



ANÁLISE E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA NO SUDOESTE AMAZÔNICO – ACRE - BRASIL

Waldemir Lima dos SANTOS

Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia – IGC/UFMG –
waldemir_geo@yahoo.com.br

Adailton de Sousa GALVÃO

Professor Adjunto do Curso de Geografia da Universidade Federal do Acre – CFCH/UFAC,

Elisandra Moreira de LIRA

Professora Assistente do Curso de Geografia da Universidade Federal do Acre – CFCH/UFAC

RESUMO - A bacia do igarapé Judia está localizada no sudoeste amazônico, estado do Acre, fazendo parte da bacia do rio Acre, importante afluente da margem direita do rio Purus. É considerada de fundamental importância, considerando-se que abastece com água potável, aproximadamente, 100 mil habitantes, do município de Rio Branco (AC) e Senador Guimard (AC). Durante quase quatro décadas passou por um processo de rápida transformação ambiental, seguindo o modelo econômico implantado na região na década de 1970, onde o extrativismo vegetal deu lugar à agropecuária, substituindo a floresta por pastagem que hoje predomina com cerca de 70% da área da bacia. A expansão urbana nos extremos da bacia vem sendo responsável pela grande quantidade de esgoto *in natura* despejado nesse igarapé, fato que norteia a elaboração desse artigo que tem como objetivo principal analisar as condições limnológicas dos recursos hídricos no canal principal da bacia, tendo-o como o receptor de toda carga poluidora originada das áreas urbanas adjacentes, fato comprovado com a aplicação do índice de qualidade de água (IQA), que revelou os maiores teores de poluição na nascente e na foz do igarapé, exatamente onde estão situados os núcleos urbanos dos dois municípios.



Palavras-chave: Limnologia. Carga Dissolvida. Poluição Hídrica.

ABSTRACT - The Judia stream basin is located in southwestern Amazonian state of Acre, part of the Acre River Basin, a major tributary of the Purus river right. It is considered of paramount importance, considering that supplies drinking water to approximately 100 thousand inhabitants in the municipality of Rio Branco (AC) and Senador Guimard (AC). For almost four decades has gone through a process of rapid environmental change, following the economic model implemented in the region in the 1970s, where the extraction of vegetables gave way to agriculture, replacing the forest for pasture that now dominates with about 70% of the area basin. Urban sprawl on the edges of the basin has been responsible for the large amount of sewage dumped in nature in that stream, a fact that guides the preparation of this article aims at analyzing the limnological conditions of the waters of the main channel of the river, taking it as the receiver of all the pollutant load originated from the adjacent urban areas, a fact proven by the application of the index of water quality (WQI), which showed the highest levels of pollution at the source and the mouth of the creek, just where are located the urban centers of the two municipalities.

Key-words: Limnology. Dissolved Load. Water Pollution.

INTRODUÇÃO

A intensa migração rural-urbana ocorrida a partir da década de 1970 nos municípios de Rio Branco (AC) e Senador Guimard (AC) veio ocasionar graves problemas ambientais no início do séc. XXI, apresentando a questão da falta de água potável para suprir as necessidades da população nas próximas décadas como sendo o alvo das discussões e assunto de maior interesse.



No caso em estudo, isso não tem sido diferente, e entende-se que esse fenômeno vem ocorrendo em razão das transformações econômicas no campo que determinou a crescente urbanização dos núcleos populacionais que já existiam e a criação de novos focos de ocupação urbana. Com a intensa necessidade do *morar na cidade*, desencadeou-se uma pressão antrópica com efeitos negativos para os cursos d'água, que atualmente, apresentam-se desprovidos de matas ciliares e, o que é mais grave, servindo de aporte de lixo e esgoto *in natura*.

O igarapé Judia, até meados da década de 1970, apresentava-se com sua mata ciliar sem grandes alterações, sendo realizadas apenas pequenas práticas agrícolas de subsistência que abastecia uma pequena parcela populacional que habitava suas margens, vindo apresentar, em quatro décadas, os impactos advindos da ocupação humana. Considerando-se o fato de que o mesmo serve de captação de água para abastecimento humano nos dois municípios, é que instigou-nos a execução dessa pesquisa.

Coneza (1997) e MOPU (1985) discorrem que a contaminação da água se define como a alteração de sua qualidade natural pela ação antrópica, como sendo esta a principal fonte de desequilíbrio desse ecossistema, que faz com que seja parcial ou totalmente imprópria para o uso a que se destina e, no caso em tela, ao abastecimento humano.

As alterações na qualidade natural da água é uma discussão que passa pela análise multidisciplinar e, como tal, utiliza-se dos conhecimentos das mais variadas áreas científicas para explicar tais alterações, no entanto, necessita-se estabelecer o que se define como qualidade natural da água.

Deve-se analisar os recursos hídricos sob diversos pontos de vistas, tais como: utilização da água fora do lugar onde se encontra, que é o caso da água potável para usos domésticos e urbanos, agrícolas, industriais e dessedentação de animais; utilização dos cursos d'água para banho, pesca, etc; como meio aquático que acolhe espécies animais e vegetais e; como meio receptor de efluentes residuais de origem urbana ou industrial. O uso múltiplo da água é uma parte essencial que deve ser observada quanto se está tratando de qualidade.

Com essa pesquisa científica, buscou-se encontrar respostas coerentes para explicar a relação homem *versus* natureza no tocante à pressão exercida sobre os recursos hídricos, através da análise de variáveis limnológicas buscando identificar a real situação dos recursos hídricos no local, procedendo-se a avaliação física, química e bacteriológica da água e, ao final, propuseram-se soluções para a melhoria das condições locais, dentro dos padrões de conservação e preservação geoambientais.



MATERIAIS E MÉTODOS

Descrição da Área de Estudo - A área de estudo localiza-se a no leste do estado do Acre, abrangendo os municípios de Rio Branco/AC e Senador Guiomard/AC. Nesse último, localizam-se as principais nascentes, inclusive na zona urbana, entre as coordenadas 10°9'14" S e 67°44'14" W. A foz está localizada na cidade de Rio Branco/AC, entre as coordenadas de 9°58'24" S e 67°47'30" W (fig. 1).

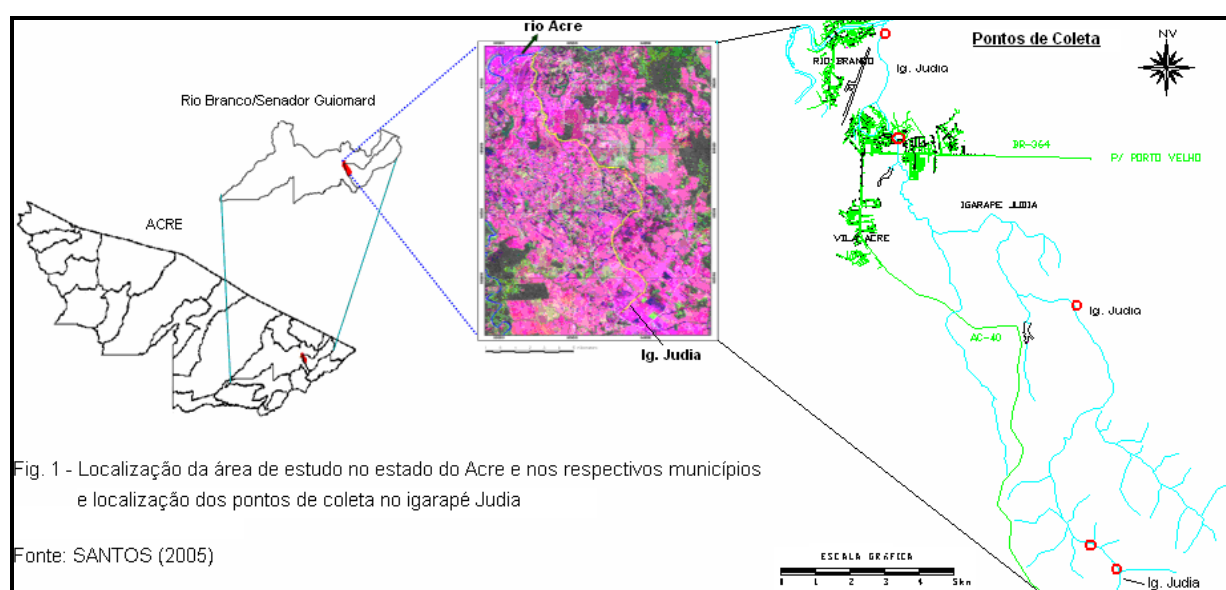


Fig. 1 - Localização da área de estudo no estado do Acre e nos respectivos municípios e localização dos pontos de coleta no igarapé Judia

Fonte: SANTOS (2005)

A pesquisa foi realizada através de coleta subsuperficial de 1 (uma) amostra d'água em cada um dos 5 (cinco) pontos pré-estabelecidos ao longo do igarapé, da nascente à foz, com coletas realizadas nos meses de fevereiro/2004 (cheia) e agosto/2004 (seca), totalizando-se 5 amostras d'água em cada período estacional, quando foi possível realizar as análises bacteriológicas, físicas e químicas da água, através do cruzamento das informações.

As variáveis ambientais analisadas foram: temperatura ambiente, temperatura da água, pH (potencial hidrogeniônico), DBO₅ (demanda bioquímica de oxigênio), NT (nitrogênio total), PT (fósforo total), OD (oxigênio dissolvido), alcalinidade, turbidez, sólidos totais, cor e coliformes fecais, seguindo-se os seguintes métodos:

- **Temperatura Ambiente:** medição no campo de posse de um Termômetro de Mercúrio.



- **Temperatura da água:** medição diretamente no campo com auxílio de sonda exploratória marca YSI 610;
- **pH:** extraído diretamente no campo com auxílio de sonda exploratória marca YSI 610;
- **OD:** extraído diretamente no campo com auxílio de sonda exploratória marca YSI 610.
- **DBO₅:** método de determinação do Oxigênio dissolvido após incubação por cinco dias a 20 °C, com ou sem diluição, de acordo com APHA (1995).
- **Cor:** determinada por método eletrométrico com aparelho Hach Company DR/890 Colorimeter, variação de 0-550UH (Pt-Co mg/l).
- **Turbidez:** determinada por método eletrométrico com aparelho Hach Company 2100P Portable turbidimeter, variação de 0-1000NTU.
- **Coliformes Fecais:** coleta subsuperficial de acordo com a técnica dos tubos múltiplos proposta por APHA (1995). As amostras foram coletadas em frascos autoclavados de polipropileno (500ml) etiquetados, refrigeradas e transportadas em isopor e analisadas no laboratório da Unidade de Tecnologia de Alimentos (UTAL) da UFAC.
- **Alcalinidade:** as amostras foram coletadas subsuperficialmente e acondicionadas em frascos de polipropileno (500 ml), refrigeradas e transportadas em caixa de isopor até o laboratório. Para esta variável as análises foram feitas através do método do Indicador Misto (vermelho de metila e verde de bromocresol) proposto por Macêdo (2003).
- **NT e PT:** as amostras foram coletadas subsuperficialmente e imediatamente fixadas com reagente oxidante (OR) sendo levadas até o laboratório de Limnologia da UFAC para o procedimento das análises. As análises seguiram o método descrito por Valderrama (1981).
- **Sólidos totais:** De acordo com o método descrito em APHA (1995).

Utilizou-se o cálculo do IQA, estabelecido pela *National Sanitation Foundation* (EUA), através de um software elaborado por Requião (2004) com base nos índices utilizados pela CETESB (Companhia Estadual de Tratamento de Esgoto do Estado de São Paulo). Após, procedeu-se a interpretação da qualidade da água do igarapé em estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO



Para a análise e avaliação dos valores referentes às variáveis limnológicas, adotou-se como *background* os parâmetros determinados pela Resolução CONAMA nº20/86 e nº 357/2005, para os corpos d'água enquadrados na Classe II, como é o caso (Quadro 1 e 2).

Quadro 1 – Variáveis físicas, químicas e microbiológicas estudadas no Igarapé Judia – período de cheia e seca (28/02/2004 e 12/08/2004).

Pontos de Coleta	P1		P2		P3		P4		P5		Erro do Método
	Cheia	Seca	Cheia	Seca	Cheia	Seca	Cheia	Seca	Cheia	Seca	
Temp. do AR (°C)	24,00	24,00	28,00	25,50	29,00	27,00	31,00	29,00	29,00	30,00	-
Temp. da Água (°C)	26,22	24,35	25,97	22,83	26,38	21,23	26,45	21,90	26,28	22,80	+/- 0,15°C
pH	5,70	7,93	5,58	6,68	5,93	6,93	5,67	6,81	5,70	6,40	+/- 0,2
Alcalinidade (mg/l)	15,00	16,66	13,00	12,50	9,00	11,45	6,00	10,41	7,50	109,36	-
OD (mg/L ⁻¹)	3,70	4,50	3,92	5,75	6,46	8,46	6,53	8,87	5,39	4,55	+/- 2%
DBO ₅ (mg/L ⁻¹)	3,20	362,56	3,60	0,9064	6,00	2,50	6,40	2,50	2,80	272,00	-
COR (mg Pt/l e UH)	78,00	36,00	139,00	73,00	231,00	165,00	393,00	177,00	520,00	359,00	+/- 0,5%
Turbidez(NTU)	15,00	4,43	17,90	10,20	25,80	18,50	52,20	18,90	82,90	33,40	+/- 5%
Sólidos totais (mg/L ⁻¹)	40,00	69,00	5,00	32,00	16,00	200,00	48,00	42,00	72,00	215,00	-
Nitrogênio total(µg/L ⁻¹)	2.580,58	2.542,	1.834,	1.854,	1.919,	1.087,	1.456,	1.560,	1.947,	5.027,6	-
Fósforo total (µg/L ⁻¹)	5,62	5,62	3,91	3,91	3,06	3,06	4,76	4,76	8,17	68,57	-
Col. Fecais	220,00	27,00	280,00	33,00	34,00	140,00	280,00	90,00	1600,00	1300,00	-

Fonte: Pesquisa de campo – fev. e ago./2004

Quadro 2 - Variáveis físicas, químicas e bacteriológicas

VARIÁVEIS	CONAMA– Classe 2	Águas Destinadas
pH	6.0 – 9.0	<ul style="list-style-type: none"> • ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional; • à proteção das comunidades
OD (mg de O ₂ /l)	≥ 5	
TURBIDEZ (NTU)	Até 100	
NT	-	
PT	-	
DBO ₅ (mg de O ₂ /l)	Até 5	



Coliformes Fecais (NMP/100 ml)	1.000 NMP	aquáticas;
COR (mg Pt/l e UH)	Até 75	• à recreação de contato primário;
Sólidos totais (mg/l)	<500	

Fonte: Resolução CONAMA nº20/1986 e Resolução nº 357/2005.

Potencial Hidrogeniônico (pH) e Alcalinidade - No igarapé em estudo, as amostras coletadas no período chuvoso apresentaram valores de pH variando de 5,50 a 5,90. Segundo Esteves (1998), tais valores são considerados comuns, quando afirma que as águas das chuvas são normalmente ácidas (pH 5-6) e seu efeito sobre o pH das águas continentais é mais acentuado, quando estas têm pouca capacidade de tamponamento.

Durante o período chuvoso são introduzidas nos corpos d'água, grandes proporções de matéria orgânica e substâncias húmicas, encontrando-se altas concentrações de ácido sulfúrico, nítrico, acético, além de ácido carbônico que são formados, principalmente, pela atividade metabólica dos microorganismos aquáticos e, conseqüentemente, reduzindo os valores do pH (ESTEVES, 1998).

Os valores baixos de pH observados em todas as amostras d'água nesse período, representam elevadas concentrações de ácidos orgânicos dissolvidos de origem alóctone e autóctone que de acordo com Sioli (1975) *apud* Esteves (1998) estes fornecem indícios de pequena presença de substâncias tamponadoras (bicarbonato e carbonato) em solução, sendo dados, portanto, divergentes do limite estipulado pelo CONAMA. Por conta disso, a alcalinidade total apresentou valores variando de 6 a 15 mg/l devido, principalmente, aos baixos teores de bicarbonatos.

No período de seca, os valores de pH estiveram dentro do que dispõe a legislação, variando de 7,93 no ponto 1 (P1) a 6,4 no ponto 5 (P5), valores estes que determinam a água do igarapé como sendo de condição básica. Tal fato é explicável devido a pouca matéria orgânica e condições ácidas mais reduzidas que fazem com que tenhamos altos valores de pH em relação ao período anterior.

Os teores de Alcalinidade apresentaram-se consideravelmente elevados em relação à coleta na época de cheia. No P1 e no P5 obteve-se as maiores concentrações alcalinas, uma vez que o primeiro apresentou um valor de 16,66 e o último o valor de 109,36. Tais dados revelam que o igarapé, nesta época do ano, pode apresentar teores de bicarbonato e carbonatos mais elevados, principalmente no primeiro e último ponto, por serem os locais mais atingidos pela antropização.

Turbidez, Cor e Sólidos Totais - A presença de partículas em suspensão que causam a turbidez ou de substâncias em solução, relativas à cor, pode concorrer para o agravamento da poluição. A turbidez



limita a penetração de raios solares, restringindo a realização da fotossíntese que, por sua vez, reduz a reposição do oxigênio do ecossistema aquático (LIMA, 2001).

Os valores de turbidez e cor aparente corroboram com os valores de sólidos totais no período de cheia. No entanto, este último apresentou-se inexpressivo no P2 com a decantação ocorrida em um açude formado através de uma barragem no leito do igarapé, existente à montante desse ponto de coleta (Fig. 2).

No P5 tivemos o maior valor de turbidez, pelo fato deste ponto situar-se na foz, recebendo grande quantidade de substâncias em dissolução ou em suspensão, com presença de maior teor de sólidos totais em suspensão (72,00 mg/l) e cor aparente (620 mg Pt/l e UH).

De acordo com as Resoluções nº 20/86 e 357/2005 do CONAMA os valores de turbidez e sólidos totais, nessa época do ano, são aceitáveis para esse tipo de Classe (II) limitando-se a valores de 100 NTU e 500,00 mg/l, respectivamente. Dessa forma, todas as amostras coletadas no período de cheia, relacionadas à variável turbidez e sólidos totais, estão dentro do permitido pela legislação.

Há um severo aumento nos valores da variável cor, de modo que podemos concluir que em todo o igarapé Judia, nesta época do ano (cheia), há um aumento da mistura de materiais em suspensão e dissolvidos decorrentes da erosão das margens e escoamento superficial das águas pluviais para o leito do igarapé Judia.

Por tal fato, conclui-se que a variável cor, no dia da coleta, apresentou-se fora do valor estipulado na legislação, inclusive no ponto de amostragem 4 (P4) que está localizado na captação de água da ETA (Estação de Tratamento de Água) do Judia que destina-se ao abastecimento público de água potável para grande parte da cidade de Rio Branco.

No período de seca, observou-se uma correlação direta entre os valores de turbidez que variaram de 4,43 a 33,40 NTU, e cor aparente que variaram de 36 a 359 mg Pt/l e UH. Com relação aos valores apresentados de sólidos totais observou-se variações desde o P1 até o P5, com valores maiores no P3 (200,00 mg/L⁻¹) e no P5 (215,00 mg/L⁻¹). Nos demais pontos os teores foram relativamente baixos (Fig. 3).

No P1 tivemos o menor valor de turbidez em relação aos demais pontos pelo fato deste ponto ser ainda livre de ocorrência de processos erosivos mais severos e, por se situar no centro da cidade de Senador Guimard/AC e as substâncias despejadas ali constituírem-se de esgotos domésticos.



Os valores relativos à cor do P1 e P2 estão dentro do permitido pela legislação ambiental, no período de seca, ao contrário do período anterior que apresentou valor acima do permitido em lei, condicionado por maior carga de esgotos domiciliares, contribuindo com o caráter de poluição ali apresentados.

Os sólidos totais se apresentaram abaixo do limite permitido em lei (< 500 mg/l), correlacionando-se com a diminuição do nível das águas.

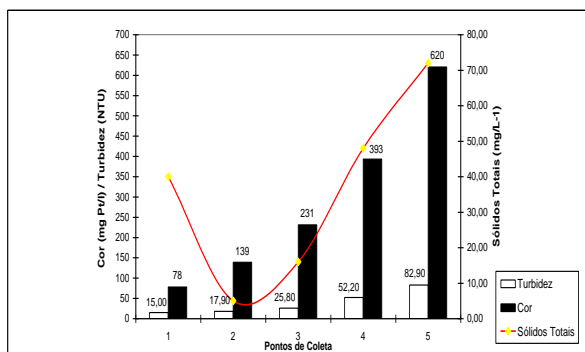


Figura 2 - Variações da turbidez, cor aparente e sólidos totais – Cheia

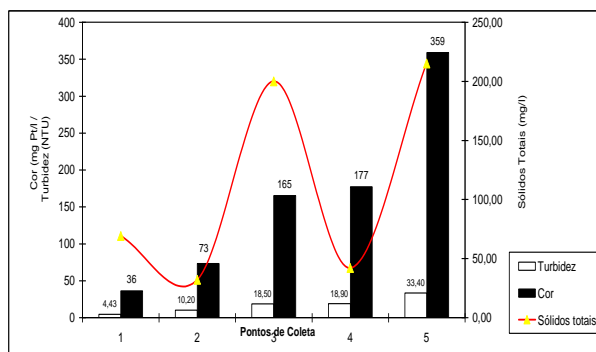


Figura 3 – Variações de turbidez, cor e sólidos totais - Seca

OD, DBO₅ e Coliformes Fecais - O teor de OD é um indicador de suas condições de poluição por matéria orgânica. Sendo assim, uma água não poluída (por matéria orgânica) tende a apresentar maiores valores de OD. Por outro lado, teores baixos de OD podem indicar que houve uma intensa atividade bacteriana decompondo a matéria orgânica lançada no corpo d'água. Por conta disso, é considerado o agente oxidante mais importante em águas naturais (MOTA, 1995; BAIRD, 2002).

A capacidade da matéria orgânica presente em uma amostra de água natural em consumir oxigênio é chamada DBO₅, ou seja, é a quantidade de oxigênio molecular necessária à estabilização da matéria orgânica decomponível aerobicamente por via biológica. Portanto, quanto maiores os teores de matéria orgânica no corpo d'água maior serão os de DBO (BAIRD, 2002).

Macêdo (2003), corroborando com as idéias de Baird (2002) diz que a DBO₅ tende a apresentar maiores valores à medida que há maior presença de matéria orgânica a ser estabilizada. Inversamente, há déficit de OD para a degradação da matéria orgânica carbonada, decomposta aerobicamente por via biológica (pela atividade bacteriana) indicando um ambiente naturalmente poluído.



Coliformes fecais são bactérias do grupo coliforme e constituem o indicador mais usado de contaminação do tipo fecal, sendo empregadas como parâmetro bacteriológico básico na caracterização e avaliação da qualidade das águas em geral. Vários autores vêm sugerindo a utilização apenas da bactéria *E. coli* como indicadora de poluição fecal (SANCHEZ (1999) *apud* LIMA (2001)).

No período de cheia, o que se observou no P1 e P2, foram baixos índices de OD e DBO₅. Com isso, infere-se que a disponibilidade de OD era suficiente para estabilizar a matéria orgânica por via biológica através da atividade bacteriana naquele momento e, embora já possuísse alguma contaminação, revelou que os valores de DBO₅ não são altos e perfeitamente suficientes para a estabilização da matéria orgânica ali presente.

Com relação ao P3 e P4, o primeiro localizado na zona rural do município de Rio Branco e o segundo na zona urbana, observou-se um aumento nos teores OD (P3=6,46; P4= 6,53) e DBO₅ (P3= 6,00; P4= 6,40) mostrando uma melhora na qualidade da água no que diz respeito ao OD (Fig. 4).

No entanto, os valores de DBO₅ tendem paralelamente a aumentar, demonstrando que embora tenha apresentado considerável aumento nos teores de OD, melhorando os níveis de qualidade em relação a esta variável, observou-se também aumento nos teores de DBO₅, concluindo-se que nestes pontos há mais matéria orgânica a ser decomposta e, a exemplo dos pontos 1 e 2, sendo potencialmente oxidada por haver disponibilidade de oxigênio.

No P5, exatamente na foz do igarapé, observou-se uma diminuição considerável no valor de DBO₅ e um dos mais elevados de OD. Acredita-se que esta mudança ocorreu em virtude do grande volume de água nesta época do ano, quando a matéria orgânica presente foi diluída. Além disso, considera-se que em sistemas fluviais devido a extensa superfície de contato com a atmosfera e pela mistura dos distintos elementos que reagem dentro da água, há uma pré-adaptação a uma decomposição rápida – e pouco eficiente em termos ecológicos – da matéria orgânica que se introduz (MARGALEF, 1983).

Nas amostras coletadas para análise de coliformes fecais observou-se que nos pontos 1, 2, 4 e 5 houve uma maior concentração de bactérias *E. coli* à medida em que se distancia da nascente em direção à foz, fato também observado para as variáveis OD e DBO₅.

O P3 apresentou o menor valor de coliformes fecais, embora esteja à jusante dos pontos 1 e 2 sendo a exceção para esta situação. Tal fato explica-se pela depuração ocorrida até a chegada a este ponto de coleta, sendo pouca a contribuição fecal em boa parte do trecho à montante, que é constituída de zona rural.



A estação chuvosa contribuiu para um maior aporte de material séptico advindos das latrinas, esgotos e fossas das residências que se situam nas margens deste manancial, vez que os pontos 1, 2, 4 e 5 estão situados inteiramente em localidades urbanas.

No período seco os valores apresentados de OD, no P1 e P2, estão aquém da legislação ambiental. Ressalta-se, que o P1 foi estabelecido na nascente principal do igarapé Judia, carecendo de medidas corretivas urgentes no sentido de manter a sua sustentabilidade futura.

Os valores DBO_5 , em P3 e P4 estavam fora do índice permitido na legislação do CONAMA, embora tenham apresentado oxigênio disponível para estabilizar a matéria orgânica presente naqueles locais. Para coliformes fecais, somente o P5 estava fora dos valores permitidos para as águas da Classe 2 (Fig. 5).

A época do ano (estação seca) representa um agravamento das condições de poluição por esgotos domésticos no igarapé em estudo, colocando em risco esse sistema hídrico. Odum (1988) comenta que ocorre um influxo líquido de materiais quando as massas de água são pequenas ou quando o efluxo está restrito. Se o material orgânico de esgotos ou demais efluentes não puder ser assimilado pela massa de água, o rápido acúmulo de tais materiais poderá destruir o sistema hídrico.

Indiferentemente dos valores de OD também são os valores de DBO_5 que apresentaram valores elevadíssimos nas extremidades do igarapé (nascente e foz), demonstrando que há bastante matéria orgânica a ser decomposta nesta época do ano face ao baixo nível das águas, e o que é mais grave, numa conclusão rápida, a nascente encontra-se mais poluída do que a foz, considerando-se estas variáveis.

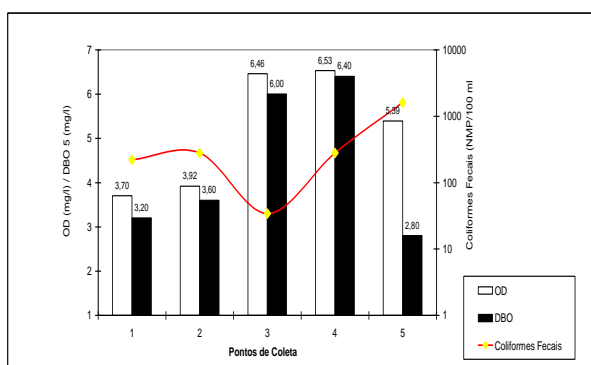


Figura 4 - Variações de OD, DBO_5 e coliformes fecais - Cheia

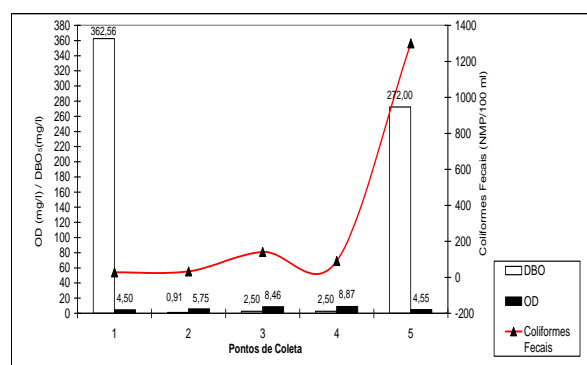


Figura 5 - Variações de OD, DBO_5 e coliformes fecais - Seca



NT e PT - Considerando serem elementos essenciais à comprovação do processo de poluição das águas, faremos uma breve descrição do que representa os teores de NT e PT em um corpo d'água. O nitrogênio é considerado um dos elementos mais importantes para o metabolismo de ecossistemas aquáticos e tem como principais fontes potenciais a chuva, material orgânico e inorgânico de origem alóctone e a fixação por algas ou bactérias dentro do próprio sistema aquático (ESTEVES, 1998).

Mota (1995) *apud* Lima (2001) salienta que o nitrogênio orgânico e amônia estão associados a efluentes e águas recém-poluídas. Com o passar do tempo, o nitrogênio orgânico é convertido em nitrogênio amoniacal e, posteriormente, se condições aeróbias estão presentes, acontece a oxidação da amônia transformando-se em nitrito e nitrato.

Analizamos o NT como sendo um dos elementos mais importantes para determinar o teor de poluição do igarapé Judia, uma vez que este corpo d'água diariamente é alvo de despejo de esgotos domésticos. A variável PT, indiferentemente do nitrogênio, dada a sua concentração em um corpo d'água, representa também o teor de poluição hídrica, levando o manancial à eutrofização. O fósforo, oriundo de vias antropogênicas, é acrescido às águas por derivados de detergentes, inseticidas e pesticidas (LIMA, 2001).

Com relação à análise das amostras no período de cheia, o P1 e P5 continuaram sendo os mais críticos dentre os demais pontos, com teores elevadíssimos de PT, notadamente no ponto 5, apresentando no período de seca $68,57 \mu\text{g/L}^{-1}$ contra $8,17 \mu\text{g/L}^{-1}$ no período de cheia. Da mesma forma comportou-se o valor de NT que apresentou valor de $5.027,60 \mu\text{g/L}^{-1}$ na época seca contra $1.947,56 \mu\text{g/L}^{-1}$ na época cheia. (Fig. 6 e 7).

Tais diferenças nos valores, principalmente neste ponto de coleta (P5), pode estar relacionado ao baixo nível das águas no período de seca e, conseqüentemente, há uma concentração maior de poluentes nas águas. Razão disto, a taxa de diluição torna-se pequena dada a pouca água, enquanto que o despejo de esgotos domiciliares exerce uma continuidade.

No período de seca, o P1 apresentou diminuição de NT da ordem de $37,8 \mu\text{g/L}^{-1}$ em relação à cheia, porém, é considerado o segundo ponto mais poluído, apresentando valor de NT de $2.542,78 \mu\text{g/L}^{-1}$. Quanto ao teor de PT, este ponto manteve-se estável com nos dois períodos com $5,62 \mu\text{g/L}^{-1}$ sendo considerado o ponto mais crítico além da foz.

Ao considerarmos que com o aumento do nível das águas há uma lavagem de toda carga poluidora que está situada nas margens, vindo também exercer maior diluição em comparação ao período seco, isso representa um grave problema ambiental, pois, mesmo com a diluição do material orgânico no período de cheia, a carga de PT mantém-se estável no período de seca, levando-nos a



concluir que no período de cheia o igarapé Judia apresenta-se mais eutrofizado que no período de seca, com relação a variável PT.

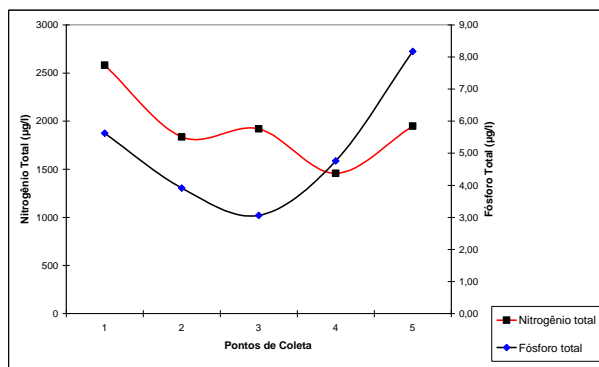


Figura 6 – Variações de NT e PT - Cheia

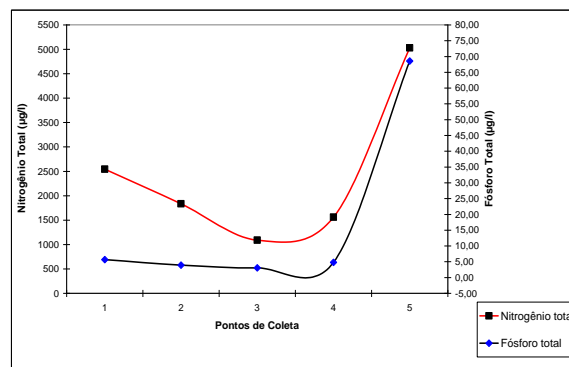


Figura 7 – Variações de NT e PT - Seca

Índice de Qualidade de Água (IQA) do igarapé Judia – AC - O IQA incorpora nove importantes variáveis limnológicas, que são fundamentais para avaliar a qualidade da água para abastecimento público, quais sejam: temperatura da água, pH, OD, DBO, NT, PT, coliformes fecais, turbidez e sólidos totais. Tal índice tem como meta principal qualificar a água de acordo com os níveis de impacto, notadamente quanto ao despejo de dejetos, esgotos e substâncias tóxicas (CETESB, 2005).

A criação do IQA baseou-se numa pesquisa de opinião junto a especialistas em qualidade de águas, que indicaram os parâmetros a serem avaliados, o peso relativo dos mesmos e a condição com que se apresentam cada parâmetro, segundo uma escala de valores, indicando-se trinta e cinco variáveis, no entanto, somente nove foram selecionadas (BRASIL, 2005).

O IQA varia entre zero e cem, sendo que quanto maior o seu valor, melhor é a qualidade da água, ressaltando que tal índice está diretamente associado ao uso que se deseja para um corpo d'água (Tab. 2).

Tabela 2 - Classificação das águas de acordo com o IQA

IQA	QUALIDADE
80 – 100	Ótima
52 – 79	Boa
37 – 51	Aceitável
20 – 36	Ruim



0 – 19	Péssima
--------	---------

Fonte: CETESB (2005)

Vale salientar que utilizamos os critérios estipulados pela CETESB e, embora seja aplicado à realidade da região Sudeste, todos os trabalhos realizados neste sentido fazem alusão aos índices adotados por aquela empresa, portanto, comparamos aqueles índices com os valores aqui apresentados (Tab. 3).

Tabela 3 – Valores de IQA e respectiva classificação para o Igarapé Judia – AC

	IQA		QUALIDADE	
	Cheia	Seca	Cheia	Seca
P1	48,03	45,96	Aceitável	Aceitável
P2	47,99	65,87	Aceitável	Boa
P3	59,25	64,83	Boa	Boa
P4	52,20	67,80	Boa	Boa
P5	46,54	34,10	Aceitável	Ruim
MÉDIA	50,80	55,71	Aceitável	Boa

Fonte: Software IQA e Pesquisa de Campo – fev. e ago./2004

A partir da análise dos dados, observa-se um grau considerável de poluição que pode interferir sobremaneira na qualidade da água do igarapé. As classificações consideradas “Aceitável” nos períodos de cheia e seca no P1 revelam o já constatado pelas análises dos valores das demais variáveis limnológicas, de que o referido Igarapé está com sua nascente principal sendo comprometida devido aos despejos de esgoto e lixo provenientes dos domicílios que se situam em suas margens, já na cidade de Senador Guimard/AC. Por ser uma nascente, esperava-se, em condições normais, uma classificação de água tipo “Ótima”.

Nos pontos 2 e 3 observamos uma alteração no IQA, representando também uma rápida mudança na classificação da água. O P2 em particular, ainda apresentava qualidade “Aceitável” no período de cheia, fato explicável por ser uma área de divisão entre o meio rural e urbano do Igarapé, porém ainda próximo das residências e do P1.



O P2, em época de seca, apresentou mudança na classificação do IQA passando à qualidade “Boa”, porém, justifica-se pelo fato de estar localizado à jusante de um açude formado através da construção de uma barragem, fazendo com que haja uma intensa depuração dos nutrientes nesse lago.

O P3 apresentou IQA que o enquadrou como de qualidade “Boa” em ambos os períodos. Tanto nas demais variáveis limnológicas analisadas, como nos valores do IQA, um dos fatores determinantes de tal situação é que esse ponto de coleta estava localizado na zona rural, não sendo diagnosticado a interferência direta da urbanização, através de despejo de esgotos e demais poluentes, como nos pontos anteriormente analisados.

O P4 foi classificado como sendo de água de qualidade “Boa” em ambos os períodos. No entanto, estava situado na zona urbana de Rio Branco/AC e observou-se uma queda no valor do IQA em relação ao P3, saindo de 59,25 para 52,20, no período de cheia.

Esta mudança reflete os efeitos da urbanização no período de cheia, onde toda matéria orgânica situada nas residências e nas partes mais altas das margens é carregada pela água das chuvas, através de escoamento superficial, diretamente para o corpo d’água. Prova disso, é que no período de seca nesse mesmo ponto (P4), houve o aumento do IQA para 67,80, dado o baixo nível das águas.

Já o P5 foi considerado o de pior qualidade da água dentre os demais analisados, apresentando o menor IQA no período de cheia (46,54) e seca (34,10) por estar localizado na foz, onde toda carga poluidora recebida ao longo do percurso é direcionada para aquela área.

Disso, conclui-se que no período de cheia as águas do igarapé Judia tornam-se mais poluídas do que no período de seca, refletindo a interferência direta da urbanização em sua área de abrangência, com o aporte de esgoto *in natura*.

CONCLUSÕES

1. A disponibilidade de água potável para suprir as necessidades humanas nas próximas décadas já vem sendo debatida em nível mundial, isso porque mais de 97% da água do mundo é salgada, restando apenas 3% de água doce. Destes, 3/4 estão presas em geleiras e nas calotas polares. Lagos e rios são as principais fontes de água potável para a humanidade, constituindo-se em menos de 0,01% do suprimento total de água (BAIRD, 2002).



2. A tendência à poluição das águas do Igarapé Judia ficou constatada através das coletas e análises de amostras d'água realizadas nos períodos de cheia e seca na região.
3. As variáveis limnológicas estudadas revelam a tendência à degradação da qualidade dos recursos hídricos e mostram que esse manancial apresenta teores de poluição inclusive em sua nascente principal e, em algumas situações, em taxas maiores do que as apresentadas na foz.
4. Os valores de NT e PT dão um indicativo do grau de poluição das águas no igarapé em estudo, considerando-se que essas variáveis possuem estreita relação com os teores de poluentes advindos de fontes de esgoto *in natura*.
5. Algumas variáveis estão com valores fora do estipulado nos parâmetros do CONAMA, necessitando-se de medidas mitigadoras dos impactos negativos ao ambiente hídrico.
6. Diante disso, observa-se que a abundância de água que se encontra em plena Amazônia necessita ser protegida e conservada, sob pena de esgotamento enquanto água potável.
7. A visão de inesgotabilidade necessita ser quebrada, para isso, necessita-se também de estudos multidisciplinares e pesquisas aplicadas no intuito de investigar as condições em que se encontram esses recursos e propor medidas mitigadoras, iniciando-se pelo diagnóstico das condições atuais.
8. Os valores de IQA demonstram que a degradação dos recursos hídricos é evidente, porém, mesmo diante dos valores e conclusões advindos do cálculo de qualidade, infere-se que os índices utilizados pela CETESB não são, de todo, aplicáveis às condições amazônicas, necessitando-se de um índice aplicado especificamente à esta região.
9. Nesse sentido, sugere-se, a partir dos resultados dessa pesquisa: difundir ampla campanha educacional sobre a importância do igarapé; reorientar a expansão urbana para fora da área de preservação desse manancial; e elaborar o plano de gestão dos recursos hídricos da bacia, com a implantação de uma rede de monitoramento da qualidade da água, aliando a preservação ao uso múltiplo das águas de forma racional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19. ed. Washington, 1995.

BAIRD, C. **Química Ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Sistema Brasileiro de Respostas Técnicas (SBRT)** - Disponível em: <<http://sbrt.ibict.br/upload/sbirt274.pdf>> Acesso em 10 fev. 2005.

CETESB - COMPANHIA ESTADUAL DE TRATAMENTO DE ESGOTO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Índice de Qualidade das Águas**. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice_iap_iqa.asp> Acesso em 08 fev. 2005.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº20/1986**. Brasília: CONAMA, 1986.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº357/2005**. Brasília: CONAMA, 2005.

CONEZA, V. F. **Guia metodológica para la evaluación del impacto ambiental**. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 1997.

ESTEVES, F. de A. **Fundamentos de Limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

LIMA, E. B. N. R. **Modelagem Integrada para Gestão da Qualidade da Água na Bacia do Rio Cuiabá**. (Tese de Doutorado), Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2001. Disponível no site: <<http://www.coc.ufrj.br/teses/doutorado/rh/2001/teses/...>> Acesso em 20 nov. 2004.

MACÊDO, J. A. B de. **Métodos Laboratoriais de Análises Físico-Químicas e Microbiológicas**. 2ª ed (atualizada e revisada). Belo Horizonte: Conselho Regional de Química-MG, 2003.



MARGALEF, R. **Limnología**. Barcelona: Ediciones Omega S.A., 1983.

MOPU - MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS y URBANISMO - - **Guía para elaboración de estudios del medio físico: contenido y metodología**. Madrid, España. Geotema, 1985.

MOTA, S. **Preservação e conservação de recursos hídricos**. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

REQUIÃO, L. **Software IQA**. Instituto de Saneamento Ambiental - ISAM. PUC-PR, 2004.

TUNDISI, J. G. **Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez**. São Carlos: RiMa, IIE, 2003.

VALDERRAMA, J.C. **The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters**. *Mar. Chem.*, 10: 109-122, 1981.