

## Uso do geoprocessamento na qualidade de água superficial destinada ao abastecimento humano no Estado de Rondônia

Maria Lucilene Alves de Lima

Universidade Federal de Rondônia – UNIR  
Rodovia BR-364, Km 9,5 Porto Velho-RO, Brasil  
E mail [marialucil@gmail.com](mailto:marialucil@gmail.com)

**Abstract.** The use of geoprocessing has become a more important tool to map areas with substance concentrations above the patterns that may affect the quality of the water. The objective of such study was to evaluate the quality of the superficial waters of the rivers in Rondônia used for to the supplying. Through the space measurement of the color and turbidity isoconcentration it was inferred that the quality of the waters are in agreement with the maximum limits allowed by the resolution of CONAMA n. 357/05.

**Palavras Chave:** geoprocessing, water quality , Rondônia.

### 1. Introdução

A qualidade da água é um termo que não se restringe à determinação da pureza da mesma, mas às suas características desejadas para os seus diversos usos. Tanto as características físicas, químicas como as biológicas da água podem ser alteradas. Na maioria dos casos essa alteração é causada pela poluição, que pode ter diversas origens. Conduzem prejuízos econômicos para a região, que vão desde a redução da captura da pesca até o aumento do custo de aquisição e tratamento da água.

Visando quantificar os padrões de qualidade de água superficial no Estado de Rondônia, procedeu-se uma análise aos parâmetros físicos Cor e Turbidez que é um bom indicativo de padrão de potabilidade.

A cor é uma característica da água devida à existência de substâncias dissolvidas em solução. Pode se derivar da presença de íons metálicos (ferro e manganês), de plâncton, de algas, de húmus, de ligninas e produtos de sua decomposição e efluentes industriais Macedo (2000).

Como o Estado de Rondônia vem apresentando grande crescimento populacional, atualmente com 52 municípios, vem ocorrendo conseqüente aumento do consumo de água, além da utilização inadequada dos recursos naturais grandes áreas designada ao agronegócio da soja e a agropecuária, principalmente nas cidades de Colorado, Cerejeiras e Vilhena vem provocando sérios problemas ambientais tais como: erosão nas margens dos rios e contaminação das águas por elementos-traço GTDS (2006).

Diante desses fatores, o objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade da água destinada ao tratamento para abastecimento humano, nas principais Estações de captação da Companhia de Água e Esgoto de Rondônia, utilizando o SIG, para análise dos dados.

A metodologia estabelecida para o parâmetro Cor foi a mesma utilizada pela CETESB (1978) através da técnica do colorimétrico, medidor de cor, Aqua-Nessler POLILAB, modelo AN 1000, com disco colorimétrico, escala HANSEN/APHA de 0 a 100 unidades (ppm de Pt), modelo DCP. L.5.117. E para Turbidez foi utilizado a técnica do turbidimétrico, turbidímetro de bancada, marca POLILAB, AP 1000. L.5.156.

Cadastrou-se 18 Estações de Captação de Água nos mananciais, os parâmetros estudados foram os físicos: Cor e Turbidez, que de acordo com a Organização Mundial de Saúde – OMS, esses padrões representam bons indicativos de contaminação na água. Gerou-se um banco de dados e foram trabalhados no programa ARCGIS.

## **2- Histórico da legislação hídrica no Brasil**

O Brasil vem produzindo, desde o início do século passado, leis e políticas que buscam paulatinamente consolidar uma forma de valorização de seus recursos hídricos.

A crise econômica do fim do século XIX e início do século XX, centrada na troca do modelo econômico de agrário para industrial, exigiu maior utilização de energia elétrica para a geração de riquezas. Neste contexto sócio econômico foi publicado o Decreto 24.643 em 10 de Julho de 1934, que aprovou o Código de Águas Brasileiro.

Mesmo voltado para a priorização da energia elétrica, o Código de Águas de 34, como ficou conhecido, iniciou um trabalho de mudança de conceitos relativos ao uso e a propriedade da água. No transcorrer das mudanças econômicas e sociais, que se deram no Brasil e no mundo, abriram espaço para o estabelecimento de uma Política Nacional de Gestão de Águas, criado com a finalidade de estabelecer o regime jurídico das águas no Brasil, foram definidas como águas públicas podendo ser de uso comum ou dominicais.

O código de 34 foi fiel a seus princípios de valorização e valoração da água, encontra-se em seu anexo os primeiros dispositivos legais que possibilitou atualmente o Brasil trabalhar com instrumentos de gestão que possibilitam a cobrança pelo uso da água.

A Constituição Federal de 1988, permitiu aos Estados e à União criar seus sistemas de gestão; em janeiro de 1997, a União estabelece a sua política e o seu sistema de gestão de recursos hídricos, aprovados por meio da Lei N.9.433/97. A promulgação desta lei vem consolidar um avanço na valoração e valorização da água; Plano de recursos hídricos; Outorga de direito de usos das águas; Cobrança pelo uso da água; Enquadramento dos corpos d'água e Sistemas de informações sobre recursos hídricos. Inspirado no modelo francês, a legislação brasileira sobre recursos hídricos é um modelo ambicioso de gestão do uso dos rios e, de acordo com esta Lei, as decisões sobre os usos dos rios em todo o País serão tomadas pelos Comitês de Bacias Hidrográficas, que são constituídos por representantes da sociedade civil (1/3), do Estado (1/3) e dos municípios (1/3). A Agência Nacional de Águas (ANA), foi criada em julho de 2000, para consolidar o sistema nacional de recursos hídricos, implantando em conjunto com os Estados, os Comitês de Bacias Hidrográficas, com suas respectivas Agências de Bacia.

Completo dez anos que a lei N° 9.433/97, foi promulgada e em Rondônia ainda não foram criados os comitês de bacias hidrográficas, dificultando assim a gestão das águas neste Estado.

## **3. Características fisiográficas do Estado de Rondônia**

Numa extensão de 237.564,5 km<sup>2</sup>, englobando uma população com 1.511.433 habitantes (IBGE: 2005), o Estado de Rondônia possui 16.000 m<sup>3</sup>/s do total dos recursos hídricos do escoamento superficial do Brasil, oriundos da bacia Amazônica sem possuir diretrizes para a utilização deste potencial (DNAEE,1985), demonstrando então a necessidade de intensificar as políticas de preservação dos seus mananciais. Embora no espaço geográfico o Estado esteja localizado na faixa tropical úmida, tecnicamente, a água pode ser considerada como elemento escasso tanto no abastecimento público como nos usos múltiplos.

Com relação à distribuição dos solos, a classe mais importante são os Latossolos, tendo uma representatividade territorial de 58 % (Embrapa,1983), O clima predominante da região, segundo a classificação de Köppen é o tropical quente e úmido, durante todo o ano, a média anual da precipitação pluvial varia entre 1.400 e 2.500 mm/ano e a média anual da temperatura do ar varia entre 24e 26° C.

A vegetação no Estado predomina com 55% a Floresta Ombrófila Aberta com 55% da área total. Com relação a rede hidrográfica é representada pelo rio Madeira e seus afluentes, sendo composta por sete bacias hidrográficas: Guaporé, Mamoré, Abunã, Machado, Madeira, Jamari e Roosevelt. O rio Madeira com 1.700 Km de extensão, atravessa o Estado a noroeste e é formado por três rios importantes: Guaporé, Mamoré e Beni, o rio Guaporé tem suas nascentes localizadas nos contrafortes meridionais da Serra ou Chapada dos Parecis e constitui o limite natural com a Bolívia. Entre as cidades de Costa Marques e Guajará Mirim, recebe o rio Mamoré, que nasce nos Planaltos Andinos, passando a incorporar o nome de afluente. Nas proximidades de Nova Mamoré, recebe o rio Beni, também originário dos Planaltos Andinos. Na altura da cidade de Abunã, recebe as contribuições do rio homônimo e passa a chamar-se rio Madeira, que pode ser dividido de acordo com o seu curso, em dois trechos: Alto e Baixo Madeira, o Alto Madeira é identificado pelos seus formadores (Mamoré e Beni), não é navegável devido ao desnível. Possui 360 Km de extensão, 72 m de desnível (declive de 20 cm/km) e aproximadamente 18 cachoeiras. O limite é a cachoeira de Santo Antônio (7 Km a montante da cidade de Porto Velho). O Baixo Madeira começa na Cachoeira de Santo Antônio e termina na sua foz. É francamente navegável.

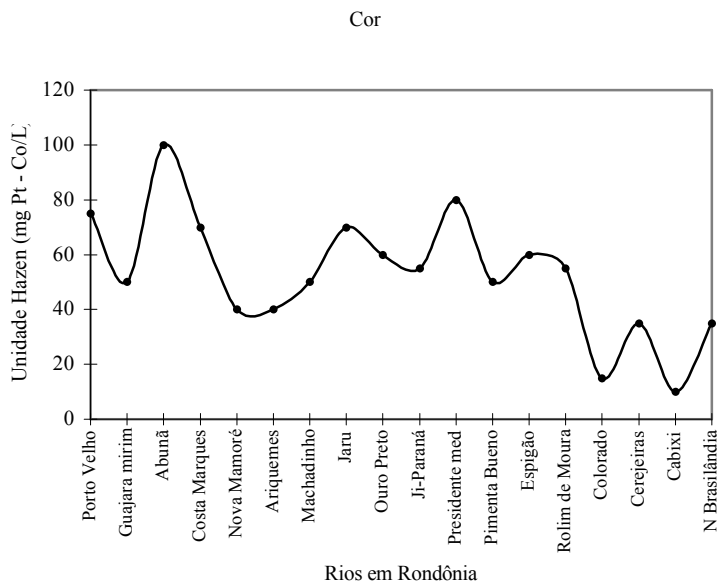
Segundo Junk e Furch (1980), o rio Madeira tem suas águas fortemente influenciadas pelas condições químicas Pré-Andinas. A água é relativamente rica em eletrólitos e turva durante a época chuvosa, dado o material inorgânico em suspensão, de origem andina.

Stallard e Edmond (1983), classificaram as águas da Bacia Amazônica quanto ao substrato geológico e ao regime de erosão, que seriam os controladores da composição química das águas superficiais. Assim, rios com soma de cátions ( $TZ^+$ )  $<200 \mu\text{eq/l}$  apresentariam baixas concentrações de cátions básicos e materiais intemperizados, formados por condições de erosão, limitados pelo transporte. Rios com  $TZ^+$  entre 200 e 450  $\mu\text{eq/l}$  seriam típicos de concentração baixa a média de cátions básicos, com drenagem em terrenos silícicos e o controle geológico regido pela intemperização de silicatos. Rios com  $TZ^+$  entre 450 e 3000  $\mu\text{eq/l}$ , apresentar-se-iam ricos em  $\text{Ca}^{2+}$ , sedimentos marinhos e material de leito de origem andina. Rios com  $TZ^+ >3000 \mu\text{eq/l}$  pertenceriam aos rios cujo sistema de drenagem estariam relacionados aos evaporitos, ricos em NaCl. O rio Madeira com  $TZ^+ 694,7 \mu\text{eq/l}$ , rico em cátions básicos devido ao posicionamento geográfico de suas nascentes nos Andes bolivianos, apresenta-se similar ao rio Amazonas.

No período de chuva aumenta a quantidade de sólidos em suspensão no rio Madeira, e as águas são consideradas ácidas com pH entre 5,0 - 5,5. Este caráter ácido está possivelmente associado à geologia local ou aos solos da região, que são predominantemente ácido Leprun et al. (1989).

#### 4- Discussão dos Resultados

Na **figura 1** das amostras de águas analisadas, 99% apresentaram cor entre os intervalos 15 e 75 ppm de Pt, somente no rio Cabixi em Cabixi/RO, obteve 10 ppm de Pt, o rio Madeira, o Mamoré e o Machado foram os que apresentaram teor > 75 ppm de Pt.

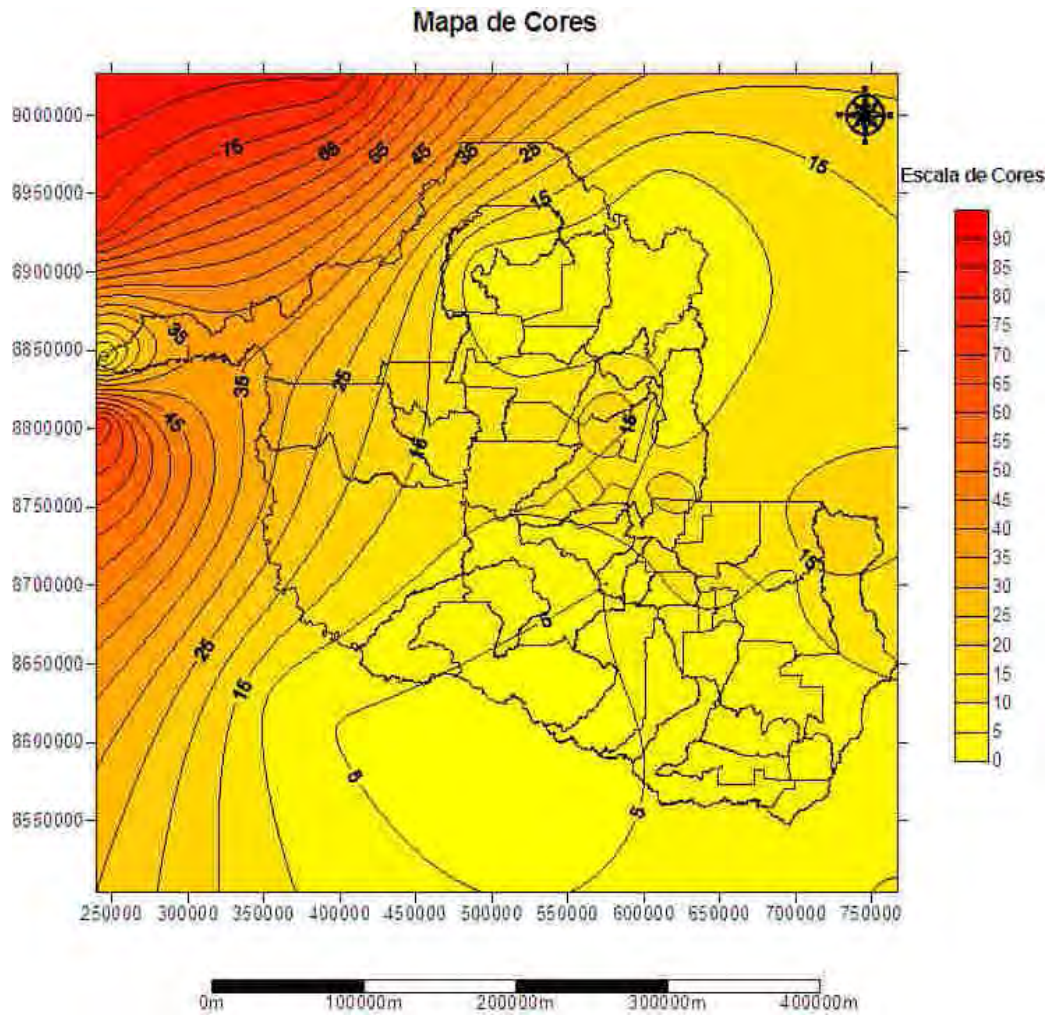


**Figura 1 – Concentração de Cor nas águas superficiais do Estado de Rondônia período da estiagem**

As águas superficiais do Estado de Rondônia apresentam concentrações elevadas de Cor em todas as amostras, é devido à dissolução do  $Fe^{2+}$  e à concentração de solutos orgânicos ou de seus complexos metálicos, que lhes confere uma coloração marrom-avermelhada, característica de águas que percolam solos lateríticos. 56% dos solos em Rondônia são classificados como latossolos.

Na **figura 2** encontra-se espacializada a concentração de Cor, os rios que percolam mesma condição pedológica assemelham-se no grau de substâncias dissolvidas na água, definindo assim qualidades anômalas.

Desta forma os rios que apresentaram maior índice de cor foram o Madeira, Mamoré e o Machado. Nesta ilustração pode-se inferir que o tom mais escuro no mapa representam maior quantidade de substâncias dissolvidas na água.

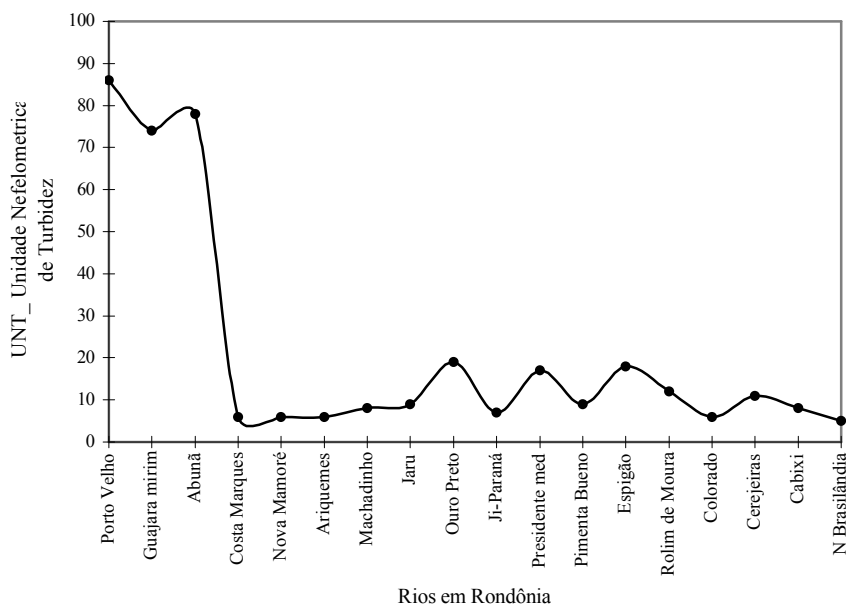


**Figura 2 – Concentração de Cor nas águas superficiais do Estado de Rondônia.**

Para Mota, 1988, a turbidez da água é devida a partículas sólidas insolúveis, matéria orgânica e organismos microscópicos em suspensão. A intensidade e o aspecto desta turbidez depende do tipo de solo em que a água tenha circulado, das características do ambiente onde fica retida e de sua velocidade de escoamento. Os materiais suspensos na água podem ser constituídos de grãos de areia, silte, argila e produtos químicos insolúveis (C. Neto et al., 1980).

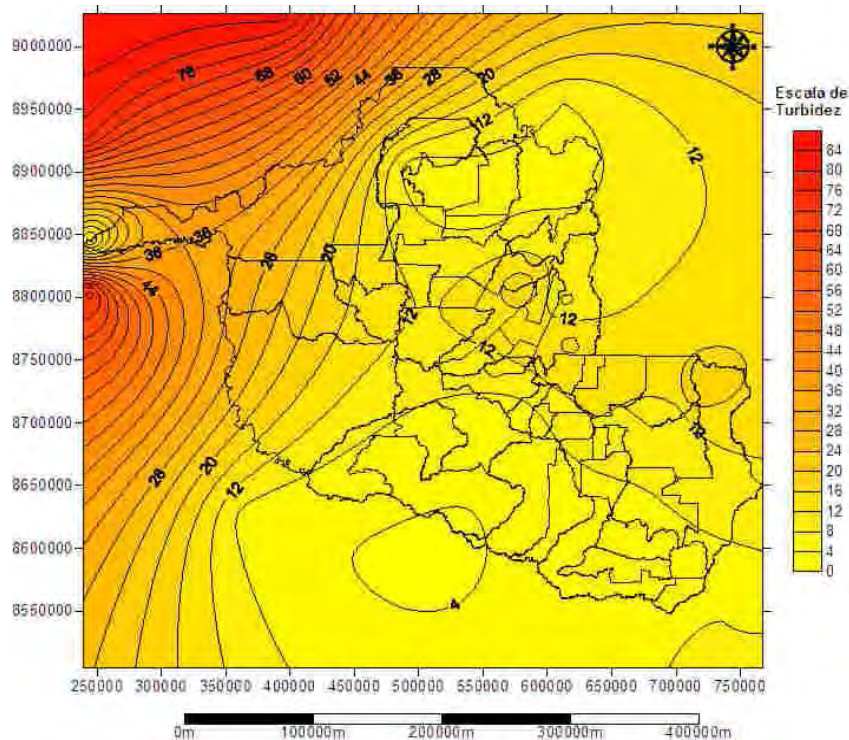
Nas águas do Estado de Rondônia, apresentaram valores mínimos e máximos de turbidez variaram entre 5,0 a 86 ppm de sólidos em suspensão. A **figura 3** mostra que no rio Madeira em Porto Velho e Abunã e no rio Mamoré em Guajará Mirim/RO, os valores encontrados de turbidez foram 78 e 86 respectivamente, foram os rios que apresentaram maiores elevações de turbidez.

### Concentração de Turbidez nas Águas Superficiais de Rondônia



**Figura 3 - Concentração de Turbidez na águas superficiais do Estado de Rondônia.**

Para a resolução federal nº 357/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente o valor máximo permitido é 100 UT para águas da classe 2, em todos os rios pesquisados estiveram com concentrações muito abaixo dos permissíveis, inclusive é importante salientar que nas águas da cidade de Nova Brasilândia no igarapé da linha onze apresentou valor menor que 5 e nos demais não ultrapassou o limite de 20 UT, a espacialização na **figura 4**, retrata que conforme a concentração de turbidez aumenta a mancha se torna mais escura, então para a localização do rio Madeira e Mamoré as águas são sempre turvas, enquanto que nas demais localidades a turbidez são bem mais baixa. Assim sendo as águas dos rios de Rondônia foram classificadas pelo Zoneamento Sócio Econômico com baixa turbidez ou ligeiramente turva Rondônia (1998).



**Figura 4 - Concentração de turbidez nas águas superficiais do Estado de Rondônia.**

### 5- Considerações finais

Os lagos, devido às suas características de ambientes deposicionais, são os reservatórios potenciais dos elementos-traço, podendo em determinadas áreas atingir níveis de contaminação bastante elevados, provocando sérios riscos à integridade destes ecossistemas e às populações que utilizam destas reservas Esteves (1998). Foi constatado a presença destes elementos na água e nos solos da região (GTDS, 2006).

As águas superficiais do Estado de Rondônia não são apropriadas para consumo humano sem antes passar pelo tratamento convencional devido ao seu elevado teor de turbidez e cor.

Então os mananciais superficiais utilizados para o abastecimento público, enquadram-se na classe 2 Resolução/357/05/CONAMA, são águas satisfatórias, porém para consumo direto necessita passar pelo processo de tratamento convencional, compreendendo as seguintes etapas: coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção.

A turbidez e a cor presente na água dos mananciais se dá devido a percolação da água em terrenos com solos lateríticos; bem como as características fisiográficas da região vegetação floresta ombrófila onde os detritos lixiviados em contato com as águas fornecem este nível de coloração as águas.

A água para consumo humano em toda e qualquer situação, incluindo fontes individuais como poço, mina, nascentes entre outras não deve conter turbidez e cor. Em todas as amostras pesquisadas contém Turbidez e Cor acima do permitido pelo Ministério da Saúde, são águas impróprias para consumo humano sem o tratamento adequado.

## 6 - Referências

- BRANCO, S. M. 1978. Hidrologia aplicada à engenharia sanitária. 2ª ed., São Paulo, CETESB.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518. **Normas e Padrões de Potabilidade da Água Destinada ao Consumo Humano**. Brasília, 2004.
- C. NETO, J. X.; LEITE, J. L.; ROCHA, V. C. 1980. Estudo das interações físico-químicas e biológicas da água de superfície com a água nativa no reservatório subterrâneo de Cocorobó - Bahia. Rev. Águas Subterrâneas. P 7 - 30.
- CETESB. 1978. **Normatização Técnica NT-07 Análise físico-química de águas**. São Paulo, Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental de São Paulo.
- ESTEVES, Francisco de Assis. Fundamentos de Limnologia. Interciência, Rio de Janeiro: 1998.
- FERNANDES, Luiz Cláudio & GUIMARÃES, Siane Cristhina. Governo do Estado de Rondônia. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. Atlas Geoambiental de Rondônia. SEDAM, Porto Velho, 2001.
- GTDS. Gestão Territorial e Desenvolvimento Sustentável. Universidade Federal de Rondônia. COORD. SILVEIRA, E.G. FINEP, 2006.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Resultados do Censo Demográfico. Rio de Janeiro: 2000.
- \_\_\_\_\_. **Contagem populacional** – IBGE. Rio de Janeiro, RJ. 2005.
- JUNK, K. W. J. & FURCH, K. 1980. Química da água e macrófitas aquáticas de rios e igarapés da Bacia Amazônica e nas áreas adjacentes. Acta Amazônica, 10 (30): 611 - 633.
- LEPRUN, J. C.; SANTOS, R. D.; CERRI, C. C. 1989. Composição das águas de percolação de solos do Estado de Rondônia. Geochimica Brasiliensis, 3 (1): 23 - 31.
- LIMA, M, L, A. **A qualidade das águas dos mananciais de captação para abastecimento público em Rondônia, sul da Amazônia ocidental**. In: I Encontro Rondoniense de Educação Ambiental, 03, 2007, Porto Velho. **Anais...**Porto Velho: CIEARO, 2007. Artigos, p. 93-97. CD-ROM.
- MACÊDO, Jorge Antônio Barros. **Águas & Águas**. Juiz de Fora - MG: ORTOFARMA 2000.
- MOTA, S. **Preservação de Recursos Hídricos**. Rio de Janeiro: ABES. 222 p, 1988.
- ROSA, R.; BRITO, J.L.S. **Introdução ao Geoprocessamento**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 1996.
- RONDÔNIA. SEPLAN/SEAGRI/ITERON. **Diagnostico Sócio-Econômico Ecológico do Estado de Rondônia e Assistência Técnica para formulação da 2ª Aproximação do Zoneamento Sócio-Econômico Ecológico**. Relatório final. Hidrogeologia, Porto Velho: 1998.
- STALLARD, R. F. & EDMOND, J. M. **Geochemistry of the Amazon**. 2. Influence of geology and watering environment on the dissolved load. Journal of Geophysical Research, 88 ( C14): 9671 – 9688, 1983.
- SZIKSZAY, M. **Geoquímica das águas**. Boletim IG-USP, Série Didática, São Paulo. (5) : p 1 – 166, 1993.
- TOLEDO, L. G., NICOLELLA, G. **Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano**. Scientia Agrícola, vol 59, n. 1, 2004.2064