

A Ocupação Do Solo E Repercussão Na Qualidade Das Águas Da Microbacia Hidrográfica do Igarapé Apeú, Nordeste do Estado Do Pará.

Odete Cardoso de Oliveira Santos

Faculdade de Geografia e Cartografia-IFCH/UFPA

ocos@ufpa.br/odetes@terra.com.br

Resumo

A microbacia hidrográfica do igarapé Apeú, no nordeste do Estado do Pará, estendendo-se pelos municípios de Castanhal (70%), Inhangapi (10%) e Santa Izabel do Pará (20%), cuja área é explorada pela agricultura extensiva, por fazendas agropecuárias e pecuárias, mineração, lazer de fins de semanas e, atualmente, a expansão da urbanização, sem planejamento, tem contribuído para a destruição do ambiente dessa microbacia. A finalidade desta pesquisa foi quantificar o potencial dessa destruição em relação à qualidade das águas dos igarapés que a compõe. Para tal, se realizaram as análises físico-química e bacteriológica dessas águas. De acordo com os resultados verificou-se que as concentrações de: sódio foram superiores em relação aos elementos químicos alcalinos analisados, variando de 1,2mg/l a 7,4mg/l; ferro total entre 0.32mg/l a 83mg/l; oxigênio dissolvido oscilando entre 2.1mg/l a 10.3mg/l; óleos e graxas em torno de 0.87 mg/l a 2.487mg/l; matéria orgânica da ordem de 0 a 8mg/l. A turbidez observada esteve entre 4.3NTU a 169,2 NTU. Os valores de pH variaram de 4.37 a 6.89. Ao analisar os resultados das análises bacteriológicas notaram-se as presenças de Coliformes Totais em torno 2.200 NMP/100ml a 51.720NMP/100ml e de E. Coli, que variou de zero NMP/100ml (nascente do igarapé Capiranga) a 2430 NMP/100ml (foz do igarapé Castanhal). Concluiu-se que essas águas estão poluídas não aconselháveis para banho e consumo dos seres humanos e dessedentação dos animais.

Palavras Chaves: microbacia, qualidade da água, poluição das águas, ocupação do solo, igarapé Apeú.

Abstract

The Apeú River's micro-watershed located at Pará State's northeast side and formed by the following towns: Castanhal (70%), Inhangapi (10%) and Santa Izabel of Pará (20%), whose area is explored through the extensive agriculture by the agricultural and livestock farming, mining, weekend leisure and, most recently the urbanization expansion, have been contributing to the destruction of this environment. The purpose of this research was to quantify the potential of this destruction based on the rivers that form this watershed water's quality. For this, physical chemistry and bacteriological analysis were made from these waters. According to the results the following concentrations were found: sodium was higher for the analyzed alkali elements, varying from 1,2mg/l to 7,4mg/l; total iron was from 0.32mg/l to 83mg/l; dissolved oxygen varied from 2.1mg/l to 10.3mg/l; oil and grease around 0.87 mg/l to 2.487mg/l; organic matter from 0 to 8mg/l. the observed turbidity was between 4.3NTU to 169,2 NTU. The pH's values varied from 4.37 to 6.89. Focusing on the results of the bacteriological analysis, Total Coliforms around 2.200 NMP/100ml to 51.720NMP/100ml and E. Coli, which varied from zero NMP/100ml (Capiranga's River Source) to 2430 NMP/100ml (Castanhal's River ending) were found. We can conclude that these waters are polluted and not advisable for bathing and consumption by any human being and animal thirsty satisfaction.

Key-Words: Watershed, Water Quality, Water Pollution, Soil occupation and Apeú River

I – Introdução

A implantação de grandes projetos na Amazônia não tem se preocupado com as características ambientais dessa região, principalmente quando não levam em consideração as peculiaridades das microbacias hidrográficas alimentadoras das grandes bacias hidrográficas.

Um exemplo é a microbacia hidrográfica do igarapé Apeú, localizada no nordeste do estado do Pará, na microrregião de Castanhal, compondo superfície dos municípios de Castanhal (70%), Inhangapi (10%) e Santa Izabel do Pará (20%), Figura 1 (SANTOS, 2006). A área da microbacia até a década de 70 era ocupada por pequenas propriedades, que se dedicavam à agricultura extensiva, e a produção escoada pela Estrada de Ferro Belém–Bragança e pelos cursos de água, com a construção da BR-316 surgiram as grandes propriedades explorando a agricultura comercial da pimenta do reino e pecuária, áreas de mineração, geralmente, não autorizada, agrovilas e as estradas vicinais sem drenagem para águas pluviais. Por causa do encarecimento dos transportes para escoamento da produção os pequenos agricultores, em sua maioria, venderam suas propriedades e seguiram para área urbana, ocupando, sem planejamento, a planície de inundação desta microbacia e de outras.



Figura 1 - Localização da microbacia hidrográfica do igarapé Apeú, Estado do Pará, Brasil (SANTOS, 2006).

Essa nova reorganização do espaço contribuiu para maior degradação da área da microbacia, porque o saneamento básico é deficitário, 72,49% dos tipos de solos que compõe esta microbacia são frágeis não adequados à agricultura e pastagem comercial [SANTOS, 2005] apud (SANTOS, 2006).

O desmatamento realizado nas propriedades para plantação de pastagem até às margens dos igarapés, propiciou o deslocamento do gado às margens dos mesmos para

dessedentação. O pisotear do gado e o uso de tratores, tem contribuído para aceleração da erosão dos solos, cujo produto dessa erosão é transportado pelas chuvas para dentro dos igarapés, diminuindo a profundidade dos mesmos, ocasionando no período menos chuvoso seca em alguns trechos, prejudicando o desenvolvimento de fito e zooplânctos essenciais à sobrevivência dos peixes (SANTOS, 2006).

Como as águas dos igarapés são utilizadas para banho pela população e animais, para lavagem de alimentos, roupas, carros e outros, e em alguns trechos para beber, conceberam-se essa pesquisa com a finalidade de quantificar o potencial dessa destruição em relação à qualidade das águas dos igarapés que compõem essa microbacia.

II – Metodologia

Para desenvolver essa pesquisa coletaram-se águas dos igarapés que compõem a micro bacia hidrográfica do igarapé Apeú para análises bacteriológica e físico-química.

2.1. Coleta de águas

A coleta de água dos igarapés para análises bacteriológica e físico-química iniciou-se a partir de novembro de 2002 a junho de 2003, as terças ou quintas-feiras pela parte da manhã. Coletava-se em garrafas de polietileno de 1 litro para determinação do cálcio, potássio, sódio, magnésio, fosfato, alcalinidade, cloretos, dureza, condutividade e matéria orgânica; em garrafas de vidro de 1 litro para obtenção de ferro, óleos e graxas. Para obtenção do oxigênio dissolvido (OD) foram utilizadas garrafas de vidro e para a análise bacteriológica, foram utilizadas garrafas de polietileno de 300ml (SANTOS, 2006).

A coleta de água foi realizada bem distante das margens dos cursos d'água e contra-corrente; no caso dos igarapés Apeú, nas agrovilas de Boa Vista e Macapazinho, e Castanhal, na agrovila de Boa Vista, precisou-se de ajuda de barco para fazer a coleta tanto no período menos chuvoso (Junho a Dezembro) como no período chuvoso (Janeiro a Maio). No Igarapé Itaqui (povoado de Santa Rosa) no período chuvoso a coleta também foi feita em barco.

No Igarapé Itaqui a coleta de água foi realizada no alto curso próximo à nascente perene na Colônia Penal Heleno Frago, Penitenciária de Americano, município de Santa Izabel do Pará e no povoado de Santa Rosa, distrito do Itaqui, município de Castanhal; no Igarapé Capiranga a coleta feita próxima à nascente, Fazenda Santa Clara, Município de Santa Izabel do Pará e próximo à jusante, na ponte que faz parte da Rua Augusto Montenegro,

Distrito do Apeú; nos Igarapés Castanhal e Papuquara as coletas foram realizadas no médio curso e a jusante, também se realizaram coletas nos médios cursos do Janjão (Fazenda Bom Jesus) e Fonte Boa (Fazenda Fonte Boa). Com relação ao Igarapé Apeú coletou-se a água no alto curso (Fazenda Morro Verde e Chácara Paraíso) e médio curso (Agrovilas de Boa Vista e Macapazinho), município de Castanhal; no Igarapé São João a coleta foi feita no alto curso (Sítio São Sebastião) e no médio curso (Agrovilas de São João e Trindade), município de Santa Izabel do Pará (Figura 2), (SANTOS, 2006).

Devido à falta de recursos financeiros a coleta de água nos igarapés foi realizada duas vezes: uma, em 2002, nos meses de novembro (Apeú, São João, médio curso do Itaqui, Fonte Boa, Papuquara, Capianga, baixo curso Castanhal) e em dezembro (médio curso do Castanhal e baixo curso do Pacuquara); e a outra, em 2003, nos meses de abril (Apeú, São João, médio curso do Itaqui, Capianga, jusante do Castanhal, Fonte Boa e Papuquara), maio (Janjão, médio curso do Castanhal, alto curso do Itaqui) (SANTOS, 2006).

Para conservar as características das águas coletadas para determinação do sódio, potássio, magnésio, cálcio, condutividade, alcalinidade, cloretos, dureza, ferro, óleos e graxas colocou-se dois ml de hipoclorito (HCL) em cada litro de água (SANTOS, 2006).

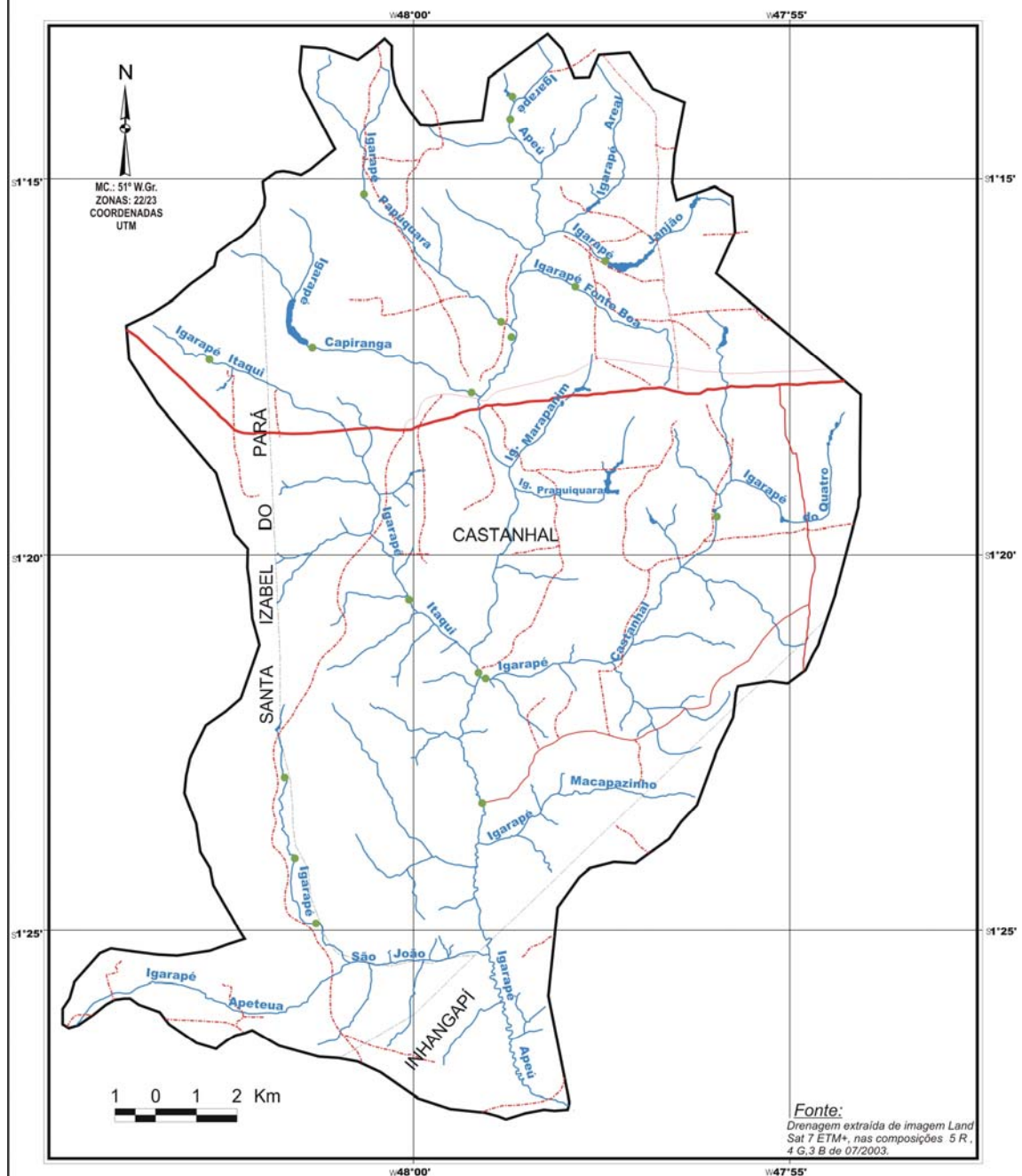
Nas amostras coletadas para determinação do oxigênio dissolvido (OD) colocou-se em cada amostra 1,0ml da solução sulfato manganoso ($MnSO_4$) e 1ml da solução azida sódica, que foram tampadas e agitadas, para que houvesse a homogeneização (SANTOS, 2006).

Nas amostras para análise bacteriológica, fosfato e acidez não se colocaram nenhum reagente. As amostras eram acondicionadas num isopor com gelo até os laboratórios, quando eram retiradas e colocadas na geladeira até a ocasião das análises; com exceção das amostras para determinação do OD que eram imediatamente analisadas (SANTOS, 2006).

2.2. Temperatura e turbidez

A temperatura da água foi observada por um termômetro, o pH medido por um aparelho pH330i/SET-WTW, calibrado para pH 4.0 e 7.0 e a turbidez determinada pelo aparelho ORBECO-HELLIGE, da Orbeco Analytical Systems, INC, todos esses parâmetros observados por ocasião da coleta da água (SANTOS, 2006).

MAPA DE DRENAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ APEÚ



LEGENDA

	Limite da bacia		Coleta de água
	Limite de Município		Lago
	BR-316		Igarapés
	PA-422		
	Estrada vicinal pavimentada		
	Estrada vicinal não pavimentada		

Figura 2 - Localizações dos pontos de coleta de água nos igarapés que compõem a microbacia hidrográfica do igarapé Apeú (SANTOS, 2006)

2.3. Análise bacteriológica e físico-química

A análise bacteriológica das amostras de água dos igarapés foi realizada no Laboratório de Engenharia Química, da Universidade Federal do Pará, optando-se pelo Número Mais Provável de Bactérias Coliformes (NMP), porque as bactérias coliformes são microorganismos que estão presentes em grande número nos intestinos do ser humano, podendo causar a contaminação das pessoas que utilizam a água na qual haja a concentração dessas bactérias, são de fácil identificação e podem ser contadas em um laboratório de poucos recursos [BRANCO, 1999] apud (SANTOS, 2006). Os coliformes fecais foram detectados pelo método dos Tubos Múltiplos (CETESB, 1978), os coliformes totais e *Escherichia Coli*, pelo método Cromogênico [STANDARD METHODS 9223, 1995] apud (SANTOS, 2006).

As características físico-químicas foram determinadas pelos Laboratórios de Química, do Departamento de Química, do Centro de Ciências Naturais, e Hidroquímica e Absorção Atômica, do Centro de Geociências, todos da UFPA, usando-se vários métodos: **Partição Gravimétrica** (óleos e graxas); **Modificado de Winkley** (grau de poluição por matéria orgânica, tanto de origem antrópica como natural); **Complexometro** (dureza); **Volumetria ácido básico** (alcalinidade); **Volumetria de precipitação** (cloretos); **Colorimétrico ácido ascórbico** (fosfato); **Espectrometria de absorção atômica - EAA** (cálcio, magnésio, potássio e sódio); **Fotocolorimétrico** (ferro total). **Winkler modificado pela azida sódica** (oxigênio dissolvido), (SANTOS, 2006).

Além das visitas, empregaram-se questionários aos moradores para ter melhor conhecimento sobre o índice de escolaridade, condições econômicas e de saneamento básico.

III – Resultados

De acordo com os resultados das análises bacteriológicas verificou-se que as águas dos igarapés acusaram concentrações de Coliformes Totais e de *E. Coli* entre si e nos períodos menos chuvoso e chuvoso. No período menos chuvoso, os Coliformes Totais variaram de 51.720NMP/100 ml, no igarapé de Castanhal (Fazenda Flamboyant, limite entre as zonas urbana e rural) a 2.282NMP/100ml, no igarapé São João (sitio São Sebastião); a concentração de *E. Coli* variou de 1580NMP/100ml, no igarapé Capiranga, Distrito do Apeú (trecho urbanizado) a Zero em suas nascentes (Fazenda Santa Clara). No período chuvoso, as concentrações de Coliformes Totais variaram de 28.510 NMP/ml, no igarapé Papuquara (Sítio São José) a 2.590 NMP/ml, no igarapé São João, no Sitio São Sebastião e os Coliformes

Fecais, de 150 NMP/ml, no afluente do igarapé Apeú (Fazenda Buriti) e no igarapé São João (Sítio Sapucaia) a 9.300 NMP/ml nos igarapés Apeú (Agrovila Boa Vista) e Itaqui (Fazenda Nova Sião); a concentração de E. Coli foi da ordem de 2.430 NMP/100 ml no Igarapé Castanhal, próximo à sua jusante [SANTOS, 2003] apud (SANTOS, 2006).

De um modo geral, notou-se que as maiores concentrações de Coliformes Totais e E. coli ocorreram no período chuvoso, principalmente nos igarapés cujas planícies de inundações, nessa época, são tomadas pelas águas, como no alto curso do igarapé Apeú, cujas propriedades têm seus quintais atingidos pelas águas onde estão construídos os sanitários.

De acordo com a Portaria No. 1469, de 29 de dezembro de 2000, do Ministério da Saúde, a água para o consumo humano em toda e qualquer situação, incluindo a de fontes individuais como poços, minas e nascentes, dentre outros, deve apresentar um padrão de potabilidade, cujo valor máximo permitido de Coliformes totais e E. Coli é de ausência total em 100ml. Portanto, a água desta microbacia não pode ser utilizada para o consumo da população, porque os microorganismos presentes vão provocar doenças de veiculação hídrica como a cólera, diarreia e hepatite e de modo indireto a escabiose, doenças existentes na área, confirmadas pela pesquisa de campo [SANTOS, 2003] apud (SANTOS, 2006).

Por outro lado, a RESOLUÇÃO No. 20 do CONAMA, no Art. 26, recomendam que: águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade serão consideradas satisfatórias desde que apresentem 1.000 Coliformes fecais por 100ml ou 5.000 Coliformes totais por 100ml, portanto de acordo com os resultados apenas as águas no Igarapé São João (Sítio São Sebastião) são satisfatórias para o banho, enquanto as demais são impróprias, [SANTOS, 2003] apud (SANTOS, 2006).

De acordo com as análises físico-químicas, notou-se, nas amostras de águas dos igarapés, a presença de óleos e graxas, tanto no período menos chuvoso como no chuvoso; sendo que as maiores concentrações ocorreram na época menos chuvosa, nos igarapés Capiranga (Fazenda Santa Clara), Janjão (Fazenda Bom Jesus) e Apeú (Agrovila Boa Vista). A maior concentração foi detectada no igarapé Capiranga com 2.487mg/l, e a menor concentração foi determinada no igarapé São João (Sítio Sapucaia) 0.87mg/l. Acredita-se que essa ocorrência seja causada pela lavagem de roupas, louças, bicicletas, motocicletas, motores de lanchas, ônibus, tratores e automóveis, dentro e nas margens dos igarapés [SANTOS, 2003] apud (SANTOS, 2006).

A turbidez das águas dos cursos d' água, no período menos chuvoso, variou de 1.6 NTU, no igarapé São João a 18,9 NTU e, no período chuvoso foi da ordem de 4.9 NTU, no igarapé Fonte Boa (Fazenda Fonte Boa) a 169.2 NTU, no Igarapé Capiranga (trecho urbano), (SANTOS, 2003). Essa grande variação entre as épocas menos chuvosa e chuvosa é causada pela grande quantidade de sedimentos carregados pelas chuvas (SANTOS, 2006).

A quantidade de OD detectada nas amostras variou de 2.1mg/l no Castanhal (Fazenda Flamboyant) a 10.3mg/l, no igarapé Apeú, (Chácara Paraíso), [SANTOS, 2003] apud (SANTOS, 2006). O pH das águas variou de 4.37, no Papuquara (Sitio São José) a 6.89, no Igarapé Castanhal (Fazenda Flamboyant), (SANTOS, 2006).

Segundo o Art.4 da RESOLUÇÃO Nº. 20 do CONAMA, em qualquer amostra de água para o consumo humano e banho, não pode haver presença de óleos e graxas. A turbidez deve ser até 40 NTU, o oxigênio dissolvido em qualquer amostra não pode ser inferior a 6.0mg/l e o pH deve ser em torno de 6.0 a 9.0. Observando os resultados das análises físico-químicas, nota-se que as concentrações de oxigênio dissolvido nos cursos de águas, que compõem a microbacia hidrográfica, estão inferiores as estabelecidas nas normas do CONAMA, com exceção do ponto localizado na Chácara Paraíso. Todavia, nesse ponto tem-se a presença de óleos e graxas em torno de 19.22 mg/l a 25.0mg/l. Apesar do valor do pH no ponto correspondente à Fazenda Flamboyant estar de acordo com as normas do CONAMA, é um dos trechos mais poluídos da microbacia hidrográfica [SANTOS, 2003] apud (SANTOS, 2006).

As concentrações de OD estão adequadas para a sobrevivência dos peixes, pois segundo [Val, 1997] apud (Santos, 2006) as espécies de peixes da região Amazônica, por causa da variedade morfológica e da química da bacia, da extensão dos cursos de água e das oscilações dos níveis de água dos rios, apresentam estratégias de sobrevivência em ambientes de hipóxia (baixas concentrações de oxigênio durante toda a sua vida) moderada e crítica, e curtos períodos de anoxia (total ausência de oxigênio), apresentando diferentes padrões de respiração.. Portanto a diminuição do pescado na bacia deve estar relacionada com a grande quantidade de sedimentação encontrada nos vales dos igarapés causada pela erosão, a construção de lagos, a captura desordenada e os métodos de captura.

Para [Sioli, 1960] apud (Santos, 2006), ao medir o pH dos cursos de água na parte ocidental da zona Bragantina, ao longo da Estrada de Ferro de Bragança, no nordeste paraense, observou que variavam entre 4.5 a 5.15. Por outro lado, medições de pHs da água

da chuva na região Amazônica por [Nortcliff & Thornes, 1978], [Stallard & Edmond, 1981] [Haines, 1983], [Franken & Leopold, 1984] e [Santos & Souza, 1988] apud (Santos, 2006) concluíram que as chuvas que se precipitam sobre a região são ácidas.

Todavia, o pH observado, no período menos chuvoso, nos igarapés Fonte Boa (Fazenda Fonte Boa), Castanhal (Fazenda Flamboyant e Agrovila Boa Vista) e Apeú (Agrovila Macapazinho) esteve acima de 6.0. No período chuvoso, apenas o igarapé Castanhal (Fazenda Flamboyant), no dia 27/05/03, apresentou o pH acima de 6.0. Entretanto, no dia 6/05/03, o pH medido foi de 5.87, logo, acredita-se que essas mudanças estão associadas aos tratamentos de calagem que são empregados para correção da acidez dos solos, concordando com os valores obtidos para acidez que foram de 39,0mg/l de CaCO₃ no igarapé Castanhal (Fazenda Flamboyant) no período chuvoso e cerca de 3.98mg/l de CaCO₃ no igarapé Janjão (Fazenda Bom Jesus), no período menos chuvoso. A alcalinidade apresentou valores maiores de teores de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos nas águas dos igarapés no período menos chuvoso, com uma concentração máxima de 86,0mg/l de CaCO₃ no igarapé Castanhal (Fazenda Flamboyant), e as menores concentrações ocorreram no período chuvoso no igarapé Cpiranga (trecho urbanizado) 0,40mg/l de CaCO₃. Quanto à dureza, foram observadas concentrações de 65,5mg/l de CaCO₃ no igarapé Castanhal (Fazenda Flamboyant) e as menores concentrações, de 4,6mg/l de CaCO₃, foram encontradas nos igarapés: Apeú (Fazenda Morro Verde); Castanhal (Agrovila Boa Vista) e Papuquara (Sítio São José).

Na bacia hidrográfica do igarapé Apeú, as concentrações de sódio foram maiores do que as concentrações de potássio, de cálcio e magnésio, alcançando valores entre 1,2 mg/l a 7,4 mg/l. As maiores concentrações desses elementos foram observadas nos igarapés Fonte Boa (Fazenda Fonte Boa), Castanhal (Fazenda Flamboyant), Diante desses resultados, e com o aumento das grandes propriedades na área, executando correções da acidez do solo, com certeza haverá um acréscimo na utilização do cálcio, portanto, o aumento na liberação de carbonatos e bicarbonatos que, por ocasião das chuvas, serão transportados pelo escoamento superficial para os igarapés. Esse comportamento, associado às baixas velocidades que ocorrem nos igarapés, principalmente no período menos chuvoso, poderá, no futuro, contribuir para o aparecimento de moluscos aquáticos, dentre eles, o planorbideo, do gênero *Biomphalaria*, da família **Planorbidae**, hospedeiro intermediário do helminto trematódeo **Schistosoma Mansoni**, responsável pela infecção parasitária endêmica esquistossomos mansônica [BECHARA *et ali*, 1997] apud (SANTOS, 2006). Vale salientar que, no igarapé

Fonte Boa, na época menos chuvosa, as velocidades médias foram nulas e no período chuvoso foram baixíssimas (SANTOS, 2006). As maiores concentrações de fósforo, também, ocorreram no igarapé Castanhal (Fazenda Flamboyant), 0,15mg/l (SANTOS, 2006).

A quantidade de matéria orgânica detectada foi maior no igarapé Castanhal (Fazenda Flamboyant), cerca de 8,0mg/l, no período menos chuvoso, acredita-se que isso seja causado pela influência dos dejetos provenientes da área urbana, porque nos demais igarapés as maiores concentrações ocorreram no período chuvoso, quando aumentaram os níveis das águas, alcançando a planície de inundação dos mesmos (SANTOS, 2006).

Os teores de cloretos observados nos cursos de água, de um modo geral, foram maiores na época menos chuvosa, alcançando 112,68mg/l no igarapé Castanhal, Fazenda Flamboyant, e a menor concentração ocorrida na época chuvosa foi de 6,03 mg/l no igarapé São João (Agrovila São João). As concentrações de ferro total (Fe_2O_3) alcançaram maiores valores na maioria dos igarapés, no período menos chuvoso, com uma concentração máxima de 83 mg/l, no igarapé Castanhal (Fazenda Flamboyant) e, no período chuvoso, a maior concentração foi de 2,5mg/l no igarapé Itaqui (Colônia Agrícola Heleno Frago), (SANTOS, 2006).

As temperaturas dos cursos de água, ao longo da pesquisa, variaram de 24,3° C, no igarapé São João (Agrovila Trindade), em novembro de 2002, a 30,5° C no igarapé Apeú (Fazenda Morro Verde), em maio de 2003; nesse local a cobertura vegetal das margens do igarapé era quase inexistente. A condutividade da microbacia hidrográfica do igarapé Apeú, os valores alcançados estiveram no intervalo de 520,0 $\mu\text{s}/\text{cm}$, no igarapé Castanhal (Fazenda Flamboyant) a 14,0 $\mu\text{s}/\text{cm}$, no igarapé Papuquara (Estrada da Cabeceira do Apeú).

IV – Conclusão

Conclui-se que as águas superficiais da microbacia hidrográfica do Igarapé Apeú, estão poluídas, principalmente por Coliformes Totais e E. Coli, por isso a população não pode usá-las para consumo e banho, nem para dessedentação dos animais, há mudança no pH das águas dos igarapés, provocada pela calagem para diminuição da acidez do solo, portanto essa microbacia necessita de um replanejamento de suas atividades econômicas dando ênfase ao saneamento básico e de educação ambiental.

V – Bibliografia

SANTOS, O.C.de O. Análise do uso do solo e dos recursos hídricos na microbacia hidrográfica do igarapé Apeú, Nordeste do Estado do Pará. Rio de Janeiro, UFRJ. Maio de 2006. p. 268. (Tese de Doutorado).