

RELAÇÕES DA ATIVIDADE AGROPECUÁRIA COM PARÂMETROS FÍSICOS QUÍMICOS DA ÁGUA

Adriana Rosa Carvalho*

Universidade Estadual de Goiás - UEG - Anápolis - GO

Flávio Henrique Mingante Schlittler

Universidade Estadual Paulista - UNESP - Rio Claro - SP

Valdemar Luiz Tornisielo

Universidade de São Paulo - USP/ESALQ/CENA - Piracicaba - SP

Recebido em 12/7/99; aceito em 21/1/00

INFLUENCE OF CATTLE RANCHING AND AGRICULTURAL ACTIVITIES ON PHYSICAL CHEMICAL PARAMETERS OF WATER. Water Quality Index (WQI) was used during summer and winter of 1994 and 1995 in the final section of Onça and Feijão streams, downstream Broa Reservoir (São Carlos/SP) to evaluate agricultural and cattleman effects. In Onça stream water quality was "acceptable" in winter and "inappropriate to conventional treatment" in the summer. In Feijão stream the water had an "excellent" quality in winter and "good" in the summer. A MANOVA (Multivariate Analysis of Variance) has used to discriminate seasons and streams. Correlation ($p < 0,05$) among the variables was tested. Water temperature, turbidity, pH and fecal bacteria are highly correlated and can be one of the factors that cause WQI change by seasons.

Keywords: water quality; grazing; agriculture; limnology; physic-chemical parameters.

INTRODUÇÃO

A agricultura e a pecuária são atividades econômicas indispensáveis na produção de alimentos. Contudo, a deposição de resíduos agrícolas e animais têm resultado em alterações ambientais que desde a década de 60 já são avaliadas nos Estados Unidos¹⁻³.

Tanto a agricultura como a pecuária têm uma necessidade imediata: o espaço físico. Isto faz do desmatamento a primeira consequência prejudicial ao ambiente. Com isto o solo desnudo fica exposto à lixiviação superficial (que leva consigo a deposição orgânica de vegetais e sua microfauna associada) e à lixiviação profunda (que promove uma lavagem dos nutrientes nas camadas subsequentes); tais processos resultam em empobrecimento do solo e conduzem o material para áreas mais baixas, que em geral convergem para rios e lagos, que pode acarretar aumento no uso de fertilizantes, desequilibrando o conteúdo de nutrientes no solo e expondo-o à contaminação química.

A criação de pastagens diminui a diversidade vegetal local (por se tratar de uma monocultura) e a diversidade animal (pois homogeneiza o ambiente e poucas espécies, quando não apenas uma, conseguem se adaptar). A intensidade de forrageamento compromete a manutenção e regeneração do sistema florestal (devido ao pisoteio)⁴⁻⁵ de forma que a vegetação arbustiva é lentamente substituída pela herbácea que pode diminuir em diversidade com a predação⁶⁻⁷. Também a manutenção de pastos e o pisoteio propiciam o empobrecimento em nutrientes do solo e facilitam a erosão⁸. Com a homogeneização do ambiente, muitos predadores naturais de parasitas inicialmente emigram e produtos químicos são então usados para o controle de patógenos.

Uma segunda prioridade para agricultura e pecuária é o suprimento de água, o que conduz ao desenvolvimento destas atividades próximo à rios e lagos. Atividades de forrageamento intensivo ou semi-intensivo bem como o manejo agrícola com uso de produtos que visam aumento de produção,

gradualmente desgastam o solo exposto à escorrimentos superficiais da água da chuva ou até erosões profundas. Nos dois casos há uma entrada adicional de material edáfico (componentes do solo) que carrega matéria orgânica, inorgânica e eventuais compostos químicos.

Estas alterações químicas e ecológicas no sistema aquático conduzem ao desequilíbrio da fauna e flora dos corpos de água resultando em prejuízos econômicos para a região, que vão desde a diminuição de captura na pesca e substituição por espécies mais resistentes, porém de menor valor comercial (atingindo uma população de renda e capacitação profissional inferiores) até o aumento do custo de aquisição e tratamento da água para consumo. É conhecido hoje, que o tratamento de 1000m³ de água em regiões pouco ou nada impactadas tem um custo de US\$ 2,00 enquanto que para a água degradada de regiões antropizadas o custo é de US\$ 8,00⁹.

Uma forma de avaliar e monitorar os efeitos das atividades antrópicas da bacia hidrográfica sobre a qualidade da água é o emprego de índices de qualidade de água (IQA), que se baseiam principalmente em fatores limnológicos e físico-químicos.

Para viabilizar a avaliação da qualidade por índices, já foi utilizada análise fatorial com bons resultados em áreas sujeitas à diferentes regimes hidrológicos. No entanto, os autores concluem que o índice é limitado pois a seleção das variáveis é subjetiva, dificultando variações¹⁰.

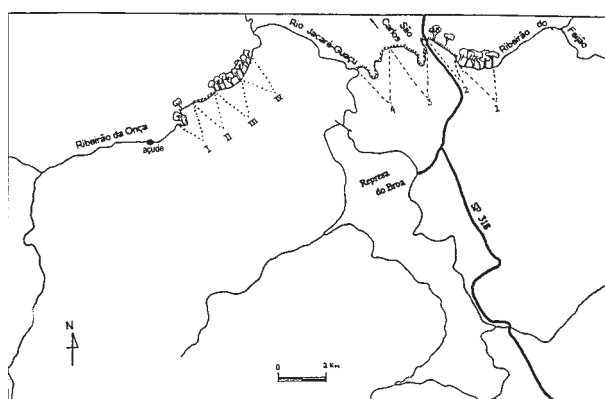
Índices de qualidade da água são aplicados em várias regiões dos Estados Unidos, na Escócia, na Polônia e em vários estados do Brasil¹¹⁻¹². Embora o IQA tenha sido elaborado para condições regionais do hemisfério norte, no Brasil ele tem sido aplicado como índice geral de qualidade das águas em corpos de água¹³⁻¹⁶.

Neste trabalho, foi feita uma amostragem limnológica e microbiológica sazonal em dois ribeirões na região de São Carlos (SP): ribeirão da Onça e ribeirão do Feijão (neste último é captada água para abastecimento parcial da cidade). Como as microbacias nas quais estão inseridos têm intensa atividade pecuária e agrícola, a qualidade da água desses ambientes foi estimada pelo Índice de Qualidade da Água¹⁴ para avaliar os riscos destas atividades à potabilidade e balneabilidade de corpos aquáticos.

e-mail: rondri@genetic.com.br

DESCRIÇÃO DA ÁREA E DAS BACIAS DE AMOSTRAGEM

O trabalho foi conduzido nas microbacias do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão, que fluem ao norte da APA Corumbataí (APA- Área de Proteção Ambiental), na região de São Carlos, oeste do Estado de São Paulo (Figura 1). Os dois ribeirões são tributários do Rio Jacaré-Guaçu afluente da Bacia Hidrográfica do Médio Tietê e escoam sobre a Formação Botucatu, constituída pelo Arenito Botucatu, considerado o maior aquífero da Bacia do Paraná pertencente ao Grupo São Bento, de idade jurássica-cretácea, de era mesozóica¹⁷⁻¹⁸. Como fluem sobre mesma formação geológica, as características geomorfológicas e pedológicas são muito semelhantes¹⁹. A área amostral dos dois ribeirões é margeada por Latossolo Roxo Eutrófico e Terra Roxa Estruturada²⁰⁻²¹. O clima é do tipo Cwa (clima quente de inverno seco) com temperaturas médias de 23,0°C no verão e 18,0°C no inverno²¹.



Ribeirão da Onça

- I - Mata secundária
- II - Pasto
- III - Floresta ripária
- IV - Floresta ripária

Ribeirão do Feijão

- 1 - Floresta ripária
- 2 - Mata secundária
- 3 - Pasto
- 4 - Pasto

Figura 1. Localização das microbacias do Ribeirão da Onça e do Ribeirão do Feijão e a área de amostragem.

No Ribeirão da Onça as coletas foram feitas: i. em uma área margeada por mata secundária; ii. em área de pasto; e iii. dois pontos em áreas de floresta ripária (mata original não alterada). No Ribeirão do Feijão as amostragens foram feitas em: i. duas áreas margeadas por pastos; ii. uma área de mata secundária; e iii. uma área de floresta ripária.

O Ribeirão da Onça tem extensão aproximada de 16 km e a média de vazão mínima no período seco é de 0,57 m³.s⁻¹ e a máxima no período úmido de 4,26 m³.s⁻¹. O Ribeirão do Feijão tem extensão aproximada de 133 km e a média de vazão mínima no período seco é de 1,32 m³.s⁻¹ e a máxima de 21,97 m³.s⁻¹ no período úmido²²⁻²⁴.

MÉTODOS

As coletas de água foram feitas sazonalmente, com duas amostragens durante o verão e duas amostragens no inverno. Estas amostras foram coletadas à 1,5 km do interflúvio dos ribeirões com o Rio Jacaré-Guaçu (n=96) para determinação de parâmetros físico-químicos e detecção de compostos organoclorados. Os parâmetros físico-químicos determinados foram utilizados para avaliação da qualidade da água pelo Índice de Qualidade da Água - IQA¹³. Este índice é baseado na construção de curvas de qualidade e agregação ponderada de parâmetros selecionados.

O IQA é calculado pela fórmula:

$$IQA = \pi \cdot q_i \cdot w_i,$$

onde:

IQA= índice de qualidade da água, (varia de 0 e 100);

π = número "pi" (3,14...);

q_i = qualidade do i-ésimo parâmetro, (entre 0 e 100); obtido da respectiva "curva de qualidade"¹⁴, em função de sua concentração ou medida.

w_i = peso correspondente ao i-ésimo parâmetro; atribuído por sua importância para a conformação global da qualidade, um número entre 0 e 1.

Para valores de IQA entre 0 e 19 a água é considerada "imprópria"; de 20 à 36 é "imprópria para tratamentos convencionais"; de 37 à 51 é de "qualidade aceitável"; para valores de 52 à 79 a água é de "qualidade boa"; e de 80 à 100 tem "qualidade ótima".

Neste trabalho o IQA foi calculado pelos parâmetros: oxigênio dissolvido, coliformes fecais, pH, nitrogênio total, fósforo total, temperatura, turbidez e resíduo total. A partir do valor do parâmetro considerado obtêm-se os valores de q_i e w_i no gráfico de "curva de qualidade" utilizado na estimativa do IQA¹⁴.

A avaliação microbiológica foi feita pela contagem de coliformes totais e coliformes fecais semeados em meio de cultura ágar, segundo os critérios de assepsia recomendados na literatura²⁵. As variáveis: pH, oxigênio dissolvido, turbidez, condutividade elétrica e temperatura da água foram determinadas com uso do aparelho Water Check U-10 (HORIBA). A determinação da alcalinidade, material em suspensão, matéria orgânica e inorgânica dissolvida na água, fósforo total e nitrogênio total foi feita usando as técnicas descritas na literatura^{13, 26-28}.

A Análise de Variância Multivariada foi usada para separar as variáveis dependentes em duas matrizes de dois grupos distintos: ribeirão×estação do ano×ambiente (24×24) e ribeirão×estação do ano×ponto amostral (32×32). As variáveis mais distintas entre grupos e entre os ribeirões foram separadas por análise discriminante. Foi testada também a correlação entre as variáveis pela correlação de Pearson.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de IQA encontrados revelam uma variação sazonal na qualidade das águas que é melhor no inverno. Assim, no Ribeirão da Onça a qualidade é "aceitável" no inverno (IQA=42) e "imprópria para tratamentos convencionais" no verão (IQA=23), enquanto que no Ribeirão do Feijão a água tem qualidade "ótima" no inverno (IQA=84) e qualidade apenas "boa" no verão (IQA=61).

No Ribeirão do Feijão foi observado IQA inferior também no verão, um efeito atribuído à precipitação, que ao contrário de diluir a concentração de resíduos, aumentaria o escoamento superficial do solo, resultando em IQA menor e diminuindo a qualidade da água¹⁶. A precipitação pode realmente estar atuando como fator de alteração da qualidade da água dos ribeirões, visto que neste estudo o índice encontrado para o IQA foi maior que em estudos anteriores^{16,29} provavelmente devido à: (a) precipitação excepcionalmente baixa no ano das amostragens deste trabalho; e (b) local das amostragens. Neste estudo, amostrou-se a porção final dos ribeirões, onde a qualidade final da água pode ser resultado de tamponamento ao longo do canal, e da decantação em lagos usados como bebedouro para o gado, que podem funcionar como lagoas de estabilização.

Compostos organoclorados foram detectados no mesmo período deste estudo nos dois ribeirões, o que em muitos casos não pôde ser atribuído à contaminação atual devido à persistência de alguns (como op'DDT e pp'DDE). No entanto, a ocorrência de g-BHC pode ser evidência de uso recente devido à alta taxa de degradação do produto. Apenas a concentração de

op/DDT detectado em um dos ribeirões (ribeirão do Feijão) esteve acima daquela recomendada pelo Conama (Conselho Nacional do Meio Ambiente), representando risco à saúde animal e comprometendo a potabilidade das águas, ainda que o IQA apresente resultados que permitam seu uso.

Dessa forma, o IQA ainda é um índice aproximado, cujo cálculo não considera outros contaminantes potenciais e portanto não atinge uma abordagem multidimensional, limitando seu poder de discriminação³⁰. Também a ausência de informações ecológicas nesta estimativa separa a avaliação química da biológica, o que pode prejudicar projetos de manejo e aproveitamento deste recurso.

As análises estatísticas dos parâmetros físico-químicos foram feitas com a média das variáveis para representar a porção final de cada ribeirão (análises por pontos de amostragem não apresentaram resultados estatísticos significativos).

As correlações de algumas variáveis com a pluviosidade são mostradas na Tabela 1. Nota-se que existem relações positivas e significativas que podem influenciar o IQA em épocas de maior precipitação (verão). Alguns autores consideram que atividades agropecuárias ao longo de sistemas fluviais acentuam o transporte de materiais até a água dos rios, em especial se associadas às peculiaridades geomorfológicas do canal e pluviosidade^{29,31-34}. A retenção destes materiais em corpos de água pela mata ciliar é bastante discutida³⁵⁻⁴¹ e o consenso é que sua manutenção contém as ribanceiras de rios, diminui e filtra o escoamento superficial, e dificulta o carreamento de sedimentos⁴²⁻⁴⁵.

Tabela 1. Coeficientes de correlação de parâmetros limnológicos no Ribeirão da Onça e no Ribeirão do Feijão com precipitação pluviométrica (*significativo para $p < 0,05$).

Parâmetros	Ribeirão da Onça	Ribeirão do Feijão
	Coeficientes de	correlação com pluviosidade
Temperatura da água	0,55*	-0,12
pH	0,73*	0,48*
Turbidez	0,40*	0,42*
Condutividade elétrica	0,23	0,67*
Oxigênio dissolvido	0,40*	0,09
Material suspensão	0,31*	0,26*
Fosfato total	-0,38*	-0,52*
Nitrogênio total	-0,38*	-0,53*

A Tabela 2 traz o resultado da análise discriminante mostrando as variáveis mais influenciadas pelas estações do ano (sazonalidade) e aquelas que discriminam os ribeirões. Das variáveis usadas no cálculo do IQA, temperatura da água, turbidez, pH e concentração de oxigênio dissolvido são as mais influenciadas pelas estações e também as que melhor discriminam os ribeirões.

Tabela 2. Variáveis de efeito discriminante em relação ao componente "estação do ano" e "ribeirão" (*significativo em nível de 1%).

FATORES →	SAZONALIDADE	AMBIENTES	RIBEIRÕES
Variáveis	nível de significância	nível significância	nível de significância
pH	0,00*	0,00*	0,00*
turbidez	0,00*	0,00*	0,00*
oxigênio dissolvido	0,00*	0,00*	0,014*
condutividade elétrica	0,014	0,095	0,00*
material em suspensão	0,735	0,181	0,333
material orgânico dissolvido	0,756	0,059	0,178
material inorgânico dissolvido	0,678	0,240	0,435
temperatura da água	0,00*	0,00*	0,015*
bactérias fecais	0,267	0,00*	0,831

A temperatura é o parâmetro mais influenciado pela sazonalidade, devido à localização em latitude de estações do ano razoavelmente definidas. No Ribeirão da Onça o parâmetro limnológico mais correlacionado com a temperatura da água foi o pH ($r = 0,83$), que foi maior no verão, embora não atingindo valores neutros (5,6 à 6,5). Isto provavelmente se deve ao fato do Ribeirão da Onça escoar sobre um trecho de terreno alagadiço, que favorece a acidez da água⁴⁶. Com a pluviosidade do verão, há maior lavagem do solo (mais diluição de compostos dissolvidos) e com o volume e a velocidade da água (escoamento mais rápido), estes processos somados podem estar diminuindo a acidez conferida pela área alagadiça, resultando em aumento do pH que aproxima-se da neutralidade. Esta hipótese é reforçada pela correlação do pH com a pluviosidade ($r = 0,73$ - Tabela 1), porém estudos complementares na região poderiam corroborar esta dependência entre os parâmetros.

No Ribeirão do Feijão houve correlação da temperatura da água com condutividade elétrica ($r = 0,74$) e pH ($r = 0,70$). Pela Tabela 1 nota-se que neste ribeirão houve correlação significativa da pluviosidade com condutividade elétrica ($r = 0,67$), turbidez ($r = 0,42$) e material em suspensão ($r = 0,26$). O aumento da temperatura da água e dos sólidos suspensos são situações que favorecem a condutividade elétrica no ambiente. Uma análise de nutrientes dissolvidos e em suspensão (provenientes do solo) auxiliaria na especificação de quais ânions e cátions poderiam estar sendo liberados em reações desencadeadas pelo aumento da temperatura, e na compreensão de processos biológicos e ecológicos da fauna aquática.

No Ribeirão da Onça houve correlação da temperatura da água com bactérias fecais ($r = 0,56$), enquanto que no Ribeirão do Feijão esta correlação foi menor ($r = 0,32$), ambas significativas para $p < 0,05$, sugerindo que esta microbiota se desenvolve melhor em temperaturas mais elevadas.

As variáveis temperatura da água, turbidez, pH e coliformes fecais são 50% dos parâmetros usados no cálculo do IQA, e podem ser um dos fatores que ocasionam mudança sazonal no IQA.

A temperatura da água atua ainda diretamente na concentração de oxigênio dissolvido^{17,18,35-37}, um efeito já constatado para o Ribeirão do Feijão^{29,47}. Aqui esta reciprocidade não foi observada, visto que a correlação entre temperatura e oxigênio foi $r = 0,14$. Isso pode ser efeito das concentrações de material orgânico em suspensão de 20% à 30% maiores que em estudos anteriores^{16,29,47}, e que ao entrar em decomposição dentro do ambiente aquático consome oxigênio. Este aumento pode ser efeito da intensificação de atividades agrícolas e pecuárias mais próximas às margens e do conseqüente carreamento da camada superficial do solo para o ribeirão.

A sazonalidade dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos dos ribeirões, pode ser observada nas Figuras 2 e 3. Nelas vê-se que com exceção do nitrogênio e fosfato, os demais parâmetros nos dois ribeirões têm valores maiores no verão.

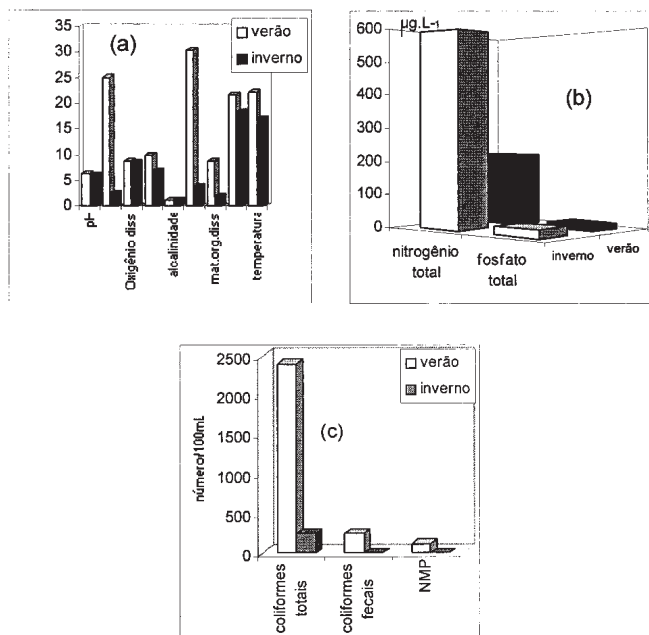


Figura 2. Resultados no Ribeirão da Onça: (a) parâmetros físico-químicos (pH, turbidez, condutividade elétrica ($S.cm^{-1}$), concentração de oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$), alcalinidade ($meq.L^{-1}$), material em suspensão ($mg.L^{-1}$), material orgânico e inorgânico dissolvidos ($mg.L^{-1}$) e temperatura da água ($^{\circ}C$); (b) análise de nutrientes; e (c) contagem de coliformes.

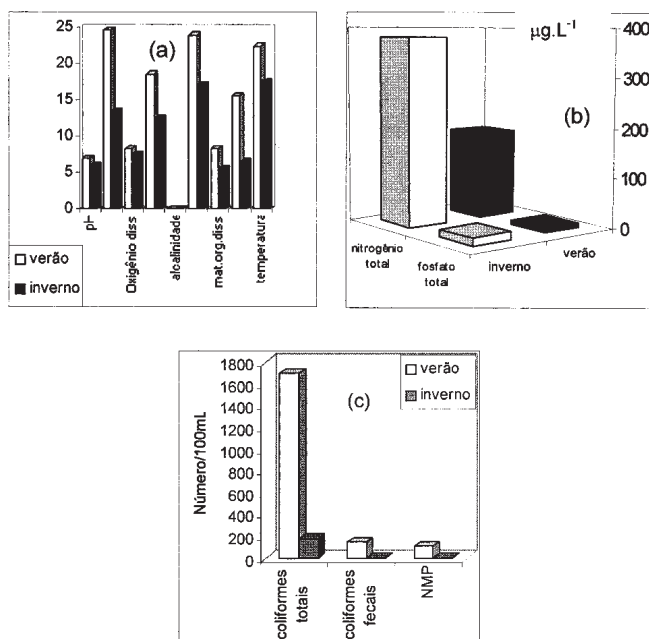


Figura 3. Resultados no Ribeirão do Feijão: (a) parâmetros físico-químicos [pH, turbidez, condutividade elétrica ($S.cm^{-1}$), concentração de oxigênio diss. ($mg.L^{-1}$), alcalinidade ($meq.L^{-1}$), material em suspensão ($mg.L^{-1}$), material orgânico e inorgânico dissolvidos ($mg.L^{-1}$) e temperatura da água ($^{\circ}C$); (b) análise de nutrientes; (c) contagem de coliformes.

A Análise Multivariada evidenciou mudanças significativas por ambiente (1,...4; I,...IV- Figura 1) nos parâmetros: temperatura da água, pH, turbidez e coliformes totais, para os demais parâmetros não houve significância estatística ($p < 0,05$). Considerando que: (i) as margens de rios circundadas por floresta têm tendência à menor temperatura devido ao sombreamento que reduz a radiação incidente; (ii) a vegetação ao redor

dos rios funciona como camada protetora do solo evitando lixiviação e carreamento; (iii) e que com o solo que escorre para dentro de corpos de água vão associados toda microbiota natural e aquela oriunda de práticas agropecuárias, estas diferenças estatísticas por ambiente (pasto, floresta secundária e mata original) são congruentes com informações ecológicas e físicas retratadas na literatura^{36-38,44,48-50}.

Assim, as margens bastante heterogêneas dos dois ribeirões resultam em aporte de materiais acarretando alterações físico-químicas que propiciam a ocorrência de diferentes valores de IQA ao longo de cada ribeirão.

É provável ainda, que a água na porção final do ribeirão não seja um somatório de características e alterações ao longo do canal, e sim uma água de qualidade final tamponada por regiões de mata ciliar ou diluída pelo volume de água e pela distância percorrida. Assim os sedimentos liberados ao longo dos ribeirões podem ser retidos (ou tamponados) na área de mata ciliar que antecede o ponto amostral. A comprovação desta diferença em concentração de materiais suspensos, e da função ripária no ribeirão depende contudo, de amostragens espaciais mais amplas e contínuas (menor intervalo temporal).

CONCLUSÃO

Existe uma variação sazonal da qualidade da água dos ribeirões pelo IQA, que é melhor no inverno. Comparativamente, a água do Ribeirão do Feijão é de melhor qualidade que a água do Ribeirão da Onça.

Parâmetros físico-químicos da água como: temperatura, turbidez, pH e oxigênio dissolvido tiveram uma variação sazonal. A temperatura da água teve forte correlação com o pH nos dois ribeirões analisados.

Há correlação de algumas variáveis com a pluviosidade. A relação mais intensa foi com o pH para o Ribeirão da Onça, que aumenta com as chuvas; um provável efeito de diluição dos ácidos orgânicos liberados pelo trecho de solo alagadiço para dentro do ribeirão. No Ribeirão do Feijão houve correlação da pluviosidade com condutividade elétrica, que pode ser resultado de pouca cobertura vegetal que favorece o aporte de materiais do solo para o ambiente aquático, aumentando a concentração de sólidos suspensos que acabam favorecendo esta característica limnológica.

Embora existam diferentes contribuições do ambiente terrestre ao aquático, o IQA medido na porção final não retrata as alterações ao longo do canal, sendo um índice útil, porém pouco abrangente.

REFERÊNCIAS

- Usda. 1959. *What is a conservation farm plan?* Us Soil Conserv. Serv. Leaflet. 249
- Loucks, O. O.; *Annu. Rev. Ecol. Syst.* **1977**, 8, 173.
- Hamlett, J. M.; Epp, D. J. J.; *Soil and Water Cons.* **1994**, 49, 59.
- Pimentel, D.; Edwards, C. A.; *Biosci.* **1982**, 32, 595.
- Allen, R. D.; Marlow, C. B.; *Effects of cattle grazing on shoot population dynamics of beaked sedge.* 1992, 89-91. In: Proceedings - Symposium on Ecology and Management of Riparian Shrub Communities. 1992. General Technical Report. INT-298. Ogden, UT:US. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station.
- Boggs, K.; Weaver, T.; *Response of riparian shrubs to declining water availability.* 1992, 48-51. In: Proceedings - Symposium on Ecology and Management of Riparian Shrub Communities. 1992. General Technical Report. INT-298. Ogden, UT:US. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station.

7. Clary, W. P.; Medin, D. E.; *Vegetation, breeding bird, and small mammals biomass in two high-elevation sagebrush riparian habitats*. 1992, 100-110. In: Proceedings – Symposium on Ecology and Management of Riparian Shrub Communities. 1992. General Technical Report. INT-298. Ogden, UT:US. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station.
8. Altieri, M. A.; Letourneau, D. K.; Davis, J. R.; *Biosci.* **1982**, 33, 45.
9. Tundisi, J. G.; Barbosa, F. A. R.; *Conservation of Aquatic ecosystems: present status and perspectives*. 1995. In: Tundisi, J. G.; Bicudo, C. E. M.; Matsumara Tundisi, T. (eds.). *Limnology in Brazil*. 1995. Brazilian Limnological Society.
10. Haase, J.; Possoli, S.; *Acta Limnol. Bras.* **1993**, 6, 245.
11. Otto, W. R.; *Environmental indices: theory and practice*. Ann Arbor Science Publ. Michigan. 1978.
12. Ball, R. O.; Church, R. L.; *J. Env. Eng. Div.* **1980**, 8, 106.
13. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo. 1988. *Relatório*. São Paulo, 1989. (CETESB-Série Relatórios).
14. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 1991. *Compilação de padrões ambientais*. Folheto. São Paulo.
15. Peçanha, M. P.; *Dissertação de Mestrado*. Univ. Estadual de São Paulo - UNESP. 1993.
16. Santos, M. F.; *Dissertação de Mestrado*. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada. 1993.
17. Brasil. Ministério das Minas de Energia. *Projeto RADAMBRASIL*. Folhas SF. 23/24, Rio de Janeiro/Vitória. Rio de Janeiro, MME/SG. 1974.
18. Davino, A. Considerações hidrogeológicas preliminares sobre a bacia hidrográfica do Ribeirão da Onça, São Carlos, SP. Ribeirão Preto, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. Paginação irregular. Relatório FAPESP. 1984.
19. Carvalho, A. R.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos. 1996.
20. Prado, H.; Oliveira, J. B.; Almeida, C. L. F.; *Levantamento pedológico semi-detalhado do estado de São Paulo*. SF23-Y-A-I. 1:50.000. Convênio Embrapa -Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, Instituto Agrônomo-Divisão de Solos-Seção de Pedologia. 1981.
21. Mattos, A.; *Clima e balanço hídrico no Rio Jacaré-Guaçu*. In: Riguetto, A. M. (Coord.) Bacia Experimental do Rio Jacaré-Guaçu, convênio EESC-DNAE. 1989.
22. Queiroz, A. V. São Carlos.; *Dissertação de Mestrado*. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos/USP. 1991.
23. Silva, C. A. P. Trabalho de formatura. Instituto de Geociências e Ciências Exatas de Rio Claro. 1989.
24. Tolentino, M.; *Estudo crítico sobre o clima da região de São Carlos*. Concurso de monografias municipais, São Carlos. 1967.
25. American Public Health Association. American Water Works Assoc.; *Water Pollution Control Federation*. Standard methods for the examination of water and wastewater. 16^a ed. 1985.
26. Golterman, H. L.; *Methods for chemical analysis of freshwater*. Oxford and Edinburgh: Blacwell Scientific Publications. 172p., 1978.
27. Wetzel, R. G.; *Limnology*. W. B. Saunders Co. Philadelphia. 215p., 1975.
28. Mackereth, F. J. H.; *Water Analysis: some revised methods for limnologists*. Freshwater Biological Association. 121p., 1978.
29. Rios, L.; *Dissertação de Mestrado*. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos. 1993.
30. Bini, L. M.; Minte Vera, C. V.; *Classificação dos corpos aquáticos do Estado de São Paulo de acordo com a qualidade da água: uma abordagem multidimensional*. 3^o Cong. de Ecologia do Brasil. Brasília (DF). 1996.
31. Hueck, K.; *As Florestas da América do Sul: Ecologia, Composição e Importância Econômica*. trad. Reichardt, H. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo e Editora Polígono S. A. 1972.
32. Leinz, V.; Amaral, S. E. do *Geologia Geral*. 9^a. ed. São Paulo, Editora Nacional. (Biblioteca Universitária; sér. 3; Ciências Puras: v.1) 1985.
33. Rodrigues, R. R.; *Análise Estrutural das Formações Florestais Ripárias*. 1989. In: BARBOSA, L. M. (coord.). Simpósio sobre Mata Ciliar. *Anais*. Fundação Cargill. Campinas, São Paulo. 1989.
34. Burch, G. J.; Bath, R. K.; Moore, I. D. E.; O'Loughlin, E. M.; *J. Hydrol.* **1987**, 90, 19.
35. Maier, M. H.; *Bol. Inst. Pesca*. **1978**, 5, 75.
36. Vannote, R. L. et al.; *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **1981**, 37, 130.
37. Minshall, G. W. et al.; *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **1985**, 42, 1045.
38. Reichardt, K.; *A água em sistemas agrícolas*. São Paulo. Manole. 1987.
39. Wetzel, R.G. *Water as an environment for plant life*. In: Symoens, J. J. (ed.). *Vegetation of Inland Waters*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 385p. (Handbook of vegetation Science, v.15/1 p.1-30, 1988.
40. Sé, J.A. da S.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos. 1992.
41. Lowrance, R.; Tood, R.; Fail J. R.; Hendrickson Júnior., O.; Leonard, R.; Asmussen, L.; *Biosci.* **1984**, 34, 374.
42. Peterjohn, W.T.; Correll, D. L.; *Ecology*. **1984**, 65, 1466.
43. Corbett, E. S.; Lynch, J. A.; *Management of stream-sides zones on municipal watersheds*. In: *Riparian Ecosystems and their management*. USDA. Forest Service, General Technical Report. R-120, p.187-190, 1985.
44. Lima, W. P.; *Função Hidrológica da Mata Ciliar*. 1989. In: BARBOSA, L. M. (coord.). *Simpósio sobre Mata Ciliar*. *Anais*. Fundação Cargill. Campinas, São Paulo, Brasil. 1989.
45. Steiblum, J.; Froelich, H. A.; Lyons, J. K.; *Journal of Forestry* **1984**, 82, 49.
46. Reid, G. K.; Wood, R. D. Environmental variables of natural waters. In: Reid, G. K. and Wood, R. D. 1976. *Ecology of Inland Waters and estuarine*. 2^a ed. New York. 153-157, 1976.
47. Teixeira, D.; *Dissertação de Mestrado*. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos. 210p., 1993.
48. Mc Dowell, W. H.; Bowden, W. B.; Asbury, C. E.; *Biogeochem.* **1992**, 18, 53.
49. Haycock, N.E.; Pinay, G; Walker, C.; *Ambio* **1993**, 22, 340.
50. Ivarsson, H.; Jansson, M.; *Hydrobiologia* **1994**, 286, 37.