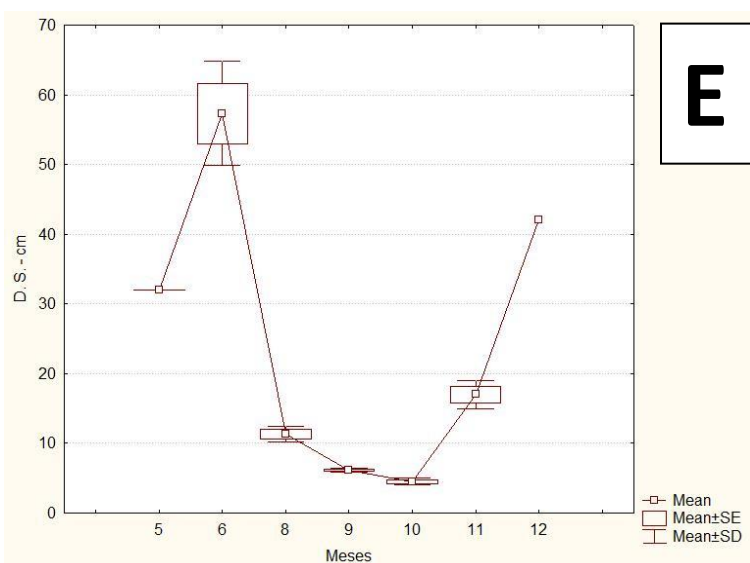
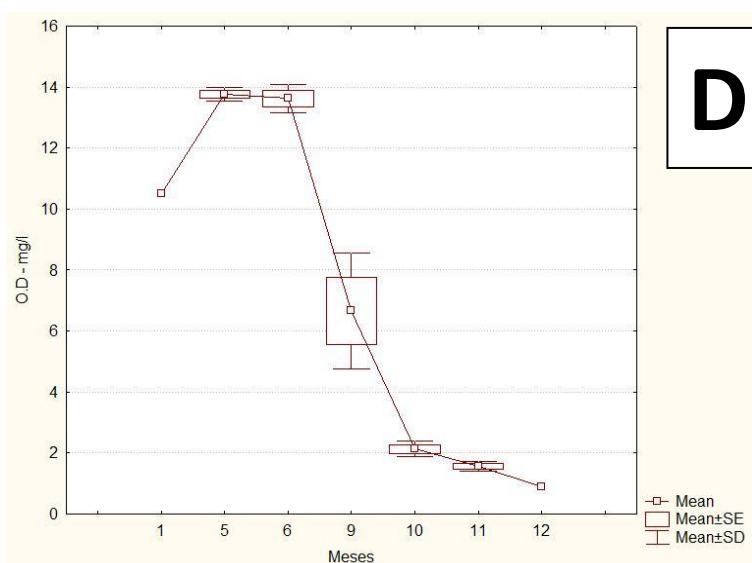
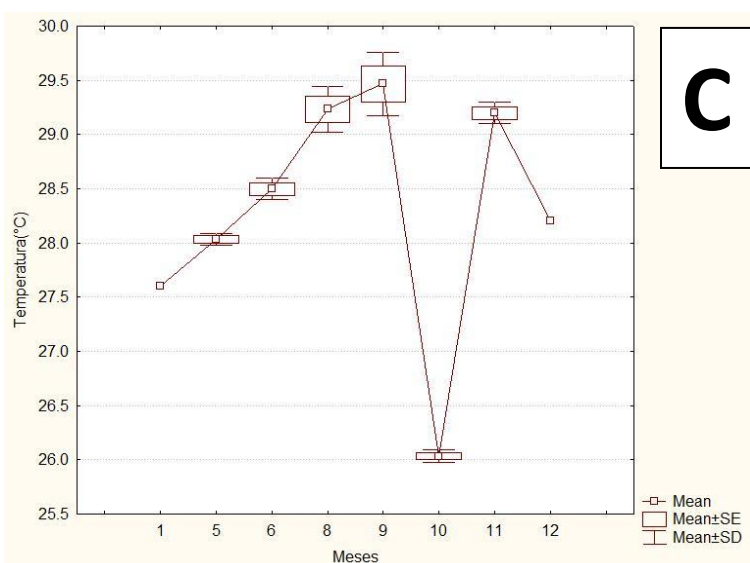
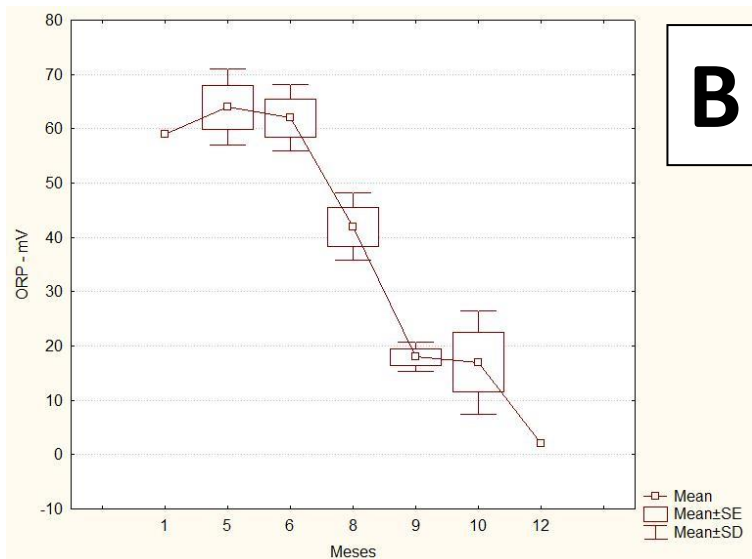
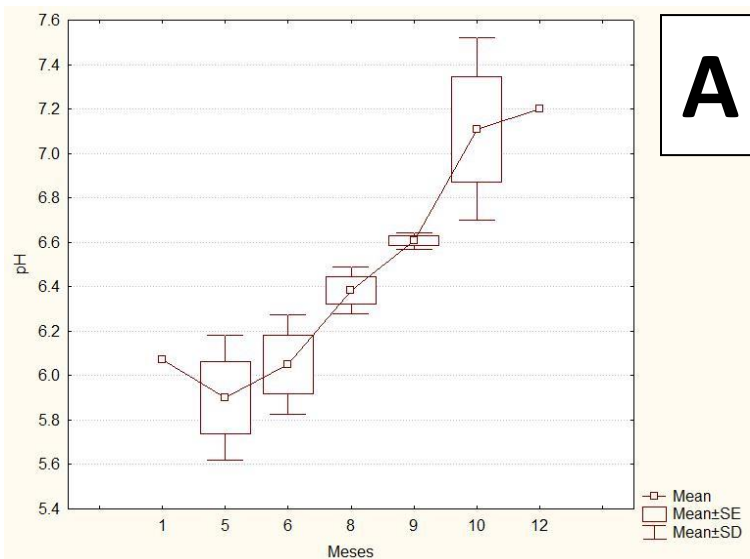


Figura 2. Variação temporal das variáveis limnológicas estudadas no igarapé do centenário. Temperatura; Oxigênio dissolvido (OD), pH, Potencial de oxidação-redução(ORP), Nitrito e Disco de secchi.



E

F

Figura 3. Variação temporal das variáveis limnológicas estudadas no igarapé da poranga. Temperatura; Oxigênio dissolvido (OD), pH, Potencial de oxidação-redução(ORP), Nitrito e Disco de secchi.

6. DISCUSSÃO

O pH que neste estudo é equivalente ao ORP no igarapé da estrada do aeroporto, na poranga e no centenário apresentaram diferença entre os ciclos sazonais (tabela 7). Sugere-se que esta a diferença pode ser explicada pelo início do período chuvoso por que o dióxido de carbono provindo das chuvas reage com as moléculas de água para formar ácido carbônico (H_2CO_3), este dissocia-se para formar íons (H^+) que levam o pH para a faixa mais ácida (ESTEVES, 1998). Santos *et al.* (2006) e Horbe *et al.* (2005), também verificou variação segundo a época de coleta o que indica influência direta do volume de água nesse parâmetro.

A profundidade do disco de Secchi apresentou diferença sazonal em todos os pontos (tabela 8). Observa-se que as médias no período seco são mais baixas que as do cheio (tabelas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8). Isso pode indicar que nesse período as águas dos três pontos ficam mais turvidas que no período chuvoso. Esta turbidez é causada por sólidos em suspensão, um complexo coloidal composto de matéria orgânica, argila colóide e silte (MIRANDA *et al.*, 2009). Sugere-se que essa turbidez seja causada pelo ambiente por onde os igarapés percolam (QUEIROZ *et al.*, 2009).

Em regiões tropicais é maior a ocorrência de estratificação e desestratificação diária, nestas regiões a variação sazonal da temperatura é pouco acentuada em relação à variação diária (ESTEVES, 1998). Isso quer dizer que ocorre estratificação durante o dia e desestratificação noturna, devido à perda de calor para atmosfera.

A temperatura é uma variável que depende do horário de coleta e da estação sazonal. Na tabela 7 observa-se que houve diferença apenas no ponto 1 e os pontos 2 e 3 apresentaram diferença significativa dentro do próprio período seca e/ou cheia. Essa falta de uniformidade na temperatura, que é tão evidente no amazonas, se deve aos horários de coleta que não foram devidamente respeitados. Mas apesar disso, está coerente, pois no período seco altas temperaturas são verificadas na região amazônica – diferentemente no período chuvoso quando as temperaturas dificilmente ultrapassam $30^{\circ}C$ (MIRANDA *et al.*, 2009; QUEIROZ *et al.*, 2009; HORBE *et al.*, 2005; SANTOS *et al.*, 2006) (figuras 1C, 2C e 3C; valores mínimos e máximos de temperaturas – tabelas 1, 2, 3, 4, 5 e 6).

O oxigênio dissolvido apresentou diferença nos pontos 1 e 2 (tabela 7), sendo mais baixo no período de seca e com grande alta no período chuvoso. Esse comportamento já era esperado, porque a solubilidade do oxigênio na água é inversamente proporcional à temperatura (ESTEVES, 1998), o que explica a maior concentração de OD durante esse período (figuras 1D, 2D e 3D).

A presença e quantificação do nitrogênio nas suas diversas formas na água refere-se ao consumo de oxigênio dissolvido necessário durante o processo de nitrificação, isto é, a conversão de nitrogênio amoniacal a nitrito e deste a nitrato (CUNHA, 2006). Os valores de nitrito estão muito abaixo do limite máximo

estabelecido pelo (CONAMA 2005), 1,0 mg/l (figuras 1F, 2F e 3F). Propõe-se que no igarapé do centenário, onde sofre mais influencia antrópica, a autodepuração possa ocorrer. Este processo fica evidente quando observamos a significativa redução da concentração de nitrogênio amoniacal. Isto ocorre, principalmente, devido ao processo de nitrificação, no qual compostos nitrogenados mais simples, como amônio, são oxidados pela ação de microorganismos a nitrato (ESTEVES, 1998).

7. CONCLUSÃO

As variáveis analisadas mostram que os igarapés da estrada do aeroporto, do centenário e da poranga sofrem variação no pH, temperatura, oxigênio dissolvido e profundidade do disco de Secchi segundo a época de coleta o que indica influência direta do volume de água nesses parâmetros. No período de seca as águas dos igarapés são pouco ácidas, baixos teores de oxigênio dissolvido, altas temperaturas e mais turbidas. No período de cheia ocorre o inverso, águas levemente básicas com altos teores de oxigênio dissolvido, mais transparentes e temperaturas que não ultrapassam os 30°C.

As variáveis, profundidade do disco de secchi e temperatura apresentaram diferença entre os igarapés estudados. Essa diferença na temperatura, que é tão evidente no amazonas, se deve aos horários de coleta que não foram devidamente respeitados. Sugere-se que essa diferença na turbidez, no período da seca, seja causada pelo ambiente por onde os igarapés percolam e pelo baixo volume de água. Os valores de nitrito estão muito abaixo do limite máximo estabelecido pelo (CONAMA 2005), 1,0 mg/l.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D. C. **Amostragem em Limnologia**. São Carlos: Rima, 2004.

BARTHEM, Ronaldo Borges; FABRÉ, Nidia Noemi. *Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazônia. A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira*. ProVárzea - Manaus – 2003. 44 p.

CONAMA. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama>> acesso em: 16, mai. 2011.

DARWICH, A. J.; APRILE, F. M.; ROBERTSON, B. A. ALVES, L. F. Limnologia do lago Tupé: dinâmica espaço-temporal do oxigênio dissolvido. In: SANTOS-SILVA, E. N.; APRILE, F.; SCUDELLER, V. V.; MELOS, S. (Ed.). **BioTupé: Meio físico, diversidade biológica e sociocultura do Baixo Rio negro Amazônia central**. Manaus: Inpa, 2005. p. 20-33.

EATON, A. D.; CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E.; FRANSON, M. A. H.; AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION.; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION.; WATER ENVIRONMENT FEDERATION. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 20th. ed. Washington, DC: American Public Health Association, 1998.

ESTEVEES, Francisco de assis. **Fundamentos de limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

HORBE, Adriana Maria Coimbra; OLIVEIRA, Liliam Gleicy de Souza. Química de igarapés de água preta do nordeste do Amazonas – Brasil. **Acta amazônica**. vol. 38(4) 2008: 753 – 760.

HORBE, Adriana Maria Coimbra; GOMES, Israel Leibnitz Ferreira; MIRANDA, Sebastião Fonseca; SILVA, Maria do Socorro Rocha da. Contribuição à hidroquímica de drenagens no Município de Manaus – AM. **Acta amazônica**. VOL. 35(2) 2005: 119 – 124.

LOPES, Luiza de Nazaré Almeida; SOUZA, Evelyn Thaís Abreu de; MACHADO, Luiza Carla Girard Teixeira; COELHO, André Luiz da Silva Salgado. **AVALIAÇÃO DO SEDIMENTO DO IGARAPÉ MATA FOME – DISTRITO DO BÊNGUÍ, MUNICÍPIO DE BELÉM (PA)**. 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2006.

StatSoft, Inc. (2004). STATISTICA (11 de Junho de 2011), Versão 7. www.statsoft.com.

SILVA, Edinaldo Nelson; SILVA, Cláudia Pereira de Deus. (1991) **A expansão de Manaus como exemplo do processo de extinção dos igarapés**. IN: Ferreira, E.J.G.; Santos, G.M.; Leão, E.L.M & Oliveria, L.A (Eds) (1993) Bases científicas para Estratégias de Preservação da Amazônia. Vol. 2. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

SANTOS, Izaias Nascimento dos; HORBE, Adriana Maria Coimbra; SILVA, Maria do Socorro Rocha da; MIRANDA, Sebastião Átila Fonseca. Influência de um aterro sanitário e de efluentes domésticos nas águas superficiais do Rio Tarumã e afluentes – AM. **Acta amazônica**. VOL. 36(2) 2006: 229 – 236.

SANTOS, MARIA MIRTES CORTINHAS. **Análise geomorfológica da região entre os municípios de Itacoatiara, Silves e Itapiranga, nordeste do Estado do Amazonas.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Geociências. 111p. 2006.

KUBITZA, Fernando. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões.** 1. ed. São paulo: Jundiá, 2003.

LIBERATO, Ailton Marcolino; BRITO, José Ivaldo Barbosa. Influência de mudanças climáticas no balanço hídrico da Amazônia ocidental. **Revista Brasileira de Geografia Física** 03 (2010) p.170-180.

MIRANDA, R.G; PEREIRA, S.F.P; ALVES, D.T.V; OLIVEIRA, G.R.F. Qualidade dos recursos hídricos da Amazônia - Rio Tapajós: avaliação de caso em relação aos elementos químicos e parâmetros físico-químicos. **Revista Ambiente & água**, Tubaté, v. 4, n. 2, p. 75-92, 2009.

QUEIROZ, Maria Mireide Andrade; HORBE, Adriana Maria Coimbra; SEYLER, Patrick; MOURA, Candido Augusto Veloso. Hidroquímica do rio Solimões na região entre Manacapuru e Alvarães – Amazonas – Brasil. **Acta Amazônica**. vol. 39(4) 2009: 941 – 950.

JUNK, W. J.; SOARES, M. G. M.; BAYLEY, P. B. Freshwater fishes of the Amazon River basin: their biodiversity, fisheries, and habitats. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, v. 10, n. 2, p. 153-173, 2007.

JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. . *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, v. 106, p. 110-127, 1989.

LOPES, U. B.; SANTOS, U. M.; RIBEIRO, M. N. G. Limnologia química do lago do Arroz (Ilha do Careiro), suas flutuações em função do meio hídrico do rio Amazonas. *Acta Amazonica*, v. 13, n. 2, p. 227-253, 1983.

ANEXO 1: Fotos 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

Foto 1: Igarapé do Aeroporto



Foto 4: Oxímetro



Foto 3: Igarapé do Centenário



Foto 6: Disco de Secchi

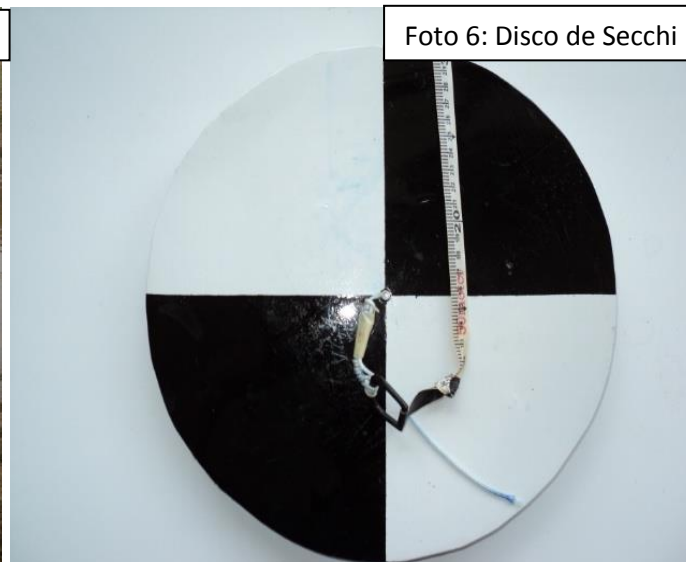


Foto 2: Igarapé da Poranga



Foto 5: Sensor multiparâmetros

