

XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA E DE CARACTERÍSTICAS DE BACIAS SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA EM MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS NO NORDESTE PARAENSE, AMAZÔNIA ORIENTAL.

Brunella Pianna Veronez¹; Antônio Sérgio Ferreira Mendonça²; Paulo Pontes Araujo³; Francisco de Assis Oliveira⁴; Bruno Santana Carneiro⁵; Allysson Buraslan Cavalcante⁶

RESUMO – Os usos da água e atividades antrópicas realizadas numa bacia hidrográfica causam significativas alterações na qualidade dos recursos hídricos. Objetiva-se, com esse estudo, utilizar dados de pluviometria e monitoramento hídrico da microbacia do Igarapé Praquiquara, Castanhal, Pará, para análise da influência sobre a qualidade da água. O SIG foi utilizado para delimitação e mapeamento do uso do solo e o monitoramento da qualidade ocorreu em quatro campanhas nos períodos de chuva e estiagem. Os resultados demonstraram influência das precipitações pluviométricas sobre diversos parâmetros: Nitrato e Ferro apresentaram diminuição de concentrações no período chuvoso. STS, Nitrogênio Amoniacal, Amônio e Nitrito apresentam aumento no mesmo período. Diversos parâmetros, incluindo o pH, se apresentaram, no período chuvoso, fora dos limites legais para águas classe 2, conforme legislação, mesmo em bacias sem influência antrópicas. Os resultados confirmam a grande influência da chuva e dos usos do solo nas bacias sobre qualidade de água.

ABSTRACT– The uses of water and human activities in a watershed may cause significant water quality changes. This study aims to verify the influence of rainfall on water quality of watersheds. The field survey was developed in Praquiquara watershed, Amazon biome, Brazil. GIS was used for the delineation and mapping of land use in watershed. Water quality monitoring occurred in four field surveys, distributed during rainy and dry seasons. The results of water monitoring also showed great influence of rainfall on different quality parameters. Nitrate and Iron are among the parameters that have presented concentration reduction during the rainy season. TSS, Ammonia Nitrogen, Ammonia and Nitrite are among the parameters for which concentration increased during the rainy season. Mainly during rainy season, even in watersheds without significant human influence, various parameter values violated the Brazilian legal limits. Results confirm the large influence of rainfall and watershed characteristics over water quality.

¹ Universidade Federal do Espírito Santo. Rua: Canadá 15, Jardim América, Cariacica/ES, Brasil. CEP: 29140-060. Tel.: (27) 32326-1449. E-mail: brunellapv@gmail.com

² Universidade Federal do Espírito Santo. Av: São Paulo, 1890/104, Praia da Costa, Vila Velha – ES, Brasil. CEP: 29101-301. Tel: (27) 3335-2159. E-mail: anserfm@terra.com.br.

³ Universidade Federal Rural da Amazônia. Av Perimetral, 2501 - Belém, PA, Brasil – CEP: 66077-530. Tel: (351) 917583839. E-mail: hg.paulo.pontes@gmail.com

⁴ Universidade Federal Rural da Amazônia. Av Perimetral, 2501 - Belém, PA, Brasil – CEP: 66077-530. Tel: (91) 3210-5186. E-mail: fdeassis@gmail.com

⁵ Instituto Evandro Chagas. Av Perimetral, 2501 - Belém, PA, Brasil – CEP: 66077-530. Tel: (91) 3214-2101. E-mail: brunocarneiro@iec.pa.gov.br

⁶ Universidade Federal Rural da Amazônia. Av Perimetral, 2501 - Belém, PA, Brasil – CEP: 66077-530. E-mail: aburaslan@yahoo.com.br

Palavras-Chave – Amazônia, bacia hidrográfica, qualidade da água.

INTRODUÇÃO

A qualidade da água de uma bacia hidrográfica pode ser influenciada por diversos fatores. Dentre eles estão: precipitação pluviométrica, cobertura vegetal, topografia, geologia, bem como tipo, uso e manejo do solo da bacia hidrográfica (Vazhemin, 1972; Pereira, 1997).

O presente estudo se justifica pela grande importância do conhecimento a respeito da influência da precipitação pluviométrica sobre a qualidade da água em bacias hidrográficas. O grande interesse científico a respeito deste assunto é evidenciado em diversas publicações podendo ser citados: Pekarová e Pekar, 1996; Prévost, Plamondon e Belleau, 1999; Castro, 2001; Tucci, 2002; Dornelles, 2003; Brito et. al., 2005; Santos, 2006; Silva et al., 2008 e Figueiredo, 2009, dentre outros.

O estudo teve como objetivo analisar a influência da precipitação pluviométrica sobre a qualidade dos recursos hídricos em microbacias hidrográficas situadas no bioma amazônico. Buscou-se analisar a variação sazonal de parâmetros de qualidade da água, nas diferentes sub-bacias, em função das precipitações pluviométricas e das características da bacia.

METODOLOGIA

A área estudada foi a microbacia do Igarapé Praiquara, afluente do Rio Apeú e localiza-se no município de Castanhal, no nordeste do estado do Pará e apresenta área de 7,12 km², e sendo composta por rios e igarapés de 1^a e 2^a ordem, somando 7,3 km de malha hídrica e apresentando um perímetro de 13,30 km, conforme Figura 1 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

As nascentes encontram-se em uma área florestada, dentro do Instituto Federal do Pará (IFPA), onde são desempenhadas atividades práticas dos cursos da área de ciências agrárias e florestais. A jusante encontra-se a área da Estação Experimental de Piscicultura de Água Doce de Castanhal, da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), compreendendo áreas de cultivo de peixes (inclusive dentro do próprio igarapé Praiquara), além de manejo de insumos e cultivos agroflorestal. Ao longo do igarapé, encontram-se várias áreas de pastagens e fazendas de cultivo agrícola. Ao longo do curso d'água, a ausência de mata ciliar praticamente em toda sua extensão.

O clima da região segundo a classificação de Thornthwaite-Mather (1955), o B3 r A' a', e pela classificação de Köppen o clima é o Af, subtipo que pertence ao clima tropical chuvoso (úmido) (VALENTE et. al., 2001). A pluviometria média anual varia de 2.500mm a 3.000mm, os quais estão concentrados principalmente nos períodos do verão e outono. (SANTOS e SOUZA, 1986).

Foram trabalhados dados de pluviometria da estação pluviométrica código 147007, chamada Castanhal, que dista cerca de 1km da área de estudo (coordenadas geográficas – Lat: -1° 17' 51" e Long: -47° 56' 22"), com análise de series histórica disponibilizadas pela Agência Nacional das Águas

(ANA) e disponíveis para download no sítio da Agência (<http://www.ana.gov.br>). Para a manipulação dos registros pluviométricos foi utilizado o programa HIDROWEB, de domínio público.

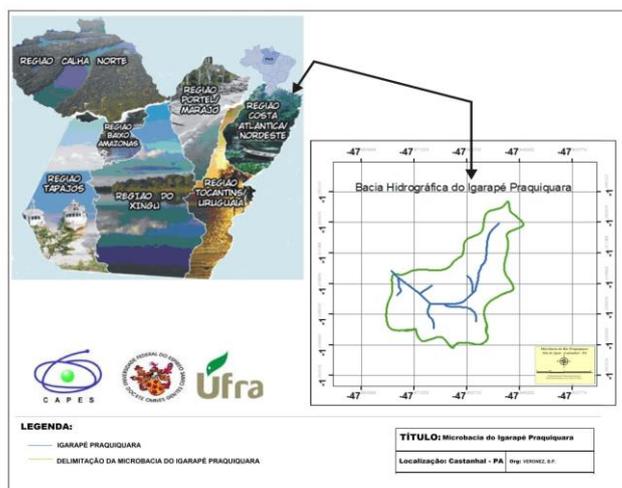


Figura 1 - Localização geográfica da bacia do Igarapé Praquiçara no estado do Pará.

Para corrigir falhas e erros grosseiros registrados na série de dados de pluviometria da Estação Castanhal foi feito preenchimento pelo método da estimativa de média aritmética (VILELLA, 1975), que tem como base os registros de três estações próximas. As estações utilizadas na análise foram: 148003 – Santa Isabel do Pará, 147010 – Igarapé-Açú e 148017-Bujarú.

Foi monitorado a qualidade da água superficial em oito (8) pontos, em quatro (4) campanhas, duas no período seco e duas no período chuvoso, a fim de permitir análises de variações sazonais. Em cada ponto de monitoramento foram coletadas 3 amostras de água. Foram analisados em laboratório os parâmetros temperatura, turbidez, sólidos suspensos e dissolvidos, pH, Nitrato, Nitrito, Nitrogênio Amoniacal e Amônio. A multiplicidade de amostras teve como principal finalidade maior consistência nos resultados e calculou-se as medianas dos valores, uma vez que ela é menos afetada do que a média dos extremos (FREIRE, 2009).

Para auxiliar na análise do uso e ocupação do solo nas sub-bacias, foi utilizado Sistema de Informação Geográfica (SIG) como ferramenta para elaboração de mapas, com o uso de imagens do satélite *Landsat 5*, do ano de 2009, no ambiente do aplicativo *Erdas Imagine 9.1*. O *Google Earth* foi utilizado na ratificação das informações contidas nos mapas gerados.

As classificações para a imagem de 2006 foram feitas utilizando a composição falsa cor (resultado da união das bandas espectrais verde, vermelha e infravermelha), por ser a mais apropriada no processo de classificação, pois a região do infravermelho possui maior resposta espectral da vegetação. A área de estudo é uma região composta por diversas categorias de uso e ocupação do solo, compondo uma imagem bastante estratificada. Sendo assim, utilizou-se classificação não supervisionada para o mapeamento da área. Os mapas de classificação gerados foram reclassificados no ambiente do aplicativo ArcGis 9.2 em: água, agricultura/plantio, pastagem, floresta, urbanização.

RESULTADOS

Após preenchimento de falhas na série de dados de pluviometria da região observou-se que esta apresenta a variação registrada na estação pluviométrica localizada na cidade de Castanhal, durante os anos de 2000 a 2010. Os anos que apresentaram maiores precipitações acumuladas foram 2001, com 4472,5 mm e 2009 com 3063,4 mm. A média anual foi 2601,47 mm. O ano de 2010 apresentou total de 2378,10 mm, inferior à média. Valente et. al. (2001) constatou situação similar, ou seja, a variabilidade temporal da precipitação é bem definida evidenciando o ciclo anual marcado por estação chuvosa nos meses de janeiro a junho e estação seca bem definida nos meses de julho a dezembro.

Na Figura 2 são apresentadas as precipitações mensais ocorridas em 2010, sendo indicados os meses nos quais foram realizadas as campanhas de monitoramento de qualidade da água (setas em cor vermelha). Pode ser observado ainda que nos meses nos quais as campanhas de monitoramento foram realizadas, as precipitações mensais foram 294,0 mm (maio), 111,6 mm (julho), 123,1 mm (outubro) e 146,4 mm (dezembro). Desta forma, as campanhas de julho e outubro foram realizadas em meses mais secos.

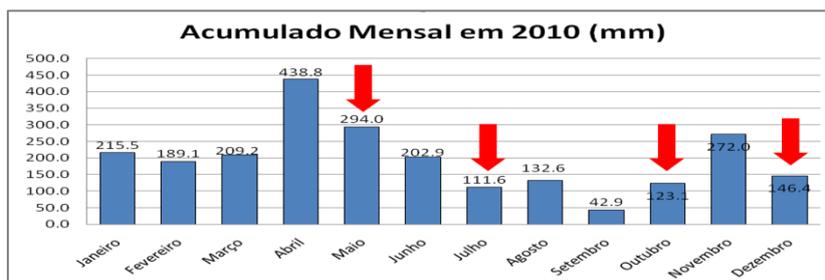


Figura 2 - Precipitação acumulada mensal do ano de 2010.

Uso do Solo na Microbacia

As Figura 3 e Figura 4 ilustram o uso do solo na microbacia do igarapé Praquiquara. Do total de 7,12 km² de área da microbacia, 49% são ocupados por área de pastagem, 23% por floresta, 15% área urbana e 11% ocupados por áreas agrícolas. Cabe observar que a maior área contínua de floresta se localiza na parte mais alta da microbacia, a jusante da área onde se localizam as principais nascentes do igarapé. Grande parte dos cursos d'água da bacia não apresentam mata ciliar e as áreas urbanas foram ocupadas de forma desordenada sem infraestrutura de saneamento básico adequados.

Santos (2006), ao analisar o uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do igarapé Apeú, com área de 320,37 km², onde a microbacia do igarapé Praquiquara está inserida, comparando imagens de satélite de 1995 e 2003 notou que a floresta existente em 1995 foi reduzida em 43%, passando a apenas 5,43% em 2003. A autora observou, ainda, que a cobertura florestal foi substituída, em sua maior parte por pastagens, que passaram a ocupar 38,39% da bacia. Na microbacia do igarapé Praquiquara, as pastagens ocupam a maior parte (49%) e a área urbana teve um aumento considerável

de 50%, passando de 5,22% para 10,30%. Santos (2006) salientou que os diversos usos da área da bacia têm repercutido na morfologia dos canais dos igarapés, atribuindo o assoreamento dos canais e a degradação da qualidade da água à grande quantidade de sedimentos provenientes das propriedades rurais, ao solo exposto, às áreas de mineração e às construções desordenadas na área urbana.

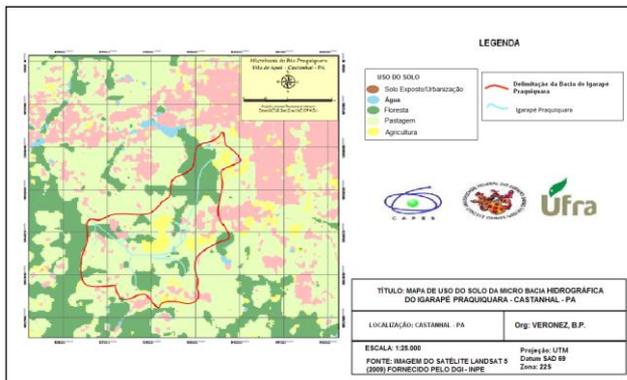


Figura 3 e - Mapa de uso do solo da microbacia hidrográfica do Igarapé Praquiçara – Castanhal – PA.

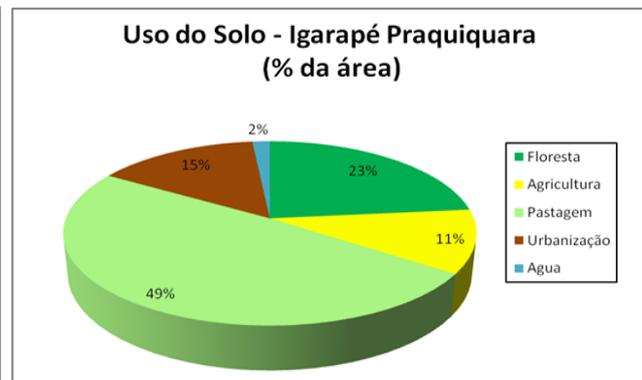


Figura 4 - Proporção de área de cada classe de uso do solo após classificação na imagem do ano de 2009.

Souza *et. al.* (2011), ao analisar o conflito de uso do solo em áreas de preservação permanente na bacia, observaram que 22% das APP conceituais às margens dos rios e igarapés da bacia não apresentam proteção condizente com a lei confirmando os resultados de Santos (2006), que concluiu que as unidades de uso pastagem e solo exposto foram as que mais ocuparam espaço nas áreas das APP e, conseqüentemente, as que mais contribuiriam para o processo de desflorestamento.

Monitoramento da Qualidade da Água

Com o objetivo de analisar a influência da precipitação pluviométrica sobre a qualidade dos recursos hídricos são apresentados, a seguir, os resultados do monitoramento hídrico realizado. A Figura 5 apresentam os resultados das análises laboratoriais de qualidade de água, obtidos nas campanhas de maio, julho, outubro e dezembro de 2011. Cabe registrar que os íons Ferro, Sulfato e Manganês também foram analisados, mas se apresentaram em baixas concentrações, e por isso não foram apresentados nos gráficos a seguir, mas estiveram sempre presentes nas amostras coletadas, indicando que os mesmos fazem parte da composição da água da microbacia estudada.

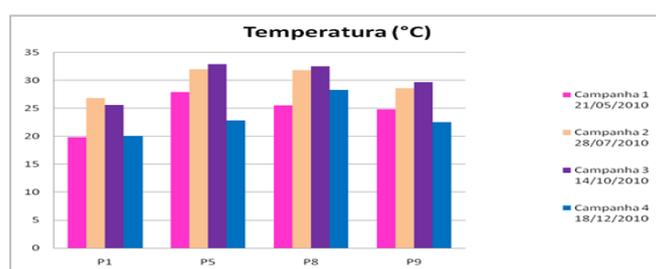
Os parâmetros temperatura e pH podem sofrer interferência da estação do ano, da hora do dia, das atividades microbianas, da quantidade de matéria orgânica disposta no curso d'água, da cobertura vegetal presente na bacia e do tipo de solo da região. As coletas foram realizadas no período da manhã, em intervalos de 10 a 15 minutos de um ponto para outro.

Em todas as campanhas para o parâmetro temperatura, em P1, localizado na nascente florestada apresentou menores valores de temperatura da água se comparado com outros pontos a jusante do rio, para todas as campanhas. O menor valor, 19,8°C, ocorreu na 1ª campanha, durante a estação chuvosa. A média dos valores para este ponto (23,1°C) foi a menor dentre todas as médias obtidas para os

pontos monitorados, considerando as 4 campanhas. Plamondona *et. al.* (1991) em estudo realizado em regiões de Oxapampa, no Peru, observou aumento na temperatura da água em locais onde ocorreu remoção de floresta. Os maiores valores de temperatura foram observados em P5, com predominância de ocupação urbana (32,9°C) e em P8, com predominância de atividades agropecuárias (33°C).

As menores temperatura foram registrados no período chuvoso, 19,8°C e 20,1°C, na 1ª campanha. Os maiores valores foram registrados na seca, 32°C (2ª campanha) e 32,9°C (3ª campanha). Em estudo realizado no rio Murucupi – Barcarena, PA, por Pereira *et al.* (2007), a média de temperatura foi 29,7° C.

Figura 5 - Resultados do monitoramento de Temperatura dos pontos de coletas amostrados.



O valor médio observado por Miranda *et al.* (2009), no rio Tapajós, foi 29,7° C. Pereira (2000) obteve no rio Pará um valor médio de 29° C. HIBAM (ADBO *et.al*, 2007), em Itaituba, também no rio Tapajós, registrou, no final do verão, período no qual altas temperaturas ocorrem na região amazônica, média de 32,2° C.

Em estudo desenvolvido na bacia do igarapé Apeú, Santos (2006) registrou temperaturas variando de 24,3°C, no igarapé São João (Agrovila Trindade), em nov/2002, a 30,5° C no igarapé Apeú, em mai/2003, onde a cobertura vegetal das margens era quase inexistente.

A presença de partículas em suspensão, que causam a turbidez, ou de substancias em solução, relacionados com a cor, pode concorrer para o agravamento da poluição em rios. A turbidez limita a penetração de raios solares, restringindo a realização de fotossíntese, reduz a reposição de oxigênio. Os resultados de turbidez não mostram grandes diferenças entre os observados nas campanhas das estações de seca e cheia, contudo, as maiores médias foram observadas, em todos os pontos, na estação cheia. A 3ª campanha, realizada no período seco, apresentou com média de 6,25 UNT, inferior à média correspondente à 1ª campanha no período de chuva, de 11,5 UNT. Em todas as campanhas, os valores registrados no ponto P1 (florestado) foram baixos, mesmo no período chuvoso.

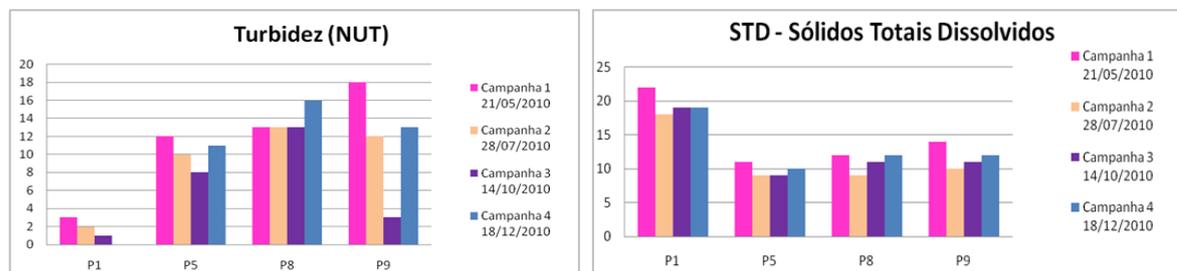
O maior valor de turbidez, 18 UNT, foi observado durante a estação chuvosa em P9, sub-bacia que apresenta a classe correspondente à urbanização com maior porcentagem, além de porcentagens significativas de áreas ocupadas por agropecuária. Provavelmente, um fator que contribuiu para a maior turbidez neste ponto seja a presença de estrada de terra no interior da sub-bacia. Para Arcova e Cicco (1999) um fator que contribui para a maior turbidez na microbacia agrícola é a presença de

duas estradas de terra no seu interior, como a localizada na sub-bacia P9. As estradas são importantes fontes de sedimentos na água, conforme documentado na literatura segundo FAO (1989 apud Arcova e Cicco, 1999). O limite estabelecido pela CONAMA 357/05 ($< 100,0$ UNT) não foi ultrapassado.

Esses valores devem-se, sobretudo, ao material em suspensão, que compreende um complexo coloidal composto de matéria orgânica e de argila rica em caulinita segundo Lima e Kobayashi (1988) estudando em Barcarena no Pará. Em estudo de qualidade da água realizado no rio Tapajós, foi calculado uma média 76,4 UNT com variação entre 70 a 85 UNT. Os valores de turbidez obtidos demonstraram que as águas do Tapajós contêm sólidos em suspensão, um complexo coloidal composto de matéria orgânica, argila, coloides e silte, sofrendo influência das águas do rio Amazonas. Na altura de Itaituba, onde o rio não sofre a influência das águas do rio Amazonas, a turbidez apresentou média 6,5 UNT (Abdo *et. al.*, 1997), característica de águas límpidas, com pouco material em suspensão (HORBE *et. al.*, 2005).

Santos (2006) registrou, na bacia do igarapé Apeú, valores similares. Na estiagem, no igarapé São João, a turbidez variou de 1,6 a 18,9 UNT. No período chuvoso a turbidez variou, no igarapé Fonte Boa (Fazenda Fonte Boa) de 4,9 a 169,2 UNT, no igarapé Capiranga (trecho urbano). Essa grande variação, entre as estações foi causada pela quantidade de sedimentos carreados pelas chuvas.

Figura 6 - Resultados do monitoramento de Turbidez e STD dos pontos de coletas amostrados.

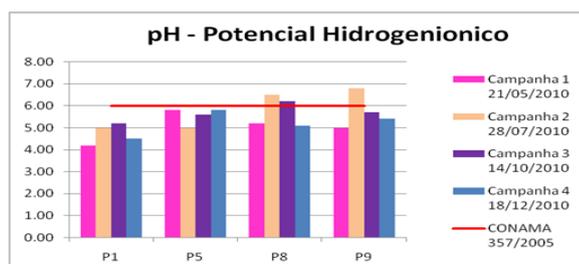


Assim como turbidez, STD, apresentou pequena diferença nas campanhas. Contudo, os maiores valores para os pontos, foram observados na campanha 1, no período chuvoso (19,5 mg/l). Correa (2005) afirma que este parâmetro é influenciado pelo acúmulo de solo e partículas minerais no leito do rio causado pela erosão de solos próximos ou pelo movimento vagaroso da água. Os maiores valores registrados em P1 podem estar relacionados com estes se situarem a jusante de nascentes, ou seja, de afloramentos de águas subterrâneas, sendo as concentrações de sólidos dissolvido nestes pontos mais influenciadas pela dissolução de materiais presentes no subsolo do que aos demais pontos de monitoramento. Nos demais pontos, que não se situam imediatamente a jusante de afloramentos, as concentrações de sólidos dissolvidos estão sob influência da diluição pelas chuvas.

Para SILVA *et. al.* (2008) baixos valores de pH, não influenciam negativamente na qualidade das águas, pois o rio Purus apresentou valores de pH ácidos e, mesmo assim, é a principal fonte de

pesca que abastece os mercados de Manaus. Ao contrário de Carvalho *et al.* (2000), analisando a influência da precipitação na qualidade da água do rio Purus, Silva *et al.* (2006) encontrou o menor pH (5,0) em fev/2005, coincidente com a maior precipitação no período observado (436mm), associando o menor pH com a maior precipitação.

Figura 8 - Resultados do monitoramento de pH dos pontos de coletas amostrados.

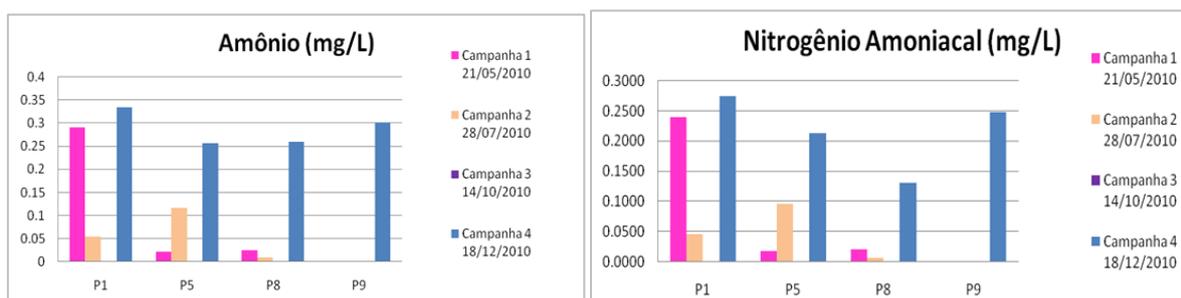


O nitrogênio amoniacal variou, na época das chuvas, de 0,02 mg/L, em P5, à 0,28 mg/L, em P1, nas proximidades de nascentes com predominância de florestal. No período de estiagem, as concentrações estiveram entre 0,01 mg/L, em P8, e 0,12 mg/L em P2 (jusante dessas nascentes). Durante a campanha 3, realizada na seca, o Nitrogênio amoniacal se apresentou abaixo do limite de detecção adotado nas análises laboratoriais (0,01 mg/L).

Em relação ao íon amônio foram observados valores entre 0,020 mg/L (P5) e 0,33 mg/L (P1) no período chuvoso. No período de seca, os valores variaram de 0,01 mg/L (P8) e 0,15 mg/L (P2). Na campanha 3, os valores se apresentaram abaixo do limite de detecção.

Segundo Branco, citado por Lopes (2007), períodos de chuva facilitam a proliferação de bactérias que transformam amônio em nitrito, resultando em um aumento ainda maior na proliferação de microrganismos. As maiores concentrações de nitrito foram observadas no período chuvoso.

Figura 9 - Resultados do monitoramento de Amônio e Nitrogênio Amoniacal dos pontos de coletas amostrados.

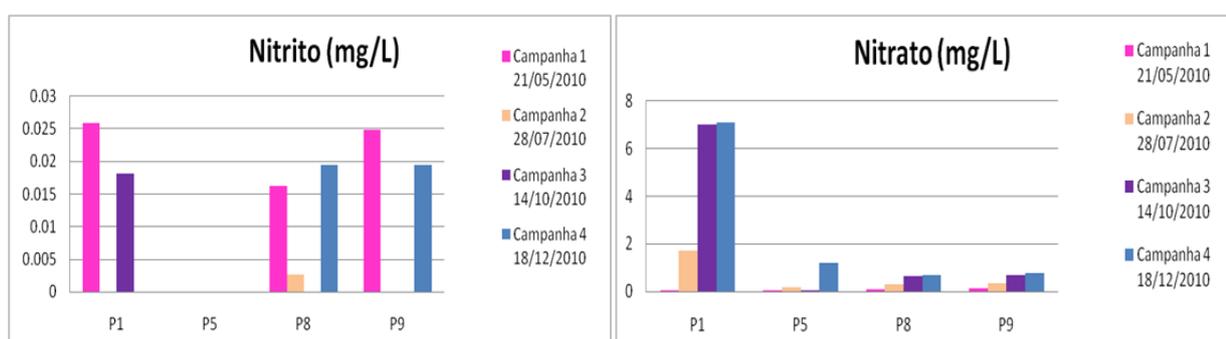


Os valores de nitrito foram relativamente baixos nas quatro campanhas. Nas campanhas realizadas em período chuvoso, foram observados valores entre 0,004 mg/L (P6) e 0,026 mg/L (P1). Nas campanhas realizadas em períodos de estiagem, valores superiores ao limite de detecção foram observados em apenas em 3 pontos, P1 (0,018 mg/L), P2 (0,002 mg/L) e P8 (0,003 mg/L).

Concentrações de nitrito são usualmente muito baixas, em torno de 0,001 mg/L, e raramente maiores que 1 mg/L. Altas concentrações são geralmente indicadoras de efluentes industriais e são

frequentemente associadas com qualidade de água insatisfatória (Chapman, 1992). As maiores concentrações foram encontradas em P1 e P2 (jusante de áreas florestadas). No período chuvoso, foi observada em P1, nitrito 0,026 mg/L e na seca, 0,018 mg/L. Em P2 foi de 0,002 mg/L na seca, e abaixo do limite de detecção, 0,0001 mg/L no período chuvoso. O Nitrato foi maior observada dentre todos os compostos nitrogenados monitorados, nos dois períodos. No período chuvoso, o nitrato variou de 0,006mg/L (P6) e 0,120mg/L (P9) na 1ª campanha. Já na 2ª, na seca, registrou-se em P1 e P2 concentração de 1,699 mg/L e 1,650 mg/L respectivamente. Na 4ª campanha, no período chuvoso, as concentrações nos mesmos pontos, 7,110 e 4,910 mg/L respectivamente foram muito maiores.

Figura 10 - Resultados do monitoramento de Nitrito e Nitrato dos pontos de coletas amostrados.



CONCLUSÕES

O monitoramento das águas demonstrou a influência da precipitação pluviométrica sobre diversos parâmetros de qualidade de água. Observou-se grandes diferenças, entre os períodos de estiagem e chuvosos, nas concentrações analisadas. Temperatura, pH, Nitrato, Ferro estão entre os que sofreram tal influência, apresentando diminuição de valores nos períodos de chuvas. Por outro lado, STS, Nitrogênio Amoniaco, Amônio, Nitrito apresentam maiores valores no período chuvoso.

Diferente de outros estudos, para outras bacias amazônicas, que registraram valores de pH mais próximos da neutralidade em períodos chuvosos, justificados por maior diluição dos compostos dissolvidos e escoamentos mais rápidos, o monitoramento da microbacia do igarapé Praquiquara registrou valores reduzidos de pH, considerados ácidos, no período chuvoso. Quanto aos valores registrados para os parâmetros turbidez, sólidos totais dissolvidos (STD) e fosfato, não foi observada influência da precipitação pluviométrica. Cabe observar que, segundo a literatura, seria esperado aumento de turbidez em períodos chuvosos, considerando que é um parâmetro fortemente influenciado pela precipitação devido à grande quantidade de sedimentos carregados para os cursos d'água pelas chuvas. Observa-se que mesmo no período chuvoso, o ponto registrado em área florestada teve baixos registros de Turbidez. Dentre os parâmetros analisados, turbidez e STS se apresentaram de acordo com o padrão da legislação. Por outro lado, os parâmetros pH apresenta os maiores números de violações dos padrões legais para parâmetros de qualidade da água. A partir da

análise dos dados de precipitação, das características das bacias e dos resultados do monitoramento de qualidade da água nos pontos localizados no Igarapé Praquiara, pode ser afirmado que a precipitação pluviométrica influenciou significativamente diversos parâmetros de qualidade da água. Observou-se que houve diferenças significativas, entre os períodos de estiagem e chuvosos, nas concentrações dos compostos analisados. Temperatura, pH, DBO, Nitrato estão entre os parâmetros que sofreram influência, tendo valores diminuídos no período das chuvas. Sólidos Totais em Suspensão, OD, Nitrito estão entre os parâmetros que suas concentrações aumentaram no período chuvoso. O pH apresentou grande número de violações dos padrões legais de qualidade de água. Diversos parâmetros, incluindo o pH, se apresentaram, principalmente em períodos chuvosos, fora dos limites legais da CONAMA 357/2005, mesmo em bacias não influenciadas por ações antrópicas. Os resultados confirmam a grande influência da chuva e dos tipos de solo presentes em bacias amazônicas sobre parâmetros de qualidade de água.

REFERÊNCIAS

a) Livro

AGENCIA NACIONAL DAS AGUAS (ANA). Caderno de Recursos Hídricos: Disponibilidade e Demanda de Recursos Hídricos no Brasil. 2005.

EMBRAPA - Brasil em Relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005 MIRANDA, E. E. de; (Coord.). Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Disponível em: 20 junho 2010.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de limnologia. Interciência, Rio de Janeiro. 602 pp. 1998.

PEREIRA, V.P. Solo: manejo e controle de erosão hídrica. Jaboticabal: FCAV, 1997. 56 p.

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. Hidrologia Aplicada. São Paulo, McGraw'Hill, 245p. 1975.

b) Capítulo de livro

FIGUEIREDO, R. de O. Processos hidrológicos e biogeoquímicos em bacias hidrográficas sob usos agrícola e agroflorestal na Amazônia Brasileira. In: PORRO, R. (Org.). Alternativa Agroflorestal na Amazônia em Transformação. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009, p. 477-500.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). Brasil em Relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 21 jul. 2010.

c) Artigo em revista

ARCOVA, F.C.S.; CICCIO, V. Características do deflúvio de duas micro-bacias hidrográficas no laboratório de hidrologia florestal Walter Emmench, Cunha - SP. Revista do Instituto Florestal de São Paulo, São Paulo, v.9, n.2, p.153-70, 1997.

SANTOS, U. M.; BOTELHO, M. N. G.. A hidroquímica do rio Solimões - Amazonas. Acta Amazônica, 18 (3/4): 145-173. 1988

SILVA, A.E.P.; ANGELIS, C.F.; MACHADO, L.A.T.; WAICHAMAN, A.V. Influencia da Precipitação na Qualidade da Água do Rio Purus. Revista Acta Amazônica. V.38 p.733-742. 2008.

SIOLI, H. 1957. Valores de pH de Águas Amazônicas. Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi. Geologia, 1, 1-35.

VALENTE, M. V. *et. al.* Zoneamento agroecológico das terras do município de Castanhal, Estado do Pará. Belém, EMBRAPA. Amazonia Oriental In: EMBRAPA Amazônia Oriental, documento 119. 2001. p. 27.