

Variação sazonal de alguns parâmetros físicos e químicos em três rios pertencentes a uma bacia de drenagem na região centro-sul do Estado do Paraná, Sul do Brasil

Rogério Antônio Krupek, Ciro Cesar Zanini Branco* e Cleto Kaveski Peres

Departamento de Biologia, Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista, Av. Dom Antônio, 2100, 19806-900, Assis, São Paulo, Brasil.*Autor para correspondência. E-mail: czbranco@assis.unesp.br

RESUMO. Três rios de pequeno porte pertencentes à bacia do rio das Pedras, localizada na região centro-sul do Estado do Paraná, foram estudados com o objetivo de se analisar o padrão de variação sazonal de alguns parâmetros físicos e químicos da água. Os trabalhos de campo foram realizados no período de abril de 2004 a março de 2005 por meio de amostragens mensais. Os seguintes parâmetros limnológicos foram avaliados: temperatura da água, condutividade específica, oxigênio dissolvido, pH, turbidez, velocidade da correnteza e profundidade. As águas da bacia do rio das Pedras mostraram características muito peculiares, apresentando um padrão sazonal típico para algumas das variáveis limnológicas estudadas. A Análise de Variância (Anova) mostrou diferenças significativas entre riachos apenas para pH e profundidade. A Análise dos Componentes Principais (PCA) revelou apenas uma sutil tendência para a organização de grupos por estação sazonal ao invés de pontos de amostragem, indicando que, de modo geral, as variações temporais dos parâmetros ambientais analisados não foram suficientes para caracterizar um padrão sazonal nítido na bacia do rio das Pedras. Provavelmente, a ausência de um claro padrão sazonal tenha sido provocada por um regime pluviométrico regional particular, onde as chuvas são frequentes e bem distribuídas ao longo do ano.

Palavras-chave: bacia de drenagem, riacho, variação sazonal, variáveis físicas e químicas.

ABSTRACT. Seasonal variation in some physical and chemical parameters of three rivers belonging to a drainage basin in the mid-southern region of Paraná state, southern Brazil. Three small rivers belonging to the Rio das Pedras basin, located in the mid-southern region of Paraná state, were studied in order to evaluate the seasonal variation pattern of some physical and chemical parameters. Monthly samplings were carried out from April 2004 to March 2005. The following limnological parameters were measured: water temperature, specific conductance, oxygen saturation, pH, turbidity, current velocity and depth. The waters of the Rio das Pedras basin presented very peculiar characteristics, showing typical seasonal patterns for some of the studied limnological variables. An Analysis of Variance (Anova) showed significant differences only for pH and depth among streams. A Principal Component Analysis (PCA) showed a weak tendency to form groups based on seasons instead of sampling sites. The results, in general, indicate that temporal variations of the environmental parameters analyzed were not sufficient to draw a clear seasonal pattern in the Rio das Pedras basin. Most likely, the lack of an obvious seasonal pattern has been provoked by a particular regional precipitation regime, where rains are frequent and well-distributed throughout the year.

Key words: drainage basin, stream, seasonal variation, physical and chemical variables.

Introdução

As características das águas de rios e riachos dependem, entre vários fatores, do tipo de solo, da extensão e composição da vegetação presente em seu entorno e do tipo e grau de interferências humanas (Pedroso *et al.*, 1988). Dessa forma, estudos limnológicos devem, fundamentalmente, avaliar as características da bacia hidrográfica de uma maneira

global, uma vez que neste nível as interações entre as influências que determinam, em última análise, as características dos ambientes lóticos que a compõe podem ser reconhecidas (Rocha *et al.*, 2000). Entretanto, as bacias de drenagem de regiões tropicais e subtropicais são, ainda, relativamente pouco conhecidas (Margalef, 1974; Smith e Petrere, 2000). Em adição, variações nos gradientes físicos e químicos da água ao longo de um gradiente

temporal devem exercer influência na dinâmica sazonal de organismos de ambientes lóticos (Necchi Jr. *et al.*, 1996). Assim, estas unidades de estudo merecem atenção e necessitam de investigações que visem melhorar a compreensão de sua estrutura e dinâmica, antes que a ação humana diminua irreversivelmente a sua complexidade (Smith e Petrere, 2000).

Levando-se em consideração as informações apresentadas acima, estudos que visam esclarecer aspectos referentes a padrões limnológicos em diferentes escalas (tanto de espaço quanto de tempo) e regiões (climáticas e fitofisionômicas) são fortemente recomendáveis. Neste sentido, embora diversos estudos realizados em ambientes lóticos brasileiros tenham focado diferentes aspectos limnológicos (Maier *et al.*, 1980; Bonetto, 1986; Rios e Calijuri, 1995; Walker, 1995; Smith e Petrere, 2000; Rodrigues e Bicudo, 2001; Moretto e Nogueira, 2003), trabalhos desenvolvidos em rios de médio porte e riachos de regiões subtropicais brasileiras são proporcionalmente menos numerosos.

Uma consequência óbvia da falta de estudos limnológicos em ambientes lóticos de regiões subtropicais do Brasil é que trabalhos que enfocam aspectos da variação sazonal de parâmetros físicos e químicos da água são ainda insuficientes. Neste sentido, Necchi Jr. *et al.* (1996) salientam a importância da realização de estudos desta natureza, envolvendo ampla variedade de rios, em regiões subtropicais brasileiras, a fim de se analisar toda a gama de condições ocorrentes. Além disso, tais estudos são capazes de gerar dados passíveis de comparações entre os gradientes tropical, subtropical e temperado (áreas montanhosas) em ecossistemas lóticos brasileiros (Necchi Jr. *et al.*, 2000).

Considerando a carência de trabalhos limnológicos em regiões subtropicais brasileiras, principalmente sob o enfoque da variação temporal, o presente estudo foi desenvolvido tendo como objetivo principal a análise da flutuação sazonal de parâmetros físicos e químicos selecionados, bem como os seus padrões de interação.

Material e métodos

Caracterização da área de estudo

As informações apresentadas, a seguir, foram sumariadas a partir dos dados de Maack (2002) e Wons (1982).

A bacia hidrográfica do rio das Pedras está localizada no município de Guarapuava, região centro-sul do Estado do Paraná, entre as

coordenadas 25°13'-25°26'S e 51°13'-51°28'W. A bacia possui uma área total de aproximadamente 330 km² (Figura 1).

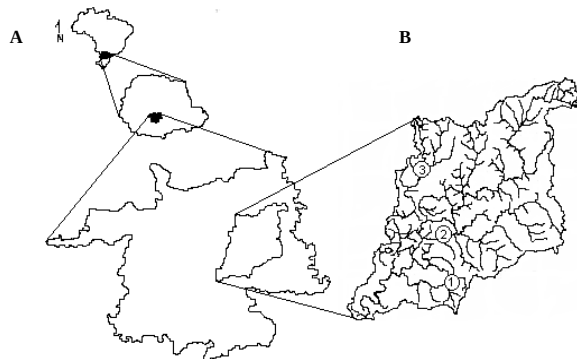


Figura 1. Localização da bacia do rio das Pedras no município de Guarapuava, região centro-sul do Estado do Paraná, Sul do Brasil (A), e detalhe das localizações dos três rios investigados (B).

O clima da região é classificado como subtropical mesotérmico. A temperatura média anual fica em torno de 16,0 a 17,5°C. A pluviosidade mostra-se bem distribuída ao longo do ano, com precipitações médias anuais em torno de 1.960 mm, apresentando variações extremas consideráveis. A variação mensal da precipitação pluviométrica observada durante o período de estudos está representada na Figura 2.

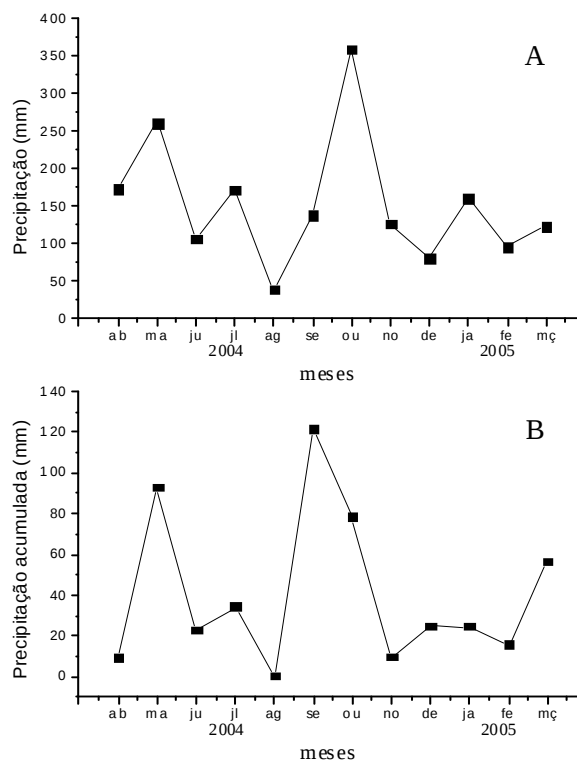


Figura 2. Variação mensal de precipitação total (A) e precipitação acumulada (B) nos sete dias anteriores à coleta durante o período de estudo na bacia do rio das Pedras.

A vegetação da área da bacia do rio das Pedras é constituída, basicamente, pela Floresta Ombrófila Mista, classificada como alto Montana, ou seja, localizada acima de 1.000 m de altitude. A cobertura vegetal original ocupa cerca de 45% da área total da bacia e, em adição, outros 5% são representados por áreas de reflorestamento (principalmente de *Pinus* sp. e *Ilex paraguariensis*).

Pontos de amostragem

Os estudos foram desenvolvidos em três ambientes lóticos dentro da bacia do rio das Pedras (Figura 1) com as seguintes características gerais:

- Ponto 1 - rio Guabiroba

Riacho de segunda ordem; largura média de 2,5 m; profundidade média de 27,5 cm; substrato rochoso, com predomínio de cascalho; ambiente sombreado com forte presença de vegetação marginal bem preservada.

- Ponto 2 - rio das Pedras

Rio de quarta ordem; largura média de 6,0 m; profundidade média de 40,5 cm; substrato rochoso, com predomínio de matacão; ambiente com forte presença de vegetação marginal bem preservada, entretanto, em função da grande largura, o trecho estudado foi considerado como sendo parcialmente sombreado.

- Ponto 3 - rio Saltinho

Riacho de segunda ordem; largura média de 1,5 m; profundidade média de 25,5 cm; substrato rochoso, com predomínio de cascalho; ambiente parcialmente sombreado com presença de vegetação marginal com nível de degradação moderado.

Análises ambientais

As medições das variáveis ambientais foram realizadas durante um período de 12 meses consecutivos, entre os meses de abril de 2004 e março de 2005. Com a finalidade de padronizar os dados obtidos em campo convencionou-se que: a) as coletas mensais deveriam ser realizadas no mesmo dia, iniciando sempre pelo ponto mais a jusante; b) o intervalo entre duas coletas consecutivas deveria ser de 30 ± 7 dias; e c) as análises deveriam ser realizadas dentro de um trecho de 10 m de extensão permanentemente estabelecido (Necchi Jr. *et al.*, 1995).

As seguintes variáveis ambientais foram analisadas, mensalmente, em cada ponto de amostragem: profundidade, velocidade da correnteza, temperatura da água, turbidez, condutividade específica, pH e oxigênio dissolvido. Todas variáveis, exceto turbidez, foram medidas em campo. A velocidade da correnteza foi determinada

com o fluxômetro mecânico General Oceanics 2030R, posicionado dentro da massa d'água a uma profundidade de cerca de 5 cm. A profundidade foi tomada com uma régua. Temperatura da água, condutividade específica, pH e oxigênio dissolvido foram medidos, utilizando-se o analisador de água Consort C535, equipado com sonda multifunção. A turbidez foi medida com o auxílio do turbidímetro Hach 2100P.

As medidas relativas ao índice pluviométrico foram obtidas junto à Secretaria de Agricultura e Abastecimento do município de Guarapuava, Estado do Paraná.

Análise dos dados

Os resultados numéricos foram submetidos, inicialmente, à estatística descritiva e, posteriormente, às análises estatísticas paramétricas especificadas abaixo. Correlações entre as variáveis físicas e químicas foram determinadas por meio do coeficiente de correlação *r* de Pearson (Sokal e Rohlf, 1981). Análise de Variância, Anova - uma via (Sokal e Rohlf, 1981), foi utilizada para avaliar a existência de diferenças entre as variáveis ambientais para os três pontos de amostragem. Análise dos Componentes Principais (PCA), utilizando-se o coeficiente *r* de Pearson (Digby e Kempton, 1987), foi aplicada para evidenciar possíveis associações entre os pontos de amostragem e/ou datas de amostragem com base nos parâmetros físicos e químicos da água. Todos testes foram realizados com auxílio dos pacotes estatísticos Pcord 4.0 (McCune e Mefford, 1999) e Statistica 5.0.

Resultados

Ponto 1 - rio Guabiroba

Dentre os ambientes lóticos amostrados, o rio Guabiroba foi o que apresentou tanto os menores valores médios quanto a menor variação na temperatura da água (Figura 3), indicandomostrando um claro padrão de variação sazonal. A condutividade específica variou amplamente, com valores oscilantes e sem qualquer padrão, porém, na maioria das observações os valores registrados foram bastante altos (Figura 3). A saturação de oxigênio apresentou valores elevados, correspondendo à mais alta média entre todos os ambientes estudados e obedeceu a um padrão sazonal inverso à temperatura (Figura 3). O pH também apresentou os valores mais elevados entre os ambientes amostrados, com valores oscilando entre neutro e levemente alcalino (Figura 3). Os valores de turbidez variaram muito pouco, sendo os valores mais elevados registrados no

período de outono e inverno (Figura 3). A velocidade da correnteza apresentou grande amplitude entre os valores extremos, sendo que os valores mais baixos foram registrados no período correspondente a primavera/verão e, em contrapartida, os mais altos, no outono/inverno (Figura 3). A profundidade apresentou ampla variação ao longo do período amostral, com um padrão sazonal de variação muito similar àquele observado para velocidade da correnteza (Figura 3).

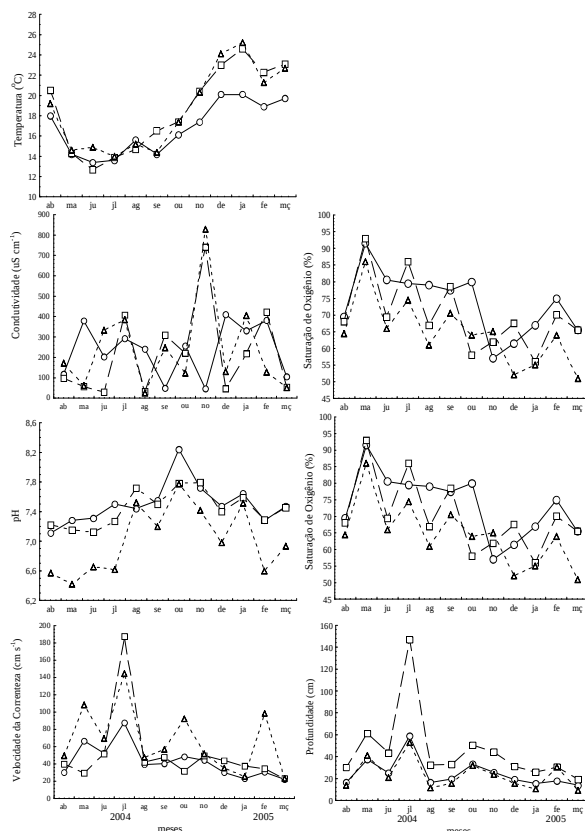


Figura 3. Variação temporal dos parâmetros físicos e químicos da água nos rios Guabiroba (○), das Pedras (□) e Saltinho (△) durante o período de estudo.

Os seguintes valores significativos de correlação ($p < 0,01$) foram encontrados: temperatura com saturação de oxigênio ($r = -0,749$) e velocidade da correnteza ($r = -0,806$); velocidade da correnteza com profundidade ($r = 0,955$).

Ponto 2 - rio das Pedras

O rio das Pedras apresentou ampla variação nos valores de temperatura, registrando um claro padrão sazonal (Figura 3). A condutividade específica variou amplamente sem um padrão definido (Figura 3). Ressalta-se a ocorrência do altíssimo valor na amostragem em novembro/04 ($741 \mu\text{S cm}^{-1}$) e dos baixos valores registrados no período correspondente

ao período de outono (abril, maio e junho/04) (Figura 3). A saturação de oxigênio apresentou-se homogênea, com valores médios elevados (Figura 3). Dentre os riachos amostrados, o rio das Pedras foi o que apresentou a menor variação das medidas de pH sem, entretanto, a observação de nenhum padrão sazonal evidente (Figura 3). A turbidez apresentou os valores médios mais altos entre os riachos estudados, e os maiores valores foram observados durante o período de outono e inverno (Figura 3). O oposto foi observado para a velocidade da correnteza, cujos valores observados foram relativamente baixos. Exceção feita ao mês de julho/04, quando o valor médio da velocidade da correnteza atingiu $187,5 \text{ cm s}^{-1}$ (Figura 3). Para a profundidade, foram verificados os valores mais elevados entre os riachos estudados, com valor máximo (julho/04) ultrapassando 140 cm (Figura 3). Os seguintes valores significativos de correlação ($p < 0,01$) foram encontrados: velocidade da correnteza com profundidade ($r = 0,926$) e com turbidez ($r = 0,732$); profundidade com turbidez ($r = 0,790$).

Ponto 3 - rio Saltinho

No rio Saltinho, a temperatura da água apresentou valores moderados com padrão de variação sazonal similar ao encontrado nos outros ambientes estudados (Figura 3). A condutividade específica mostrou ampla variação durante o período de estudos (Figura 3). Os valores de saturação de oxigênio foram os mais baixos entre os ambientes amostrados, apresentando valores mais elevados no período de outono e inverno (Figura 3). O mesmo foi observado para o pH, que registrou os mais baixos valores da bacia (Figura 3). A turbidez apresentou valores extremamente baixos, com os valores mais altos registrados entre o fim do verão e o início do inverno (Figura 3). A velocidade da correnteza registrou os valores mais elevados entre os ambientes investigados, sem, entretanto, revelar qualquer padrão sazonal evidente (Figura 3). A profundidade apresentou ampla variação ao longo do período (Figura 3).

Foram encontrados os seguintes valores significativos de correlação ($p < 0,01$): saturação de oxigênio com temperatura ($r = -0,774$), com velocidade da correnteza ($r = 0,762$), com profundidade ($r = 0,737$); pH com turbidez ($r = 0,734$); profundidade com velocidade da correnteza ($r = 0,965$).

A comparação estatística (Anova) das médias das variáveis analisadas nos três riachos estudados na bacia do rio das Pedras revelou diferenças significativas entre os três ambientes lóticos apenas para pH ($F = 7,18$, $p < 0,01$) e profundidade ($F = 3,76$, $p < 0,05$).

A Análise dos Componentes Principais (PCA) das variáveis físicas e químicas da água resumiu 62,8% da variabilidade dos dados no primeiro plano fatorial (Figura 4, Tabela 1). A explicabilidade do primeiro eixo foi de 42,4%, ao passo que a do segundo eixo foi de 20,4%, entretanto, não foi observado clara separação (em nenhum dos eixos) nem dos ambientes lóticos entre si nem das datas de amostragem. Apenas uma sutil tendência para a organização de grupos por estação sazonal foi notada para o primeiro eixo. As amostragens referentes ao período de primavera-verão posicionaram-se, predominantemente, à direita do eixo, associando-se principalmente com maiores valores de temperatura; aquelas referentes ao período de outono-inverno posicionaram-se, predominantemente, à esquerda do eixo e associaram-se positivamente com oxigênio dissolvido e velocidade da correnteza. Temperatura, oxigênio dissolvido e velocidade da correnteza apresentaram correlações $\geq 0,79$ com o primeiro eixo da PCA (Tabela 1).

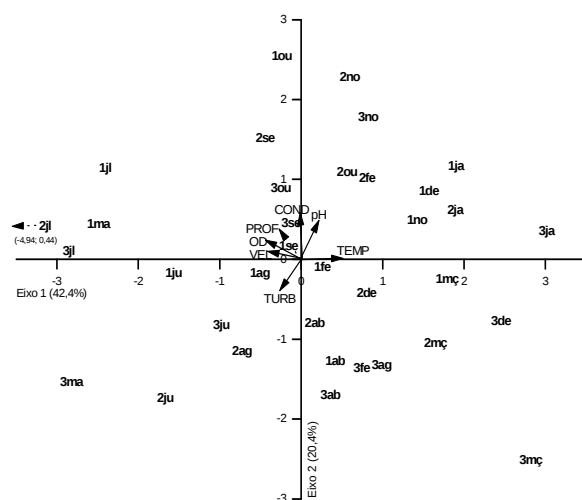


Figura 4. Gráfico da PCA com ordenação das amostragens sazonais da bacia do rio das Pedras ao longo do período de estudos. (Abreviações: Vel = velocidade da correnteza; OD = oxigênio dissolvido; Prof = profundidade; Cond = condutividade específica; pH = potencial hidrogeniônico; Temp = temperatura da água; Turb = turbidez). Números e letras correspondem ao ponto de amostragem e o mês da amostragem. Correlações dos vetores estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Correlação dos parâmetros ambientais com os eixos 1 e 2 da Análise de Componentes Principais.

Parâmetros ambientais	Eixos	
	1	2
Temperatura da água	0,793	0,000
Condutividade específica	-0,115	0,682
Oxigênio Dissolvido	-0,803	0,178
pH	0,287	0,663
Turbidez	-0,533	0,378
Velocidade da correnteza	-0,851	0,003
Profundidade	-0,768	0,111
Explicabilidade	42,4%	20,4%

Discussão

A análise dos parâmetros físicos e químicos da água nos riachos amostrados na bacia do rio das Pedras indica que a região de estudos apresenta um padrão de flutuação das variáveis limnológicas absolutamente típico. O padrão encontrado pode ser caracterizado como regional, de forma que muitas das variáveis estudadas mostraram um perfil de oscilação sazonal relativamente diferente do registrado em outras regiões brasileiras e do mundo (Burkholder e Sheath, 1985; Duncan e Blinn, 1989; Necchi Jr. e Pascoaloto, 1993; Branco e Necchi Jr., 1997).

A precipitação pluviométrica registrada para a região apresentou distribuição bastante uniforme ao longo de todo o ano, com leve tendência de aumento de intensidade no final do outono e início da primavera.

A temperatura variou de forma muito similar nos três riachos amostrados, com valores muito baixos durante o período correspondente aos meses de inverno e relativamente altos durante o período de verão. Esta variação pode ser explicada pelas condições climáticas da região, onde são observados invernos rigorosos e verões amenos (Wons, 1982). As temperaturas médias mais baixas registradas no rio Guabiroba, comparado com os demais ambientes lóticos, podem estar relacionadas com as baixas profundidades do trecho estudado, uma vez que esta característica fisionômica poderia dificultar a manutenção da temperatura. Segundo Gordon *et al.* (1992), a temperatura aumenta no sentido montante-jusante, onde a profundidade também é maior, o que favorece a manutenção da temperatura.

Aliado a isso, o intenso sombreamento provocado pela vegetação marginal que dificulta a entrada de energia luminosa na superfície da água deve contribuir com as baixas temperaturas registradas. No entanto, no rio Saltinho, que também se caracteriza por ser um riacho de pequeno porte e com baixas profundidades, foram encontradas temperaturas relativamente altas ao longo de todo o estudo, principalmente no período de verão. Provavelmente este resultado deva estar relacionado ao estado de degradação mais acentuado da vegetação marginal.

Os valores de saturação de oxigênio registrados durante todo o período de amostragem foram considerados elevados. De modo geral, os maiores valores de oxigênio dissolvido foram anotados quando as temperaturas foram as mais baixas. Assim, os valores mais altos de saturação de oxigênio foram registrados no rio Guabiroba, justamente onde foram registradas as temperaturas mais baixas. Esta

relação inversa entre oxigênio dissolvido e temperatura tem sido descrita em diversos outros trabalhos (Necchi Jr. *et al.*, 1996; Branco e Necchi Jr., 1997). A velocidade da correnteza é outro fator que exerce influência sobre os níveis de oxigênio dissolvido na água, já que com o aumento da velocidade, aumenta também a turbulência e, conseqüentemente, a solubilidade do gás. Os valores de velocidade da correnteza mostraram-se relativamente altos nos três ambientes estudados, o que certamente deve ter contribuído para explicar os altos índices de saturação de oxigênio.

A condutividade específica variou amplamente durante todo o período de estudos, e os três ambientes apresentaram valores médios muito elevados, com picos significativos em algumas amostragens. Segundo Branco (1996), a precipitação tem influência direta na concentração iônica da água, já que provoca, em geral, um aporte alóctone de íons. Este aumento, em regra, tem sido descrito como sendo mais pronunciado no final do período chuvoso, quando o volume de água começa a diminuir. Este padrão, entretanto, não foi observado na bacia do rio das Pedras, já que a variação de condutividade específica não apresentou nenhuma correlação significativa com precipitação pluviométrica. Quando se analisa cada ponto individualmente, esta observação se reforça. Em dois dos três pontos de amostragem (rio das Pedras e Saltinho), os maiores valores de condutividade específica (com valores surpreendentemente acima dos $700 \mu\text{S cm}^{-1}$) foram registrados na amostragem de novembro/04, justamente quando a precipitação pluviométrica foi registrada com valores baixíssimos (9,6 mm nos sete dias anteriores à coleta dos dados). Os padrões de variação da condutividade específica devem estar relacionados a fatores locais, tais como tipo de substrato, relevo, composição do solo e vegetação marginal (Gordon *et al.*, 1992; Biggs, 1990). As características locais sustentam tal suposição, uma vez que os solos que circundam os corpos d'água são pouco desenvolvidos (Cambissolos) e rasos (Neossolos).

Os valores de pH, nos três pontos de amostragem, apresentaram moderada variação ao longo do período de estudos. Necchi Jr. e Pascoaloto (1993) e Branco e Necchi Jr. (1997) reportam correlações significativas e negativas entre pH e precipitação pluviométrica, entretanto, este fato não foi observado na bacia do rio das Pedras. O comportamento sazonal do pH obedeceu a variações locais particulares, definindo padrões próprios de cada ambiente amostrado. Os valores médios registrados para o rio Guabiroba e rio das Pedras

foram relativamente elevados, sendo comparáveis àqueles reportados para a Região de Águas Duras do Estado de São Paulo (Necchi Jr. *et al.*, 2000). No rio Saltinho, por sua vez, foi observada a maior amplitude de pH, com valores oscilando desde levemente ácido até levemente alcalino. Phillips e Stewart (1990) atribuíram a alteração no pH por meio de um gradiente longitudinal à atividade antropogênica. Este pode ser o caso dos riachos da bacia do rio das Pedras, já que o rio Saltinho parece ser o mais impactado pelo manejo de áreas agrícolas instaladas no seu entorno.

A turbidez apresentou, de modo geral, valores relativamente baixos. Necchi Jr. *et al.* (1996) observaram que a variação nictimeral de turbidez é muito maior sob a influência direta de chuvas fortes. Particularmente para o Rio das Pedras, onde foram registrados os maiores valores de toda a bacia, os resultados sugerem uma correspondência entre turbidez e eventos de precipitação. No mês de julho/04, quando foi verificado o maior valor de turbidez, houve registro de chuvas tanto no dia anterior quanto no mesmo dia da realização da amostragem.

Assim como observado para turbidez, a velocidade da correnteza variou em função da precipitação pluviométrica, embora os valores obtidos devam ser considerados à luz do descompasso temporal entre as datas da realização de amostragens e as dos eventos de chuva. Percebe-se que, na região de estudos, ocorre um processo de escoamento de água muito acelerado; em um primeiro momento, o grande volume de água leva a um aumento na velocidade da correnteza e, logo após o término das chuvas, há uma rápida diminuição na quantidade de água ocasionando conseqüente diminuição e estabilização do fluxo e da velocidade da correnteza. Neste sentido, a distância temporal entre as precipitações e as medições de velocidade pode, de certo modo, mascarar os efeitos daqueles sobre estes. A amostragem de julho/04 mostra claramente este efeito. Nessa data de amostragem, quando no dia anterior à coleta foi registrada uma precipitação de 59,2 mm, foram medidos os maiores valores de velocidade da correnteza nos três ambientes lóticos investigados.

Segundo os resultados de Análise de Variância, apenas profundidade e pH apresentaram diferenças significativas entre os pontos de amostragem. As diferenças de profundidade refletem, na verdade, o tamanho e o volume de água dos ambientes lóticos estudados. Neste contexto, o rio das Pedras apresentou as maiores profundidades durante todo o período de estudos. Estes resultados são coerentes,

uma vez que o rio das Pedras corresponde ao maior e principal corpo d'água da bacia. As diferenças no pH restringiram-se ao rio Saltinho que apresentou os valores mais baixos, quando comparados aos demais pontos de amostragem.

A Análise dos Componentes Principais revelou apenas uma leve tendência de formação de grupos por período sazonal ao invés de pontos de amostragem, indicando que, de modo geral, as variações temporais dos parâmetros ambientais analisados não foram suficientes para caracterizar um padrão sazonal nítido na bacia do rio das Pedras. Provavelmente, a ausência de um claro padrão sazonal tenha sido provocada por um regime pluviométrico em que as chuvas são frequentes e bem distribuídas ao longo do ano. Thomaz *et al.* (2007) sugerem que eventos de cheia provocam aumento da similaridade entre habitats em sistemas que envolvam o rio e sua respectiva bacia de inundação. Segundo estes autores, o primeiro grupo de fatores que tende a ser mais similar durante os eventos de cheia são os físicos e químicos da água. Embora na bacia do rio das Pedras não tenham sido observados eventos perturbadores de enchente durante a execução do estudo, acredita-se que as altas taxas de precipitação pluviométrica na região e a distribuição uniforme das chuvas ao longo do ano, associadas ao pequeno tamanho da bacia, possam ter provocado homogeneização das características limnológicas nos três sistemas lóticos investigados.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Florestal do município de Guarapuava, Estado do Paraná, pela cessão do veículo utilizado nos trabalhos de campo. O suporte financeiro para a execução deste trabalho foi oferecido pelo CNPq, por meio das bolsas de Mestrado para RAK (130196/2004-5) e de produtividade em pesquisa para CCZB (520257/01-4).

Referências

BIGGS, B.J.F. Periphyton communities and their environments in New Zealand rivers. *N. Z. J. Mar. Freshwat. Res.*, Wellington, v. 24, [s/n], p. 367-386, 1990.

BONETTO, A.A. The Paraná River system. In: DAVIES, B.R.; WALKER, K.F. (Ed.). *The ecology of river systems*. Dordrecht: Dr W. Junk Publ., 1986. p. 541-555.

BRANCO, L.H.Z.; NECCHI JR., O. Variação longitudinal de parâmetros físicos e químicos em três rios pertencentes a diferentes bacias de drenagem na região noroeste do Estado de São Paulo. *Acta Limnol. Bras.*, São Carlos, v. 9, n. 1, p. 165-177, 1997.

BRANCO, L.H.Z. *Composição, distribuição espacial e*

dinâmica sazonal das comunidades de macroalgas de três bacias de drenagem da região noroeste do Estado de São Paulo, Brasil. 1996. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal)– Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 1996.

BURKHOLDER, J.; SHEATH, R.G. Characteristics of softwater streams in Rhode Island. I: A comparative analysis of physical and chemical variables. *Hydrobiologia*, Dordrecht, v. 128, n. 2, p. 97-108, 1985.

DIGBY, P.G.N.; KEMPTON, R.A. *Multivariate analysis of ecological communities*. London: Chapman and Hall, 1987.

DUNCAN, S.W.; BLINN, D.W. Importance of physical variables on the seasonal dynamics of epilithic algae in a highly shaded canyon stream. *J. Phycol.*, Lawrence, v. 25, n. 3, p. 455-461, 1989.

GORDON, N.D. *et al.* *Stream hydrology, an introduction for ecologists*. Chichester: John Wiley & Sons, 1992.

MAACK, R. *Geografia física do Estado do Paraná*. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.

McCUNE, B.; MEFFORD, M.J. *Multivariate analysis of ecological data*. Glendern Beach: MjM Software, 1999.

MAIER, M.H. *et al.* Estudo limnológico de um trecho do rio Mogi-Guaçu. II. Características químicas. *Bol. Inst. Pesca*, São Paulo, v. 7, [s/n], p. 75-92, 1980.

MARGALEF, R. *Ecologia*. Barcelona: Omega, 1974.

MORETTO, E.M.; NOGUEIRA, M.G. Physical and chemical characteristics of Lavapés and Capivara rivers, tributaries of Barra Bonita Reservoir (São Paulo – Brazil). *Acta Limnol. Bras.*, São Carlos, v. 15, n. 1, p. 27-39, 2003.

NECCHI JR., O.; PASCOALOTO, D. Seasonal dynamics of macroalgal communities in the Preto River basin, São Paulo, southeastern Brazil. *Arch. Hydrobiol.*, Stuttgart, v. 129, p. 231-252, 1993.

NECCHI JR., O. *et al.* Comparison of three techniques for estimating periphyton abundance in bedrock streams. *Arch. Hydrobiol.*, Stuttgart, v. 134, n. 3, p. 393-402, 1995.

NECCHI JR., O. *et al.* Análise nictimeral e sazonal de algumas variáveis limnológicas em um riacho no noroeste do Estado de São Paulo. *Acta Limnol. Bras.*, São Carlos, v. 8, n. 1, p. 169-182, 1996.

NECCHI JR., O. *et al.* Características limnológicas da bacia do alto rio São Francisco, Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais. *Acta Limnol. Bras.*, São Carlos, v. 12, n. 1, p. 11-22, 2000.

PEDROSO, F. *et al.* A comparative study on phosphorus and nitrogen transport in the Parana, Paraguay and Bermejo rivers. In: TUNDISI, J.G. (Ed.). *Limnologia e manejo de represas*. São Carlos: EESC-USP/CRHEA/ACIESP, 1988. v. 1, cap. 1, p. 91-117.

PHILLIPS, R.A.; STEWART, K.M. Longitudinal and seasonal water chemistry variations in a northern Appalachian stream. *Water Resour. Res.*, Washington, D.C., v. 26, n. 3, p. 489-497, 1990.

RIOS, L.; CALIJURI, M.C. A bacia hidrográfica do Ribeirão do Feijão: uma proposta para ordenação das sub-bacias através de variáveis limnológicas. *Acta Limnol. Bras.*, São Carlos, v. 7, n. 1, p. 151-161, 1995.

- ROCHA, O. et al. A bacia hidrográfica como unidade de estudo. In: ESPÍNDOLA, E.L.G. et al. (Ed.). *A bacia hidrográfica do rio Monjolinho*. São Carlos: Rima, 2000. p. 1-16.
- RODRIGUES, L.; BICUDO, D.C. Limnological characteristics comparison in three systems with different hydrodynamic regimes in the upper Paraná river floodplain. *Acta Limnol. Bras.*, São Carlos, v. 13, n. 1, p. 39-49, 2001.
- SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. *Biometry*. New York: W.H. Freeman, 1981.
- SMITH, W.S.; PETRERE JR., M. Caracterização limnológica da bacia de drenagem do rio Sorocaba, São Paulo, Brasil. *Acta Limnol. Bras.*, São Carlos, v. 12, n. 2, p. 15-27, 2000.
- THOMAZ, S.M. et al. Floods increase similarity among aquatic habitats in river-floodplain systems. *Hydrobiologia*, The Hague, v. 579, n. 1, p. 1-13, 2007.
- WALKER, I. Amazonian streams and small rivers. In: TUNDISI, J.G. et al. (Ed.). *Limnology in Brazil*. Rio de Janeiro: Brazilian Academy of Sciences, 1995. p. 167-193.
- WONS, I. *Geografia do Paraná*. Curitiba: Ensino Renovado, 1982.

Received on June 20, 2007.

Accepted on March 28, 2008.