

ANÁLISE COMPARATIVA DE VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS EM TRÊS SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL-BRASIL

Aline Batista Ferreira

Doutoranda em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia-MG
alineb_ferreira@yahoo.com.br

Warteloo Pereira Filho

Professor Doutor da Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas,
Departamento de Geociências
waterloopf@gmail.com

Roberto Rosa

Professor Doutor Geografia, Universidade Federal de Uberlândia/Instituto de Geografia
rrosa@ufu.br

RESUMO

Este artigo tem como objetivo a avaliação das variáveis limnológicas em três sub-bacias, arroio Cadena e rios Vacacaí-Mirim e Ibicuí-Mirim, tais variáveis são: transparência da água, total de sólidos em suspensão (TSS), total de sólidos dissolvidos (TDS), temperatura da água e do ar, pH e condutividade elétrica (CE). Foram realizadas dez campanhas de campo que ocorreram nos dias 21, 23, 26, 28 e 30/11 e 03, 05, 07, 10 e 12/12 de 2007. As concentrações de TSS e TDS foram menores na SB do rio Ibicuí-Mirim, em decorrência da maior presença de vegetação em suas margens, o que influenciou também em sua reflectância, o qual apresentou um baixo albedo. Já no arroio Cadena foram encontrados os maiores valores de TDS, e no rio Vacacaí-Mirim o TSS foi o mais elevado. A CE assumiu valores elevados no rio Vacacaí-Mirim (207 a $397\mu\text{Scm}^{-1}$) e no arroio Cadena (459 a $563\mu\text{Scm}^{-1}$), por possuírem uma elevada quantidade de sais dissolvidos, devido a proximidade com a área urbana, principalmente o arroio Cadena. Quanto aos valores de pH, ocorrem variações entre as três sub-bacias, ficando entre 6,0 e 7,0. As variáveis limnológicas apresentaram variação durante o período das coletas, especialmente nos períodos de ocorrência de chuvas.

Palavras-chave: sub-bacias hidrográficas, limnologia, uso da terra.

COMPARATIVE ANALYSIS OF LIMNOLOGICAL VARIABLES IN THREE WATSHEDS IN THE CENTRAL REGION OF RIO GRANDE DO SUL-BRAZIL

ABSTRACT

This article aims at evaluating the variables limnological into three watersheds, Cadena Creek and Vacacaí-Mirim and Ibicuí-Mirim Rivers, such variables are: transparency of water, total suspended solids (TSS), total dissolved solids (TDS), water temperature and air, pH and electrical conductivity (EC). We performed ten days of field that occurred on days 21, 23, 26, 28 and 30/11 and 03, 05, 07, 10 and 12/12, 2007. Concentrations of TDS and TSS were lower in the Ibicuí-Mirim river, due to the increased presence of vegetation on its banks, which also influenced by their reflectance, which submitted a low albedo. In Cadena Creek were found the highest values of TDS, and the Vacacaí-Mirim River the TSS was the highest. The EC took high values in the Vacacaí-Mirim river (207 a $397\mu\text{Scm}^{-1}$) and the Cadena Creek (459 a $563\mu\text{Scm}^{-1}$), due to a high amount of dissolved salts, due to proximity to urban areas, mainly the Cadena Creek. As the values of pH, variations occur between the three sub-basins, with between 6.0 and 7.0. Variables limnological showed variation during the collections, particularly at times of occurrence of rain.

Key-words: watersheds, limnology, landuse.

Recebido em 04/04/2011

Aprovado para publicação em 23/05/2011

1. INTRODUÇÃO

A água no planeta Terra é a essência da vida, dominando por completo a composição química de todos os organismos. Como é um solvente universal, possui uma extraordinária capacidade em dissolver sais minerais, permitindo que a flora e a fauna tenham uma fonte de nutrientes assimiláveis, sem a qual a complexa vida sobre a Terra seria inviável (Lage Filho, 1996).

A água superficial é uma pequena fração da água total que constitui boa parte da água utilizável pelo homem. Vários campos do conhecimento tratam da água na superfície em função de seu uso como Engenharia Hidráulica, Engenharia Sanitária, Limnologia, Engenharia Agrícola, entre outros (Soares, 2006). Contudo, nesta pesquisa trataremos apenas dos estudos limnológicos. A limnologia (do grego, limne - lago e logos - estudo) é a ciência que estuda as águas continentais, independente da concentração de sais, em relação aos fluxos de matéria e energia e suas interações com a comunidade biótica (Pompêo & Carlos, 2004). Uma das preocupações da limnologia atual é a conservação dos sistemas aquáticos continentais, prevendo a utilização racional com o controle da qualidade e quantidade da água (Esteves, 1998). Portanto com a identificação das áreas que podem apresentar deterioração seu monitoramento será facilitado.

Muitas atividades vêm provocando impactos ambientais negativos nas águas superficiais. Os efeitos destas atividades podem estar representados por modificações na quantidade e/ou qualidade das águas, produzindo alterações no sistema aquático. Podem-se destacar exemplos de atividades que provocam impactos negativos: projetos de exploração de minas a céu aberto, que ocasionam mudanças na hidrologia superficial e contaminação difusa; construção de barragens para abastecimento de água ou produção de energia elétrica; e desmatamentos e desenvolvimento agrícola que dão como resultados uma contaminação difusa por excesso de nutrientes e pesticidas que são carregados para o leito dos rios ou lagos, assim como o forte assoreamento que é produzido por estas práticas quando não se leva em conta o manejo adequado para cada uma destas atividades.

Neste contexto este artigo tem como objetivo a avaliação das variáveis limnológicas: transparência da água, total de sólidos em suspensão, total de sólidos dissolvidos, pH, temperatura (da água e do ar) e condutividade elétrica em três sub-bacias hidrográficas localizadas na região central do Rio Grande do Sul/Brasil (arroyo Cadena e rios Vacacaí-Mirim e Ibicuí-Mirim).

Apresentando, assim, como os dados limnológicos coletados em três sub-bacias (arroyo Cadena (urbano) e rios Vacacaí-Mirim (uso misto: urbano e rural) e Ibicuí-Mirim (rural)) foram submetidos à análise, sendo realizada inicialmente uma revisão dos principais conceitos e ferramentas utilizadas para se chegar aos objetivos propostos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

SISTEMAS AQUÁTICOS

Segundo Esteves (1998), a água constitui um dos componentes de maior distribuição e importância na crosta terrestre. Sua acuidade para a vida está no fato de que nenhum processo metabólico ocorre sem a sua ação direta ou indireta. Foram suas propriedades anômalas, comparando com outros compostos, que possibilitaram o surgimento e a manutenção da vida na Terra. A água no estado líquido possui maior densidade do que no estado sólido (gelo), fato este de grande significado para a distribuição dos organismos aquáticos. Isto porque se o gelo não flutuasse na água, os lagos e rios de regiões frias se congelariam totalmente durante o inverno, o que provocaria a morte de todos os organismos.

A água é um alimento que, embora não tenha valor energético, contribui fundamentalmente para a edificação do organismo, fazendo parte da composição celular de maneira preponderante, constituindo cerca de 2/3 do peso corporal do homem. Muitos dos compostos minerais ou elementos químicos que se encontram dissolvidos nas águas naturais constituem

fatores de grande importância fisiológica, seja como nutrientes ou como mantenedores do equilíbrio físico-químico do meio interno (Branco, 1986).

Os ambientes lóticos se constituem por serem caracterizados, especialmente pela presença de correnteza. Além disso, não chegam, em condições naturais, a possuir concentrações tão elevadas de substâncias nutritivas quanto os lagos, que têm possibilidade de concentrá-las. Por outro lado, são eles especialmente suscetíveis às influências do meio e, por essa razão, de características muito variáveis. As fontes que podem dar origem a um rio são: glaciários, fusão da neve, nascentes, drenagem direta de chuvas.

Os aspectos climatológicos de uma região influenciam diretamente o corpo d'água, provocando sensíveis alterações no seu metabolismo. Num período de maior precipitação pode ocorrer um aumento na turbidez em função do grande aporte de material que é carregado pelas chuvas para o corpo d'água em questão. O vento por sua vez pode provocar uma mistura na água, ocasionando uma ressuspensão de nutrientes das partes mais profundas. As variáveis climatológicas podem ser obtidas através de aparelhos como o pluviômetro (precipitação), termômetro, anemômetro (vento) e luxímetro ou actinógrafo (radiação solar). Uma solução prática na falta destes materiais é a obtenção dos dados numa estação climatológica próxima ao local de estudo.

TRANSPARÊNCIA DA ÁGUA

A transparência da coluna d'água pode variar desde alguns centímetros até dezenas de metros. Essa região da coluna d'água é denominada zona eufótica e sua extensão depende, principalmente, da capacidade do meio em atenuar a radiação subaquática. Do ponto de vista óptico, a transparência da água pode ser considerada o oposto da turbidez. A transparência da água pode ser avaliada através de medições de profundidade do disco de Secchi que possui de 20 a 30 cm e é fixado a uma corda graduada (CETESB, 1987; Esteves, 1998). As medições são realizadas num local sem sombra. Este método embora bastante simples, também pode ser utilizado para analisar o coeficiente de atenuação REM na coluna d'água, estabelecendo com alguma limitação a correspondência entre a transparência da água, a profundidade Secchi e o limite da zona eufótica (Kirk, 1994).

TOTAL DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS (TDS) E TOTAL DE SÓLIDOS EM SUSPENSÃO (TSS)

Uma variável limnológica também importante nos sistemas aquáticos é o total de sólidos dissolvidos, pois exerce influência no metabolismo e é determinante para que a água seja própria para o consumo humano, pois elevadas concentrações a torna imprópria para o consumo. Alguns sólidos em altas concentrações como os sulfetos e cloretos, podem causar corrosão e danificar o sistema aquático (Strassburger, 2005).

Segundo BRASIL/CONAMA, (1986), a variável "total de sólidos dissolvidos" deve ser de até 500mg/L, quando forem amostras de "água doce" para abastecimento doméstico/humano sem ou com simples desinfecção e também para proteção das comunidades aquáticas. Souza (2001), também faz considerações sobre as concentrações de sólidos dissolvidos, segundo ele concentrações maiores que 400mg/L tornam a água imprópria para o consumo, não podendo exceder 500mg/L.

O carregamento de partículas orgânicas e inorgânicas, provenientes do ambiente terrestre pelo escoamento superficial, para sub-bacias, tem como resultado o TSS (Wachholz, 2007). O aumento de sólidos e material sólido é extremamente significativo em áreas de ocupação antrópica nas bacias, devido a fatores como a limpeza de terrenos para novos loteamentos, construção de ruas, avenidas e rodovias, práticas agrícolas, entre outras causas.

O estudo das características dos sólidos apresenta importante papel no entendimento de ecossistemas aquáticos. Os sólidos apresentam grande concentração de nutrientes passíveis de troca com o meio. Frequentemente, as maiores taxas de liberação de nutrientes do sedimento para a coluna de água ocorrem quando a parte inferior desta se encontra com

baixas concentrações de oxigênio, ou mesmo anaeróbica, fato este observado principalmente para o elemento fósforo (Esteves, 1998; De Felippo et al., 1999).

TEMPERATURA

A temperatura desempenha um papel importante de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de parâmetros físico-químicos. Em geral, à medida que a temperatura aumenta de 0 a 30°C, a viscosidade, tensão superficial, compressibilidade, calor específico, constante de ionização e calor latente de vaporização diminuem, enquanto a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam as solubilidades com a elevação da temperatura (CETESB, 2001).

Para as medidas de temperatura, podem ser utilizados termômetros simples de mercúrio ou aparelhos mais sofisticados como o "Termistor", que pode registrar diretamente a temperatura das várias profundidades na coluna d'água. Estas medidas devem ser realizadas no próprio local de coleta (Deberdt, 2000).

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CE) E PH (POTENCIAL HIDROGENIÔNICO)

A condutividade elétrica é uma das mais importantes entre as variáveis limnológicas, pois muitas vezes ela, representa integração do ambiente terrestre com o aquático (Pereira Filho, 2000).

Segundo Esteves (1998), a CE em ambientes aquáticos é a 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 águas continentais, os íons diretamente responsáveis pelos valores da condutividade são, entre outros, o cálcio, o magnésio, o potássio, o sódio, carbonatos, carbonetos, sulfatos e cloretos.

Por meio da medida da condutividade podem-se detectar fontes poluidoras nos sistemas aquáticos, uma vez que valores elevados podem indicar poluição. Portanto é uma maneira de avaliar a disponibilidade de nutrientes nos ecossistemas aquáticos (Moraes, 2001).

Conforme Deberdt (2000), o termo pH (potencial hidrogeniônico) é usado universalmente para expressar o grau de acidez ou basicidade de uma solução, ou seja, é o modo de expressar a concentração de íons de hidrogênio nessa solução. A escala de pH é constituída de uma série de números variando de 0 a 14, os quais denotam vários graus de acidez ou alcalinidade. Valores abaixo de 7 e próximos de zero indicam aumento de acidez, enquanto valores de 7 a 14 indicam aumento da basicidade.

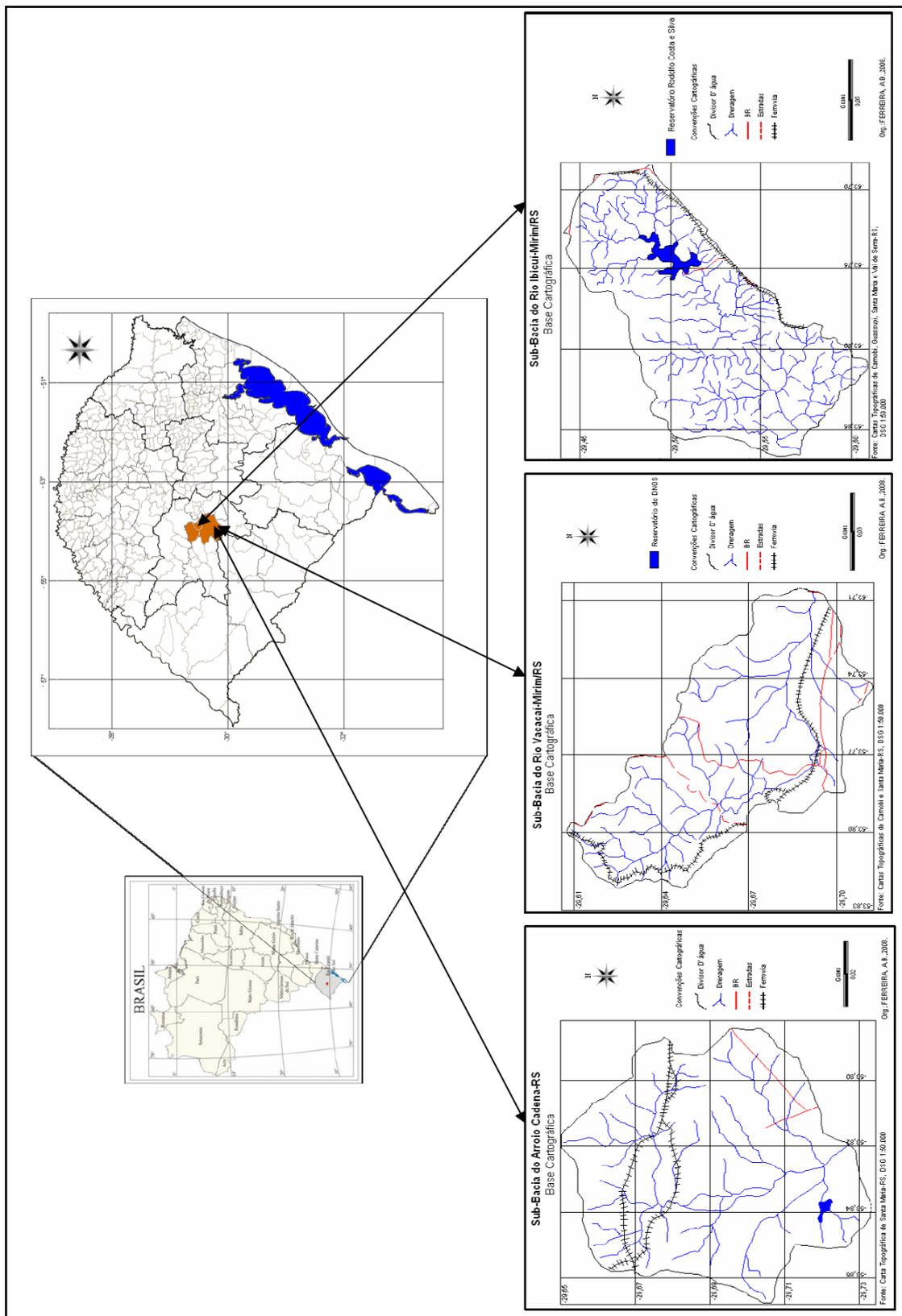
A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Desta forma, as restrições de faixas de pH são estabelecidas para as diversas classes de águas naturais, de acordo com a legislação federal (Resolução nº 20 do CONAMA, de junho de 1986). Os critérios de proteção à vida aquática fixam o pH entre 6 e 9. A determinação do pH é feita através do método eletrométrico, utilizando-se para isso um peagâmetro digital.

3. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS

As três sub-bacias estão inseridas na mesorregião Centro Ocidental Rio-Grandense. A sub-bacia do arroio Cadena está localizada nas coordenadas 29,65° e 29,73° de latitude sul e 53,80° e 53,86° de longitude oeste de Greenwich. A SB do rio Vacacaí-Mirim nas coordenadas 29,61° e 29,70° de latitude sul e 53,71° e 53,83° de longitude oeste de Greenwich, ambas inseridas no município de Santa Maria-RS, e possuem uma área de cerca de 4.883,40 ha e 6.367,39 ha, respectivamente. Já a sub-bacia do rio Ibicuí-Mirim está localizado entre os municípios de Santa Maria, Itaara e São Martinho da Serra-RS, nas coordenadas 29,45° e 29,60° de latitude sul e 53,70° e 53,85° de longitude oeste, possuindo uma área de aproximadamente 15.955,28 ha. A Figura 1 apresenta a localização das sub-bacias do arroio

Cadena e dos rios Vacacaí-Mirim e Ibicuí-Mirim.

Figura 1 - Localização das sub-bacias do arroio Cadena e dos rios Vacacaí-Mirim e Ibicuí-Mirim.



O Rio Grande do Sul apresenta quatro grandes compartimentos geomorfológicos: planalto, depressão central, escudo sul-rio-grandense e planície costeira. Neste contexto, as áreas em estudo, localizadas no centro do estado, ocupam áreas de planalto e da depressão central (Castillero, 1984). Quanto à pedologia, as sub-bacias estão inseridas em três unidades de mapeamento que são: Unidade de Mapeamento São Pedro, Unidade de Mapeamento Santa Maria e Unidade de Mapeamento Venda Grande (Casagrande, 2004).

A vegetação da região compreende basicamente por formações florestais – Floresta Subtropical, latifoliada de espécies semi-caducifolias, encontrada no rebordo do planalto, ao longo dos vales, em regiões de grande declividade, compreendendo formações montanas e submontanas; formações campestres – campos cobertos por gramináceas contínuas, entremeadas de subarbustos isolados e formações especiais correspondentes às matas de galeria e vegetação ribeirinha (Ruhoff et al, 2003).

A região está ainda sujeita, no outono e no inverno, ao fenômeno do "veranico", que consiste de uma sucessão de dias com temperaturas anormalmente elevadas para a estação. De acordo com o sistema de classificação de Köppen, o clima é o subtropical "Cfa", com temperatura média anual de 19,3°C; a média das temperaturas máximas do mês mais quente (janeiro) é de 31,5°C e do mês mais frio (julho) atinge os 9,3°C; a temperatura mínima absoluta é geralmente de 0°C, e a máxima absoluta é de 35°C (Isaia, 1992).

4. MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NA COLETA DE CAMPO

- Termômetro;
- Disco de Secchi;
- Recipientes de 2000 ml.

EQUIPAMENTOS UTILIZADOS EM LABORATÓRIO

- Filtro de celulose² (Marca Millipore - HAWG047S0) constituído por membranas HA em Ester de Celulose com poros de 0,45 µm e diâmetro de 47 mm (Millipore, 2006);
- Balança micro-analítica digital marca Mettler Toledo - modelo AG 245 (acurácia 0,0001 g);
- Estufa marca Fanem;
- Peagâmetro Sensoglass;
- Condutivímetro ORION 515.

VARIÁVEIS IDENTIFICADAS EM CAMPO

As coletas dos dados foram realizada entre 13:30 e 16:00, três vezes na semana. Para cada sub-bacia foi escolhido um ponto de coleta, nos quais foram realizadas dez coletas, as quais se ocorreram nos dias 21, 23, 26, 28 e 30 de novembro e nos dias 03, 05, 07, 10 e 12 de dezembro de 2007. Tais pontos foram escolhidos por serem de fácil acesso e por apresentarem características num primeiro momento distintas.

As variáveis identificadas foram: Condições atmosféricas e transparência da água.

- CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS

As condições atmosféricas observadas em campo foram: temperatura do ar e da água, medidas

com termômetro e cobertura de nuvens, observadas visualmente. Esses dados foram medidos e observados nas três áreas em estudo. Essas informações foram complementadas com as registradas na Estação Automática de Santa Maria/INMET - Instituto Nacional de Meteorologia (Latitude: 29,7° S; Longitude: 53,7° O; Altitude: 95 metros), localizada no município de Santa Maria. Os índices pluviométricos durante o período de coleta, também foram adquiridos, junto ao INMET. Esses dados foram relacionados com as variáveis TSS e DS;

- TRANSPARÊNCIA

A transparência da água é obtida mergulhando-se o disco de Secchi. O disco utilizado na pesquisa era branco com 25 cm de diâmetro, sendo acoplado a uma corda graduada, para que se pudesse fazer a leitura do desaparecimento do disco de Secchi - medida de transparência - foram observadas as seguintes condições: céu claro, realização da medida sem sombra, seleção de um local de mínima agitação e observação vertical do disco (CETESB, 1987);

VARIÁVEIS IDENTIFICADAS EM LABORATÓRIO

As variáveis identificadas em laboratório foram totais de sólidos em suspensão (TSS), total de sólidos dissolvidos (TDS), condutividade elétrica e pH.

- TOTAL DE SÓLIDOS EM SUSPENSÃO (TSS)

As amostras da água coletadas em cada ponto foram acondicionadas em recipientes de 2000 ml, e conservadas em geladeira, para posteriormente ser realizada a filtragem no Laboratório de Sedimentologia da Universidade Federal de Santa Maria - RS. Os materiais utilizados e os procedimentos para essa variável serão descritos a seguir.

Primeiramente os filtros passaram por uma secagem inicial de 24 horas em estufa a uma temperatura de 50° C, para a perda da umidade. Em seguida fez-se a primeira pesagem para a obtenção do Peso Inicial (P_i), para que se pudesse realizar a filtragem. Após a filtragem, os filtros retornaram à estufa, cuja metodologia é igual ao P_i . E, com a pesagem, é obtido o Peso Final (P_f).

No processo de filtragem, o filtro foi colocado na base de apoio de um funil preso por prendedor metálico e ajustado à rolha de um frasco de Kitasato, unindo a bomba de vácuo a uma torneira. O volume de água filtrado manteve-se variável em cada amostragem, como critério, considerou-se um tempo máximo de 20 minutos para a filtragem de uma amostra.

Para obtenção do TSS foi utilizada a seguinte equação:

$$TSS = \frac{P_f - P_i}{V}$$

Onde:

TSS = Total de Sólidos em Suspensão;

P_f = Peso Final (mg);

P_i = Peso Inicial (mg);

V = Volume (L);

- TOTAL DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS (TDS), CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CE) E PH

Para a obtenção do TDS e da CE foi utilizado um condutímetro que fornece as duas variáveis e para o pH foi utilizado um peagômetro, ambos os aparelhos foram calibrados. O condutímetro com uma solução de NaCl e o peagômetro em soluções tampão de pH 4 e 7. Para as medições

foram separadas 300ml de cada amostra, na qual os aparelhos foram mergulhados.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

TRANSPARÊNCIA DO DISCO DE SECCHI (DS)

A transparência, medida com o uso do disco de Secchi, mostrou-se variável durante o período de coletas. A transparência da água medida pelo disco de Secchi varia entre os ecossistemas aquáticos e, num mesmo lago, pode variar ao longo do dia, estando na dependência do regime de circulação da massa de água, da natureza geoquímica da sub-bacia, do regime das chuvas, e da preservação no entorno. Em alguns lagos pode atingir poucos centímetros como é o caso dos pontos de coleta da sub-bacia do arroio Cadena e do rio Vacacaí-Mirim que não ultrapassaram 112 cm e 75 cm respectivamente. Já no rio Ibicuí-Mirim pode ser observado que a transparência chegou a aproximadamente 180 cm (Figura 2), isto se deve ao fato desta sub-bacia se encontrar visivelmente mais preservada que as demais, com uma área florestada mais expressiva.

Outro fator, anteriormente mencionado, que também interfere na transparência do disco de Secchi é o regime pluviométrico. Na Figura 3, tem-se a representação da precipitação ocorrida durante o período de coleta, e analisando a Figura 2 pode-se verificar que as sub-bacias do rio Vacacaí-Mirim e do Ibicuí-Mirim, nos períodos em que não ocorrem precipitações nos dias anteriores as coletas apresentaram maior transparência, sendo o dia 3/12/2007, o mais representativo. Já na sub-bacia do arroio Cadena as chuvas interferiram na sua transparência de maneira diferente, enquanto nos rios Vacacaí-Mirim e Ibicuí-Mirim a transparência diminui devido às chuvas, no arroio Cadena ela aumenta, isto porque os lixos e os desejos vindos do esgoto são transportados pelas águas tornando-a mais transparente e com menos partículas em suspensão. Esta sub-bacia caracteriza-se ainda pelo alto índice de área urbana e isto em relação às demais sub-bacias consiste em uma diferença importante. Enquanto nas outras bacias ocorre o carreamento de sedimento para o sistema aquático, a presença da chuva proporciona aumento do DS no Cadena devido ao fato da bacia apresentar parte de sua área impermeabilizada, proporcionando as águas superficiais características de maior transparência.

Figura 2 – Variação da transparência (DS) nos pontos de coleta

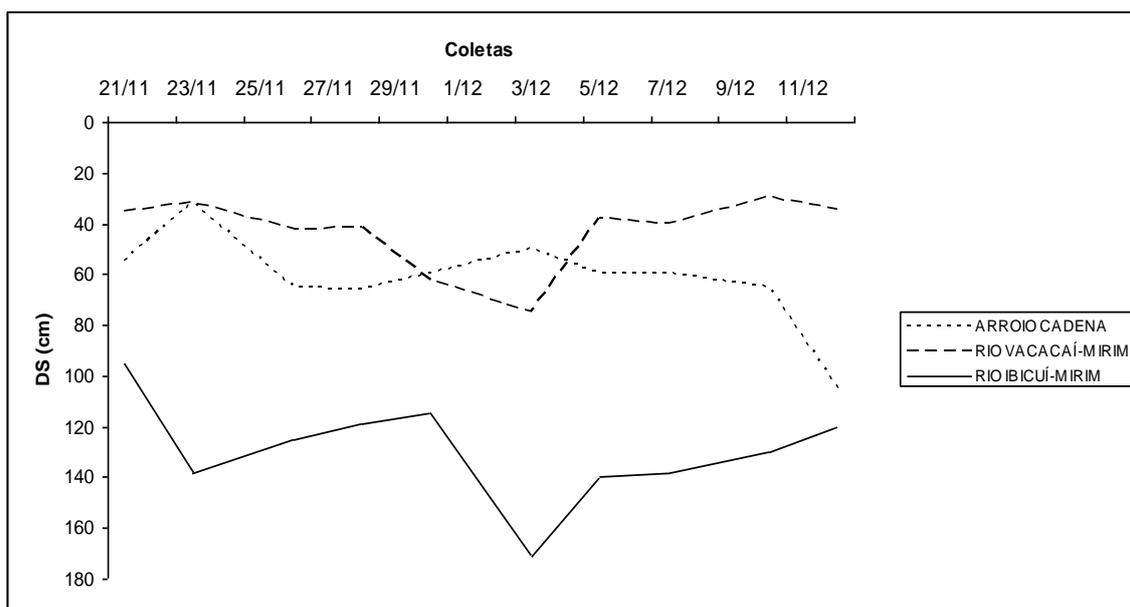
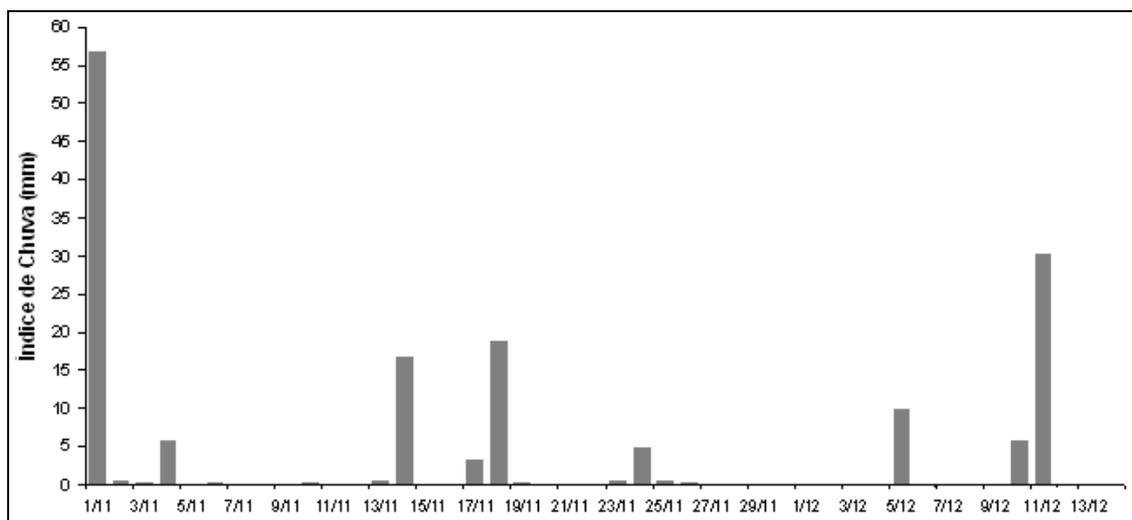


Figura 3 – Índices pluviométricos observados durante o período de coleta



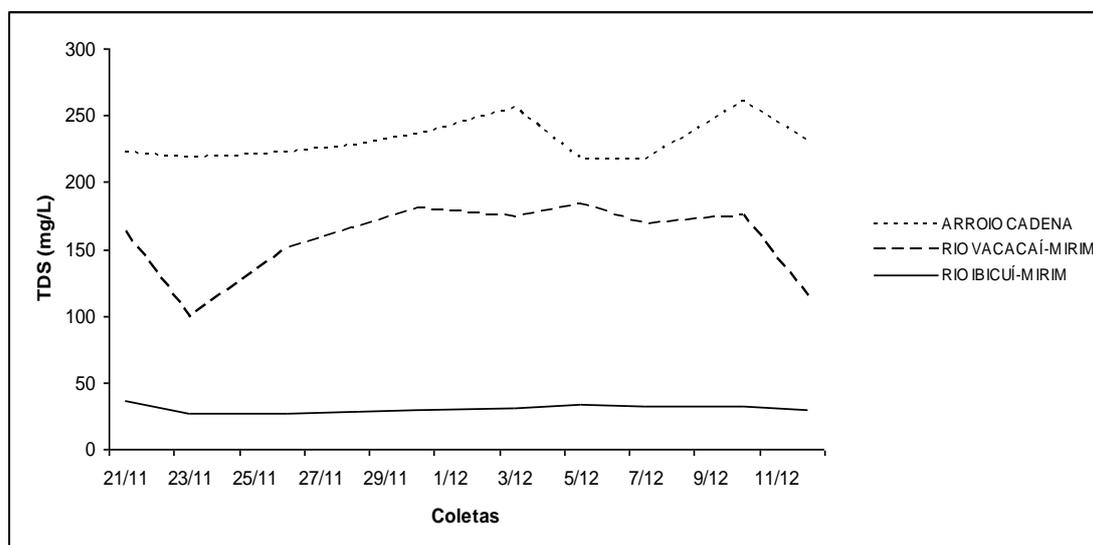
Fonte: INMTE - <http://www.inmet.gov.br/html/observacoes.php>

TOTAIS DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS

Água doce é aquela que apresenta teor de TDS inferior a 1.000mg/L (Rebouças et al, 1999), e observando a Figura 3, verifica-se que as três sub-bacias se encontram nessa faixa, apesar do alto grau de poluição em que se encontra o arroio Cadena e o rio Vacacaí-Mirim na sua parte urbanizada.

O TDS (total de sólidos dissolvidos), para a sub-bacia do rio Ibicuí-Mirim não apresentou grandes variações durante o período de coleta possuindo valores inferiores a 40mg/L, pois se trata de uma sub-bacia totalmente fora da área urbana não sofrendo assim grandes deposições de sólidos, a não ser os carreados pelas chuvas, sendo, portanto uma das mais indicadas para o consumo. Já nas sub-bacias do arroio Cadena e do rio Vacacaí-Mirim, por estarem inseridas na área urbana, seja total ou parcialmente, apresentam maiores quantidades de TDS e grandes variações, como pode ser constatado na Figura 4.

Figura 4 - Variação do TDS nos pontos de coleta

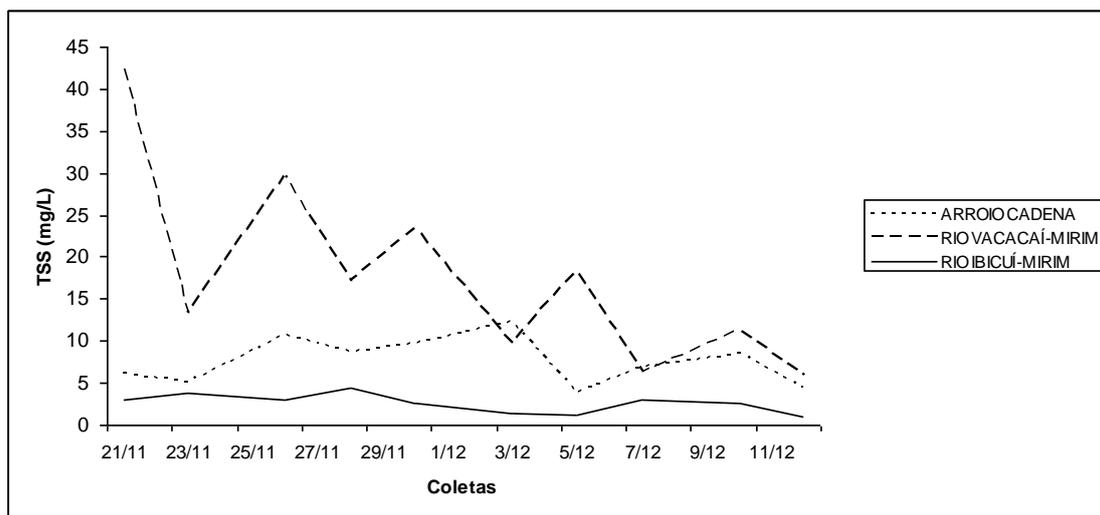


TOTAIS DE SÓLIDOS EM SUSPENSÃO

O TSS é uma das variáveis limnológicas mais influenciada pelo ecossistema terrestre, pois partículas podem ser levadas para o ambiente aquático, pelo desmatamento, pelo solo exposto, pelo manejo agrícola, pela pluviosidade, pelos ventos, e pode ser facilitada também pela geomorfologia.

Analisando a Figura 5 observa-se que a sub-bacia que apresentou maior variância, foi a do rio Vacacaí-Mirim, este fato pode ser decorrente da proximidade de áreas agrícolas e da grande utilização de bombas de água para irrigação destas áreas, sendo o maior valor encontrado de 42,4 mg/L no dia 21/11/2007. O arroio Cadena, por estar dentro da área urbana de Santa Maria, pode-se dizer que os sólidos em suspensão, que variou de 3,86 a 12,85 mg/L, são decorrentes da grande quantidade de lixo que é depositada ao longo de seu curso. Já o rio Ibicuí-Mirim apresentou valores mais baixos variando entre 1 e 5mg/L devido a grande presença de áreas florestadas ao longo de seu curso, principalmente no ponto de coleta, o qual se encontra bastante preservado.

Figura 5 - Variação do TSS nos pontos de coleta



TEMPERATURA

As matas ciliares prestam um benefício considerável ao ecossistema lacustre. Além de funcionarem como filtro para os sólidos trazidos pelas chuvas, serve de habitat para a fauna, de alimento para os peixes e ainda, em muitos casos, diminui a temperatura da água com a sombra fornecida pelas suas copas. Com a análise das Figuras 6 e 7, de temperatura do ar e da água para as três sub-bacias, pode-se verificar que a sub-bacia que apresentou menores valores na temperatura da água (Figura 7) foi a do rio Ibicuí-Mirim, por apresentar maior área florestada em suas margens, como já mencionado anteriormente. O rio Vacacaí-Mirim, por ser uma área de grande exploração agrícola, grande parte de suas margens, principalmente no ponto de coleta não apresentava áreas florestadas o que ocasionou a elevação da temperatura da água. O arroio Cadena, apresentou poucas variações em relação às outras duas sub-bacias, por estar inserido na área urbana de Santa Maria, e ser canalizado em algumas áreas da cidade.

Figura 6 – Temperatura do ar nas Sub-bacias no período de coleta

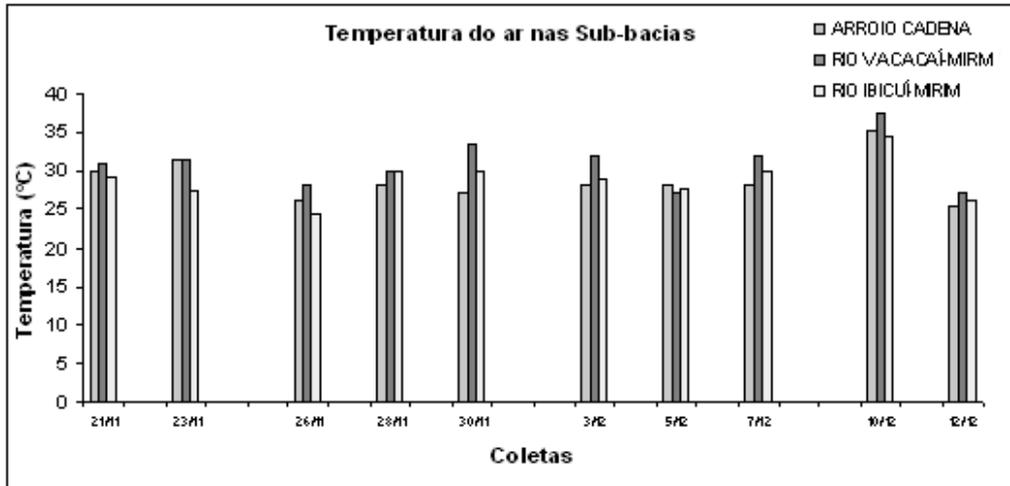
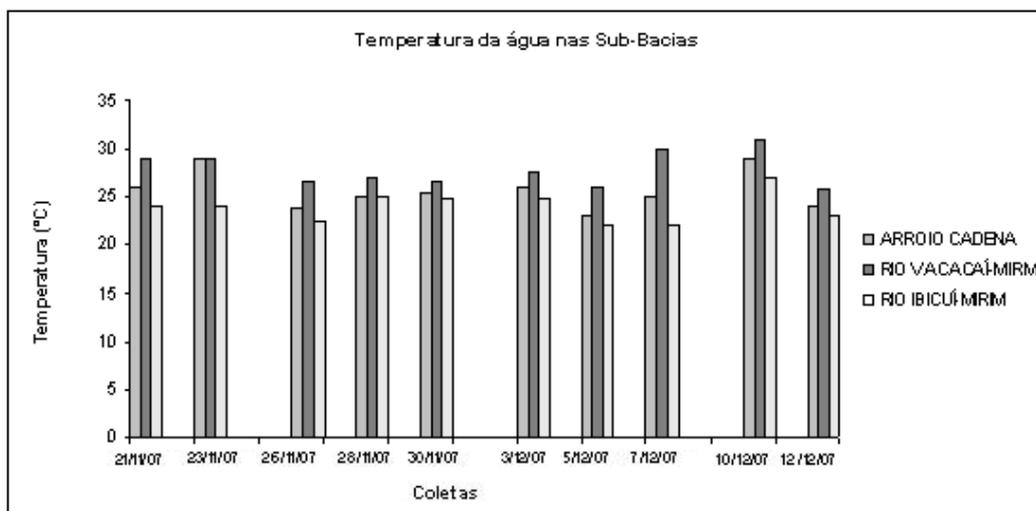


Figura 7 – Temperatura da água nas Sub-bacias no período de coleta



CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CE) E POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH)

A condutividade elétrica é importante para o metabolismo do ecossistema aquático, sendo determinante para a indicação de fontes poluidoras, e indicativas de nutrientes no ecossistema aquático, devido à troca de íons.

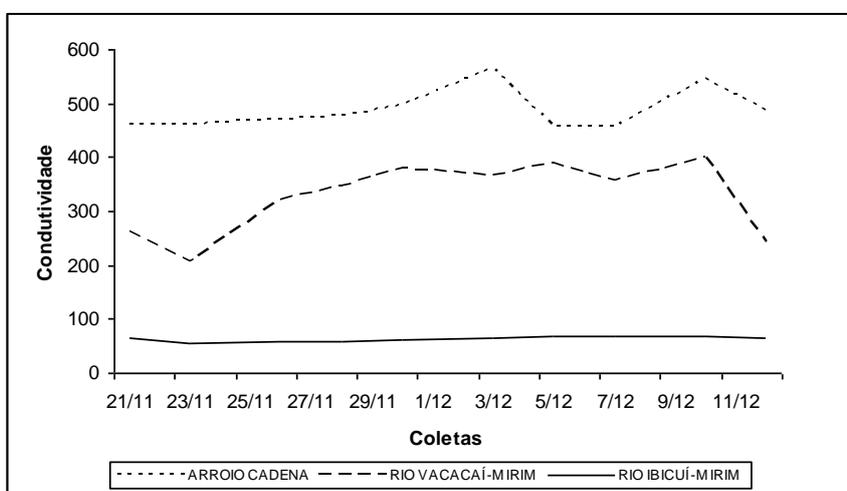
O regime pluviométrico exerce influência na condutividade elétrica da água. O valor da CE é inversamente proporcional ao valor de índice pluviométrico, isto é, quanto maior o valor do índice pluviométrico, menor o valor da condutividade elétrica, isto pode explicar o fato da sub-bacia do rio Ibicuí-Mirim ser a que apresenta menores valores de condutividade (Figura 8(a)), com valores variando de 56,3 a 68,7 μScm^{-1} , e sem grandes variações nas amostras coletas. Já o rio Vacacaí-Mirim e o arroio Cadena, foram os que apresentaram maior condutividade elétrica, variando de 207 a 397 μScm^{-1} e 455 a 563 μScm^{-1} respectivamente, por possuírem uma elevada quantidade de sais dissolvidos. No Cadena isto pode estar relacionado à quantidade de esgoto e dejetos jogados ao longo de seu curso. Já no Vacacaí-Mirim, este fato se deve a falta de vegetação em suas margens e a intensa atividade agrícola, com uso de insumos próximos a suas margens, os quais são levados para seu leito com as chuvas.

Quanto aos valores de pH (Figura 8(b)), ocorrem variações entre as três sub-bacias, ficando

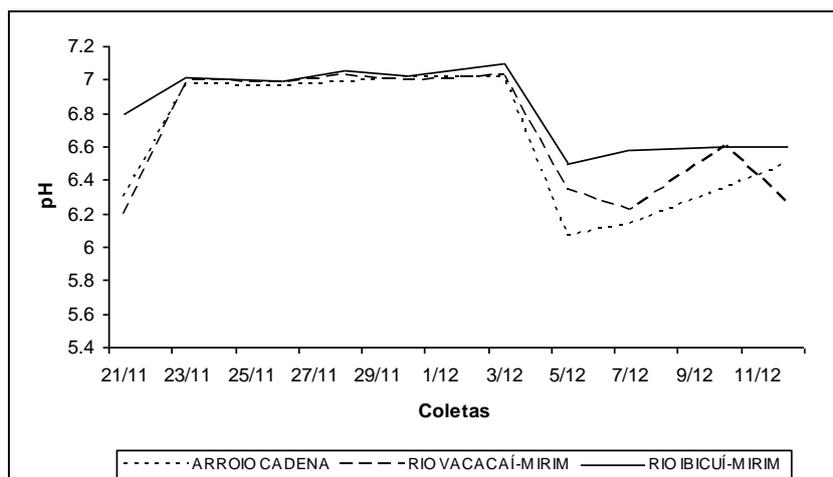
entre 6,0 e 7,0, mantendo-se relativamente neutro em quase todas as amostras. Nos períodos de maior incidência de chuvas ocorre uma diminuição desses valores, como nos casos do Cadena e do Vacacaí-Mirim que apresentaram nos dia 21/11/2007 e 5/12/2007 valores mais baixos, se tornando praticamente ácido. Já no Ibicuí-Mirim também ocorreram variações, mas menos significativas, mantendo um pH, mais próximo de 7, sendo o valor mais baixo encontrado de 6,5 no dia 05/12/2007, e o mais elevado para o dia 28/11/2007 e chegou a 7,06.

Sabe-se que o potencial hidrogeniônico (pH) de um sistema é de fundamental importância para a manutenção da vida. Quando o pH atinge valores extremos como 5,5 e 9,5 (muito ácidos ou muito básicos) podem ser alteradas a distribuição das comunidades aquáticas (Wetzel, 1995 apud Cogo, 2005).

Figura 8 – Condutividade elétrica (a) e pH (b)



(a)



(b)

6. CONCLUSÃO

Com base nos dados observados em campo e em laboratório, verifica-se que o ambiente aquático sofre grandes influências do ecossistema terrestre. As variáveis limnológicas

avaliadas para cada sub-bacia mostraram como cada uma delas é afetada. Observou-se que a sub-bacia menos influenciada é a do Ibicuí-Mirim, isto se deve ao fato de ser a mais preservada, por se encontrar totalmente fora da área urbana, o que não ocorre com as do Cadena e Vacacaí-Mirim, já que estas sofrem influência antrópica direta.

As medidas com o disco de Secchi (Transparência da água) mostraram que o Vacacaí-Mirim, por apresentar maior declividade média e áreas agrícolas próximas as suas margens é que possui baixos valores de profundidade Secchi e mais elevados de TSS.

As concentrações de TSS e TDS foram menores na SB do rio Ibicuí-Mirim, pois como este se encontra mais preservado não ocorrem grandes carregamentos de sólidos devido às chuvas para seu leito. A SB do arroio Cadena, por se encontrar urbanizada no ponto escolhido para as coletas apresentou valores baixos de TSS, pois ao contrario do rio Vacacaí-Mirim e do Ibicuí-Mirim, não ocorre o carregamento de sólidos para seu, este fato pode ser explicado, por ser em grande parte canalizando e por ser o ponto escolhido para coleta ainda possuir de mata ciliar. O que não ocorre com o Vacacaí-Mirim, no qual foram identificadas poucas áreas de florestamento em suas margens no ponto escolhido para as coletas e grandes áreas agrícolas, sendo esta sub-bacia altamente influenciada pelo sistema terrestre, devido ao elevado transporte de partículas para o seu leito.

REFERÊNCIAS

BRANCO, S. M. **Hidrobiologia Aplicada à Engenharia Sanitária – Água**. 3. ed. São Paulo: Cetesb, 1986. 640 p.

BRASIL, Brasília. -Leis, decretos, etc.. -Resolução CONAMA nº20, de 18/06/1986. Classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. Diário Oficial, (da República Federativa do Brasil), -Brasília/Br.: 11356-11361, 30/07/ 1986. Secção 1.

CASAGRANDE, L. **Avaliação do parâmetro de propagação de sedimentos do modelo de williams (1975) na bacia do rio vacacaí-mirim com o auxílio de técnicas de geoprocessamento**. 2004. 242 f. Dissertação (Mestrado Engenharia Civil) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

CASTILLERO, A. C. **Uso da terra por fotografias aéreas no município de Santa Maria, RS**. 1984. 47 f. Monografia (Especialização em Imagens Orbitais) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Variáveis de qualidade das águas. São Paulo: CETESB, 2001 Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp>>. Acesso em: 17/09/2007.

_____. Guia de coleta e preservação de amostras de água. São Paulo: CETESB, 1987.

COGO, M. C.. **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.

DEBERDT, A. J. **Qualidade da água**. Disponível em <<http://educar.sc.usp.br/biologia/prociencias/qagua.htm>>. Acesso em: 17/09/2007.

DE FELIPPO, R. et al. **As alterações na qualidade da água durante o enchimento do reservatório de UHE Serra da Mesa-GO**. In: HENRY, R. Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. Botucatu: FUNDIBIO, 1999. p. 321-346

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602 p.

ISAIA, T. **Planejamento de uso da terra para o município de Santa Maria- RS, através do diagnóstico físico conservacionista das micro bacias hidrográficas.** Santa Maria. 1992. 60 p.

KIRK, J. T. O. **Light & photosynthesis in aquatic ecosystems.** 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1994. 530 p.

LAGE FILHO, A. L. **Características ecológicas e limnológicas da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Antas, no período de menores precipitações (Poços de Caldas - MG).** 1996, 191 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia)., Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos.

MORAES, A. J. **Manual para Avaliação da Qualidade da Água – Curso de especialização. Educação ambiental e recursos hídricos: perspectivas para o século XXI.** São Carlos: Ed. Rima. Apoio Pró-ciências – Fapesp e Projeto Probio – MMA/Cnpq, 2001.

PEREIRA FILHO, W. **Integração de dados de campo e sensoriamento remoto no estudo da influência das características da bacia de captação na concentração de sólidos em suspensão em reservatório: o exemplo de Tucuruí.** 1991, 175 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1991.

_____. **Influência dos diferentes tipos de uso da terra em bacias hidrográficas sobre sistemas aquáticos da margem esquerda do reservatório de Tucuruí-Pará.** 2000. 138 f. Tese (Doutorado em Geografia Humana)-Universidade de São Paulo.São Paulo.

_____ et al. Limnological variables and macrophyte infestation in Tucuruí reservoir - Pará - Brazil. In: **INTERNATIONAL GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING SYMPOSIUM**, 2002, Toronto. Proceedings... Toronto, 2002.

POMPÊO, M.; CARLOS V. M. **A ecologia e limnologia no Brasil, São Paulo, 2004.** Disponível em <http://www.ib.usp.br/limnologia/Limnologia_no_Brasil/>. Acesso em 17/10/2007.

RUHOFF, A. L. et al. **Mapeamentos de Uso da Terra e Ocupação do Espaço Geográfico mm Santa Maria, RS.** Curitiba, n. 7, p. 87-94, 2003. Ed. UFPR. Disponível em <http://coralx.ufsm.br/mundogeo/Links/Publicacao_arquivos /RAE-2004-22.pdf> acesso em 22/08/2007.

SOARES, J. V. **Introdução a Hidrologia de Florestas.** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). São José dos Campos, 2006. Disponível em < <http://www.dpi.inpe.br> > acesso em 22/08/2007.

SOUZA, STRASSBURGER, L. **Uso da Terra nas Bacias Hidrográficas do Rio do Peixe (SC) e do Rio Pelotas (RS/SC) e a Influência na Limnologia do Reservatório da UHE-ITÁ (RS).** 2005, 80 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria

REBOUCAS, A. C. et al . **Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação.** São Paulo - SP: Escritura Editoras, 1999. 717 p.

WACHHOLZ, Flávio. **Compartimentação Aquática do Reservatório Rodolfo Costa e Silva - RS, a partir de Variáveis Limnológicas e Imagens Orbitais.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Brasil. 2007.