

Alterações limnológicas de ambientes lênticos relacionadas as condições da bacia hidrográfica – rio Jacuí-mirim – RS

Limnological alterations on lentic environments related to the conditions of the watershed – Jacuí-Mirim River – RS

Gisieli Kramer ¹, Waterloo Pereira Filho ² e Carla Carginin Faccin ³

¹ Doutoranda PPGGEO, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, Brasil

gisieli@outlook.com.br

² Professor Depto. Geociências, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, Brasil

waterloopf@gmail.com

³ Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, Brasil

carlaefaccin@hotmail.com

Resumo

Em estudos limnológicos a influência de ambientes terrestres e das condições meteorológicas vêm alterando as características naturais dos elementos opticamente ativos das águas. Diante deste problema, o estudo propôs identificar, analisar e reunir evidências que justificam a variação da concentração de Totais de Sólidos em Suspensão (TSS), pH e Condutividade Elétrica (CE) na bacia hidrográfica do rio Jacuí Mirim, RS, Brasil. As coletas limnológicas realizaram-se em outubro de 2009, em três estações amostrais situadas na área de estudo. Os dados obtidos em campo e em laboratório foram interpretados e complementados com informações de outros trabalhos desenvolvidos na área de estudo. Observou-se que as alterações das características naturais causadas no ambiente aquático evoluem em resposta a diferentes e variadas influências, principalmente de áreas predominantemente rurais. Tal questão ficou evidente, mediante os valores expressivos (máximo de 14 mg/L) mostrados para a concentração do TSS. Em relação ao maior valor do pH (7,5) acredita-se que ocorreu devido a influência de sedimentos provenientes de solos agricultáveis que utilizam calcário para corrigir os solos. A CE apresentou boa condição (máximo de 26,9 µS/cm) mas que, assim como o pH, a CE e outros parâmetros de análise, devem ser constantemente verificados para uma conclusão mais precisa.

Palavras-chave: *Limnologia. Bacia Hidrográfica. Precipitação pluviométrica.*

Abstract

On limnological studies, the influence of terrestrial environments and the meteorological conditions have been altering the natural characteristics of the optically active elements of water. Facing this problem, the following study proposes to identify, analyze and gather evidences supporting the variation on TSS concentration, pH and CE on the watershed of the Jacuí-Mirim River, RS, Brazil. The limnological collections were performed in October 2009, on three sample stations located on the site of study. The data collected on site and in the laboratory were interpreted and complemented with information of other works done on the same field of study. It was observed that the alterations of the natural characteristics caused on the aquatic environment evolve due to a variety of on influences, mainly on predominantly rural areas. Such finding was evident because of expressive values found for TSS concentration (maximum of 14 mg/L). It is believed the highest value of pH (7.5) is due to the influence of sediments deriving from farmable soils that use limestone for correction. The CE presented good conditions (maximum of 26.9 µS/cm). However, it is needed to constantly verify pH, CE and other parameters of analysis in order to achieve a more precise conclusion.

Keywords: *Limnology. Watershed. Rainfall.*

1 Introdução

Estudos de rios, lagos, represas e áreas alagáveis têm se intensificados nos últimos anos em diversas áreas do conhecimento, evidenciando o caráter multidisciplinar que a limnologia contempla. Em todo caso, o que preocupa são as distintas e variadas influências que tais ambientes aquáticos vêm recebendo, na maioria das vezes, com a alteração das suas características naturais.

Em bacias hidrográficas o transporte de materiais e substâncias para dentro dos afluentes pode ocorrer naturalmente por meio das precipitações, porém, quando em excesso, causam alterações na qualidade da água. Tal fato, tem forte relação com as ações antrópicas realizadas no entorno, caracterizadas com os usos da terra sem considerar seu manejo adequado (ESTEVES, 1998).

O excesso de materiais orgânicos como “[...esgoto doméstico, resíduos poluidores, substâncias tóxicas...]”, detalhados por Hadlich e Scheibe, (p. 245, 2007), juntamente com os desflorestamentos de bacias hidrográficas estudadas por Kramer (2009) e a precipitação, com a elevação do fluxo de água e materiais particulados ao ambiente aquático (Ford, 1990 e Thornton, 1990) são alguns dos fatores que podem proporcionar degradação da qualidade e a eutrofização das águas.

Os componentes opticamente ativos das águas são importantes indicadores ambientais de tais influências. Nesse sentido, a busca por respostas sobre a relação entre o impacto (e a causa) dos elementos opticamente ativos na qualidade dos ambientes aquáticos é um assunto que vem ganhando espaço em estudos que envolvem suas coletas e análises (NOVO, 2001; PEREIRA FILHO, BARBOSA e NOVO, 2005; TRENTIN, 2009; CORAZZA, 2010; SANTOS e PEREIRA FILHO, 2013), e, portanto, a necessidade de estudos contínuos sobre este tema.

Nesses estudos ressalta-se que o TSS compreendido por Todeschini (2004) como sólidos orgânicos e inorgânicos em suspensão transportados pela água com um diâmetro maior que 0,45 μm . Esteves (p. 53, 1998) detalha que “A fração orgânica é representada principalmente pelo fitoplâncton, zooplâncton e substâncias húmicas. A fração inorgânica é constituída principalmente de silte e argila”.

Outro importante indicador ambiental para monitorar a qualidade das águas é o pH (potencial de hidrogênio), usado universalmente para expressar o grau de acidez ou basicidade de uma solução por meio da concentração de íons de hidrogênio nessa solução. A interpretação se baseia em uma escala que varia de 0 a 14. Valores abaixo de 7 apresentam tendências ácidas nas águas enquanto que os valores acima de 7 indicam tendências de basicidade (CETESB, 2011).

Destaca-se também o estudo da condutividade elétrica (CE) a qual é definida pela capacidade de uma solução conduzir corrente elétrica. Considerando-se que a capacidade de uma solução em conduzir a corrente elétrica baseia-se na concentração dos íons presentes, quanto maior a concentração iônica, maior será a condutividade elétrica. Há que considerar ainda, que a atividade iônica de uma solução é fortemente dependente de sua temperatura, aumentando cerca de 2% a cada °C. Desse modo, em limnologia, adotou-se para realização de leituras de CE a temperatura de 25 ° C. Além disso, o valor de condutividade elétrica é inversamente proporcional ao valor de índice pluviométrico, ou seja, quanto maior o valor da CE, menor o valor do índice pluviométrico, e vice-versa (CETESB, 2011).

Diante do exposto, o estabelecimento de uma relação entre as alterações de variáveis limnológicas e seus fatores de influência pode melhorar o entendimento sobre as estratégias de controle da qualidade das águas. Com esse foco, a análise de dados limnológicos e dos fatos que permeiam tal tema, baseou-se na hipótese de que as alterações das variáveis estudadas são dependentes da ação antrópica. Assim, o objetivo do estudo é o de identificar, analisar

evidências que justificam a variação da concentração do TSS, pH e CE em ambiente lântico em função de ações antrópicas presentes na bacia hidrográfica do rio Jacuí Mirim, RS, Brasil.

1.1. Caracterização da área de estudo

No alto curso da bacia hidrográfica do rio Jacuí, região sul do Brasil, foram construídas cinco usinas hidrelétricas para o aproveitamento do seu potencial hidrelétrico – Ernestina, Passo Real, Jacuí, Itaúba e Dona Francisca. A maior destas, a Usina Hidrelétrica Passo Real, apresenta três principais bacias de captação: a bacia hidrográfica do rio Jacuí, Ingaí e Jacuí mirim. Esta última, objeto deste estudo (Figura 01). A área da bacia abrange os municípios de Quinze Novembro e Santa Barbara do Sul (CEEE-GT, 2011).

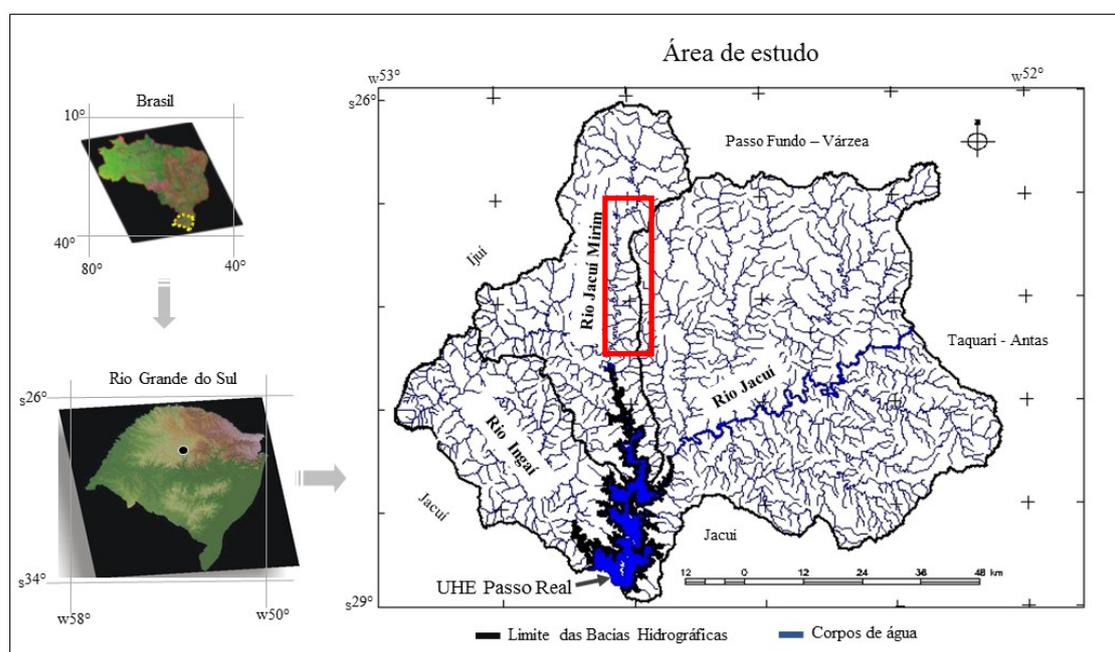


Figura 01 – Localização da bacia hidrográfica do rio Jacuí Mirim
Fonte: Mapa nacional e estadual Embrapa (2007).

O rio Jacuí Mirim nasce no município de Santa Bárbara do Sul e apresenta área de aproximadamente 157.182,75 hectares. Contempla usos terrestres predominantemente rurais, incluindo a pecuária e rotação de culturas principais da soja, milho e pastagens (KRAMER, 2009). Esta condição é beneficiada pela então, variedade climática da região. O sistema taxonômico de Köppen-Geiger (Cfa) detalha temperaturas médias entre -3°C e 18°C no mês mais frio e superiores a 22°C no mês mais quente. A pluviometria é bem distribuída durante o ano, sem grandes períodos de estiagem (FRIEDRICH, 1993).

2 Metodologia

Para a obtenção dos dados limnológicos de TSS, pH e CE foram realizadas coletas no dia 21 de outubro de 2009, em três estações amostrais situadas na bacia do rio Jacuí Mirim (Figura 02).

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA

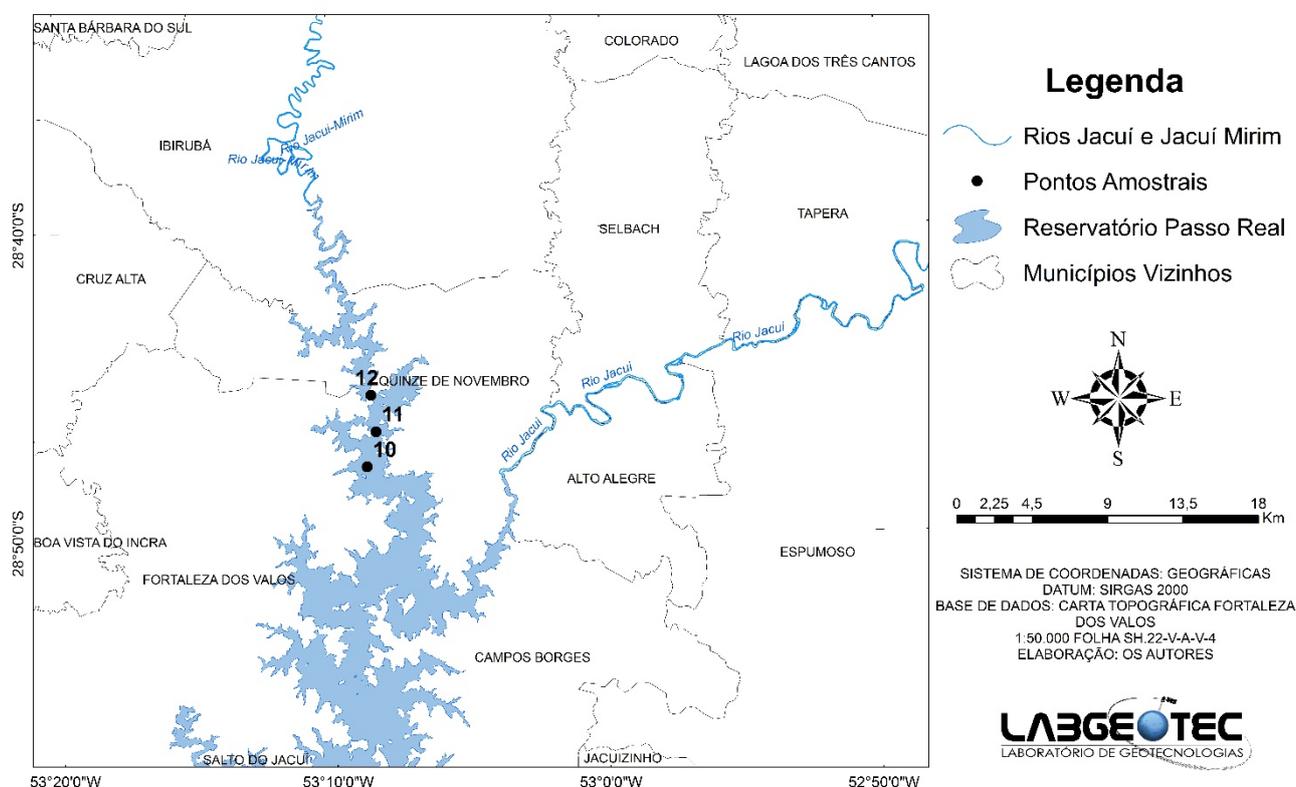


FIGURA 02 – Localização de estações amostrais em relação ao compartimento aquático do rio Jacuí-Mirim no reservatório de Passo Real.

Ainda em campo, foram identificados os valores do pH e da CE, com o peagâmetro digital portátil pHTeh PH100 e o condutivímetro ORION 815, respectivamente. Para o pH, a calibração foi realizada com soluções padrões pH 4 e pH 7, enquanto que para a CE, utilizou-se a solução 1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$. (CORAZZA, 2010).

Em laboratório, mediante o método de filtragem, determinou-se os valores do TSS. Os filtros passaram por uma secagem inicial de 24 h sob uma temperatura de 50° para a perda de umidade. Em seguida, os filtros foram pesados para a obtenção do peso inicial (Pi), e posteriormente, em uma segunda secagem e pesagem, obter-se o peso final (Pf). O resultado final foi calculado mediante fórmula específica, descrita em Wachholz (2007).

Na análise e discussão dos resultados, tais dados obtidos em campo e em laboratório foram interpretados com a complementação de dados e informações de outros trabalhos desenvolvidos na área de estudo. Tal complementação é compreensiva, uma vez que, o objetivo proposto neste trabalho faz parte de um projeto maior de estudos limnológicos na região. Logo, a integração de análises de dados e informações foi fundamental para alçar considerações mais precisas sobre o tema.

3 Resultados e discussões

Os dados na figura 03 apresentam a variação dos valores de TSS das estações amostrais 10, 11 e 12, coletadas em outubro de 2009 na bacia do rio Jacuí Mirim. Tal variável é um dos principais indicadores da qualidade das águas, apresentando alterações quando o ambiente aquático recebe contribuições em excesso de materiais e substâncias do

ambiente terrestre. Normalmente, a fase agrícola que determinada cultura abrange, o manejo inadequado dos solos, as práticas de desmatamentos e o uso desmedido de agrotóxicos são algumas das causas que podem influenciar significativamente na concentração do TSS (PRADO; BARBIERI; SANTOS; PEREIRA FILHO, 2011).

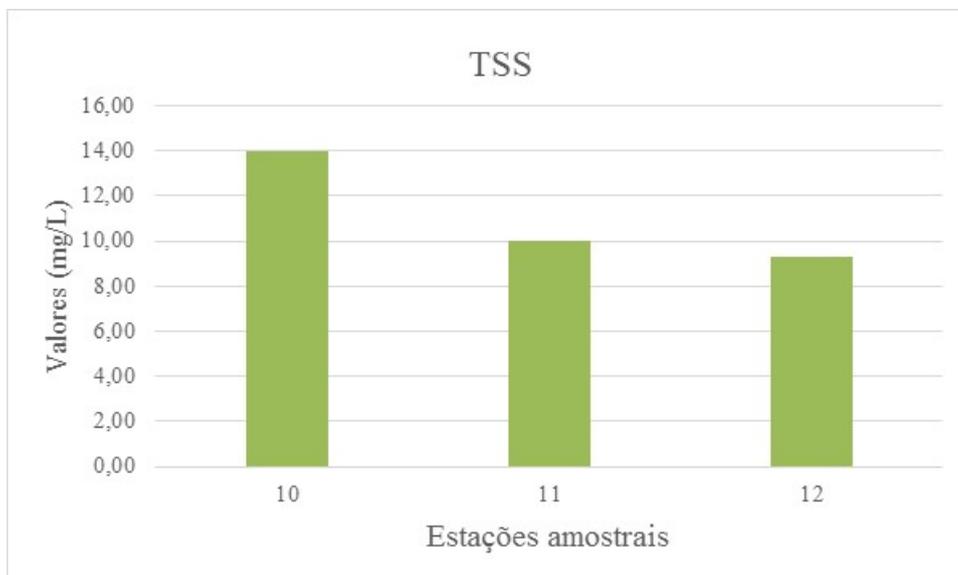


Figura 03 – Variação do TSS nas estações amostrais da bacia em outubro

A estação amostral 10, por exemplo, apresentou a maior concentração, com 14 mg/L, seguido das estações 11 e 12, com concentração de 10 mg/L e 9,33 mg/L, respectivamente. Características semelhantes já foram mostradas em um estudo realizado por Kramer (2009), na mesma área de estudo. Na ocasião, porém, a concentração do TSS foi menor e a máxima concentração não ultrapassou 5 mg/L. Resultado consistente, uma vez que na época de coleta do TSS (fevereiro) o solo encontrava-se coberto com a cultura da soja.

Comumente, nas coletas realizadas em outubro, o solo está mais exposto, pois é a fase de preparação para o plantio, com técnicas de exposição do solo. No estudo da dinâmica da vegetação e uso da terra na bacia hidrográfica do Alto Jacuí realizado por Gaida, Pereira Filho, Wachholz e Konrad (2012) esta questão foi evidenciada, pois uma grande porção da bacia apresentou NDVI entre 0,3 a 0,65, ou seja, constatou-se que grande porção da bacia do rio Jacuí Mirim, destinava-se à agricultura. Por conseguinte, a ausência de maiores índices de áreas florestais no entorno da bacia (apenas 35,45%) é outro aspecto que pode contribuir para o aumento do escoamento superficial, diminuindo a taxa de infiltração do solo (KRAMER; TRENTIN; PEREIRA FILHO, 2008). Há, ainda, que considerar a precipitação que antecedeu a coleta (Figura 04), ocorreu 22 mm de precipitação pluviométrica no quarto dia anterior a realização do trabalho de campo. Este evento ajuda a explicar a influência do ambiente terrestre no ambiente aquático, com o possível carreamento de materiais e substâncias.

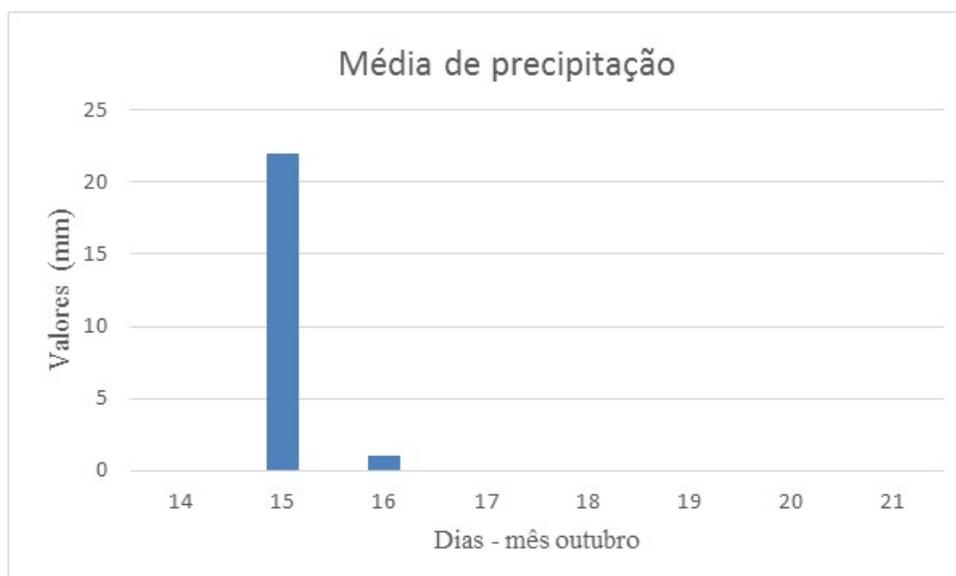


Figura 04 - Média de precipitação dos municípios da bacia do rio Jacuí Mirim

Fonte: Defesa civil, 2009.

Sobretudo, o aumento da concentração do TSS pode sugerir também a presença de macrófitas aquáticas, uma vez que, a maior disponibilidade de nutrientes no ambiente aquático favorece o aparecimento dessa vegetação na água. Em geral, comunidades de fitoplâncton ocorrem naturalmente em reservatórios e são componentes importantes deste ambiente aquático. No entanto, quando este ambiente apresenta alterações expressivas, com altas concentrações de nutrientes (carreados do meio terrestre), a radiação solar e a temperatura em condições ideais de reprodução, podem-se desenvolver rapidamente e em excesso (REYNOLDS, 2006). Episódios de florações de algas já foram identificadas a jusante da área de estudo, e para a mesma época de análise, em outubro, no período compreendido de 1981 a 2011 (SARMENTO e PEREIRA FILHO, 2015).

Em outra análise, da CE, a relevância na discussão é semelhante. Nesta variável é dada a concentração iônica da água, a qual é um indicativo na determinação de poluição e de nutrientes no ambiente aquático, devido a sua possível troca iônica com o meio. Além disso, diferentemente da concentração do TSS, a CE é inversamente proporcional ao índice de pluviometria, ou seja, quanto menor for a precipitação maior será o índice da CE. (ESTEVES, 1998). Assim, níveis superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ da CE certamente indicam ambientes impactados. Além disso, podem sugerir características corrosivas da água (CETESB, 2011).

Na análise dos resultados observa-se que os valores da CE aumentaram no sentido do fluxo da água, com variações de 26,3 a 26,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Tal resultado pode ter influência da precipitação ocorrida na época (Figura 05), e certamente, contribuições terrestres da área de estudo, predominantemente rural. A quantidade de sais acrescentada na água, altera a CE, de modo que, quanto menos sólidos dissolvidos são adicionados, menor a concentração da variável (CETESB, 2011).

Diante desta variável é importante destacar que a temperatura no momento da coleta foi de 25 ° C, pois a atividade iônica de uma solução apresenta dependência expressiva da temperatura, com o aumento de 2% a cada ° C. (ESTEVES, 1998). Valores menores encontrados nas estações 11 e 12, podem estar representando o período sem chuva. Trentin (2009) considerou o volume do compartimento aquático para explicar as concentrações inferiores de CE para o mês de junho e setembro no reservatório Passo Real, em um estudo sazonal sobre a variável. A autora constatou

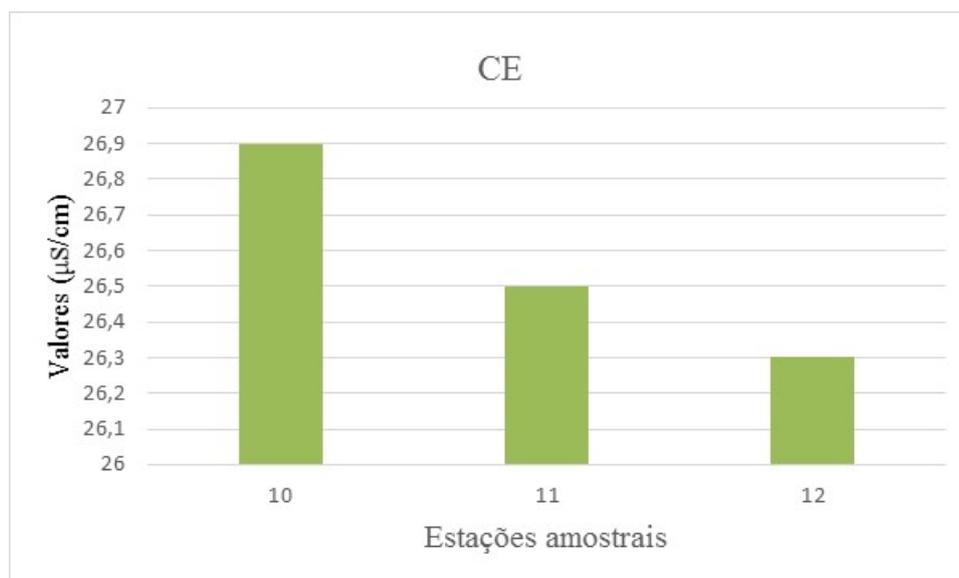


Figura 05–Variação da CE nas estações amostrais da bacia em outubro

valores superiores a 78 e 94 $\mu\text{S}/\text{cm}$ foram encontrados no mês de fevereiro e abril, respectivamente, em amostras situadas em ambiente de rio, sem precipitação antecedente e com significativa influência dos valores do pH.

Os valores de pH, por sua vez, apresentaram resultados com tendência básica, mantendo as três estações amostrais com valores superiores a 7 e inferiores a 8 (Figura 06). Na literatura recomenda-se a faixa de 6 a 9, considerada água corrosiva abaixo desse valor e básica acima deste limite superior. (MOTA, 1997, p.101). Normalmente, estudos tem mostrado uma certa relação entre os valores da CE o do pH, como foi o caso do estudo de Trentin (2009). No entanto, no caso das estações amostrais de outubro, acredita-se que o pH recebeu grande influência da alta concentração do TSS, refletindo a presença dos solos agricultáveis do entorno da área estudada.

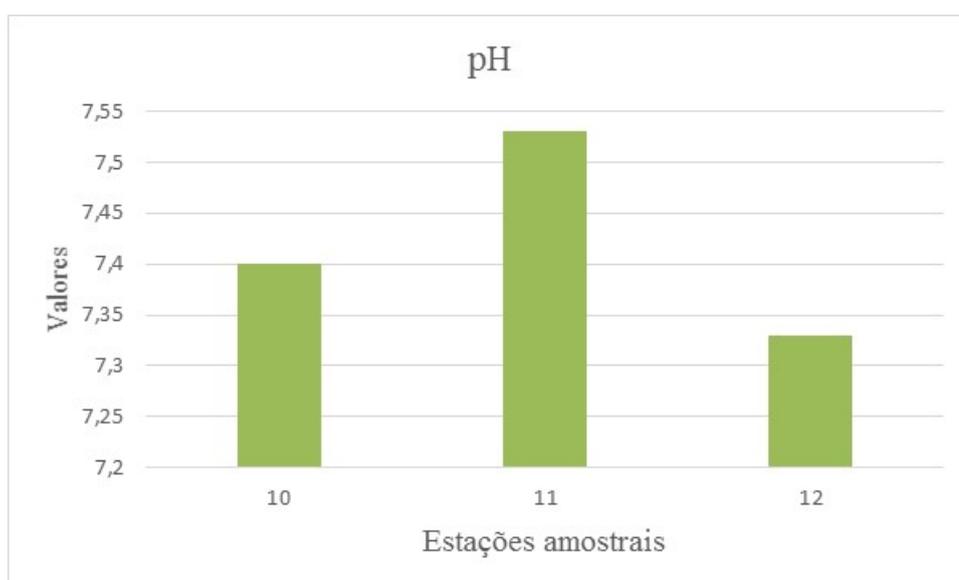


Figura 06 – Variação do pH nas estações amostrais da bacia em outubro.

Como já mencionado, a preservação das áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica em estudo foi reduzida a 35,45% (KRAMER; TRENTIN; PEREIRA FILHO, 2008), distribuídas com espécies vegetais de forma irregular na faixa protegida, com o transporte livre de materiais e substâncias. Nesse sentido, tais valores do pH podem

estar recebendo influência de sedimentos provenientes de solos agricultáveis que usam calcário para corrigir os solos. Com características rurais semelhantes da área estudada, uma pesquisa de Pacheco e Kramer (2015) conferiu resultados que concordam, com valores de pH maiores que 7 em afluentes da microbacia hidrográfica do rio Capivari, no Paraná.

Valores elevados de pH podem sugerir também a ocorrência de algas, já identificadas em estudos a jusante do reservatório. Há, ainda, a possibilidade da influência de efluentes industriais, porém, a área estudada apresenta práticas predominantemente rurais. Sobretudo, estudos mostram que a concentração desta variável no ambiente aquático deve se manter com valores próximos a 7, evitando águas muito ácidas ou muito duras (APHA; AWWA; WPCF, 1992).

4 Conclusões

A bacia do rio Jacuí Mirim é um sistema aberto que contempla interações de entradas e saídas, em uma área de atividades predominantemente rurais, como plantio das culturas da soja, milho e pastagens ao longo do ano. Tal fato, evidencia o confronto do sistema econômico do agricultor em produzir cada vez mais, nem sempre com boas práticas de manejo do solo, seguindo a exigência de recuperar e manter a preservação permanente das faixas de proteção desta bacia.

Diante disso, observou-se que as alterações das características naturais causadas no ambiente aquático evoluem em resposta a diferentes e variadas influências, principalmente do ambiente terrestre. Tal questão ficou evidente, mediante os valores expressivos mostrados para a concentração do TSS. A mesma análise pode ser conferida aos valores do pH, que sugerem a influência de sedimentos provenientes de solos agricultáveis que utilizam calcário para corrigir os solos. A CE apresentou boa condição, mas que, assim como as demais variáveis, devem ser constantemente monitoradas.

A fase agrícola que as culturas abrangem na área de estudo é outro aspecto que tem forte relação com a variação dos dados nas estações amostrais. Na comparação com outros estudos, ficou clara tal constatação com as diferenças significativas entre os dados, coletados e analisados em distintos períodos sazonais.

Sugere-se que seja empregada boas práticas agrícolas e de preservação das áreas florestais do entorno do ambiente aquático estudado, assim como, o estudo de outros parâmetros que, fundamentalmente, necessitam ser verificados para uma conclusão mais precisa, como a ocorrência de macrófitas aquáticas, a influência da geomorfologia, as perdas de solo por ano, bem como outras variáveis limnológicas que realçariam a análise das informações.

Agradecimentos

CNPq e CAPES por recursos financeiros para o desenvolvimento pesquisa e bolsas de estudos.

O presente trabalho foi realizado com apoio do Programa Nacional de Cooperação Acadêmica da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES/Brasil - Nº Processo: 88881.068465/2014/01 - Projeto nº 071/2013 CAPES/PROCAD.

Referências

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF). Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. Madrid: Ed. Diaz de Santos, 1992. 1816 p.

COGO, MC. O papel dos sedimentos em suspensão no metabolismo de rios de micro e meso-escala no estado de Rondônia. 2005. 77 f. Dissertação (Mestrado Ecologia dos Agroecossistemas), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). Guia Nacional de coleta e preservação de amostras: Água, Sedimento, Comunidades Aquáticas E Efluentes Líquidos. São Paulo: CETESB, 2011.

COMPANHIA ESTADUAL DE GERAÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (CEEE-GT). Plano de uso e ocupação do solo no entorno do reservatório da UHE Passo Real. Porto Alegre: PROFILL, 2011.

CORAZZAR. Relações entre variáveis espectrais e limnológicas no Reservatório da Usina Hidrelétrica Dona Francisca – RS. 2010. 103 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2010.

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

FORD DE. Reservoir transport processes. In: THORNTON, K. W.; KIMMEL, B. L.; PAYNE, F. E.. Reservoir Limnology: Ecological perspectives. JohnWiley & Sons: New York, 1990.

FRIEDRICH JN. Mapeamento do uso da terra por compartimento geomorfológico da sub-bacia da barragem Dona Francisca – RS com imagens multiespectrais TM do LANDSAT-5. 1993. 63f. Monografia (Especialização em Geografia). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1993.

GAIDA W, PEREIRA FILHO W, WACHHOLZ F, KONRAD GC. Dinâmica da vegetação e uso da terra com uso do NDVI na bacia hidrográfica do Alto Jacuí. Rev. Geo UERJ, Rio de Janeiro, nº. 23, v. 2, p, 2012.

HADLICH GM, SHEIBE LF. Dinâmica físico-química de água superficiais em região de intensa criação de suínos: exemplo da bacia hidrográfica do rio Coruja-Bonito, município de Braço do Norte, SC. Geochimica Brasiliensis, v.21, n. 3, p. 245, 2007.

KRAMER G. Avaliação espaço-temporal das relações entre ecossistemas terrestre e aquático: estudo de caso da Bacia da UHE Passo Real da Região Sul do Brasil.2009. 90 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

KRAMER G, TRENTIN AB, PEREIRA FILHO W. Conflitos ambientais em áreas de preservação permanente da rede hidrográfica do rio Jacuí Mirim/RS. Rev. Geografia Ensino & Pesquisa, Santa Maria, v.12, p. 1079-1094, 2008.

MOTA S. Introdução à engenharia ambiental. Rio de Janeiro: Abes, 1997.

NOVO EML de M. Comportamento Espectral da Água. In: MENESES, P. R., MADEIRA NETTO, J. da S. (Orgs.). Sensoriamento remoto: reflectância de alvos naturais. Brasília: Universidade de Brasília, 2001, p. 203221.

PACHECO RB, KRAMER G. Mapeamentos dos usos da terra e análises limnológicas em afluentes do rio Paraná-PR. In: Kramer, G. (org). Iniciação científica e de extensão: o seu conhecimento amadurece aqui. Guaíra: Unipar, 2015, p. 35-42.

PEREIRA FILHO W, BARBOSA CCF, NOVO EML de M. Influência das condições de tempo em espectros de reflectância da água. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12, 2005. Goiânia. Anais... Goiânia: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2005. p. 415-422.

PRADO DA, BARBIERI DW, SANTOS FC, PEREIRA FILHO W. Relação entre componentes óticamente ativos da água do reservatório da Usina Hidrelétrica Dona Francisca com imagens de satélite. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15. 2011, Curitiba. Anais... São José dos Campos: INPE, 2011. p. 1192-1199. DVD.

REYNOLDS CS. Ecology of phytoplankton. Cambridge University: Press, 2006.

ROSSJLS. EcogeografiadoBrasil:subsídiosparaplanejamentoambiental.SãoPaulo:OficinadeTextos, 2006, p.208.

SANTOS FC dos, PEREIRA FILHO W. Reflectância espectral relacionada aos constituintes óticamente ativos da água do reservatório Passo Real, RS, Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2013. Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: INPE, 2013. p. 5576-5583.

SARMENTO FL, PEREIRA FILHO W. Análise temporal de florações de algas identificadas por imagens de satélite no reservatório Passo Real – RS. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 17. 2015, João Pessoa. Anais... São José dos Campos: INPE, 2015. p. 6787-6794.

THORNTON KW. Perspectives on reservoir limnology. In: THORNTON, K. W.; KIMMEL, B. L.; PAYNE, F. E.. Reservoir Limnology: Ecological perspectives. JohnWiley & Sons: New York, 1990.

TODESCHINI ML. Dinâmica espacial e temporal das características físicas e químicas do rio Cubatão e distribuição espacial da bacia hidrográfica – litoral do Paraná. 2004, 144 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

TRENTIN AB. Sensoriamento remoto aplicado ao estudo do comportamento espectral da água no reservatório Passo Real – RS. 2009. 97p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

TUNDISI JG, MATSUMURA, TUNDISI T. Limnologia. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

WACHHOLZ F. Compartimentação aquática do reservatório Rodolfo Costa e Silva-RS, a partir de variáveis limnológicas e imagens orbitais. 2007. 97f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.