

NOTA



**AUTORES:**

*Yara Jurema Barros*<sup>1</sup>

*Larissa Kummer*<sup>2</sup>

*Alessandro Góis Orrutéa*<sup>1</sup>

*Tiago Nunes*<sup>1</sup>

*José Elias Mellek*<sup>1</sup>

*Marcia Regina Gomes de Jesus*<sup>1</sup>

*Ronei Luiz Andretta*<sup>1</sup>

*Nerilde Favaretto*<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Paraná,  
80230-901, Curitiba - PR, Brasil.

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia  
Ambiental da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná,  
85601-970, Francisco Beltrão -  
PR, Brasil.

**Recebido:** 17/11/2008

**Aprovado:** 17/06/2010

**AUTOR CORRESPONDENTE:**

Yara Jurema Barros  
Email: yarajuba@gmail.com

**PALAVRAS-CHAVE:**

Amazônia,  
Nitrogênio Amoniacal,  
Nitrato,  
Fósforo solúvel,  
DQO.

**KEY WORDS:**

Amazon region,  
Ammoniacal nitrogen,  
Nitrate,  
Soluble phosphorous,  
COD.

## *Influência de diferentes usos e ocupações do solo na qualidade da água dos igarapés Piarara e Tamarupá, em Cacoal - RO*

*The influence of different kinds of use and occupation of soil on water quality in the Piarara and Tamarupá rivers in Cacoal, in the Brazilian State of Rondônia*

**Resumo:** Este trabalho foi realizado no município de Cacoal - RO, situado na bacia do rio Ji-Paraná, inserido na região amazônica, com o objetivo de avaliar alguns parâmetros da qualidade da água de diferentes pontos dos igarapés Tamarupá e Piarara, em função da cobertura vegetal resultante das atividades agrícolas e urbanas. A amostragem de água foi realizada em outubro de 2006 (início da estação chuvosa), em quatro locais no igarapé Piarara e seis no Tamarupá. Para cada amostra analisou-se: pH; nitrato; nitrogênio amoniacal; fósforo solúvel e total e demanda química de oxigênio (DQO). Com relação ao pH, nitrato e N amoniacal, todas as amostras ficaram dentro dos limites estabelecidos pela Portaria MS nº 518/2004, referente à potabilidade de água, bem como pela Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente - Conama, a qual define os padrões de acordo com o uso da água. Quanto ao fósforo, as concentrações nas águas das áreas rurais foram superiores ao das urbanizadas, devido a contribuições agrícolas. As concentrações de fósforo caracterizam o potencial de ocorrência de eutrofização. O parâmetro DQO evidenciou contribuição das atividades agropecuárias e urbanas ao longo dos igarapés, tendo um aumento nas áreas com maior densidade populacional.

**Abstract:** This study was carried in the city of Cacoal, Rondônia, which lies in the Ji-Paraná watershed in the Brazilian Amazon region, in order to evaluate a number of water quality parameters at different points on the Piarara and Tamarupá rivers, depending on vegetation cover resulting from urban and agricultural activities. The water samples were collected in October of 2006 (beginning of the rainy season) at four places on the Piarara river and seven on the Tamarupá river. Each sample was analyzed for pH; nitrate; ammonium nitrogen; total and soluble phosphorous concentration and chemical oxygen demand (COD). In all samples, the pH, nitrate, and ammonium concentration were below the limits established by the Health Department legislation - MS nº 518/2004, relating to drinking water, as well as the CONAMA legislation - 357/2005, which defines standards according to water use type. The phosphorus concentration in the agricultural areas was higher compared to the urban areas owing to the contribution of this element by agricultural activities. The phosphorus concentrations had the potential to set off eutrophication. The COD also showed the effect of farming and the urban activities, with higher figures in more densely populated areas.

## 1 Introdução

A Amazônia é um dos mais importantes ecossistemas do planeta, contendo mais de 5.000.000 km<sup>2</sup> de floresta (BRASIL, 2001). Williams e Melack (1997) mostraram que a retirada da floresta na Amazônia Central modificou o balanço hidroquímico dos riachos por decréscimo da evapotranspiração, incremento e transporte de solutos. Cabe ressaltar que, da área total desflorestada até 1999, quase 10% (58.143 km<sup>2</sup>) encontra-se em Rondônia (BRASIL, 2001).

A remoção das florestas tem causado aumento significativo dos processos que levam à degradação de imensas áreas, com prejuízos à hidrologia e à biodiversidade (BUENO; GALBIATTI; BORGES, 2005), além da elevação da temperatura, da taxa de erosão, modificações no solo e disponibilidade de nutrientes (CERRI et al., 2001), sedimentos e matéria orgânica na água (HUNSAKER; LEVINE, 1995). Este fato também possui relação com o tipo de manejo e cobertura vegetal do local (COGO, 1988), que pode ser intensificado com o tipo de uso da terra. Isso acaba por gerar alteração nos ciclos biogeoquímicos (NEILL et al., 1999).

Rizzi (1981), discutindo a importância das matas nativas em relação à preservação dos mananciais hídricos, abordou que estas teriam a importância de reduzir o escoamento superficial através da interceptação das águas da chuva e aumento da infiltração.

Sabe-se que o fósforo (P) é o principal limitante no processo de eutrofização das águas (LAL; STEWART, 1994). Este processo pode ser acelerado devido ao lançamento de efluentes domésticos e industriais não tratados e atividades agrícolas mal planejadas (CHAPRA, 1997; BRAGA et al., 2002), ocasionando a denominada eutrofização antrópica. A perda excessiva de nutrientes através das atividades agrícolas pode atingir o corpo hídrico via erosão e escoamento superficial, e/ou através da lixiviação e fluxo preferencial, alcançando o lençol freático e posteriormente as águas superficiais (ESTEVEVES, 1988; LAL; STEWART, 1994; CHAPRA, 1997).

Nas áreas agrícolas, o escoamento superficial é o principal processo de transporte de nutrientes do solo para a água, especialmente os de baixa mobilidade, como, por exemplo, o P, o qual pode ser transportado tanto na forma solúvel como particulada (ligada ao sedimento). No entanto, em algumas situações, o escoamento superficial também contribui no transporte de nitrogênio (N), principalmente

na forma amoniacal (N-NH<sub>4</sub>). O nitrato (NO<sub>3</sub>), por ser bastante móvel no solo, é normalmente associado com lixiviação (OWENS, 1994). Já nas áreas urbanas, além da poluição pontual, principalmente através do esgoto doméstico e industrial não tratado, as drenagens de águas pluviais associadas às deficiências do sistema de limpeza pública (fonte difusa de difícil caracterização), contribuem para a degradação da qualidade da água, tanto no aporte de nutrientes como de matéria orgânica (SÃO PAULO, 2006).

A avaliação das variáveis pH, N, P e demanda química de oxigênio (DQO) pode indicar processos de perda de qualidade dos corpos d'água relacionada a problemas de eutrofização, saúde humana e vida aquática (XAVIER; DIAS; BRUNKOW, 2005; SÃO PAULO, 2006). Neste sentido, através desses parâmetros, objetivou-se avaliar o efeito da ocupação agrícola e da urbanização na qualidade da água dos igarapés Tamarupá e Piarara.

## 2 Material e Métodos

### 2.1 Área de Estudo

A área de estudo está localizada no município de Cacoal - RO, na bacia do rio Ji-Paraná, com altitude média de 200 metros (IBGE, 2001). O clima é classificado, segundo Köppen (1948), como Aw – clima tropical chuvoso (GAMA, 2000). A precipitação média anual é de 1800 a 1900 mm ano<sup>-1</sup> (SILVA, 2008). Em 2006, a precipitação foi de 1798,8 mm ano<sup>-1</sup> e a temperatura média anual de 25,1 °C (RONDÔNIA, 2006). A vegetação original é caracterizada pela Floresta Ombrófila Densa (OLIVEIRA, 2005). O solo é classificado como Argissolo Vermelho, do grupo Beneficiente, supergrupo Uatumã, síntese graníticas da serra da Providência (IBGE, 2001). Sua topografia é caracterizada por relevo ondulado a forte ondulado, e o uso atual predominante do solo é a pastagem (*Brachiaria brizantha*), seguida da cultura do café (*Coffea canephora*). Também podem ser observadas pequenas criações de animais e urbanização.

### 2.2 Procedimentos de Coleta

As amostras foram coletadas em 10 pontos (área agrícola e urbana) (Tabela 1), em frascos de polietileno previamente higienizados. Estes frascos foram mergulhados na região central do curso d'água, sendo abertos a 30 cm de profundidade e fechados a seguir. As amostragens foram realizadas em 10 de outubro de 2006 (início da estação chuvosa) entre 8:00 e 11:00 h (dia nublado, sem chuva). Em seguida,

as amostras foram acondicionadas em caixa de isopor com gelo, e após resfriadas a 4 °C, até que se procedessem as determinações analíticas. Destaca-se que, no mês anterior à coleta, a precipitação e temperatura média foram de 43 mm e 26,3 °C, e no mês da amostragem de 190 mm e 25,2 °C (RONDÔNIA, 2006).

Mediu-se o pH, os teores de nitrato (método espectrofotométrico UV/VIS com HCl), de nitrogênio amoniacal (método do fenato), de fósforo total (digestão ácida pelo método Kjeldahl e determinação pelo método do ácido ascórbico) e solúvel (método do ácido ascórbico), seguindo a metodologia proposta pela American Public Health Association - APHA (1995) e os teores de DQO pelo método modificado do refluxo aberto sugerido por Boyd e Tucker (1992). Os valores dos nutrientes solúveis (nitrato, amônio e fósforo) foram determinados após a filtragem com filtro 0,45 µm em espectrofotômetro UV/VIS.

A discussão dos resultados foi feita predominantemente com base nos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria do Ministério da Saúde nº 518/2004 (BRASIL, 2004) e pela Resolução do Conama nº 357/2005 (BRASIL, 2005).

**Tabela 1** - Localização e caracterização dos pontos de amostragem dos igarapés Piarara e Tamarupá, Cacoal-RO.

Igarapé	Ponto	Identificação	Maior contribuição	Cobertura no local de coleta	Localização geográfica
Piarara	P1	Início da área povoada	Agrícola	Pastagem	11° 25' 9,78" S 61° 26' 37,38" W
	P2	Região central da área povoada	Urbana	Pastagem	11° 26, 057' S 61° 26, 390' W
	P3	Cruzamento da BR 364	Urbana	Pastagem	11° 26,714' S 61° 26, 445' W
	P4	Encontro com o Rio Ji-Paraná	Urbana	Pastagem + Mata secundária	11° 27'4,29" S 61° 26'59,31" W
	T1	Nascente	Agrícola	Mata secundária	11° 17' 57,67"S 61° 30' 45,97" W
	T2	Área agrícola (entre a nascente e o início da área povoada)	Agrícola	Pastagem	11° 26,714' S 61° 26,445' W
Tamarupá	T3	Início da área povoada	Agrícola	Pastagem	11° 24, 905' S 61° 28, 044' W
	T4	Região central da área povoada	Urbana	Pastagem	11° 25, 818' S 61° 28, 141' W
	T5	Cruzamento da BR 364	Urbana	Sem cobertura	11° 23, 836' S 61°28,944' W
	T6	Encontro com o Rio Ji-Paraná	Urbana	Mata secundária	11° 26' 26,82" S 61° 28' 14, 46" W

### 3 Resultados e Discussão

Na avaliação de N-nitrato (Tabela 2), todas as amostras ficaram abaixo dos limites das legislações (BRASIL, 2004;2005), os quais podem ser visualizados na Tabela 1. Porém, alguns autores (FOSTER; HIRATA, 1993) consideram que concentrações

superiores a 3 mg L<sup>-1</sup> de N-NO<sub>3</sub> são indicativos de contaminação devido às atividades antropogênicas. Portanto, os resultados obtidos em todos os pontos estudados são indicativos de contaminação potencial.

**Tabela 2** - Resultados das análises de fósforo solúvel, total e particulado, pH, nitrato, nitrogênio amoniacal e demanda química de oxigênio para a água dos igarapés Piarara e Tamarupá, Cacoal-RO, e limites da legislação.

Amostras	P solúvel	P total	P particulado	pH	N-nitrato	N-amoniacal	DQO
	mg L <sup>-1</sup>						
Resolução nº 357/2005 (Conama, 2005)	-	0,1 <sup>a</sup>	-	6-9	10	3,7 <sup>c</sup>	6 <sup>f</sup>
Portaria MS nº 518/2004 (MS, 2004)	-	0,15 <sup>b</sup>	-	6-9,5	10	2,0 <sup>d</sup>	20 <sup>h</sup>
P1	0,117	0,180	0,064	7,64	4,104	0,041	18,68
P2	0,112	0,177	0,065	7,67	4,152	0,116	17,52
P3	0,112	0,144	0,032	7,49	4,123	0,093	12,30
P4	0,121	0,132	0,011	7,71	4,112	0,068	21,58
T1	0,015	0,154	0,139	6,24	4,067	0,044	5,34
T2	0,081	0,164	0,083	7,62	4,087	0,052	16,36
T3	0,112	0,193	0,081	7,44	4,025	0,037	37,24
T4	0,153	0,236	0,084	7,45	4,134	0,080	24,48
T5	0,157	0,291	0,134	7,51	4,148	0,123	33,18
T6	0,083	0,171	0,088	7,31	4,205	0,138	23,90

<sup>a</sup>: Limite para ambiente lótico de Classe 1 e 2;

<sup>b</sup>: Limite para ambiente lótico de Classe 3;

<sup>c</sup>: Limite para rio Classe 1 a pH ≤ 7,5;

<sup>d</sup>: Limite para rio Classe 1 com pH entre 7,5 e 8.

<sup>e</sup>: Concentração referente à amônia (NH<sub>3</sub>).

<sup>f</sup>: Dobro do limite estabelecido para Demanda Bioquímica de Oxigênio em rio Classe 1;

<sup>g</sup>: Dobro do limite estabelecido para Demanda Bioquímica de Oxigênio em rio Classe 2;

<sup>h</sup>: Dobro do limite estabelecido para Demanda Bioquímica de Oxigênio em rio Classe 3.

-: dado não normalizado nas legislações.

O N-amoniacal engloba o íon amônio e, em menor quantidade, a amônia (AMORIM; FERREIRA, 1999), apresentando efeitos toxicológicos aos peixes. Nas amostras analisadas, observaram-se teores muito abaixo do padrão estabelecido pelas legislações (Tabela 2). Bollmann, Carneiro e Pegorini (2005) apresentam uma relação entre as formas amônia (NH<sub>3</sub>) e amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) em função do pH da água, no qual a constante de equilíbrio (pK) é igual a 9,3 e, portanto, em pH maior que 9,3 ocorre predomínio de N na forma de NH<sub>3</sub>. Para a média de pH em torno de 7, observada nas amostras (Tabela 2), pode-se dizer que praticamente não existe a forma NH<sub>3</sub> (tóxica), predominando a forma iônica (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). Devido a isso, a qualidade da água coletada não está comprometida para esta variável.

Na Resolução nº 357/2005 (BRASIL, 2005) não

existe padrão para DQO, mas sim para Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Oxigênio dissolvido (OD). No entanto, algumas empresas de tratamento de água costumam considerar como limite de DQO o dobro do valor da DBO<sub>5</sub> (CARVALHO et al., 2005), o que também foi adotado neste trabalho como indicador da presença de matéria orgânica (Tabela 2). É importante ressaltar que a DBO refere-se à oxidação bioquímica e a DQO refere-se à oxidação química.

No igarapé Tamarupá, a nascente (T1) apresentou o menor valor de DQO, enquadrando-se na Classe 1 (BRASIL, 2005). Entretanto, analisando-se a área urbana do igarapé Tamarupá, observaram-se valores de DQO acima dos sugeridos (Tabela 2) para a Classe 2, decorrente da menor proporção de tratamento de esgoto na área de influência deste igarapé (CACOAL, 2006). Considerando-se os pontos mais relacionados à atividade agrícola (T2, T3 e P1), observa-se que o ponto T2 enquadrou-se na Classe 3, o que não ocorreu com o ponto T3 (Tabela 2). Isto se deve ao acúmulo da carga poluidora originada a montante, T2, e/ou alguma contaminação pontual ocorrida nas proximidades. Já com relação ao ponto P1, pode-se dizer que a contribuição da área agrícola foi menor. Os demais pontos do igarapé Piarara (P2, P3 e P4) apresentaram os menores valores de DQO em decorrência do tratamento de esgoto nesta região do município (MEYBECK et al., 1996). É importante salientar que, apesar destes fatos, todas estas amostras encontram-se fora do padrão estabelecido para a Classe 2, classe a que pertencem estes igarapés.

Considerando os critérios adotados por Meybeck et al. (1996), valores de DQO entre 20 e 200 mg L<sup>-1</sup> são indicativos de água contaminada por efluentes. Utilizando-se estes valores como referência tem-se que os pontos T3, T4, T5, T6 e P4 (Tabela 2) devem possuir uma contaminação mais efetiva advinda de efluentes, indicando uma menor qualidade do igarapé Tamarupá em relação ao Piarara.

No que diz respeito ao fósforo total (P total), ambos os igarapés estão acima do limite máximo para a Classe 2, estando acima, ainda, dos limites para a Classe 3 em ambiente lótico (BRASIL, 2005). Cabe ressaltar que o P total representa o somatório do P solúvel com o P particulado. O igarapé Piarara apresentou maiores teores de P total nos pontos P1 e P2, justificados pela presença de áreas cultivadas com café e olerícolas. Estas culturas demandam grande aplicação de adubos orgânicos e inorgânicos (RAIJ, 1991) que, influenciados pela topografia lo-

cal, falta de floresta ciliar e altos índices pluviométricos, podem ser carregados para os rios, causando o aumento dos teores deste nutriente. Nos pontos P3 e P4, mesmo havendo contribuição da área urbana, os índices mantiveram-se abaixo dos teores obtidos na área rural, devido à maior taxa de saneamento naquela região. Já no igarapé Tamarupá, as concentrações se mantiveram sempre altas, acima do padrão estabelecido para a Classe 3 (BRASIL, 2005). O ponto T1, caracterizado pela nascente, também apresenta interferências antrópicas, como a pequena faixa de preservação permanente na forma de floresta ciliar, presença de bovinos e coleta da água pela população local.

Os teores de P total e solúvel foram aumentando ao longo do rio, o que pode ser explicado devido à contribuição da zona rural, com dejetos de animais (T2 e T3), e contribuição urbana, devido ao maior lançamento de efluentes (T4 e T5). O ponto T6 apresentou níveis menores, em decorrência da presença de floresta ciliar e nascentes d'água, o que faz com que ocorra uma menor contaminação por erosão e uma diluição decorrente de maior volume de nascentes.

Em águas naturais, que não foram submetidas a processos de poluição, a quantidade de P total varia de 0,005 a 0,020 mg L<sup>-1</sup> (EMBRAPA, 2002), enquanto nas amostras de água dos igarapés Piarara e Tamarupá as concentrações médias foram de 0,20 e 0,16 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente, o que indica potencial de eutrofização.

Estudos realizados por Ballester et al. (2002) na bacia do Ji-Paraná, indicaram que a substituição da floresta por pastagem resultou em mudanças drásticas na concentração de fosfato nos rios. De acordo com estes autores, um aumento de 10% na área de pastagem resulta em um aumento de três vezes a concentração do P na água. Isso pode ser notado pelo aumento na proporção de P solúvel nas áreas de pastagem (pontos T2, T3 e T4) do igarapé Tamarupá (Tabela 1). Quanto ao ponto T1, observaram-se baixos teores de P solúvel (Tabela 1), o que era esperado, por ser este a nascente do igarapé Tamarupá. Observou-se um alto teor de P total devido à possível entrada de matéria orgânica decorrente da queda de folhas da floresta ciliar circundante.

Assim, sugere-se a adoção das seguintes medidas para a região de estudo, com vistas a reduzir o impacto antrópico: recomposição da mata ciliar; tratamento dos despejos urbanos; melhor utilização e manejo do solo para minimização dos sedimentos

oriundos de erosão; e utilização racional de fertilizantes.

#### 4 Conclusão

Os valores encontrados de pH e de N, tanto na forma de amônio como de nitrato, indicam uma boa qualidade da água em ambos os igarapés, no início da estação chuvosa.

As maiores concentrações de P total e solúvel, bem como de DQO, foram encontradas nas áreas povoadas; entretanto, no caso do P também houve contribuição das áreas agrícolas.

O igarapé Piarara apresentou melhor qualidade da água em relação ao Tamarupá, provavelmente devido à maior proporção de tratamento de esgoto. Entretanto, para uma melhor avaliação da qualidade da água destes igarapés, recomenda-se realizar a medição da vazão dos igarapés.

#### Agradecimentos

À Escola Agrícola Municipal “Auta Raupp” e à Universidade Federal do Paraná.

#### Referências

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

AMORIM, D.S.; FERREIRA, M.E. Um estudo sobre a qualidade das águas do rio Paraíba do Sul, no vale do Paraíba, no período de 1978 a 1994. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 13., 1999, Belo Horizonte. *Resumos...* Belo Horizonte: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1999. CD-ROM.

BALLESTER, M.V.R.; VICTORIA, D. de C.; KRUSHE, A.V.; COBURN, R.; VICTORIA, R.L.; RICHEY, J.E.; LOGSDON, M.G.; MAYORGA, E.; MATRICARDI, E. A remote sensing/GIS-based physical template to understand the biogeochemistry of the Ji-Paraná river basin (Western Amazônia). *Remote Sensing of Environment*, v.87, p.429-445, 2002.

BOLLMANN, H.A.; CARNEIRO, C.; PEGORINI, E.S. Qualidade da água e dinâmica de nutrientes. In: ANDREOLI, C.V.; CARNEIRO, C. (Eds.). *Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados*. Curitiba: Sanepar Finep, 2005. p.213-269.

BOYD, C.E.; TUCKER, C.S. *Water quality and pond soil analyses for aquaculture*. Alabama: Auburn University, 1992. p.87-93.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J.G.L.; BARROS, M.T.L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. *Introdução à engenharia ambiental*. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 305p.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução n.º 357/2005, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 18 de mar. 2005. p.58-63.

\_\_\_\_\_. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. *Monitoring of the brazilian amazon forest by satellite 1999-2000*. São José dos Campos, 2001. 21p.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Portaria n.º 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano, e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 25 de mar. 2004.

BUENO, L.F.; GALBIATTI, J.A.; BORGES, M.J. Monitoramento de variáveis de qualidade da água do Horto Ouro Verde – Conchal – SP. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.25, n.3, p.742-748, 2005.

CACOAL (RO). Serviço Autônomo de Águas e Esgotos. 2006. Disponível em: <<http://saaecacoal.com.br>>. Acesso em: 16 out. 2006.

CARVALHO, F.M.; SANTOS, A.; VIANA, A.E.S.; LOPES, S.C.; EGLER, P.G. Avaliação da atividade poluidora da manipueira na bacia do rio Santa Rita, em Vitória da Conquista, Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 11., 2005, Campo Grande (MS). *Anais...* Campo Grande (MS): Secretaria de Ciência e Tecnologia, 2005.

CERRI, C.E.P.; DEMATTÊ, J.A.M.; BALLESTER, M.V.R.; MARTINELLI, L.A.; VICTORIA, R.L.; ROOSE, E. GIS Erosion risk assessment of the Piracicaba River basin in Southeastern Brazil. *Mapping Sciences and Remote Sensing*, v.38, n.3, p.157-171, 2001.

CHAPRA, S.C. *Surface water-quality modeling*. New York: McGraw-Hill, 1997. 844p.

COGO, N. Conceitos e princípios científicos envolvidos no manejo de solo para fins de controle da erosão hídrica. In: MONIZ, A.C.; FURLANI, A.M.C.; FURLANI, P.R.; FREITAS, S.S. (Eds.). *A responsabilidade social da ciência do solo*. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1988. 526p.

EMBRAPA. *Indicadores da qualidade da água*. 2002. Disponível em: <<http://www.embrapa.com.br>>. Acesso em: 28 out. 2002.

ESTEVES, F. de A. *Fundamentos da limnologia*. Rio de Janeiro: Interciência: Finep, 1988.575p.

- FOSTER, S.; HIRATA, R. *Determinação do risco de contaminação das águas subterrâneas*. São Paulo: Instituto Geológico, 1993. (Boletim, n. 10).
- GAMA, M.J. *Boletim climatológico de Rondônia*. Porto Velho: Sedam/RO, 2000. 24p.
- HUNSAKER, C.T.; LEVINE, D.A. Hierarchical approaches to the study of water quality in rivers. *BioScience*, v.45, p.193-203, 1995.
- IBGE . Diretoria de Geociências. *Mapa de Solos do Brasil*. Rio de Janeiro, 2001. Escala 1:5000000.
- KÖEPPEN, W. *Climatologia; con un estudio de los climas de la tierra*. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478p.
- LAL, R.; STEWART, B.A. Soil process and water quality: advances in soil science. In: LAL, R.; STEWART, B.A. (Eds.). *Soil process and water quality: advances in soil science*. Boca Raton: Lewis Pub., 1994. p.1-6.
- MEYBECK, M.; FRIEDRICH, G.; THOMAS, R.; CHAPMAN, D. River. In: CHAPMAN, D. (Ed.). *Water quality assessments*. London: Unesco; WHO; Unep, 1996. p.241-320.
- NEILL, C.; PICCOLO, M.C.; MELILLO, J.M.; STEUDLER, P.A.; CERRI, C.C. Nitrogen dynamics in Amazon forest and pasture soils measured by <sup>15</sup>N pool dilution. *Soil Biology and Biochemistry*, v.31, p.567-572, 1999.
- OLIVEIRA, O. de A. *Geografia de Rondônia: Espaços & Produção*. Porto Velho: Dinâmica, 2005. 203 p.
- OWENS, L.B. Impacts of soil N management on the quality of surface and subsurface water. In: LAL, R.; STEWARDS, B.A. (Eds.). *Soil process and water quality: advances in soil science*. Boca Raton: Lewis Pub., 1994. 398p.
- RAIJ, B. van. *Fertilidade do solo e adubação*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1991. 343p.
- RIZZI, N.E. Função da floresta na manutenção da qualidade da água para o uso humano. *Revista Florestal*, São Carlos, v.15, n.1/2, p.54-65, 1981.
- RONDÔNIA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. *Boletim climatológico de Rondônia – 2006*. Porto Velho, 2006. 40p.
- SÃO PAULO (Estado). Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Variáveis de qualidade das águas*. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp>>. Acesso em: 13 dez. 2006.
- SILVA, M.J.G. *Climatologia do estado de Rondônia*. Disponível em: <<http://www.sedam.ro.gov.br/web/guest/Meteorologia/Climatologia>>. Acesso em: 13 set. 2008.
- WILLIAMS, R.M.; MELACK, J.M. Solute export from forested and partially deforested catchments in the central Amazon. *Biogeochemistry*, v.38, p.67-102, 1997.
- XAVIER, C.F.; DIAS, L.N.; BRUNKOW, R.F. Eutrofização. In: ANDREOLI, C.V.; CARNEIRO, C. (Eds.). *Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados*. Curitiba: Sanepar Finep, 2005. 500p.