

TEORIAS ECOLÓGICAS E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM UM AMBIENTE FLUVIAL

Renata Ribeiro de Araújo¹; Encarnita Salas Martín²

RESUMO

Nos últimos anos, estudos relacionados à demanda e qualidade das águas que levam em conta a bacia hidrográfica como unidade de análise tornaram-se os mais indicados para o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos. Neste trabalho apresenta-se a avaliação da qualidade da água em uma bacia que está sob forte influência urbana. Além dos dados obtidos em trabalhos de campo, aplicou-se também teorias ecológicas que demonstram que algumas alterações da qualidade da água estão relacionadas com dinâmica fluvial. Foram coletadas amostras no curso principal do Córrego do Cedro (Presidente Prudente, São Paulo) no período de 2004 a 2011 e foram analisadas as seguintes variáveis limnológicas: Oxigênio Dissolvido, Temperatura, Turbidez, Condutividade Elétrica e pH. As teorias ecológicas serviram para direcionar o modo de observar o ecossistema e explicar suas tendências, entretanto demonstraram a necessidade e a importância do inter-relacionamento das teorias com as características peculiares da região em estudo e com os tipos de uso do solo na bacia.

ABSTRACT

In recent years, studies related to demand and quality of water that take into account the river basin as the unit of analysis became the most suitable for the planning and management of water resources. This paper presents the evaluation of water quality in a watershed that is under strong urban influence. In addition to the data obtained from field work, applied ecological theories also show that some changes in water quality are related to fluvial dynamics. Samples were collected at the main course of Cedro stream (Presidente Prudente, São Paulo) during the period 2004 to 2011 and analyzed the following limnological variables: Dissolved Oxygen, Temperature, Turbidity, Electrical conductivity and pH. The ecological theories served to direct the way of observing the ecosystem and explain their tendencies, but demonstrated the need and importance of the interrelationship of theory with the peculiar characteristics of the study area and the types of land use in the basin.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da água. Teorias Ecológicas.

¹ Universidade Estadual Paulista – UNESP – Câmpus de Presidente Prudente – Rua Roberto Simonsen, 305 – 18 32295388 – reribeiro@fct.unesp.br

² Universidade Estadual Paulista – UNESP – Câmpus de Presidente Prudente – Rua Roberto Simonsen, 305 – 18 32295388 – encarnita@fct.unesp.br

INTRODUÇÃO

A preocupação com a influência das formas de uso da terra sobre o ecossistema aquático remete ao estudo minucioso da interação e troca de energia entre os dois sistemas. Nos últimos anos, estudos relacionados à demanda e qualidade das águas que levam em conta a bacia hidrográfica como unidade de análise tornaram-se os mais indicados para o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos. Este fato, em grande parte responde ao desequilíbrio que os mananciais de água tem sofrido em decorrência do uso inadequado do sistema terrestre (Reis & Pereira Filho, 2006).

Para Pereira Filho (2000) o homem pode adotar as condições de uso da terra que tornem as vertentes sujeitas à ação abrasiva da água. A remoção da cobertura vegetal estabelece o rompimento do equilíbrio entre infiltração e escoamento superficial do ecossistema terrestre influenciando diretamente no ecossistema aquático.

As florestas ciliares entre outros papéis ecológicos, atuam na contenção de enxurradas, na infiltração do escoamento superficial, na absorção do excesso de nutrientes, na retenção de sedimentos e agrotóxicos, colaboram na proteção da rede de drenagem e ajudam a reduzir o assoreamento da calha do rio, favorecem o aumento da capacidade de vazão durante a seca (Attanasio *et al.*, 2006).

Essas matas fornecem ainda matéria orgânica para as teias alimentares dos rios, troncos e galhos que criam microhabitats dentro dos cursos d'água e protegem espécies da flora e fauna. Assim, a destruição ou degradação dessas florestas levou a extinção local de muitas espécies de plantas e animais, muitas das quais nem se chegou a conhecer, ou avaliar, em termos de suas potencialidades de uso em benefício do próprio homem.

Uma estratégia consistente para a restauração da biodiversidade e da hidrologia de ecossistemas degradados deve estar baseada no conceito da integridade do ecossistema ripário na escala da microbacia hidrográfica, que abrange as zonas ripárias, principalmente as margens e as cabeceiras dos cursos d'água, incluindo sua dinâmica temporal, a vegetação ripária, isto é, as matas ciliares, e o conjunto das interações entre os componentes bióticos e abióticos, que no conjunto desempenham um dos mais importantes serviços ambientais, como descrito acima, que é a manutenção dos recursos hídricos, em termos de vazão e de qualidade da água, assim como do ecossistema aquático (Lima, 2003).

A Lei Federal Nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, vem contemplar a importância da bacia hidrográfica, em seu princípio primeiro: a adoção

da bacia hidrográfica como unidade de planejamento, tendo como limites da bacia o perímetro da área a ser planejada.

São quatro estágios necessários para estabelecer o gerenciamento sustentável de uma bacia: determinar o estado atual do ambiente, identificar as forças dominantes de mudanças, estabelecer um limite específico acima do qual danos ecológicos são prováveis de ocorrer e prognosticar a possível extensão temporal e espacial do problema, usando características locais, e desenvolver planos de gerenciamento apropriados através da utilização de cenários múltiplos de avaliação. Para atingir esses estágios, é necessário utilizar ferramentas que permitam agrupar um grande número de informações decorrentes de estudos da variação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos, envolvendo uma função multivariada dos aspectos climatológicos, antrópicos, entre outros, de forma que possibilite pronta interpretação e reconhecimento das tendências ao longo do tempo e do espaço (FERRIER *et. al.* 2001).

De acordo com WARD (1989), os ecossistemas lóticos são tetradimensionais, possuindo as dimensões longitudinais, laterais e verticais que se modificam ao longo do tempo (quarta dimensão). O conceito de quatro dimensões acaba por englobar as teorias do contínuo fluvial (longitudinal) e do pulso de inundação (lateral) Dimensão Longitudinal - Corresponde as interações que ocorrem no sistema lótico no sentido cabeceira-foz. Dimensão Lateral - Corresponde as interações entre o canal do sistema lótico e a sua planície de inundação e vegetação ripária. Dimensão Vertical - Corresponde as interações entre o canal do sistema lótico e aquífero subterrâneo (lençol freático). O lençol freático funciona como um reservatório de água para os rios, sendo que o tipo de interação entre o rio e as água subterrâneas depende de um conjunto de condições geológicas e geomorfológicas que influenciará no grau de exportação ou importação de água do rio para o lençol freático. É importante frisar que os rios possuem uma região abaixo da interface água-sedimento denominada zona hiporrética, que abriga uma fauna heterotrófica caracterizada especialmente por invertebrados. Dimensão Temporal - A escala de tempo é importante para se entender a estrutura e a dinâmica das comunidades e também para compreender os impactos de possíveis distúrbios. A hipótese do distúrbio intermediário proposta por Connell em 1978 sugere que a diversidade de espécies aumenta quando ocorrem distúrbios ambientais moderados (ausência de exclusão competitiva). Em baixas taxas de distúrbios, as espécies mais competitivas (mais adaptadas) tendem a monopolizar o habitat, enquanto que sob altas taxas de distúrbios, poucas espécies conseguem sobreviver.

Um programa de monitoramento ecológico pode ser definido como a tentativa de identificar mudanças nas variáveis bióticas e abióticas de maneira a gerar propostas de manejo para viabilizar

o uso futuro dos recursos existentes (Barbosa, 1994). Sendo assim, as teorias ecológicas, acima citadas, explicam os resultados do monitoramento.

Inserido nesse contexto, o monitoramento limnológico trata especificamente da qualidade da água dos ecossistemas aquáticos continentais, incluindo rios e lagos (Wetzel, 2001). Assim, abrange tecnicamente a coleta periódica associada à análise de dados e informações de qualidade da água para propósitos de efetivo gerenciamento dos ecossistemas aquáticos (Bisnas, 1990).

O monitoramento de um recurso hídrico pode ter como objetivos gerais o acompanhamento das alterações da sua qualidade, a elaboração de previsões de comportamento, o desenvolvimento de instrumentos de gestão, bem como a obtenção de subsídios para as medidas saneadoras que se fizerem necessárias. O monitoramento da qualidade da água exige que sejam estabelecidas formas de acompanhamento da variação de indicadores da qualidade de água.

Segundo Marotta, Santos e Enrich-Prast (2008), dentre as variáveis limnológicas utilizadas na avaliação da qualidade da água, as quais são diretamente influenciadas pelo uso do solo na bacia de drenagem, destacam-se as concentrações de fósforo, nitrogênio, oxigênio dissolvido e clorofila *a*, bem como os valores de pH, turbidez e densidade de coliformes fecais e totais.

Fatores limnológicos abióticos são importantes fontes de informação no que concerne aos processos de produção primária e decomposição, afetando também, a distribuição de várias espécies que utilizam o ambiente aquático (Esteves, 1998). Desta forma, a identificação de padrões espaciais e temporais de variação de variáveis limnológicas representa um importante passo para explicar a estrutura e o funcionamento dos recursos hídricos.

O presente trabalho realizou o monitoramento de variáveis ambientais adotando-se a bacia hidrográfica do córrego do Cedro como unidade territorial de estudo. Nesse contexto, o monitoramento de variáveis limnológicas foi realizado considerando três escalas, duas espaciais e a escala temporal. Sob o ponto de vista espacial, foram consideradas as intervenções e influência de montante/jusante (dimensão longitudinal) e as relações transversais entre a calha, o leito maior e os territórios marginais de interação ecossistêmica (dimensão lateral). A análise temporal permitiu o entendimento da dinâmica das variáveis limnológicas em relação às estações do ano. Vale ressaltar que, as relações verticais entre o leito visível, lençóis freáticos e camada sub-superficial não foram abordadas neste estudo.

Estas dimensões que, de uma forma sucinta, permitem explicar o funcionamento global dos ecossistemas aquáticos (Ward, 1989) indicam que a abordagem da bacia hidrográfica terá de ser efetuada na sua globalidade, uma vez que a situação existente num dado local resulta simultaneamente de todos os processos ocorridos, quer a montante, quer nas zonas de drenagem mais próximas. Sendo assim, a qualidade das águas foi abordada como reflexo das atividades

humanas existentes na bacia. Ressalta-se a pretensão de que este monitoramento seja um instrumento aos programas de desenvolvimento sustentado da bacia quanto aos usos do solo mais adequados às suas características.

JUSTIFICATIVA

A escolha da área de estudo, portanto, reflete a preocupação com a preservação e conservação das águas ali existentes, bem como com a importância deste recurso hídrico para a manutenção dos ecossistemas e o desenvolvimento de diversas atividades sócio-econômicas.

Além disso, a escolha desta bacia hidrográfica refere-se ao fato de que a mesma encontra-se sob ação de fatores perturbadores devido ao intenso processo de urbanização.

É primordial destacar a importância desta bacia por ser um dos afluentes do manancial rio Santo Anastácio, responsável por 30% do abastecimento da cidade de Presidente Prudente/SP.

Ressalta-se também que o córrego do Cedro, enquadrado como Classe II (Decreto Estadual nº 10.755 de 22 de novembro de 1977), tem como usos preponderantes pretendidos, além do abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e à aquicultura e à atividade de pesca.

Visando proporcionar o conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros, segundo Araújo & Rocha (2009), o conhecimento adequado da dinâmica do recurso hídrico permite a identificação dos principais impactos decorrentes dos processos de degradação impostos pela ação antrópica, que por sua vez, tem impactado diretamente a sociedade tanto em ambientes urbanos quanto rurais. Os custos ambientais e econômicos para a sociedade em virtude da alteração dos ambientes fluviais são expressos, por exemplo, na escassez ou disponibilidade dos recursos hídricos, nas enchentes e inundações.

OBJETIVO

Monitoramento limnológico do córrego do Cedro é uma importante ferramenta que permite investigar, descrever e interpretar dados sobre a real situação da qualidade dos recursos hídricos.

Tal conhecimento fomenta ações no sentido de re-establishimento de condições de equilíbrio e sustentabilidade deste ecossistema.

ÁREA DE ESTUDOS

Com uma área de 40,75 km², a bacia do córrego do Cedro está localizada na área sul do município de Presidente Prudente – SP entre as latitudes 22°07'58'' S e 2°13'33'' S, e longitude 51°2'15'' W e 51°28'56'' W. As altitudes variam entre 350 e 490 metros, possuindo desnível de 140 metros. É cortada pelas rodovias Assis Chateaubriand (SP 425), Raposo Tavares (SP 270) e Júlio Budiski (SP 501), tendo a rodovia comendador Alberto Bonfiglioli situada em seu divisor de água noroeste e oeste.

O córrego do Cedro é afluente da margem direita do rio Santo Anastácio, tem como principais afluentes o córrego do Botafogo pela sua margem direita e o córrego do Cedrinho pela esquerda. Este córrego localiza-se ainda na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 22 do Pontal do Paranapanema.

A área de estudo caracteriza-se pela ocorrência de solos arenosos com predominância de frações finas a muito finas com teor de argila inferior a 30%. Estes solos enquadram-se nas classes definidas por: Argissolo Vermelho Escuro Abrúptico Epidistrófico, Argissolo Vermelho-Amarelo Abrúptico Epieutrófico, Argissolo Vermelho-Amarelo Abrúptico Eutrófico, Solos Hidromórficos e Solos Aluviais.

O Oeste Paulista caracteriza-se por clima de transição do sub-tropical para o tropical devido à sobreposição de três principais correntes de circulação atmosférica regional (Massa Polar Continental, Massa Polar Atlântica e Massa Tropical Continental). O clima da área em estudo é caracterizado por um período seco (inverno) e um período chuvoso (verão). A precipitação média anual é de 1.280 mm, e a temperatura média anual é superior a 22 °C. Os meses de janeiro e fevereiro costumam apresentar intensas e freqüentes precipitações.

A expansão urbana de Presidente Prudente vem exercendo forte pressão sobre os cursos d'água que atravessam a cidade ou que estão no seu entorno. Uma das áreas afetadas, direta e indiretamente, é a bacia do córrego do Cedro.

Atualmente a região sofre impacto devido a diversas atividades desenvolvidas no seu entorno. Um exemplo são os bairros residenciais constituídos na bacia como os Residenciais Damha I e II e os Conjuntos Habitacionais Ana Jacinta e Mario Amato. Outras atividades também podem ser identificadas como pecuária, agricultura, pesqueiro entre outras (Figura 1).



Figura 1 – Pontos de amostragem ao longo do Córrego do Cedro

MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do presente trabalho foram realizadas amostragens de variáveis limnológicas abrangendo o período de novembro de 2004 a julho de 2011 e em sete pontos localizados no curso principal do córrego do Cedro (Quadro 1), desde a nascente do córrego até a sua foz, antes da represa de captação de água do Rio Santo Anastácio.

Quadro 1. Localização e altitude dos pontos de amostragem limnológica.

PTO	LATITUDE (E)	LONGITUDE (N)	ALTITUDE
1	22°10'0,1''S	51°22'57''W	435 m
2	22°09'42''S	51°23'48,7''W	416 m
3	22°09'26,2''S	51°24'07''W	405 m
4	22°09'31,7''S	51°25'33,9''W	394 m
5	22°09'36,1''S	51°26'09,7''W	385 m
6	22°09'46,3''S	51°26'54,3''W	377 m
7	22°09'59,6''S	51°28'09''W	365 m

As variáveis limnológicas amostradas foram o pH, o oxigênio dissolvido, a temperatura da água, a condutividade elétrica e a turbidez. Para determinação do oxigênio dissolvido utilizou-se o oxímetro *Instrutherm* modelo MO-890. Para medição do pH, o pHmetro *Instrutherm* modelo pH-1400. A temperatura foi determinada juntamente com o pH, visto que tal aparelho comporta as duas funções. A condutividade elétrica foi determinada a partir do condutivímetro *Instrutherm* CD-830, e, a turbidez, a partir do turbidímetro *PoliControl* AP 2000.

Para inferir o inter-relacionamento das variáveis em estudo utilizaram-se técnicas de análise multivariada, como a análise fatorial, a análise de componentes principais e a análise de agrupamentos. A análise fatorial e de componentes principais (ACP), utilizando-se a matriz de correlação R, foram aplicadas para evidenciar possíveis associações entre os pontos de coleta e/ou datas de amostragem com base nos parâmetros físicos e químicos da água. Para desenvolver a análise de agrupamentos utilizou-se o algoritmo aglomerativo “vizinho mais próximo”, tendo como medida de similaridade a distância euclidiana, o qual procurou evidenciar os grupos de pontos de coleta similares considerando as características limnológicas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se observar uma variação sazonal das variáveis. Em relação ao padrão de variação da temperatura pode-se observar que menores temperaturas foram obtidas entre os meses de maio e setembro. Maiores temperaturas foram encontradas nos demais períodos de amostragem. Assim, pôde-se perceber uma amplitude registrada entre os meses de verão e inverno.

Estes resultados corroboram com Freire (2008), que em um estudo realizado com dados de temperatura entre o período de 1980 a 2007, observou que as médias mais elevadas da temperatura

são as dos meses de outubro a abril (em torno de 25°C), com quedas nos outros meses, com médias próximas aos 20°C. Sendo a média anual verificada é de 23,6 °C.

Observando-se os dados médios de precipitação nota-se que as maiores precipitações ocorrem no verão e menores precipitações no inverno.

Em relação ao oxigênio dissolvido, nota-se que os valores maiores aconteceram durante o período de menores temperaturas e de menores precipitações.

Estes resultados podem ser explicados, pois a temperatura é um fator chave no que diz respeito às concentrações de oxigênio dissolvido (Esteves, 1998). Constatou-se que as concentrações de oxigênio dissolvido foram maiores durante o inverno, o que pode estar associado às menores taxas de decomposição e respiração neste período. Durante os períodos de seca, inverno, o aporte de material alóctone é menor sugerindo uma menor decomposição e respiração, portanto, menor consumo de oxigênio dissolvido.

Outro aspecto é que o oxigênio é um gás pouco solúvel em água e a sua solubilidade depende da pressão (altitude), temperatura e sais dissolvidos. Em temperaturas mais altas os gases ficam menos dissolvidos (Esteves, 1998), o que pode explicar valores maiores em temperaturas mais baixas.

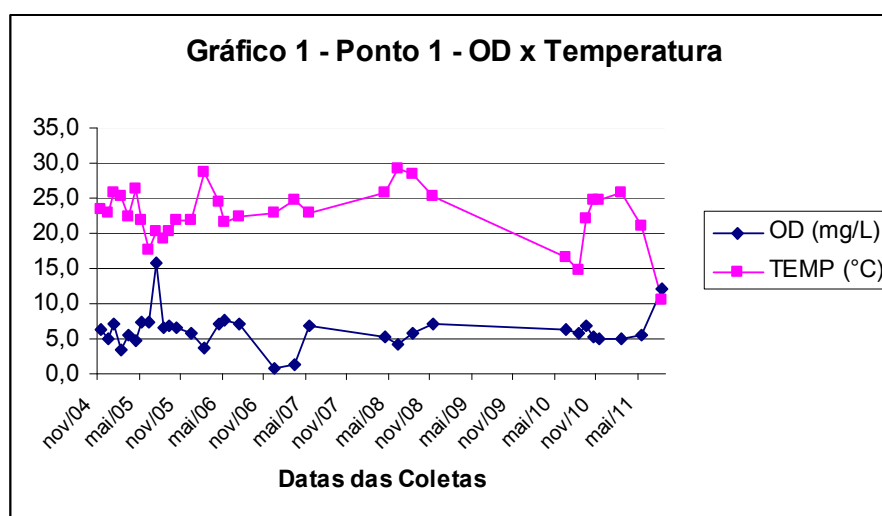


Figura 3 - Gráfico 1- Ponto 1 – OD x Temperatura.

Em relação à condutividade elétrica, esta corresponde à capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica da água. Em geral, em águas continentais, a condutividade elétrica é proporcional à temperatura, ou seja, águas com temperaturas mais altas

propiciam uma liberdade maior para os íons, havendo, portanto, uma maior condutividade. Entretanto, nos resultados obtidos a condutividade é maior em meses com menores temperaturas, contrário ao que se espera. Neste sentido, há a necessidade de verificação dos íons responsáveis pela condutividade para uma análise conclusiva desta sazonalidade.

Apesar de se observar uma alta correlação das variáveis pH e turbidez não se observou um padrão temporal. Estes resultados podem estar relacionados com o uso e ocupação do solo e ações antrópicas.

Através desta análise, também é possível verificar que o ponto 1 encontra-se distinto dos outros pontos. Esta diferença está relacionada ao fato de que o ponto 1, uma das nascentes do córrego do Cedro, encontra-se em estado ambiental conservado, diferente dos demais pontos.

Observa-se que no ponto 1 os valores de condutividade elétrica, turbidez, temperatura, são mais baixos quando comparados com os demais pontos da bacia. Também podemos observar que os valores de oxigênio dissolvido e pH são mais baixos neste ponto, em comparação com os demais pontos de amostragem (Figura 3).

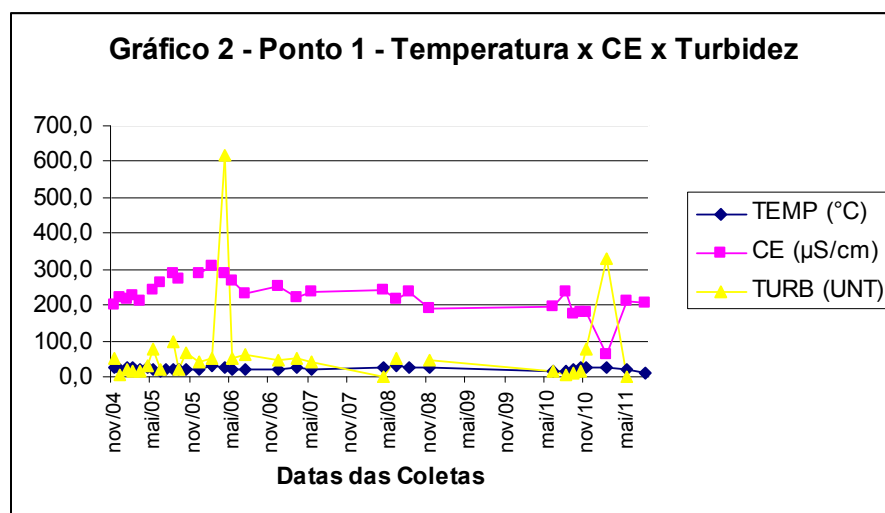


Figura 3 – Gráfico 2 – Ponto 1 – Temperatura x CE x Turbidez

Estes resultados podem ser explicados de acordo com o Conceito do Rio Contínuo (RCC - River Continuum Concept) (Vannote *et al.*, 1980). Este conceito postula que as assembléias variam previsivelmente ao longo de um gradiente longitudinal e que estas variações estão de acordo com a largura, profundidade, vazão e vegetação do entorno, levando também a um gradiente das características físico-químicas, respostas dos processos de produção e respiração.

Neste ponto, cabeceira do córrego, o canal é estreito, raso e sob condições de sombra devido à vegetação presente em suas margens. Diante destas características pode-se dizer que a luz é um fator limitante à produção primária (autóctones), portanto, baixos valores de oxigênio e de pH são

explicados. E ainda que, a menor incidência dos raios solares, devido ao sombreamento, explica os valores menores da temperatura. O conceito também define que nas cabeceiras o material predominante são detritos alóctones, material particulado grosseiro, conferindo numa menor quantidade de material dissolvido, o que explica menores valores da condutividade e turbidez.

Verifica-se que o ponto 2 apresenta valores maiores de condutividade elétrica, de turbidez e de temperatura, e valores menores de oxigênio dissolvido. Isto está de acordo com o Conceito de Imparidade com o Descontínuo Fluvial (Uniqueness within the River Discontinuum) (Poole, 2002), que assume que os rios são sistemas ímpares, isto é, uma bacia é formada por manchas que são características de cada segmento (como vegetação, sedimentos, fluxo, solo, etc.), e a dinâmica dessas manchas ao longo do sistema é o que caracteriza o rio (Figura 4).

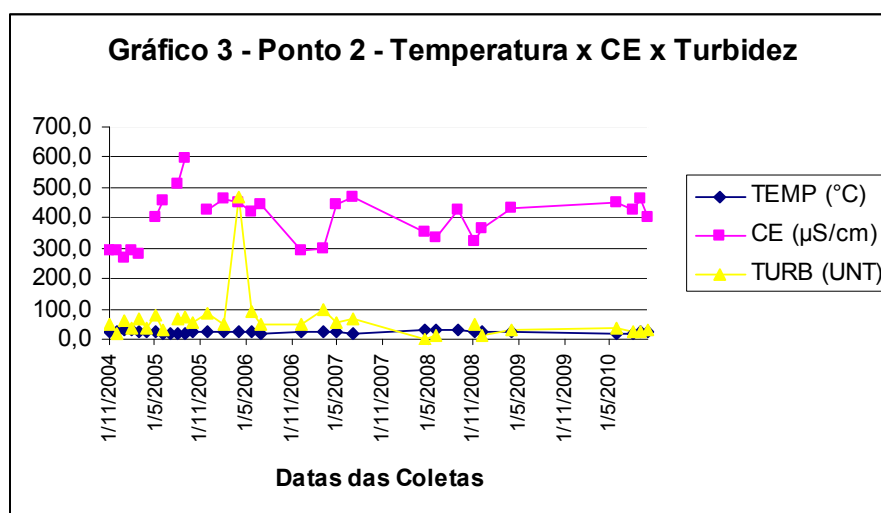


Figura 4 – Gráfico 3 – Ponto 2 – Temperatura x CE x Turbidez

Neste ponto é importante destacar que há um represamento artificial e um pesqueiro, localizado à margem esquerda do córrego, e ainda, não há mata ciliar e o trecho sofre a ação de atividade pecuária. As atividades de pecuária e o lançamento de águas dos tanques do pesqueiro devem contribuir com a alteração das variáveis analisadas, principalmente quanto ao aumento da turbidez e a diminuição da concentração de oxigênio dissolvido. Além disso, de acordo com o Conceito de Imparidade com o Descontínuo Fluvial, estes aspectos são fatores de interferência no gradiente longitudinal do rio, e provavelmente o incremento de material alóctone fino, devido a estes fatores de interferência, é responsável, também, pelos valores das variáveis limnológicas amostradas.

Os resultados verificados no ponto 3 podem ser explicados pela influência dos impactos antrópicos do ponto 2 sob o ponto 3. Segundo a Teoria da Descontinuidade Serial - Serial Discontinuity Concept (Ward & Stanford, 1983), represamentos de ambientes lóticos provocam

mudanças tanto à montante, quanto à jusante, nos processos bióticos e abióticos. Esta teoria postula que o represamento rompe o gradiente do rio em relação às condições ambientais, produzindo mudanças longitudinais (Figura 5).

Vale ressaltar que, as mudanças longitudinais também estão relacionadas aos processos de autodepuração e às características do trecho da bacia, conforme já mencionado anteriormente. Isto explica as diferenças observadas entre o ponto 2 e o ponto 3 (Figuras 4 e 5).

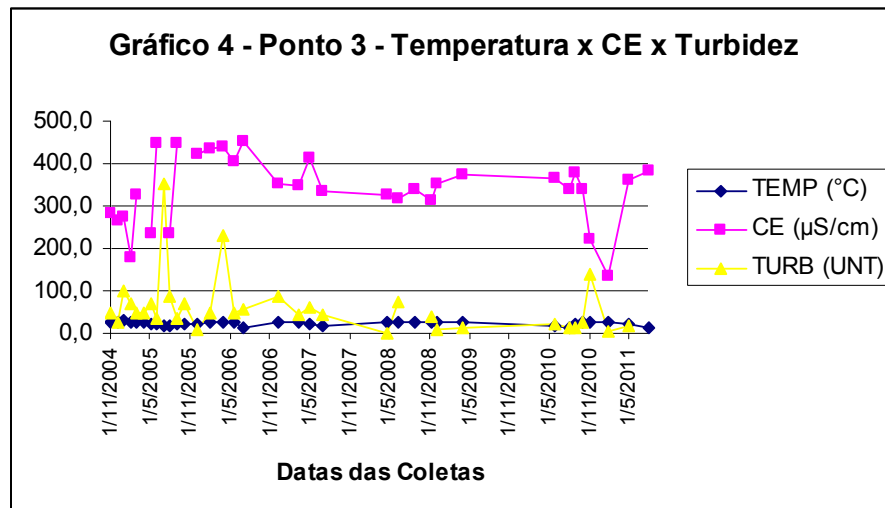


Figura 5 – Gráfico 4 – Ponto 3 – Temperatura x CE x Turbidez

Pode-se observar a variação longitudinal para os pontos 4, 5, 6 e 7. Nesta análise verifica-se o conceito do RCC, que considera o rio como um sistema que possui um gradiente contínuo de condições ambientais. Segundo o conceito definido por Vannote *et al.* (1980), no médio curso do rio existe uma menor dependência da contribuição direta dos ecossistemas terrestres. Em contrapartida, existe uma maior produção primária por algas e macrófitas aquática vasculares, além do material orgânico oriundo das correntes à montante, sendo produção maior que a respiração ($P/R > 1$). Entretanto, no baixo curso, os rios possuem maior carga de sedimentos oriundos de todos os processos de montante e, apesar de possuírem comunidades desenvolvidas de plâncton, a respiração excede a produção, com razão $P/R < 1$. Este conceito explica os valores maiores de oxigênio dissolvido e pH para os pontos 4, 5 e 6 (médio curso) em comparação com o ponto 7 (baixo curso) (Figuras 6, 7, 8 e 9). Segundo Esteves (1998), a produção primária aumenta os valores de oxigênio e os valores de pH.

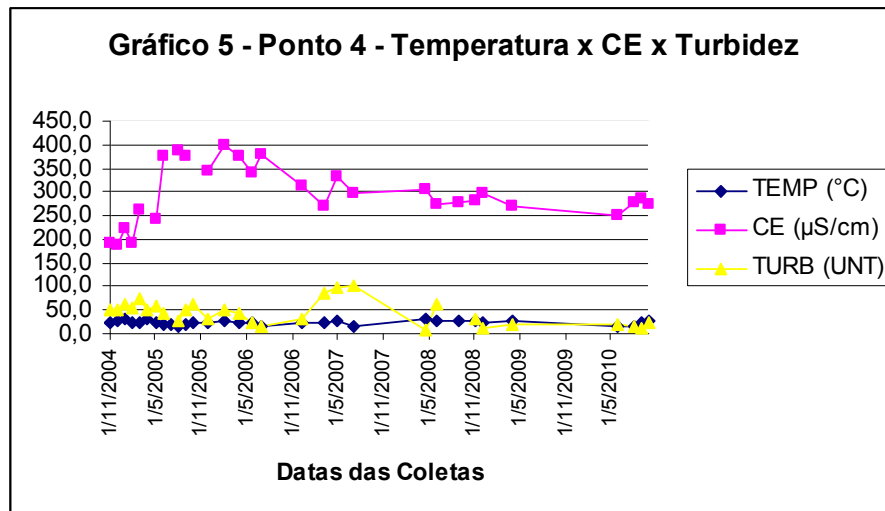


Figura 6 – Gráfico 5 – Ponto 4 – Temperatura x CE x Turbidez

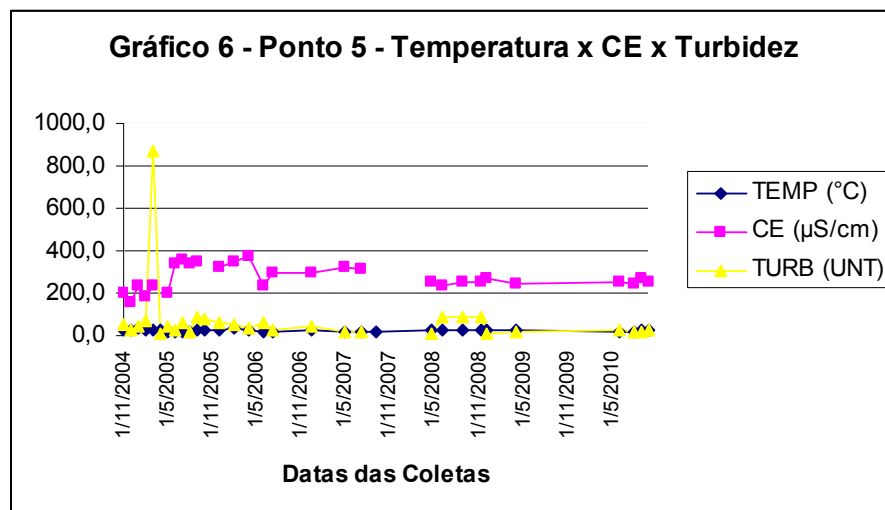


Figura 7 – Gráfico 6 – Ponto 5 – Temperatura x CE x Turbidez

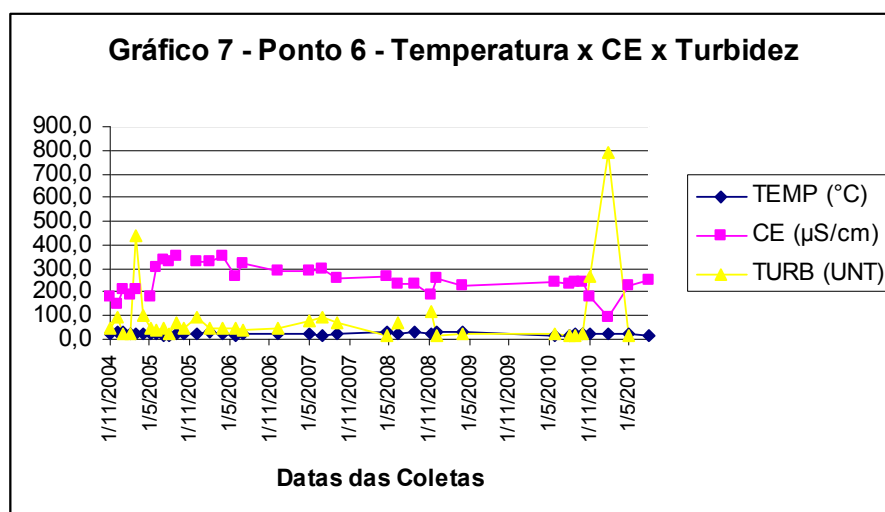


Figura 8 – Gráfico 7 – Ponto 6 – Temperatura x CE x Turbidez

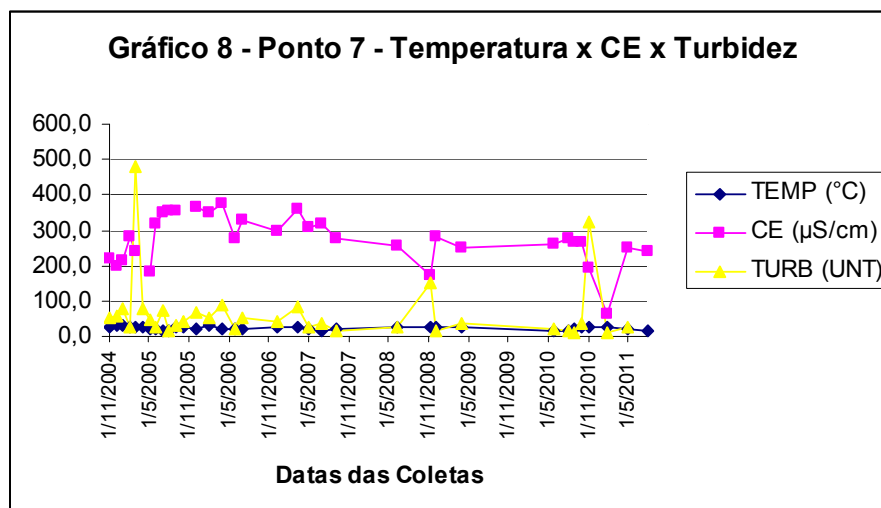


Figura 9 – Gráfico 8 – Ponto 7 – Temperatura x CE x Turbidez

O município de Presidente Prudente encontra-se em uma área de alta suscetibilidade à erosão, o que pode ter influência sobre características físicas e químicas da água dos cursos d'água. Especificamente no caso do córrego do Cedro e com respeito às variáveis limnológicas estudadas, pode-se afirmar que variáveis como turbidez, condutividade e temperatura seriam as mais alteradas principalmente pelas atividades de agricultura e pecuária.

Toda a calha principal encontra-se de média a alta vulnerabilidade. Desta forma, pode-se dizer que as tendências espaciais e temporais das variáveis amostradas estão de acordo com as teorias ecológicas, acima citadas, mas também estão muitas vezes inter-relacionadas com processos altamente dinâmicos, como por exemplo, hidrológicos, geomorfológicos e uso e ocupação da bacia.

CONCLUSÕES

As técnicas de análise multivariada demonstraram ser capazes de representar as variáveis no estudo realizado, refletindo a variação dos parâmetros em suas dimensões temporal e longitudinal.

Pode-se concluir que a bacia do córrego do Cedro possui uma tendência de organização por período sazonal, permitindo a discriminação entre os períodos seco e chuvoso e uma tendência de organização espacial, longitudinal e lateral.

É possível dizer que esta organização das variáveis limnológicas do córrego do Cedro é determinada pelos aspectos fisiográficos. No entanto, os fatores antrópicos também determinam as características da água do córrego, como por exemplo, a retirada da mata ciliar e os diferentes usos do solo da bacia.

É importante concluir que as teorias ecológicas serviram para direcionar o modo de observar o ecossistema e explicar suas tendências, entretanto no córrego do Cedro é primordial o inter-relacionamento das teorias com as características peculiares da região em estudo.

Conclui-se também a necessidade de amostragem de outras variáveis limnológicas para a inferência dos processos ecológicos, produção, respiração e decomposição, como por exemplo, a alcalinidade, a clorofila *a*, os nutrientes, DBO e entre outros. Portanto, fica evidente a necessidade de continuação do monitoramento e ainda, manter-se de mente aberta aos fatos novos que poderão surgir na bacia do córrego do Cedro.

BIBLIOGRAFIA

a) Livro

ESTEVES, F.A., 1998. **Fundamentos de Limnologia**. Interciência/FINEP, Rio de Janeiro: 575p.

FERRIER, R. C., EDWARDS, A. C., HIRST, D., et al., 2001, **Water Quality of Scottish Rivers: Spatial and Temporal Trends**, The Science of the Total Environment, v. 265, pp. 327-342.

WETZEL, R. G. **Limnology: lake and river ecosystems**. 3. ed. California: Academic Press, 2001.

b) Capítulo de livro

LIMA, W. P. 2003. **Relações hidrológicas em matas ciliares**. In: Henry, R. (Ed.). **Ecótonos nas Interfaces dos Ecossistemas Aquáticos**. São Carlos: Rima Editora, p. 301-312.

c) Artigo em revista

BARBOSA, F. A. R. (org.), 1994. *Workshop: Brazilian Programme on Conservation and Management of Inland Waters*. Acta Limnologica Brasiliensia, v. 5. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas/ Sociedade Brasileira de Limnologia.

MAROTTA, H., SANTOS, R. O.; ENRICH-PRAST, A. 2008. **Monitoramento limnológico: um instrumento para a conservação dos recursos hídricos no planejamento e na gestão urbano-ambientais**. Ambiente & Sociedade. Campinas.v. XI, n. 1 p. 67-79

POOLE, G. C. **Fluvial landscape ecology**: addressing uniqueness within the river discontinuum. *Freshwater Biology*, v. 47, p. 641 – 660, 2002.

REIS J. T., PEREIRA FILHO W. **Influência do uso e ocupação da terra no ecossistema aquático da sub-bacia hidrográfica do Arroio Cadena, em Santa Maria, RS**. *Ciência e Natura*, UFSM, 28 (1): 75 - 90, 2006.

VANNOTE, R. L., MINSHALL, G. W., CUMMINS, K. W., SEDELL, J. R. & CUSHING, C. E., 1980: **The river continuum concept**. – *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 130–137.

WARD, J. V. & STANFORD, J. A., 1983: **The serial discontinuity concept of lotic ecosystems**. In: FONTAINE, T. D. & BARTELL, S. M. (eds.): *Dynamics of Lotic Ecosystems*: 29–42. –Ann Arbor Science Publ., Ann Arbor, Michigan.

WARD, J. V., 1989: **The four dimensional nature of lotic ecosystems**. – *J. N. Am. Benthol. Soc.* 8: 2–8.

d) Artigo em anais de congresso ou simpósio

ARAUJO, A. P.; ROCHA, P. C. **Avaliação Espaço-Temporal de Erosão de Margens no Córrego do Cedro em Presidente Prudente, São Paulo, Brasil**. 12º Encontro de Geógrafos de América Latina - Montevideo, Uruguay 2009-ISBN 978 - 9974 - 8194 - 0 – 5.

e) Outros

ATTANASIO, C. M., RODRIGUES R. R., GANDOLFI S., NAVE A. G. **Adequação Ambiental De Propriedades Rurais Recuperação de Áreas Degradadas Restauração de Matas Ciliares. Apostila de Recuperação**. ESALQ/LERF, Piracicaba, 2006.

BISNAS, A. K. **Monitoramento Eficiente de Lagos**. Shiga: ONU. 541 p, 1990.

FREIRE, R. B. **Projeto Rios Vivos: Educação Ambiental no manancial Rio Santo Anastácio**. Presidente Prudente: Iniciação Científica/PIBIC, 2008.

PEREIRA FILHO, W. Influência dos Diferentes Tipos de Uso da Terra em Bacias Hidrográficas sobre Sistemas Aquáticos da margem Esquerda do reservatório de Tucuruí - Pará. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.