

**Gabriela Antônia da Costa
Souza**

Universidade Federal do Acre - UFAC
gabi88@hotmail.com

Cydia de Menezes Furtado

Universidade Federal do Acre - UFAC
cydia10@gmail.com

Erlei Cassiano Keppeler

Universidade Federal do Acre - UFAC
erleikeppeler@gmail.com

Anhanguera Educacional Ltda.

Correspondência/Contato
Alameda Maria Tereza, 4266
Valinhos, São Paulo
CEP 13.278-181
rc.ipade@aesapar.com

Coordenação
Instituto de Pesquisas Aplicadas e
Desenvolvimento Educacional - IPADE

Artigo Original
Recebido em: 29/10/2011
Avaliado em: 18/11/2011

Publicação: 25 de maio de 2012

VARIABILIDADE ESPACIAL DE VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS E COLIFORMES FECALIS DO IGARAPÉ PRETO, EM CRUZEIRO DO SUL-AC

RESUMO

Um modo de uso da água consiste na recreação. Em Cruzeiro do Sul-AC, o Igarapé Preto é utilizado como balneário. Todavia, seu intenso uso pode gerar poluição e, como consequência, há necessidade crescente do acompanhamento das alterações da qualidade da água. Em perspectiva a tal problemática, o presente estudo fez esta avaliação a partir de variáveis limnológicas. As medidas de pH, temperatura da água, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e turbidez foram realizadas "in situ", com a sonda limnológica multiparâmetros. Também foram realizadas análises de sólidos totais dissolvidos, condutividade elétrica, nitrogênio total e fósforo total. A análise estatística utilizada foi de agrupamento e análise de componentes principais destes resultados. O número de coliformes fecais que variou de 140 a valores maiores que 1600 NMP/100ml, especialmente nas estações 2 e 4. O dendograma de todas as estações revelou agrupamento para a 1 e 2, nas águas baixas; e 2 e 4 nas águas altas.

Palavras-Chave: limnologia; recreação; Amazônia.

ABSTRACT

One of the uses of water is recreation. In Cruzeiro do Sul, AC, Brazil, small stream Preto is utilized as a swimming resort. However, its intense use can produce pollution, and consequently, there is a growing need to monitor changes in water quality. This evaluation was performed in the present study based on limnological variables. Measurements of pH, water temperature, dissolved oxygen, electrical conductivity and turbidity were done "in situ", with a multiparameter limnological probe. Also, was carrying out analyses of total dissolved solids, electrical conductivity, total nitrogen and total phosphorus. The statistical analysis utilized was grouping and principal components analysis, these results, of these variables, the number of fecal coliforms which varied from 140 to greater than 1600 MPN/100 ml, especially at stations 2 and 4. The dendogram of all the stations revealed grouping for 1 and 2 in low waters, and 2 and 4 in high waters.

Keywords: limnology; swimming area; Amazonia.

1. INTRODUÇÃO

Na Amazônia, os igarapés são importantes não apenas como componentes do ecossistema, mas também como vias de locomoção, fontes de alimentos e áreas de lazer (CLETO FILHO, 2003). Todavia, seu intenso uso pode gerar poluição e, como consequência, há necessidade crescente do acompanhamento das alterações da qualidade da água. Faz parte do gerenciamento dos recursos hídricos o controle ambiental. Esse controle procura impedir que problemas decorrentes da poluição da água venham a comprometer seu aproveitamento múltiplo e integrado e também colaborar na minimização dos impactos negativos ao meio ambiente. Em Cruzeiro do Sul, estado do Acre, um problema tem sido a poluição do balneário Igarapé Preto, utilizado amplamente pela população local e visitantes para o lazer.

Diante dos impactos que podem ocorrer em ambientes dessa natureza, é necessário entender os processos ambientais, mediante o estudo de variáveis limnológicas, para que se avance no conhecimento sobre os ecossistemas e para que se possa atuar corretamente sobre as causas das alterações encontradas, como se propõe este estudo de caso. Isso, todavia, somente é possível quando se dispõe de um conjunto de “informações” confiáveis obtidas a partir de observações do que está ocorrendo no meio.

As águas superficiais constituem um recurso natural de grande importância cuja qualidade deve ser preservada tendo em vista sua rentabilidade econômica e suas principais utilizações: abastecimento público, irrigação, lazer e aquicultura (FONTOURA, 1985).

As informações iniciais sobre a qualidade da água são necessárias para que se conheça a situação do Igarapé Preto e, por conseguinte, proponha-se um monitoramento que possa permitir, num futuro, o seu uso, gerenciamento e conservação. De um modo geral, é grave e preocupante a redução na disponibilidade de água com qualidade compatível às necessidades do ser humano e também com características que suportem a biodiversidade natural da fauna e flora aquáticas.

A qualidade de um ambiente aquático pode ser definida segundo a presença de substâncias inorgânicas ou orgânicas em diferentes concentrações e especiações. A qualidade do ambiente aquático mostra variações temporais e espaciais em decorrência de processos internos e externos do corpo d'água (MEYBECK; HELMER, 1992).

No caso das águas superficiais, estes depende do clima e da litologia da região, da vegetação circundante, do ecossistema aquático e da influência do homem. A expressão “qualidade da água” não se refere a um grau de pureza absoluta ou mesmo

próximo do absoluto, mas sim a um padrão tão próximo quanto possível do “natural”, ou seja, da água tal como se encontra nos rios e nascentes, antes do contato com o homem. Ademais, há um grau de pureza desejável, o qual depende de seu uso, que inclui abastecimento, irrigação, utilização industrial e pesca (BRANCO et al., 2006).

Logo, o conhecimento dos dados limnológicos do Igarapé Preto pode colaborar na melhoria da água utilizada pela população por meio da indicação das fontes poluidoras. O presente estudo propõe a eliminação das fontes poluidoras, contribuindo para a estabilidade do ecossistema. A qualidade do ambiente aquático pode ser determinada por meio de medidas quantitativas, com determinações físicas e químicas na água, no material particulado e nos organismos, e/ou testes bioquímicos-biológicos (medidas de DBO, teste de toxicidade, entre outros), ou por meio de medidas semiquantitativas e qualitativas, tais como índices bióticos, aspectos visuais, composição de espécies, entre outros. Essas determinações são realizadas no campo e no laboratório e produzem vários tipos de dados que fornecem diferentes interpretações técnicas (MEYBECK; HELMER, 1992).

A temperatura desempenha um papel principal de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de parâmetros físicos e químicos (BASSOI; GUAZELLI, 2006).

Quanto ao oxigênio dissolvido, é o parâmetro mais importante dos ecossistemas aquáticos devido a necessidade da respiração de todos os organismos aquáticos (WETZEL, 1981). De maneira que os níveis de oxigênio dissolvido também indicam a capacidade de um corpo d'água natural manter a vida aquática (BASSOI; GUAZELLI, 2006).

A demanda bioquímica de oxigênio de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbica atinente a uma forma inorgânica estável (BASSOI; GUAZELLI, 2006).

Já o potencial hidrogeniônico, conhecido como pH, define o caráter ácido, básico ou neutro do ambiente. O pH é definido como logaritmo inverso da concentração de íons hidrogênios livres (WETZEL, 1981) como ressaltado por este último autor. Nas águas naturais ricas em matéria orgânica dissolvida, encontram-se valores baixos do pH, especialmente nas túrbidas.

A condutividade elétrica estima a quantidade de sólidos totais dissolvidos, ou a quantidade de íons dissolvidos na água (MOORE, 1989; MICHAUD, 1991), enquanto a turbidez reflete os materiais dispersos ou dissolvidos nas colunas d'água, vivos, qual a diferentes entre não-orgânicos e inorgânicos (WETZEL; LIKENS, 1991; APHA, 1998).

O fósforo é essencial para o crescimento dos organismos e pode ser o nutriente que limita a produtividade primária de um corpo d'água (APHA, 1998). O interesse ecológico do fósforo provém de seu importante papel no metabolismo biológico e de sua relativa escassez na hidrosfera (WETZEL, 1981). Comparando-se o fósforo com a abundância natural dos outros importantes componentes nutricionais e estruturais da matéria viva (carbono, hidrogênio, nitrogênio, oxigênio, enxofre), o fósforo é o mais escasso e normalmente atua como limitante da produtividade biológica (WETZEL; LIKENS, 1991).

Uma parte importante do nitrogênio da biosfera provém da fixação do nitrogênio molecular atmosférico. O ciclo do nitrogênio constitui um processo bioquímico no qual se produzem nitrogênio molecular pela fixação, assimilação e desnitrificação mediante o qual o nitrato se reduz a N_2 . No tocante a efeitos práticos, o ciclo do nitrogênio dos lagos é de natureza microbiana: a oxidação e a redução bacteriana dos compostos de nitrogênio estão associadas à assimilação fotossintética e à sua utilização pelas algas e plantas aquáticas (WETZEL, 1981).

Sob o aspecto sanitário, estes são um importante indicador as análises de coliformes fecais. Esse parâmetro possibilita indicar a "possível presença" de seres patogênicos, de origem entérica, na água, em concentrações que possam causar a contaminação de pessoas que a utilizem. Ao contrário de um método analítico, em que se procuraria identificar e quantificar cada uma das espécies patogênicas presentes, o "teste de coliformes" procura apenas evidenciar quantitativamente a presença de certos microorganismos que, sendo de origem intestinal, atestam a presença de fezes na água. O método parte, do princípio de que qualquer patogênico eventualmente transmitido pela água se encontrasse inevitavelmente associado às fezes, que constituem sua origem (BRANCO et. al, 2006).

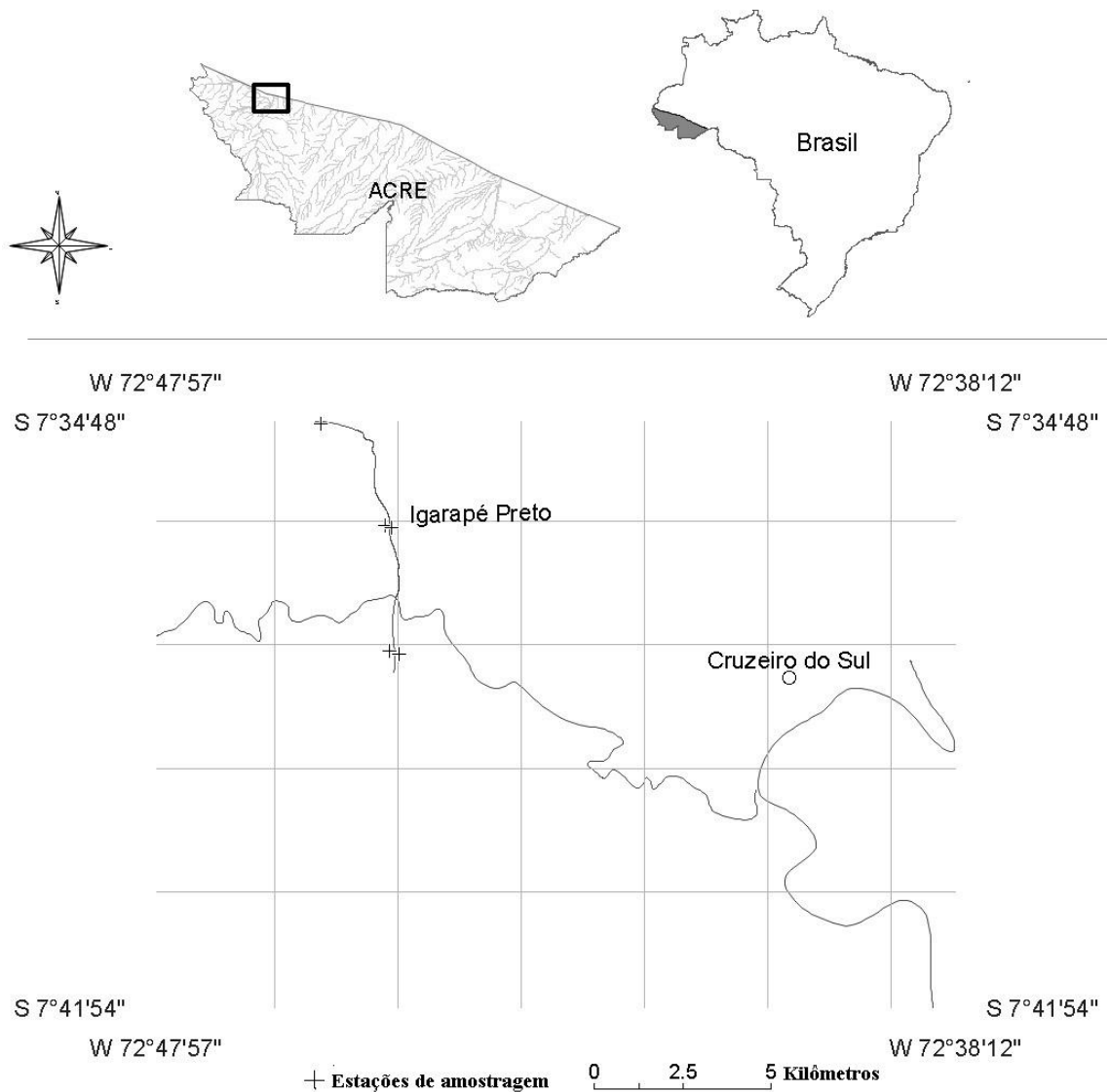
O conhecimento da qualidade dos recursos hídricos é essencial ao seu manejo. Nesse sentido, é conveniente a existência de um índice demonstrativo da qualidade das águas, desse modo, abrangendo uma bacia hidrográfica que possa servir como informação básica para o público em geral no intuito de subsidiar atividades educativas e principalmente ao gerenciamento ambiental.

Desta maneira, o presente trabalho tem por foco realizar uma caracterização limnológica, considerando cinco estações de coleta, visando observar a variação espacial das variáveis limnológicas e coliformes fecais ao longo do Igarapé Preto.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

A área de estudo foi o balneário Igarapé Preto, localizado às margens da rodovia que liga o aeroporto internacional, no município de Cruzeiro do Sul (estado do Acre), à cidade. Igarapé Preto fica situado geograficamente nas latitudes $07^{\circ}35'39,79''\text{S}$ e longitude $72^{\circ}45'16,26''\text{W}$ (Figura 1). As estações de coleta foram definidas nas localizações, a saber: Estação 1: $7^{\circ}34.491\text{ S}$ e $72^{\circ}45'57''\text{ W}$; Estação 2: $07^{\circ}35'63''\text{ S}$ e $72^{\circ}45'29''\text{ W}$; Estação 3: $07^{\circ}35'65''\text{ S}$ e $72^{\circ}45'23''\text{ W}$ (Figura 2, anexos); Estação 4: $07^{\circ}36'97''\text{ S}$ e $72^{\circ}44'63''\text{ W}$; Estação 5: $7^{\circ}36'97''\text{ S}$ e $72^{\circ}44'60''\text{ W}$.



2.2. Clima

A região do Igarapé Preto apresenta um clima equatorial e tem um complexo hidrológico, que forma a bacia Amazônica, composto de milhares de pequenos rios, lagos e igarapés, com a exuberante floresta em dinâmico equilíbrio há milênios (SALATI; MARQUES,

1984). Duas estações estão presentes no Acre. A estação seca, popularmente, denominada de “verão”, sendo, para a Amazônia, época de águas baixas, estendendo-se de maio a outubro. A estação chuvosa caracteriza-se por chuvas constantes, iniciando-se no mês de novembro e prolongando-se até o final de abril. Essa época do ano, popularmente, denominada “inverno”, configurando-se, como época de águas altas na Amazônia.

Quantos aos dados hidrometeorológicos, os registros relacionados a precipitação nos dias das coletas foram compilados no Posto Meteorológico do município de Cruzeiro do Sul, no estado do Acre, amostrados no site Adicionalmente, também foram observadas outras características hidrometeorológicas, como pressão, temperatura mínima e máxima do ar, umidade relativa (%), vento (direção e velocidade), nebulosidade (0-10), segundo recomendação na literatura especializada de hidrologia.

Os dados meteorológicos obtidos do Instituto nacional de meteorologia dos dias de coleta, basearam-se em três horas diárias. A temperatura, nas águas baixas, variou de 22,8 a 29,7; enquanto, nas águas altas, variou de 23,4 a 26,2. A umidade teve variação aproximada de 30% a menos às 18h, em 15/10/2009. A pressão atmosférica é, em média, 980 (hPA). A velocidade do vento foi de 3,1m/s em 15/10/2009; e 5,1 em 10/01/2010. A nebulosidade acompanhou a tendência das chuvas, sendo menor nas águas baixas (4-8 Déc) e (9-10 Déc). A temperatura do ar em 15/10/2009, foi uniforme (30,7°C); e, em 10/01, variou de 22,1 a 23,1°C. A pluviometria variou de 1,0 a 16,8mm, considerando às dos dias de coletas, correspondendo respectivamente às águas baixas e águas altas.

2.3. Coletas e análise das variáveis limnológicas

Em cada ponto foram medidas variáveis abióticas e bióticas, amostradas na subsuperfície (10-15cm) dos corpos d’água. As medidas de pH, temperatura da água (T°C) e oxigênio dissolvido (OD), condutividade elétrica (Cond.) e turbidez (Turb.) foram realizadas “*in situ*”, com a sonda limnológica multiparâmetros da Clean Troll 9500.

As amostras foram coletadas, acondicionadas em garrafas plásticas descartáveis, etiquetadas previamente, e transportadas em isopor, conforme recomendações do Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água da CETESB (1998). As amostras para posterior análise foram coletadas e transportadas via aérea, no dia da coleta, para realização de análises no laboratório da Unidade Tecnológica de Alimentos, em Rio Branco, Acre.

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) deu-se pelo método de Winkler, com período de incubação de 5 dias, a 20°C (ABNT NBR 12614, 1992). Os sólidos totais dissolvidos (STD) foram determinados a partir das medidas de condutividade através da

condutividade elétrica obtida multiplicando-se por 0,65. As análises de nitrogênio total (NT) e fósforo total (PT) foram realizadas conforme o método do molibdênio (APHA, 2005) e digestão, com leituras em espectrofotômetro (APHA, 1995).

Todas as determinações foram realizadas em triplicatas. Quando os valores obtidos foram próximos, foi considerado como resultado o valor médio. Se os valores fossem discrepantes, realizar-se-ia uma quarta leitura e descartar-se-ia o valor extremo.

Para a análise de coliformes termotolerantes (coliformes fecais-CF), a metodologia empregada foi a de tubos múltiplos, recomendada pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, através da Resolução nº274/2000 e Brasil (2000), que se fundamenta no Standard Methods (APHA, 1995).

2.4. Análise multivariada

Os dados de todas as variáveis limnológicas obtidas na subsuperfície foram analisados em conjunto, por meio de uma análise multivariada. Para isso se utilizou a análise de agrupamento, complementada com a análise de componentes principais (ACP). A análise de agrupamento foi processada segundo a metodologia proposta por Sneath e Sokal (1973). Sendo assim utilizando como coeficiente de semelhança entre as estações de coletas a distância euclidiana, que é um coeficiente de dissimilaridade, pois quanto menor a distância entre dois locais mais similares eles são, conforme as características consideradas. A estratégia de agrupamento adotada foi a Average Linkage - UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Averages). O programa utilizado foi o Statistica (STATSOFT, 2004).

3. RESULTADOS

3.1. Variáveis limnológicas

As variáveis limnológicas estão apresentadas nas Figuras 2. A temperatura da água praticamente foi constante, variando apenas de 24,70OC, em 15/10/2009, na estação 2, a 26,44OC em 10/01/2010, na estação 5, tendo apenas uma elevação na temperatura, então, alcançando 29,30OC na estação 1, em 15/10/2009 (Figura 2A).

O oxigênio dissolvido variou bastante, tendo seu menor valor 5,74 mg.L⁻¹ na estação 2, em 10/01/2010; enquanto o maior foi 8,47 mg.L⁻¹, obtido na estação 4, em 15/10/2009 (Figura 2B).

Quanto ao oxigênio dissolvido em porcentagem de saturação (Figura 2C), o menor valor foi de 68,40 mg.L⁻¹ na estação 2; e o maior foi de 104,50 mg.L⁻¹ na estação 5, e ambos os valores foram encontrados em 10/01/2010 (Figura 2D). Os maiores valores não foram os mesmos para o oxigênio dissolvido em mg.L⁻¹, pois este cálculo considera a temperatura.

O pH tendeu a ser ligeiramente ácido e foi praticamente constante durante todo o estudo. As variações foram pequenas, ficando entre 5,24 na estação 3 e chegando até 6,80 na estação 5, tais valores foram verificados em 10/01/2010 (Figura 2E).

Da mesma forma que o pH, a demanda bioquímica de oxigênio foi praticamente constante, sendo o seu menor de 2,14, em 15/10/2009; e o maior valor 3,40, que repetiu-se por três vezes, na estação 5, em 15/10/2009; bem como nas estações 4 e 5, em 10/01/2010.

A condutividade elétrica variou bastante, como é possível se constatar na Figura 6. O menor valor foi de 5,26 μ S.cm⁻¹ na estação 1, alcançando 11,21 μ S.cm⁻¹ na estação 5, sendo que ambos os valores também deram-se em 10/01/2010 (Figura 2F).

A turbidez foi a variável que mais oscilou, especialmente, na coleta de 15/10/2009, cujo valor mínimo foi de 5,37 UNT na estação 1; e o maior de 47,10 UNT na estação 5 (Figura 2G).

Os sólidos totais dissolvidos também variaram muito, igualmente, em 15/10/2009. O seu menor valor, na estação 1, foi de 3,49 mg.L⁻¹; e o maior foi de 30,62 mg.L⁻¹ na estação 5, ambos também na primeira coleta (Figura 2H).

O fósforo total foi a variável que menos oscilou, apresentando seu menor valor na estação 3, de 0,10 mg.L⁻¹, em 15/10/2009; enquanto o maior foi 0,94 mg.L⁻¹ na estação 2, em 10/01/2010 (Figura 2I). O nitrogênio total teve grande variação, cujo menor valor verificado foi de 0,44 mg.L⁻¹ na estação 4, em 10/01/2010; e alcançou 2,93 mg.L⁻¹ na estação 2, em 15/10/2009 (Figura 2H).

Para os coliformes fecais, estes apresentaram valores de 140 na estação 1, denominada de controle, em 15/10/2009. O maior valor de 1600 repetiu-se por quatro vezes, em ambas as coletas, nas estações 2 e 4 (Figura 2I). A Figura 3 ilustra que, no dendograma, a maior similaridade foi entre as estações 2 e 4, e ambas foram semelhantes a 3. E as estações 1 e 5 apresentaram-se mais isoladas.

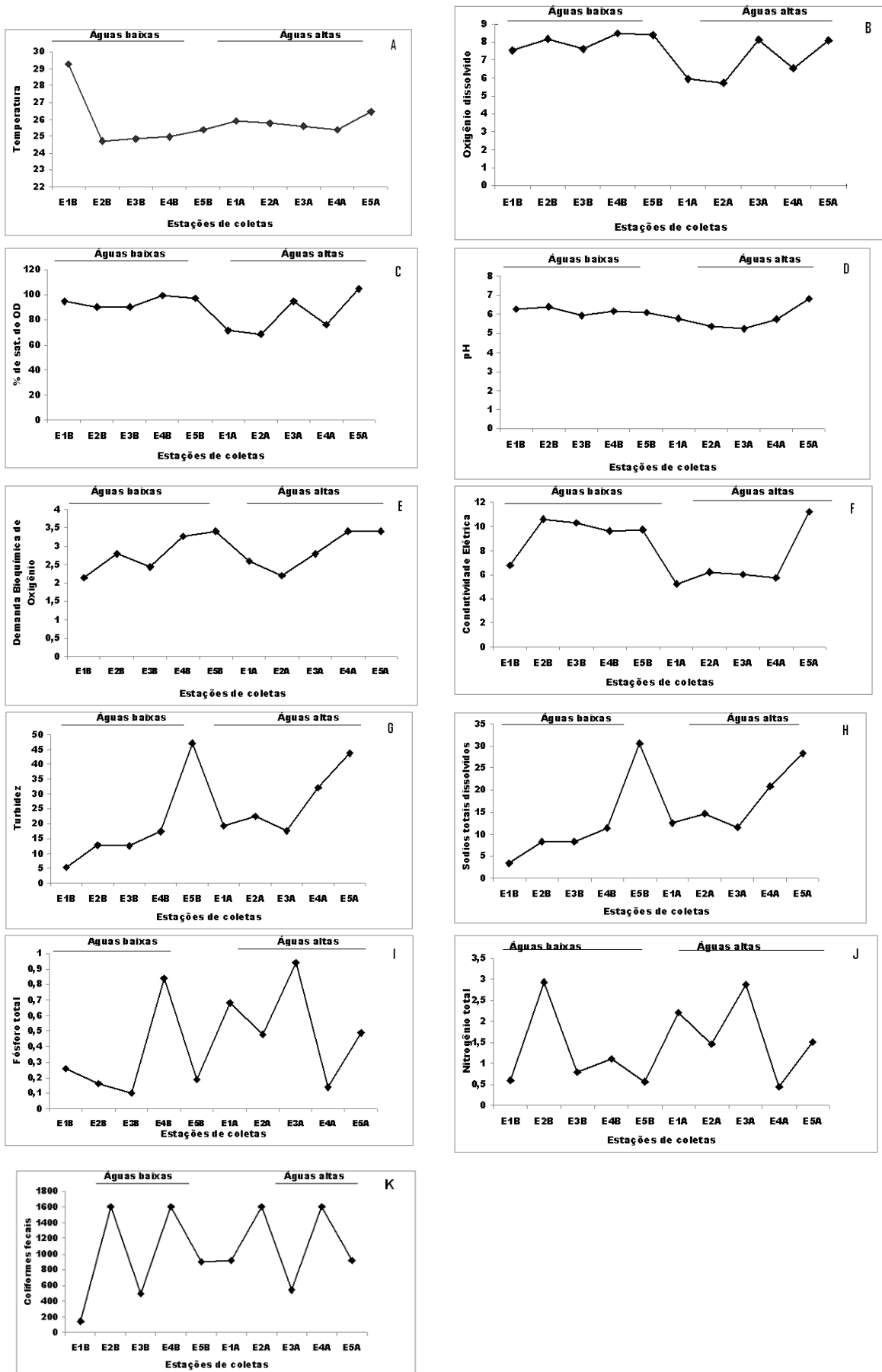


Figura 2. Variáveis limnológicas (A-H) e coliformes fecais (I) em 5 (cinco) estações de coletas do Igarapé Preto, Cruzeiro do Sul, AC

3.2. Análise multivariada

A Figura 3A ilustra que, no dendograma, a maior similaridade foi entre as estações 2 e 4, e ambas foram semelhantes a 3. E as estações 1 e 5 apresentaram-se mais isoladas. A Figura 3B evidencia os agrupamentos, das estações indicando a ótima explicabilidade com 74,38%. A Figura 3C apresenta a maioria das variáveis localizadas no eixo negativo, devido ao peso atribuído pelas variáveis OD, pH e coliformes fecais.

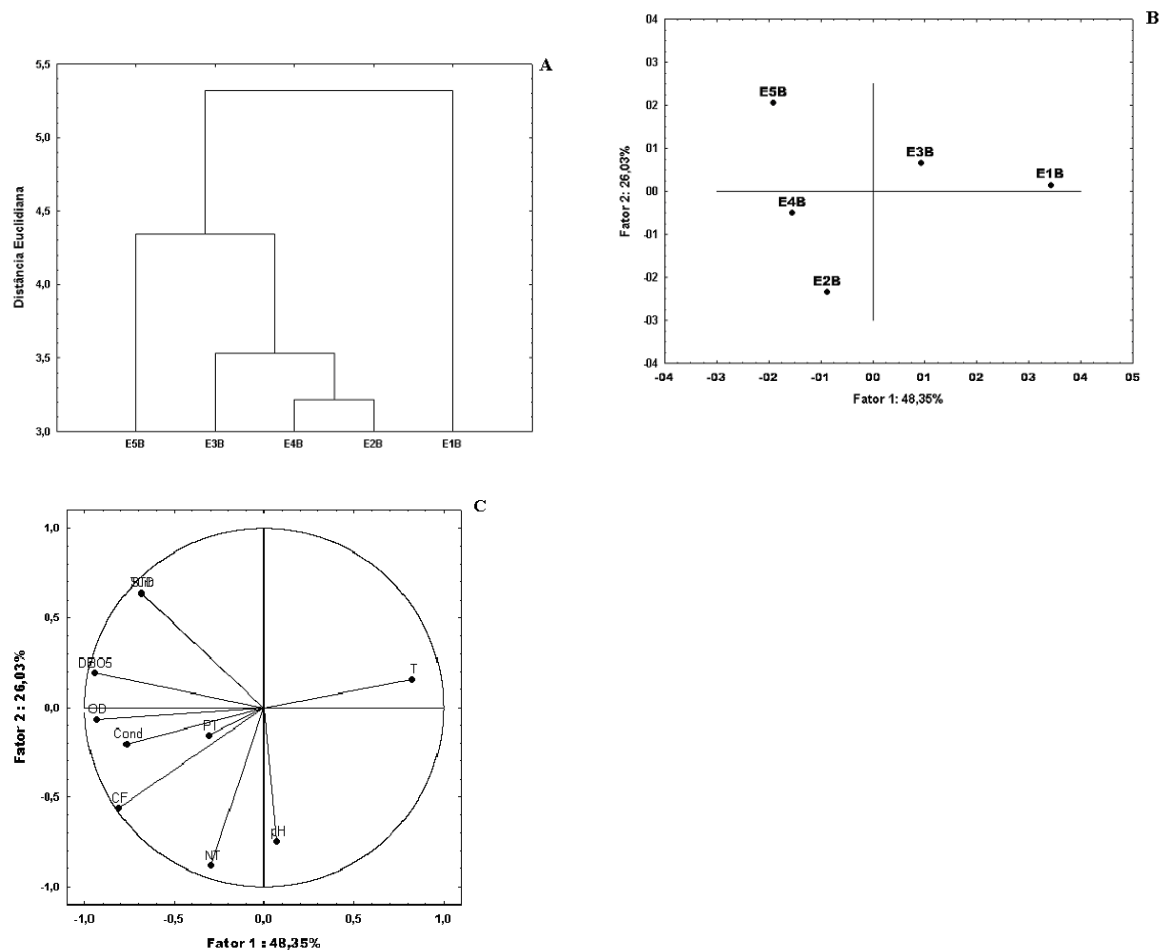


Figura 3. Dendograma (A), Análise de Componentes Principais (B) e Correlações das variáveis (C) na época das águas baixas no Igarapé Preto, Cruzeiro do Sul, Acre.

A Figura 4A mostra que, no dendograma das águas altas, a maior similaridade foi entre as estações 1 e 2. E, por sua vez, a estação 5 novamente se apresentou a mais isolada. A Figura 4B evidencia os agrupamentos, das estações indicando a ótima explicabilidade com 86,53%. A maioria das variáveis localizadas no eixo positivo, como se pode observar na Figura 4C, deu-se devido ao peso atribuído pelas variáveis pH, DBO5, sólidos totais dissolvidos e turbidez.

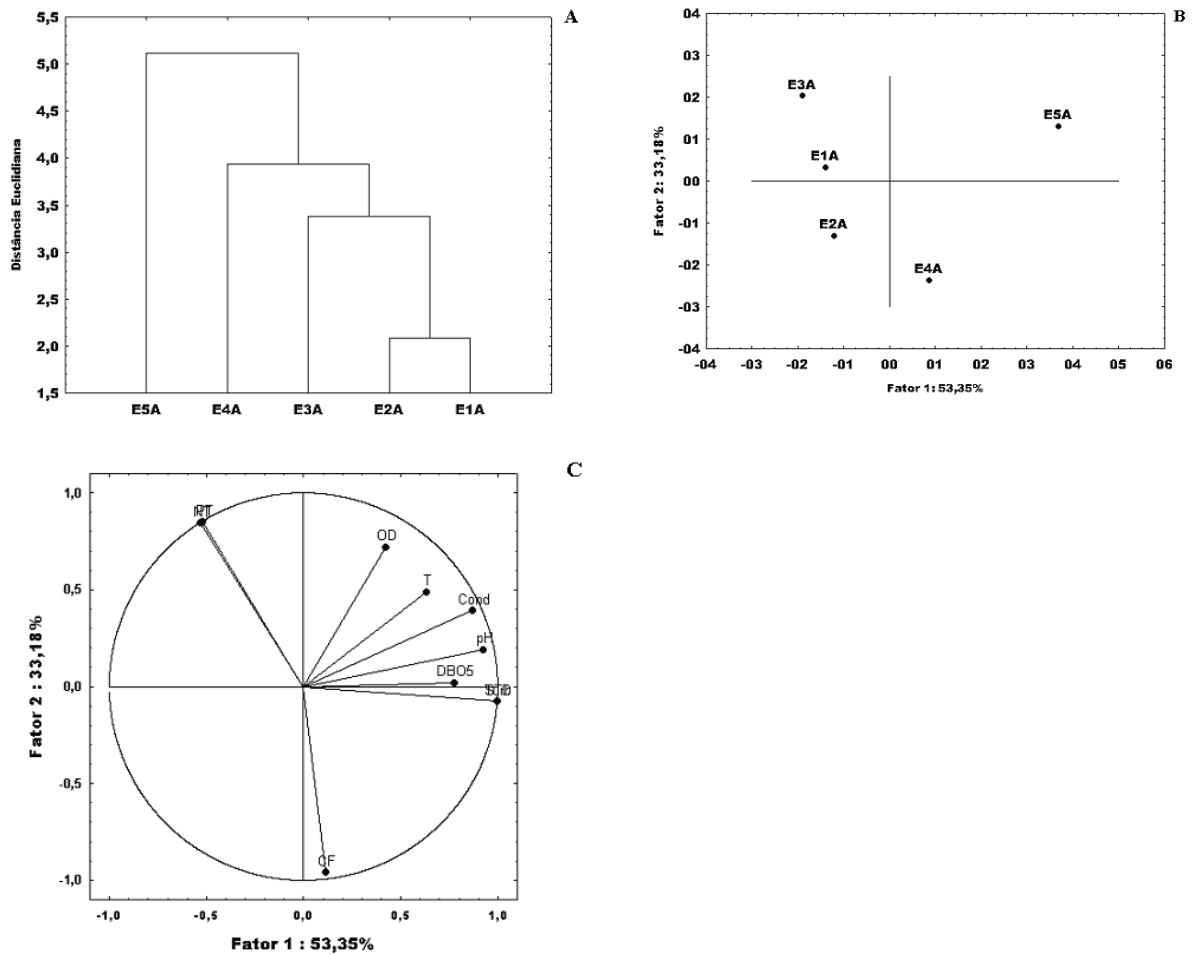


Figura 4. Dendrograma (A), Análise de Componentes Principais (B) e Correlações das variáveis (C) na época das águas baixas no igarapé Preto, Cruzeiro do Sul, Acre.

4. DISCUSSÃO

As águas se apresentaram uniformes quanto aos valores de temperatura tanto no período das águas baixas como no período das águas altas, exceto na estação 1 (29,30°C), em 15/10/2009, pelo fato do ambiente apresentar-se ensolarado. Os valores de temperatura da água encontrados no Igarapé Preto foram um pouco menores daqueles observados nos lagos da planície de inundação do rio Acre, onde, no lago do Amapá, no Acre e Lago Pirapora, no Amazonas, foram verificados valores na superfície, em média, entre 26 e 32°C (KEPPELER; HARDY, 2005a, b; KEPPELER; HARDY, 2002, KEPPELER, 2003a, b; PHILIPS et al., 2008). Estes mesmos autores também verificaram, no lago Amapá, níveis de O₂ menores que os observados no Igarapé Preto.

Ao contrário da temperatura, o oxigênio dissolvido apresentou maior variação, especialmente na época das águas altas. O maior valor ocorrido na estação 02, foi 5,74 do oxigênio dissolvido. Isto se deve, muito provavelmente, pelo fato desta estação ser a mais utilizada como balneário. E se deve levar, ainda, em consideração que a última coleta foi

realizada no domingo, dia de pico de utilização do local. De todas as estações analisadas, apenas uma apresentou supersaturação de oxigênio, acima de 10mg.l^{-1} , indicando, somente nesta, intensos processos fotossintéticos (MERCANTE et al., 2005).

A condutividade elétrica (5,26 - 10,59) apresentou valores baixos e similares a outros ambientes de água preta, como o lago Puruzinho, localizado em Rondônia, com valores que estiveram entre 8,3 e $15\mu\text{Sm.cm}^{-1}$, segundo Nascimento et al. (2006). Estes baixos valores também foram considerados para o rio Negro e Tarumá Mirim, no Amazonas ($8,9 - 10\mu\text{S.cm}^{-1}$), e Nascimento também afirmou que esta água pertence ao grupo das águas pobres em eletrólitos (FURCH, 1984). O pH também seguiu o padrão para o lago Puruzinho, tendo em vista que os valores tenderam a ser ácidos (5,37 - 6,80).

Os menores valores de nitrogênio total e fósforo total foram nas águas baixas essa época representar um meio natural de perda, visto que diminui a entrada por precipitação (TUNDISI, 1994), pois, no período das águas altas, há um contínuo processo de mistura vertical e horizontal (TUNDISI et al., 2006), e, por conseguinte, o enriquecimento progressivo do igarapé com nutrientes oriundos do rio que o drena. Dessa forma, o nitrogênio e fósforo alteram-se nos sistemas em função destes mecanismos de reciclagem. Logo, os maiores valores dos nutrientes, na época de águas altas, decorrem destes processos naturais.

Os resultados de nitrogênio e fósforo, do presente estudo, deram-se com maiores picos nas águas altas como frisado por Carvalho et al. (2001) em estudos semelhantes. Este comportamento de incremento nos nutrientes, também, pode ter sido proporcionado pelo uso do ambiente como balneário, bem como em virtude de ser raso e apresentar ressuspensão dos sedimentos do fundo pela ação do vento.

Em geral, menores valores de oxigênio coincidiram com o aumento nos níveis de nitrogênio e fósforo. Estes resultados também foram corroborados por Couceiro et al. (2006) e França et al. (2009) e quando estudaram rios localizados em Manaus, no Amazonas.

Os resultados ora apresentados de (nitrogênio total na vazante de 0,56 a 2,93 mg.l^{-1} ; na cheia, de 0,44 a 2,88 mg.l^{-1} ; para o fósforo total de 0,10 a 0,84 mg.l^{-1} na vazante, e de 0,14 a 0,94 mg.l^{-1}), embora bem maiores no igarapé, acompanharam uma tendência de incremento com as águas altas, ao contrário do estudo realizado por França et al. (2009). Este estudo, feito no lago do Viveiro, em Rio Branco, AC, revelou valores de nitrogênio total, no período da seca, entre 0,088 e $1,662\text{mg.L}^{-1}$; e, no período chuvoso, entre 0,464 e $0,843\text{mg.L}^{-1}$. Ainda para o fósforo total, os valores encontrados foram, respectivamente, para estes períodos, entre 0,001 e $0,04\text{mg.L}^{-1}$ e entre 0,025 e $0,008\text{mg.L}^{-1}$.

Os valores das variáveis limnológicas observados neste estudo, Considerando a Resolução CONAMA n.17, vigente desde 2005, classificam-no na Classe 2 (Águas doces), visto que os valores de O₂ não se apresentaram inferiores a 5mg.L⁻¹, demanda bioquímica de oxigênio até 5mg.L⁻¹, turbidez até 100 UNT, pH de 6 a 9; sólidos totais dissolvidos até 500mg.L⁻¹, fósforo total de 0,05 para ambiente lântico, especialmente para os coliformes fecais e fósforo total. Esta água pode ser destinada ao abastecimento para consumo humano, apenas, quando aplicado o tratamento convencional ou avançado; irrigação de culturas arbóreas e forrageiras; pesca amadora; recreação de contato secundário; e dessedentação de animais.

Similar aos resultados de nosso estudo, Bonet et al. (2008) também observaram o enquadramento das águas na classe 2, quando estudaram os mananciais de abastecimento público de Goiás, no Mato Grosso.

As águas classificam-se, segundo a Resolução n. 274, publicada em 2000, dentro de uma qualidade satisfatória, pois a média geral dos coliformes fecais foi em torno de 1000. Embora, quanto aos coliformes fecais e fósforo.

Os coliformes fecais apresentaram valores altos para um balneário tão requentado. Valores extremos como maiores que 1600 se repetiram por quatro vezes, nos dois períodos sazonais, em duas estações ao longo do igarapé.

Os coliformes determinaram uma qualidade para o Igarapé Preto de regular a ruim. Especialmente, observando-se a variação dos valores de 140 (na estação 1, época de águas baixas) até 1600 (na estação 2 e 4), em 15/10/2009, e se repetindo-se, na mesma estação (na época de águas altas), o número de coliformes por NMP/100mL de água.

Possivelmente, a utilização do igarapé como balneário, numa cidade com aproximadamente 80.000 habitantes, onde um número considerável da população frequenta o ambiente para recreação, contribui para que este ambiente não ofereça uma boa qualidade para utilização.

5. CONCLUSÕES

Diante dos resultados apresentados neste estudo, ressaltam-se as seguintes conclusões:

- A qualidade de água do Igarapé Preto revelou-se similar a outros rios e lagos amazônicos, especialmente os impactados.
- As estações de coletas apresentaram um agrupamento determinado pelas variáveis limnológicas, onde as mais similares foram a 1 e 2 nas águas altas, e a 2 e 4 nas águas baixas.

REFERÊNCIAS

- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas): NBR. 12614. Águas - Determinação da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) Método de Incubação (20°C, cinco dias), Rio de Janeiro, 1992. 5p.
- APHA. (American Public Health Association). Greenberg, A. E.; Clesceri, L. S.; Eaton, A. D. Standards methods for the examination of water and wastewater, 1992, 19. A. ed. AWWA, WES. Baltimore, Maryland. 1992.
- _____. Standard Methods for the Examination of Water and wastewater. 19a. ed. AWWA, WES. Baltimore, Maryland, USA. 1995, 1040p.
- _____. Greenberg, A. E. ; Clesceri, L. S. & Eaton, A. D. Standards methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, Washington, 1998. 1569p.
- _____. Standard methods For examination of water and wastewater, 21th. Ed. Washington, 2005.
- BASSOI, L.J.; GUAZELLI, M.R. Controle ambiental da água. In: PHILIPPI, Jr.; ROMÉRO, M.A.; BRUNA, G.C. (Eds.). **Curso de gestão ambiental**. 2004, p. 53-99.
- BONET, B.R.P.; FERREIRA, L.G.; LOBO, F.C. Relações entre qualidade da água e uso do solo em Goiás: uma análise à escala da bacia hidrográfica. **Rev. árvore**, v.32, n.2, p. 311-322. 2006.
- BRANCO, S.M.; AZEVEDO, S.M.F.O.; TUNDISI, J.G. Água e saúde Humana. In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3.ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006. p. 241-265. 748p.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução n.274, de 29 de novembro de 2000. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 2000.
- _____. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 2005.
- CARVALHO, P.; BINI, L.M.; THOMAZ, S.M.; OLIVEIRA, L.G.; ROBERTSON, B.; TAVECHIO, W.L.G.E.; DARWICH, A.J. Comparative Limnology of South American floodplain lakes and lagoons. **Acta Scientiarum**, v.23, n.2, p. 265-273, 2001.
- CETESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo. Série Relatórios, CETESB, São Paulo, 1993. 251p.
- CLETO FILHO, S.E.N. Urbanização, poluição e biodiversidade na Amazônia. **Ciência hoje**, v.3, n.33, p.72-74, 2003.
- COUCEIRO, S.; HAMADA, N.; LUZ, S.; FORSBERG, B.; PIMENTEL, T. Deforestation and sewage effects on aquatic macroinvertebrates in urban streams in Manaus, Amazonas, Brazil. **Hydrobiologia**, v.575, n.1, pp. 271-284. 2006.
- COUCEIRO, S.R.M.; HAMADA, N.; FORSBERG, B.R.; FONSECA, C.P. Effects of anthropogenic silt on aquatic macroinvertebrates and abiotic variables in streams in the Brazilian Amazon. **J. Soils sediments**, v.10, n.1, p.89-103, 2010.
- FURCH, K. Water Chemistry of the Amazon basin: The distribution of chemical elements among freshwaters. In: SIOLI, H (Ed.). **The Amazon: Limnology and landscape of a mighty tropical river and its basin**, Monographiae biologicae. Dordrech, W. Junk Publishers, 1984. p. 167-199.
- FURTADO, C.M. Caracterização limnológica e avaliação da qualidade da água de um trecho urbano do Rio Acre, Rio Branco, AC. 2005. 58p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais) - Universidade Federal do Acre.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em: 1 fev. 2010.
- KEPPELER, E.C. Comparative study of the zooplankton composition of two lacustrine ecosystems in southwestern Amazonia. **Acta Scientiarum** (UEM), v.25, n.2, p. 471-481. 2003a.

KEPPELER, E.C. Abundance of zooplankton for different zones (pelagic and littoral) and time periods (morning and night) in two Amazonian meandering lakes. **Acta Scientiarum** (UEM), v.25, n.2, p. 287-297, 2003b.

KEPPELER, E.C.; HARDY, E.R. Vertical distribution of zooplankton in the water column of Lago Amapá, Rio Branco, Acre State, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.21, n.2, p. 169-177, 2004a.

_____. Abundance and composition of Rotifera in abandoned meander lake (Lago Amapá) in Amazonia. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.21, n.2, p. 233-241, 2004b.

_____. Estimativa do tamanho das fêmeas ovígeras de *Moina minuta* (Cladocera - Crustacea) no Lago Amapá, Rio Branco-AC, Brasil. **Acta Scientiarum** (UEM), v.24, n.4, p. 321-328, 2002.

MERCANTE, C.T.J.; COSTA, S.V.; SILVA, D.; CABIANÇA, M.A.; ESTEVES, K.E. Qualidade da água em pesque pague da região metropolitana de São Paulo (Brasil): Avaliação através de fatores abióticos (período seco e chuvoso). **Acta Scientiarum** (UEM), v.27, n. 1., p. 1-7, 2005.

MEYBECK, M.; HELMER, R. An introduction to water quality indices for operational management. **Wat. Sci. Tech.**, v.19, n.9, p. 145-154, 1992.

MICHAUD, J.P. **A citizen's guide to understanding and monitoring lakes and streams**. Publications Office, Olympia, WA, USA v.360, 407-7472, 1991.

MOORE, M.L. **NALMS management guide for lakes and reservoirs**. North American Lake Management Society. Madison, USA, 1989.

NACIMENTO, E.L.; GOMES, J.P.; ALMEIDA, R.; BASTOS, W.R.; BERNARDI, J.V.E.; MIYAI, R.K. Mercúrio no plâncton de um lago natural Amazônico, Lago Puruzinho (Brasil). **J. Braz. Soc. Ecotoxicol.**, v.1, n.3, p. 1-6, 2006.

PINTO, D.B.F.; SILVALLI, A.M.; MELLOLLI, C.R.; COELHO, G. Qualidade da água do Ribeirão Lavrinha na região Alto Rio Grande-MG, Brasil. **Ciênc. agrotec.**, v.33, n.4, p. 1145-1152, 2009.

PRATI, L.; PAVANELLO, R.; PESARIN, F. Assessment of surface water of pollution. **Water Research**, v.5, p. 741-751, 1971.

PHILIPS, E.J.; HAVENS, K.; LOPES, M.R.M. Seasonal dynamics of phytoplankton in two Amazon flood plain lakes of varying hydrologic connectivity to the main river channel. **Archiv für Hydrobiologie**, v.172, p. 99-109, 2008.

PORTO, R.L.L. **Hidrologia ambiental**. Editora da Universidade de São Paulo, Associação de Recursos Hídricos, 1999. v.3, 414p.

RAI, H.; HILL, G. Microbiology of Amazonian Water. In: SIOLI, H. (Ed.). **The Amazon: Limnology and landscape of a mighty tropical river and its basin**, Monographiae biological. Dordrech, W. Junk Publishers, 1984, p. 413-441.

SMITH, D.G. A better water quality in dexing system for river and streams. **Wat. Res.**, v.24, n.10, p. 1237-1244, 1990.

_____. A new form of water quality index for rivers and streams. **Wat. Sci. Tech.**, v.21, n.2, p.123-127, 1989.

SNEATH, P.H.; SOKAL, R.R. **Numerical taxonomy**. San Francisco: W.H. Freeman and Company, 573, p. 1973.

STATSOFT, Inc. **STATISTICA** (Data Analysis Software System), version 7. www.statsoft.com. 2004.

TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M.; ABE, D.S.; ROCHA, O.; STARLING, F. Limnologia de águas interiores: impactos, conservação e recuperação de ecossistemas aquáticos. In: REBOUÇAS, A.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. **Águas doces no Brasil: Capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras Editora, 2006. p. 203-240.

TUNDISI, J.G. Tropical South America: Present and Perspectives. In: MARGALEF, R. **Limnology Noax: a Paradigm of planetary problems**. Elsevier, 1994. p. 353-424.

WETZEL, R.G. **Limnología**. Barcelona: Ediciones Ômega, 1981, 679p.

WETZEL, R.G.; LIKENS, G.L. **Limnological analisys**. New York: Springer-Verlag, 1991. 391p.

WILKES UNIVERSITY CENTER FOR ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND EARTH SCIENCES. Calculation NSF water quality index. Disponível em: <<http://www.water-research.net>>. Acesso em: 01 fev. 2010.

Gabriela Antônia da Costa Souza

Bióloga pela Universidade Federal do Acre (2010),
Campus de Cruzeiro do Sul, Acre.

Cydia de Menezes Furtado

Possui graduação em biologia pela Universidade Federal do Acre (1993) , especialização em tecnologia de alimentos pela Universidade Federal do Acre (2002) e mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais pela Universidade Federal do Acre (2006) . Atualmente é Técnico de laboratório da Universidade Federal do Acre. Tem experiência na área de Biologia Geral. Atuando principalmente nos seguintes temas: Rio Acre, Limnologia, Variáveis físicas e químicas, IQA, Coliformes Termotolerantes e Balneabilidade.
03/06/1

Erlei Cassiano Keppeler

Graduação em Biologia pela Universidade Federal do Acre (1994), Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais pela Universidade Federal do Acre (1999) e Doutorado em Aqüicultura pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2005). Atualmente é professora adjunta da Universidade Federal do Acre.