

VARIABILIDADE ESPACIAL E TEMPORAL DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICO EM AMBIENTE LÊNITICO

Spatial variability and temporary parameters physical and chemical in lentic environment

Maria Estela Casale Dalla Villa*
Tony Vinicius Moreira Sampaio**

***Universidade Federal do Paraná - UFPR**

Programa de Pós-Graduação em Geografia. Setor Ciências da Terra

Av. Cel. Francisco H dos Santos, 100 – Centro Politécnico – Campus Curitiba, Paraná, Brasil – CEP: 81531-980 –
Caixa Postal 19001
estelaqm1@hotmail.com

****Universidade Federal do Paraná - UFPR**

Programa de Pós-Graduação em Geografia. Setor Ciências da Terra

Av. Cel. Francisco H dos Santos, 100 – Centro Politécnico – Campus Curitiba, Paraná, Brasil – CEP: 81531-980 –
Caixa Postal 19001
tony2sampaio@gmail.com

RESUMO

Este trabalho destaca a importância do conhecimento da variabilidade espaço-temporal dos parâmetros físico-químicos, no ambiente lântico, em reservatório. Para compreender a variabilidade dos parâmetros físico-químicos é necessário entender a evolução do sistema e como ele reage a diferentes intervenções internas e externas do corpo d'água. Foram selecionados os parâmetros: temperatura da água, oxigênio dissolvido, turbidez e pH, devido a importância deles em qualquer estudo sobre qualidade de um recurso hídrico e também devido a vulnerabilidade a influências internas e externas. O estudo demonstra que não basta apenas a análise dos teores desses parâmetros, é necessário o conhecimento do funcionamento interno do corpo d'água, para poder inter-relacionar com os aspectos externos e assim conhecer a dinâmica da variabilidade espaço temporal dos parâmetros físico-químicos. Com esse conhecimento é possível compartimentar o ambiente aquático e identificar áreas mais impactadas.

Palavras-chaves: Fatores internos e externos. Parâmetros físico-químicos. Ambiente lântico.

ABSTRACT

This work highlights the importance of knowledge of the spatial and temporal variability of physical and chemical parameters in the lentic environment in the reservoir. To understand the variability of physical and chemical parameters is necessary to understand the evolution of the system and how it reacts to different internal and external interventions of the water body. The following parameters were selected: water temperature, dissolved oxygen, turbidity and pH, due to their importance in any study on quality of water resources and also due to vulnerability to internal and external influences. The study shows that not only just the analysis of the levels of these parameters, it is necessary to know the inner workings of the body of water, to be able to interface with the external aspects and thus know the dynamics of variability timeline of physic-chemical parameters. With this knowledge it is possible to compartmentalize the aquatic environment and to identify the most affected areas.

Keywords: Internal and external factors. Physicochemical parameters. Lentic environment.

1 INTRODUÇÃO

A água constitui elemento essencial à vida, sendo um componente da paisagem necessário à maioria das atividades humanas, razão pela qual são fundamentais os estudos que ampliem os conhecimentos sobre a qualidade dos recursos hídricos (SETTI et al., 2001; CANDIDO et al., 2011; PEPE; FREITAS FILHO, 2011).

A determinação da qualidade de um recurso hídrico depende, entre outros, do conhecimento da variabilidade espaço temporal dos parâmetros físicos, químicos e biológicos (ADAM, 1988; BRITO, 2008). É a partir da quantificação desses parâmetros que determinará a qualidade da água e, portanto, se esta pode cumprir suas finalidades de uso de acordo com a legislação – CONAMA (2005).

No entanto, há uma grande dificuldade para avaliar a variabilidade espaço-temporal dos parâmetros físico-químicos, devido principalmente à heterogeneidade e a vulnerabilidade do ambiente aquático.

Os parâmetros físico-químicos que caracterizam a qualidade das águas, principalmente em ambiente lântico, como no caso de reservatórios, são influenciados por vários fatores internos e externos do corpo d'água. Entre os principais fatores estão às características: climatológicas (radiação solar, ventos e precipitação), hidrológicas (vazão, intensidade e frequência de precipitação, tempo de retenção), morfométricas (volume, profundidade máxima, média e localização), geomorfológicas (forma, relevo, área, geologia, rede de drenagem, solos, etc.), antropogênicas e cobertura vegetal (NOGUEIRA, 1991; STRASKRABA e TUNDISI, 2000; FRANZEN, 2009).

As características internas associadas aos fatores externos influenciam na concentração e dispersão dos parâmetros físico-químicos, podendo variar significativamente ao longo de um gradiente longitudinal do corpo d'água.

Estudos realizados por Thorton et al. (1990) e Cossich et al. (2010) apontam que os reservatórios podem apresentar características físico-químicas distintas ao longo da extensão nortesul.

Baseado nas considerações acima, o objetivo do presente estudo é enfatizar que o ambiente lântico sofre diversas interferência de fatores internos e externos, e são esses fatores que determinam a variabilidade espaço temporal de parâmetros como pH, turbidez, temperatura da água e oxigênio dissolvido.

A seguir são apresentadas as principais características dos parâmetros físico-químicos escolhidos e sua vulnerabilidade frente aos fatores internos e externos do ambiente aquático lântico.

2 CARACTERÍSTICA DOS AMBIENTES LÊNTICOS

“Os ambientes lânticos são locais de águas quase paradas ou lentamente renovadas (lagos, lagoas, represas, reservatórios)” (OLIVEIRA e GOULART, pág.446, 2000). Em geral, apresentam padrões verticais e horizontais influenciados por fatores internos e externos, os quais determinam a dinâmica dos parâmetros físico-químicos da qualidade da água.

Reservatórios são geralmente, ambientes que exibem um grau de heterogeneidade espacial, devido a gradientes longitudinais na morfologia da bacia hidrográfica, velocidade da água, tempo de residência, sólidos suspensos e disponibilidade de luz e nutrientes, alta produtividade fitoplâncton (KIMMEL et al.,1990).

Xavier (2005) afirma que os reservatórios possuem capacidade de amortecimento, ou seja, eles podem resistir a certos níveis de poluição. No entanto acrescenta que esta capacidade de assimilação é limitada e o surgimento de problemas pode ocorrer durante um período relativamente curto, como consequência de uma entrada de poluentes, que pode durar por muito tempo em função do uso e ocupação do solo na bacia de contribuição.

Águas paradas geralmente são menos eficientes na dispersão de efluentes do que as águas correntes, favorecendo a produção primária (aumento de biomassa) nesses ambientes. Esse aumento

de matéria orgânica provoca formações descontroladas de algas que representam fortes desequilíbrios nos ecossistemas aquáticos.

Dentre os fatores que interferem na variabilidade dos teores dos parâmetros físico-químicos no ambiente lântico, de acordo com Tundisi et al. (2008) estão:

- Fatores externos: vento, precipitação, uso da terra, material particulado em suspensão, radiação solar, composição do solo da bacia, etc.
- Fatores internos: morfologia, profundidade, estratificação térmica, viscosidade da água, sedimento, macrófitas e fitoplâncton, tempo de residência, vazão, etc.

Assim a variabilidade dos parâmetros físico-químicos do ambiente lântico esta suscetível a muitas influências internas e externas e evolui em resposta de acordo com a sua intensidade.

3 VARIABILIDADE ESPAÇO TEMPORAL DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA

A abordagem espaço-temporal ajuda os pesquisadores no entendimento da dinâmica de distribuição e concentração das variáveis, bem como, na identificação das principais causas dessas variações, sendo elas naturais ou antrópicas (VELINI et al., 2005; TORRES et al., 2007; TUNDISI et al., 2008; PACHECO *et al.*, 2008).

Camargo (1997) enfatiza que durante muito tempo caracterizava-se a qualidade da água de uma determinada bacia apenas com a dimensão temporal, porém essas medidas pontuais nem sempre são representativas do estado de todo o recurso hídrico, portanto torna-se necessário avaliar as variações no espaço e no tempo.

De acordo com Pinto et al. (2003) a abordagem da variável “espaço” em pesquisas ecológicas foi durante muito tempo negligenciada, havendo preocupação apenas com a dimensão temporal, mas nos últimos anos têm sido apontada como um avanço nas pesquisas.

Resck (2007) analisou a variação horizontal de parâmetros (sólidos totais em suspensão, turbidez, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, nitrogênio total e clorofila) no reservatório da Pampulha em Belo Horizonte - MG. Destacou que as concentrações dessas variáveis apresentam nítido padrão no reservatório, reduzindo suas respectivas concentrações de forma gradual, da região próxima à ilha dos Amores em direção à barragem.

Da Silva et al. (2007) ao analisarem parâmetros de qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Mundaú (AL e PE) concluíram que a região do Alto Mundaú (cabeceras do rio) se apresentava altamente poluída por esgoto domésticos e industriais e, portanto, apresentou índices de oxigênio dissolvido menor que na outras sub-bacias. Já na região do Baixo Mundaú os índices de OD foram maiores devido à maior biodiversidade, como no caso de mangues que filtram parte dos compostos presentes no rio, e pela proximidade do mar, onde o rio deságua e promove trocas com a região. O pH é mais ácido no Alto Mundaú, também está relacionado a presença de matéria orgânica.

O trabalho de Buzelli e Cunha-Santino (2013) no reservatório de Barra Bonita - SP demonstrou que devido as intensas pressões antrópicas, o IQA não apresentou diferenças significativas para os períodos de estiagem e de chuvas, indicando assim elevado grau de trofia. Apenas encontraram pH levemente alcalino no período das chuvas e atribuíram esse resultado a processos fotossintéticos do fitoplâncton.

O Relatório de Qualidade das Águas Interiores do estado de São Paulo (CETESB, 2008) mostrou que os parâmetros de qualidade da água variaram ao longo dos pontos de amostragem, a depender da carga de esgoto doméstico/industrial e a presença de cianobactérias. Assim, a disposição dos pontos amostrais no recurso hídrico interfere diretamente na classificação do mesmo, podendo apresentar resultados divergentes ao longo do corpo d'água.

No trabalho de Corazza (2010) no reservatório da usina Hidrelétrica Dona Francisca - RS, o pH apresentou-se alcalino na maior parte do reservatório, com exceção de pequenas áreas, principalmente na confluência de pequenos tributários, o pH esteve mais ácido.

Mayer et al. (1998) realizaram pesquisa sobre a variação espaço-temporal da qualidade hídrica da bacia do rio Bodocongó – PB, demonstrando que em cada um dos pontos de coleta, as concentrações médias dos parâmetros (destacando OD, DBO, coliformes fecais, pH) não apresentaram diferenças estatisticamente significativas nos dois períodos estudados (estiagem e chuva). Entretanto, comparações realizadas entre os diferentes pontos ao longo da extensão do rio (pontos de P₀ – P₅) demonstraram haver diferenças significativas da qualidade da água, apresentando trecho com características bem definidas de autodepuração. Essa pesquisa mostra, por exemplo, que o índice de OD aumenta do P₀ (onde recebe efluentes da ETE-CG) até P₅ (confluência com o Rio Paraíba) e atribui esse resultado como consequência da mineralização da matéria orgânica, associado à reaeração atmosférica e a fotossíntese.

Verifica-se, portanto a importância da análise espaço-temporal, visto que os parâmetros físico-químicos são muito vulneráveis as modificações provocadas por fatores naturais ou antrópicos.

Existem muitos parâmetros diferentes que podem ser usados para medir a qualidade da água. No entanto, Carr e Rickwood (2008) destacam que alguns parâmetros como pH, temperatura, oxigênio dissolvido estão mais correlacionados com a biodiversidade em ambientes aquáticos.

Soares (2001) aponta que não existem critérios definidos e aceitáveis para escolha de variáveis, o critério de seleção de parâmetros leva em consideração os objetivos do estudo e a quantidade de recursos financeiros disponível.

Rodrigues et al. (2007) destacam que dos parâmetros utilizados, na sua pesquisa, a temperatura da água, turbidez, o pH e a concentração de oxigênio dissolvido foram os mais influenciados pelas estações do ano e também os que melhor representaram as condições do local de estudo.

Nesse estudo foram escolhidas as variáveis: temperatura da água, oxigênio dissolvido, potencial hidrogênico e turbidez, esses parâmetros físico-químicos são muito influenciados pelo tipo de ambiente aquático, e são primordiais para qualquer monitoramento de qualidade de água (SILVA et al., 2009). A seguir estão algumas características desses parâmetros no ambiente aquático.

3.1 Temperatura da água

Henry et al. (1997) destacam que devido ao calor específico da água, os corpos d'água apresentam amplitudes térmicas menores do que as obtidas na atmosfera, quase sempre a água está a temperatura média do lugar.

Esteves (1998) enfoca os estudos realizados por Ruttiner (1931), Li Kens (1975) e Fenchel e Jorgensen (1977) os quais mostram que a temperatura influencia na variabilidade dos parâmetros limnológicos.

Percebon et al. (2005) acrescentam que a temperatura de águas superficiais é afetada por processos naturais como, latitude, altitude, estação do ano, circulação do ar, cobertura de nuvens, vazão e profundidade do corpo hídrico. E também por processos antrópicos, tais como, descargas de efluentes com temperaturas diferentes, pelo represamento das águas e desmatamentos na área de drenagem.

Cunha et al. (2008) também destacam, que o conhecimento da variação da temperatura no corpo d'água é importante por três razões: as descargas de efluentes em diferentes temperaturas podem causar efeitos negativos no ecossistema aquático, a temperatura influencia as reações químicas e biológicas e no crescimento dos fitoplânctons e a variação da temperatura afeta a densidade da água e, como consequência, altera os processos de transporte.

Na pesquisa realizada por Moresco e Rodrigues (2006) no reservatório de Segredo – PR

verificaram que o aumento da temperatura favorecia o aumento de algas, esse resultado também foi verificado por Rodrigues (2005) e por Cetto et al. (2004).

A temperatura da água é um dos mais decisivos fatores ecológicos, considerado um dos principais limitantes na distribuição geográfica de muitas espécies de plantas e animais. Em águas de reservatório, as mudanças bruscas de temperatura podem causar efeitos deletérios às comunidades bióticas e alterar as características químicas da água (BRANCO e ROCHA, 1977 apud TRENTIN et al., 2009).

Segundo Odum (2001) grande parte dos organismos aquáticos possui pequena tolerância às oscilações de temperatura. Esteves (1998) afirma que para aumentos de 10° C na temperatura ocorre uma duplicação da taxa metabólica. Assim, quanto maior for a temperatura, maior será a eficiência metabólica, maior será a velocidade dos processos de biodegradação da matéria orgânica e conseqüentemente maior será o consumo de oxigênio dissolvido na massa de água (ESTEVES 1998).

3.2 Oxigênio dissolvido

Esteves (1998) destaca os trabalhos de Hoppe-Seyler (1895) e Thienemann (1925). Hoppe-Seyler, por ter sido o primeiro cientista a pesquisar detalhadamente a distribuição vertical desde gás em um lago, o lago Constance (Alemanha-Suíça), tendo demonstrado que no verão o oxigênio não se apresentava uniformemente distribuído na coluna d'água do lago Constance. Por sua vez Thienemann (1925) demonstrou que lagos rasos de regiões temperadas, apresentam *déficit* de oxigênio durante o verão, enquanto em lagos profundos, a decomposição da matéria orgânica não chegou a interferir expressivamente nos níveis de oxigênio da água. Portanto, estas pesquisas mostraram que o oxigênio dissolvido é susceptível à profundidade, temperatura e volume de água dos reservatórios.

De acordo com Champman (1986) e Esteves (1998) as principais fontes de oxigênio para a água são a atmosfera e a fotossíntese, por vegetação aquática (macrófitas e algas).

O oxigênio dissolvido se dissolve nas águas naturais proveniente da atmosfera, devido à diferença de pressão parcial. Este mecanismo é regido pela Lei de Henry, que define a concentração de saturação de um gás na água, em função de temperatura. (PIVELI, 2010, p1).

Esteves (1998), Cleto Filho (2006) e Nalms (2015) destacam que o aumento da temperatura e a diminuição da pressão, provoca a redução do oxigênio dissolvido na água. De acordo com Verweij et al. (2010) com o aumento da temperatura aumenta o consumo de oxigênio, principalmente pelas bactérias devido a aceleração da decomposição da matéria orgânica.

Uma vez que o oxigênio dissolvido é dependente da temperatura, as metas para o índice de qualidade de água global desenvolvido pelo Conselho Canadense de Ministros do Meio Ambiente (CCME, 1999) em união com a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos e de acordo com as Diretrizes Australianas estipularam que, onde a temperatura média da água for > 20 ° C a concentração de oxigênio dissolvido deve ser no mínimo de 6 mg/L; estações com temperatura média da água ≤ 20 ° C, o oxigênio dissolvido deve ter concentração mínima de 9,5 mg/L.

É importante destacar que a produção e a disponibilidade do oxigênio para um corpo d'água também dependem de fatores como, vegetais fotossintetizantes, ação dos ventos, ciclagem da matéria orgânica (CLETO FILHO, 2006).

Herzer (2013) em pesquisa realizada na Lagoa Peixoto – RS constatou que os elevados valores de OD podem ter sido consequência da fotossíntese realizada pelo fitoplâncton.

Valores de OD superiores à saturação são indicativos da presença de algas, enquanto que valores inferiores são indicativos da presença de matéria orgânica (PORTO, 1991).

Esteves (1998) destaca que em lagos rasos no período de chuvas, o oxigênio dissolvido tende a ser menor devido ao grande acréscimo de matéria orgânica, que pode ser proveniente de efluente, de escoamento superficial e ressuspensão do sedimento.

Outra fonte importante de matéria orgânica são os brejos, frequentemente encontrados às margens dos lagos rasos. Nestes, as comunidades de macrófitas aquáticas emersas produzem grande quantidade de biomassa, especialmente no período de seca e que no período de cheia é, em grande parte, drenada para o interior do lago. (ESTEVEES, 1998, p.43).

De acordo com CONAMA 357 para águas de classe II OD não pode ser inferior a 5 mg/L.

3.4 Potencial Hidrogênico (pH)

O potencial hidrogeniônico (pH) é a concentração de íons hidrogênio (H^+), sobre a qual é determinada se a água está em condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade, sendo que o pH varia de 0 a 14. O valor 7 é considerado neutro, valor abaixo indicam substâncias ácidas e valores acima indicam substâncias alcalinas (AOAC, 1995). Já Fernandes et al. (2005) o pH é considerado ácido (0-6,5), neutro (6,5 - 7,5) ou alcalino (7 - 14).

Há uma complexidade na interpretação dos valores de pH devido à quantidade de fatores que podem influenciá-lo. Fritzsons et al. (2003) afirmam que as variações do pH nos recursos hídricos são determinadas por fatores como: clima (temperatura, umidade, ventos, precipitação), tipos de rochas, vegetação, contribuição da água subterrânea, composição da água da chuva e flutuações de vazão. Esteves (1998) também destaca que entre os fatores que determinam o pH, estão principalmente à quantidade de material orgânico, a litologia da bacia que alimenta o lago e o fluxo de seus afluentes. Assim, "o pH pode ser considerado uma das variáveis ambientais mais importantes, ao mesmo tempo que uma das mais difíceis de se interpretar" (ESTEVEES, 1998, p.64).

O pH pode variar por razões naturais, como por exemplo, no caso da fotossíntese, que usa o dióxido de carbono dissolvido, que atua como o ácido carbônico (H_2CO_3) em água (WURTS e DURBOROW, 1992). Com a remoção de CO_2 , a acidez da água diminui e o pH aumenta. O pH pode ser mais elevado durante o dia e durante a estação de crescimento de macrófitas. Em contraste, a presença de matéria orgânica produz CO_2 , que se dissolve em água como ácido carbônico, diminuindo assim o pH (MOORE, 1989; MICHAUD, 1991). Alterações no pH podem aumentar a solubilidade do fósforo, tornando-o mais disponível para o crescimento de plantas, aumentando o consumo de oxigênio dissolvido. Como também, os metais que tendem a ser mais tóxicos, devido a sua solubilidade a pH mais baixo (JOHN; LEVENTHAL, 1995).

Borges *et al.* (2003) destacam que o tipo de solo, por onde a água percorre, pode interferir nos valores de pH no recurso hídrico, assim se o solo for ácido a água naturalmente tende apresentar características mais ácidas.

Hermes e Silva (2004) afirmam ainda que a radiação solar pode influenciar nos processos bioquímicos ocorrentes na água e, por isso o pH pode variar ao longo do dia.

De acordo com Macedo (2015) com a concentração de algas o pH tende aumentar a alcalinidade, isso porque as algas, ao realizarem fotossíntese, retiram muito gás carbônico, que é a principal fonte natural de acidez da água.

Segundo Maier (1987), Kleerekoper (1990) e Silva et al. (2009) um pH mais ácido está associado à presença de matéria orgânica e geralmente ocorrem em ambientes de águas mais paradas.

Herzer (2013) em pesquisa realizada na Lagoa Peixoto – RS, constatou que os elevados valores de pH podem ter sido consequência da alta atividade fotossintética do fitoplâncton.

Pinho (2001), Pedrozo e Kapusta (2010) destacam que em lagoas e represas pequenas, ricas em matéria orgânica, apresentam pH em torno de 4 a 5, e o sinal deste evento é a presença de bolhas arrebatando na superfície da água, exalando odor desagradável, resultado evidente da putrefação.

Fernandes et al. (2005, p.335) destacam que "no Brasil os lagos ácidos ocorrem em grande número na Amazônia central, no litoral e em regiões de turfeiras".

Carvalho et al. (2000) destacam que com o aumento das chuvas o pH tende a estar próximo da neutralidade, pois ocorre maior dissolução de compostos presentes na água.

De acordo com Esteves (1998) o pH pode ser elevado onde a precipitação é menor do que a evaporação, onde há concentrações de carbonatos e bicarbonatos e, em regiões cársticas.

O critério fixado pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA 357/2005) é que o pH esteja entre 6,5 e 9 para haver proteção da vida aquática e entre 6,5 e 8,5 para ser adequada ao abastecimento da população. De acordo com Lima (2001) o pH da grande maioria dos corpos d'água varia entre 6,0 e 8,0. De acordo com Fernandes et al. (2005) a maior parte dos lagos apresenta pH entre 6 e 9. Esteves (1998) e CETESB (2006) consideram pH entre 6 e 9 como faixa ideal para que se conserve a vida aquática. Nos sistemas de abastecimento público de água, segundo Richter e Netto (1991) o pH está geralmente compreendido entre 6,5 e 9,5.

3.5 Turbidez

Segundo Esteves (1998) a turbidez é a capacidade que a água tem em dispersar a radiação solar. Portanto, a importância de sua determinação se deve ao fato de que a alta turbidez reduz a penetração da luz, prejudicando o processo de fotossíntese. As principais fontes estão relacionadas com a presença de materiais em suspensão, de tamanho e natureza variadas, provenientes de lamas, areias, matéria orgânica e inorgânica finamente dividida, plâncton e outros organismos microscópicos (PEIXOTO, 2007).

A topografia, a vegetação, o tipo e uso do solo e ação do vento são fatores que influenciam na turbidez da água. Por isso após períodos de chuvas é natural que grandes quantidades de materiais sejam transportadas para os rios e lagos aumentando a turbidez (LUÍZ; PINTO e SCHEFFER, 2012).

No trabalho realizado no reservatório de Barra Bonita (SP) por Buzelli e Cunha-Santino (2013) apontou que os maiores valores de turbidez ocorrem no período de chuvas. Moresco e Rodrigues (2006) em estudo realizado no reservatório de Segredo (PR) relacionaram os maiores valores de turbidez com o aumento de chuvas.

Andreoli e Carneiro (2005) acrescentam que as algas, comportando-se na água como partículas em suspensão, também influenciam no parâmetro da turbidez. Nos eventos de floração, este parâmetro pode atingir valores elevados.

Na pesquisa realizada por Cetto et al. (2004) no reservatório Iraí encontraram os maiores valores de turbidez em torno de 30 NTU no mês de julho e relacionaram esse resultado à grande concentração de algas.

A Resolução CONAMA 357/2005 determina para águas de classe I até 40 Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT); para as classes II, III e IV são toleráveis índices até 100 UNT. Os padrões internacionais da água de consumo humano, da Organização Mundial da Saúde (OMS), recomendam um nível de turbidez de até 5 UNT.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ambiente aquático é susceptível a fatores internos e externos, os quais influenciam na variabilidade dos parâmetros de qualidade da água. A inter-relação entre esses fatores tanto pode aumentar como dispersar a concentração dos parâmetros físico-químicos.

Portanto, não basta analisar apenas os teores dos parâmetros, é preciso correlacionar os teores com os fatores internos e externos do ambiente aquático e assim conhecer sua variabilidade no tempo e no espaço. Esse conhecimento é muito importante, visto que o corpo d'água tem seu uso determinado de acordo com os valores dos parâmetros e, este pode apresentar variabilidade ao longo do corpo d'água e no decorrer das estações do ano. O corpo d'água também pode apresentar áreas mais impactadas e, se identificadas, facilitam o seu monitoramento.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

ADAM, J. A. **Extracting Power from Amazon basin**. IEEE Spectrum v. 25. 1998.

ANDREOLI, C. V.; CARNEIRO, C. **Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados**. Curitiba. Editora Gráfica Capital. 500p. 2005.

BORGES, M. J.; GALBIATTI, J. A.; FERRAUDO, A. S. Monitoramento da qualidade hídrica e eficiência de interceptores de esgotos em cursos d' água urbanos da Bacia Hidrográfica do Córrego Jaboticabal. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.8, n.2, p.161171, 2003.

BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. da. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP. **Revista Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**: V.8, n.1, 2013.

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Resolução n° 357, de 23 de janeiro 2005. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama>. Acesso em: 14 jul. 2013.

CAMARGO, E. C. G. **Desenvolvimento, implementação e teste de procedimentos geostatísticos (Krigagem) no sistema de processamento de informações georreferenciadas (Spring)**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, SP. 1997.

CANDIDO, G. A., LIRA, W. S., LACERDA, C. S.; BATISTA, T. S. Análise dos modelos de indicadores de sustentabilidade para gestão de recursos hídricos. ENCONTRO NACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE - ENGEMA. **Anais... XIII Engema**. Acesso em 29 de novembro de 2015, disponível em <http://www.engema.org.br/upload/pdf/2011/261-205.pdf>. 2011.

CARR, G. M.; RICKWOOD, C. J. **Water Quality: Development of an index to assess country performance**. UNEO GEMS/Water Programme. Canada. 2008.

CARVALHO, A. R.; SCHLITTLER, F. H. M.; TORNISIELO, V. L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. **Química Nova**, São Paulo, v. 23. 2000.

CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENTAL (CCME). **Canadian environmental quality guidelines**. Winnipeg. 1999.

CETTO, J. M.; LEANDRINI, J. A.; FELISBERTO, S. A.; RODRIGUES, L. Comunidade de algas perifíticas no reservatório de Iraí, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**. Maringá. V.26. 2004.

CETESB - Companhia Estadual Técnica de Saneamento. **Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo**. 2008. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 08 nov. 2014.

CUNHA, C. L. da N.; FRANZ, G. A. S.; FERREIRA, A. P.; ROSMAN, P. C. C. **Modelagem Ambiental do Reservatório do Iraí**: estudo preliminar da variação de temperatura. II Simpósio de Recursos Hídricos do Sul-Sudeste. 2008.

CHAMPMAN, D. V. **Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring.** 1996.

CLETO FILHO, S. E. N. O clima e a vida no ambiente aquático. *Limnologia - Eventos térmicos em corpos d'água afetam organismos que ali vivem.* **Ciência Hoje**, vol.38, nº224. 2006.

CORAZZA, R. **Relações entre variáveis espectrais e limnológicas no reservatório da Usina Hidrelétrica Dona Francisca - RS.** Dissertação de mestrado. UFSM, RS. Santa Maria, RS. Brasil. 2010.

COSSICH, E. S.; SOARES, P. F.; TRAIN, S.; **Caderno de curso: sistemas de informações ambientais.** Maringá: Universidade Estadual do Paraná. 2010.

DA SILVA, D. F.; DE SOUZA, F. D. A. S.; KAYANO, M. T. Avaliação dos impactos da poluição nos recursos hídricos da bacia do rio Mundaú (AL e PE). **Revista de Geografia** (Recife), 24(3), 210-223. 2010.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia.** 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FERNANDES, L. F.; LAGOS, P. D.; WOSIACK, A. C.; PACHECO, C. V.; DOMINGUES, L.; ZENHDER-ALVES, L.; COQUEMALA, V. Comunidades Fitoplanctônicas em Ambientes Lênticos. In: ANDREOLI, C. V., CARNEIRO, C. (Eds.). **Gestão de Mananciais de Abastecimento Eutrofizados.** Curitiba: SANEPAR. 2005.

FRANZEN, M. **Dinâmica do fósforo na interface água-sedimento em reservatório.** Tese. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre - Rio Grande do Sul. 2009.

HENRY, R., Nunes, M. A., MITSUKA, P. M., Lima, N. de; Casanova, S. M. C. Variação Espacial e Temporal da Produtividade Primária pelo Fitoplâncton na Represa de Jurumirim (Rio Paranapanema, SP). **Revista Brasileira de Biologia.** 58(4): 571-590. 1997.

HERMES, L. C.; SILVA, A. S. **Avaliação da Qualidade das águas: manual prático.** Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2004.

HERZER, L. A. **Aspectos morfológicos e diagnóstico da qualidade da água da Lagoa Peixoto, litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2013.

KIMMEL, B. L.; LIND, O. T.; PAULSON, L. J., 1990, Reservoir primary production. In: THORNTON, K. W.; KIMMEL, B. L.; PAYNE, F. E., (eds.), **Reservoir Limnology: Ecological perspectives,** A. Wiley – Interscience Publication, New York. 1990.

KLEEREKOPER, H. **Introdução ao estudo da limnologia.** Porto Alegre. Ed. da UFRGS. 2a. ed. 1990.

JOHN, D. A.; LEVENTHAL, J. S. **Bioavailability of metals.** Preliminary compilation of descriptive geoenvironmental mineral deposit models, 10-18. 1995.

LIMA, E. B. N. R. **Modelagem integrada para gestão da qualidade da água na Bacia do Rio Cuiabá.** 2001. 184 f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ. 2001.

LUÍZ, Â. M. E.; PINTO, M. L. C.; SCHEFFER, E. W. de O. **Parâmetros de cor e turbidez como indicadores de impactos resultantes do uso do solo, na bacia hidrográfica do rio Taquaral, São Mateus do Sul - Pr.** Raega - O Espaço Geográfico em Análise, 24. 2012.

MACEDO, J. A. B. **Águas & Águas.** 2 ed. Belo Horizonte - MG: CRQ-MG. 2004.

MAIER, M. H. **Ecologia da bacia do rio Jacaré Pepira (47°55" - 48°55"W; 22°30" - 21°55"S - Brasil):** qualidade da água do rio principal. *Ciência e Cultura*, 39(2): 164-185.1987.

MAYER, M. G. R.; CEBALLOS, B. S. O.; LUCENA, J. H.; KONING, A.; SUASSUNA, E. N. Variação espaço-temporal da qualidade das águas de um rio poluído com esgoto doméstico (PB - Brasil). XXVI Congresso Internacional de Ingeniería Sanitária y Ambiental. Lima – Perú. **Anais...** 1998.

MICHAUD, J. P. **A citizen's guide to understanding and monitoring lakes and streams.** Publications Office, Olympia, WA, USA v.360, 407-7472, 1991.

MOORE, M. L. **NALMS management guide for lakes and reservoirs.** North American Lake Management Society. Madison, USA, 1989.

MORESCO, C.; RODRIGUES, L. Cianobactérias perifíticas nos reservatórios de Segredo e Iraí, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences.** Maringá. 2006.

NALMS, **Management guide for lakes and reservoirs.** North American Lake Management Society, P.O. Box 5443, Madison, WI, 53705-5443, USA. 1987.

NOGUEIRA, V. P. Q. Qualidade da água em lagos e reservatórios. In: PORTO, R.L.L. (Org.). **Hidrologia ambiental.** São Paulo: ABRH. p. 165-210. 1991.

ODUM, E. P. **Fundamentos de Ecologia.** 6ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. 927p. 2001.

OLIVEIRA, E. F. DE; GOULART, E. Distribuição espacial de peixes em ambientes lênticos: interação de fatores. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, 22, 445-453. 2000.

PACHECO, A. C. G.; ALBRECHT, M. P.; CARAMASCHI, E. P. **Ecologia de duas espécies de *Pachyurus* (Perciformes, Sciaenidae) do rio Tocantins, na região represada pela UHE Serra da Mesa, Goiás.** Iheringia. 2008.

PEDROZO, C. da S.; KAPUSTA, S. C. **Indicadores Ambientais em ecossistemas quáticos.** Porto Alegre: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. 2010.

PEIXOTO, J. **Análises físico-químicas:** cor,turbidez, pH, temperatura, alcalinidade e dureza. S.l.: Laboratórios de tecnologias ambientais MIEB, 2007.

PEPE, T. A. de P.; FREITA FILHO, J. D. de. O conhecimento participativo na constituição do comitê de bacia hidrográfica do Rio Ivinhema - Mato Grosso do Sul - Brasil. II Congresso Brasileiro de gestão Ambiental. **Anais...** 2011.

PERCEBON, C. M.; BITTENCOURT, A. V. L.; FILHO, E. F. da R. Diagnóstico da temperatura das águas dos principais rios de Blumenau, SC. **Boletim Paranaense de Geociências**, n. 56, p. 7-19.

Editora UFPR. 2005.

PINHO, A. GOMES. **Estudos da qualidade das águas do rio Cachoeira - Região Sul da Bahia**. Dissertação. Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus - Bahia. 2001.

PINTO, M. P.; BINI, L. M.; DINIZ-FILHO, J. A. F. Análise quantitativa da influência de um novo paradigma ecológico: autocorrelação espacial. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, v.25.2003.

PIVELI, R. P. **Aula 10 - oxigênio dissolvido e matéria orgânica em águas**. Curso: “Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos”. 2010. Acesso em: 12/02/2015. Disponível: [em:http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:UQ3UVcXoQ3cJ:www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Fernando/leb360/Fasciculo%252010%](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:UQ3UVcXoQ3cJ:www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Fernando/leb360/Fasciculo%252010%25).

PORTO, M. F. A.; BRANCO, S. M.; LUCA, S. J. Caracterização da qualidade da água. In: PORTO, R. L. L. (Org.). **Hidrologia Ambiental**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos. 1991.

RICHTER, C. A.; NETTO, J. M. A. **Tratamento de água. Tecnologia atualizada**. São Paulo: Edgard Blücher, 1991.

RODRIGUES, R. dos S. **As Dimensões Legais e Institucionais de Reuso de Água no Brasil: Proposta de Regulamentação do Reuso no Brasil**. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2005.

RODRIGUES, F. M.; PISSARRA, T. C. T. **Monitoramento hidrológico de uma bacia hidrográfica com diferentes usos do solo na região de Taquaritinga, Estado de São Paulo**. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. São Paulo. 2007.

SILVA, D. F. da; GALVÍNIO, J. D.; ALMEIDA, H. R. R. de C. **Análise Espaço-Temporal de Parâmetros de Qualidade de Água no Alto São Francisco e Sua Relação com Intervenções Antrópicas**. Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 2, p. 492-518, mai /ago 2009.

SETTI, A. A.; LIMA, J. E. F. W.; CHAVES, A. G. de M.; PEREIRA, I. C.; **Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Agência Nacional de Energia Elétrica; Agências Nacionais de Águas, 3ª ed., Brasília, 2001.

SOARES, P. F. **Projeto e avaliação de desempenho de redes de monitoramento de qualidade da água utilizando o conceito de entropia**. Tese (doutorado) -Escola Politécnica, Departamento de engenharia Hidráulica e Sanitária, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

STRASKRABA, M.; TUNDISI, J. G. **Gerenciamento da qualidade da água de represas**. São Carlos: ILEC/IEE. 258 p. (Diretrizes para o Gerenciamento de Lagos, v. 9). 2000.

TORRES, I. C.; RESCK, R. P e PINTO-COELHO, R. M. Mass balance estimation of nitrogen, carbon, phosphorus and total suspended solids in the urban eutrophic, Pampulha reservoir, Brazil. Revista: **Acta Limnologica**. Brasiliensis. 2007.

TUNDISI, J. G. **Limnologia do século XXI: perspectivas e desafios**. São Carlos, 1999.

TRENTIN, A. B.; KRAMER, G.; BARBOSA, C. C. F.; RUDORFF, C. M.; FILHO, W. P.; NOVO,

E. M. L. M. Geoestatística aplicada ao estudo da relação entre profundidade e turbidez no Lago Grande de Curuai/PA. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, **Anais...** Natal, Brasil. 2009.

THORNTON, K. W. Perspectives on reservoir limnology. In: THORNTON, K. W.; KIMMEL, B.; PAYNE, F. E. **Reservoir Limnology: Ecology: Ecological perspectives**. John Wiley and Sons. New York. 1990.

VELINI, E. D.; NEGRISOLI, E.; CAVENAGHI, A. L.; CORRÊA, M. R.; BRAVIN, L. F. N.; MARCHI, S. R.; TRINDADE, M. L. B.; ARRUDA, D. P.; PADILHA, F. S. Caracterização da qualidade de água e sedimento na UHE Americana relacionados à ocorrência de plantas aquáticas. Revista: **Planta Daninha**. Viçosa- Minas Gerais. 2005.

VERWEIJ, W.; VAN DER WIELE, J., VAN MOORSELAAR, I.; VAN DER GRINTEN, E. **Impact of climate change on water quality in the Netherlands**. RIVM rapport 607800007. 2010.

WURTS, W. A.; DURBOROW, R. M. **Interactions of pH, carbon dioxide, alkalinity and hardness in fish ponds**. Stoneville, Mississippi: Southern Regional Aquaculture Center. 1992.

XAVIER, C. da F. **Avaliação da Influência do uso e ocupação do solo e de características geomorfológicas sobre a qualidade das águas de dois reservatórios da região metropolitana de Curitiba - PR**. Dissertação. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2005.

Data de submissão: 13.11.2014

Data de aceite: 19.10.2016

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.