

Relação Entre o Uso do Solo e a Qualidade da Água em Bacia Hidrográfica Rural no Bioma Mata Atlântica

Adilson Pinheiro¹, Chaiane Schoen¹, Júnia Schultz¹, Kássia Gisele Hackbarth Heinz¹, Ivone Gohr Pinheiro¹, Francisco Carlos Deschamps²

pinheiro@furb.br; chaiane_sch@yahoo.com.br; juniaschultz@gmail.com; kassi_gisele@hotmail.com; ivonegp@furb.br; xicodsc@hotmail.com

Recebido: 11/06/13 - revisado: 10/08/13 - aceito: 10/03/14

RESUMO

O uso do solo e as atividades econômicas desenvolvidas em uma bacia hidrográfica afetam a qualidade da água. No presente trabalho, as concentrações e as cargas transportadas de algumas substâncias associadas à qualidade da água foram quantificadas na bacia hidrográfica do rio Duas Mamas, localizada no município de Schroeder, Santa Catarina. As concentrações determinadas foram comparadas com os padrões estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357/2005 e relacionadas com classificação do uso e ocupação do solo. As coletas foram realizadas em quatro seções fluviométricas do rio principal e uma em um tributário, no período de setembro de 2007 a novembro de 2008. Foram determinadas as concentrações de parâmetros físico-químicos, microbiológicos e de vazão, sendo posteriormente calculadas as frequências de superação, concentrações médias, cargas diárias e cargas específica, relacionando-os com a classificação de uso e ocupação do solo. Nota-se que a concentração da maioria dos parâmetros analisados encontra-se em conformidade com a resolução do CONAMA. A preservação da mata nativa é fundamental para a manutenção da qualidade da água, já que foi a seção em mata nativa que apresentou melhor qualidade em relação aos parâmetros analisados. A urbanização, apesar de pequena, compromete a qualidade da água, pois foi a seção fluviométrica com esta influência, cujos resultados mais superaram os padrões estabelecidos na legislação. Além disto, na bacia hidrográfica rural, ações pontuais, como lançamentos de águas residuárias e a existência de corredeiras, podem interferir significativamente na qualidade da água do rio.

Palavras-Chave: monitoramento ambiental, fluxo de poluentes, uso do solo e qualidade das águas.

INTRODUÇÃO

As diversas atividades de uso e ocupação do solo pelo homem alteram os processos biológicos, físicos e químicos dos sistemas naturais e contribuem para a redução da qualidade da água (OLIVEIRA-FILHO et al., 2012). A agricultura é a forma mais representativa de ocupação de solo, exercendo influência no ciclo hidrológico natural nas bacias hidrográficas. Isso ocorre, em parte, por ser atividade que utiliza grande quantidade de água e contribui com fontes difusas de poluentes (RIBEIRO, 2009).

A qualidade da água de uma bacia hidrográfica pode ser afetada por vários fatores antrópicos ou naturais, bem como da interação entre eles (DIEBEL et al., 2009; TAKEDA et al., 2009). Em face disso, valores de referência que refletem a qualidade

da água devem ser estabelecidos, preferencialmente através do monitoramento dos parâmetros físicos, químicos e biológicos (HADLICH & SCHEIBE, 2007). Desta forma, o monitoramento é essencial para acompanhar a evolução das condições da qualidade da água ao longo do tempo, averiguar as tendências na qualidade do meio aquático, além de poder observar como este meio é afetado pelas atividades antrópicas (HESPAÑHOL, 2008).

No Brasil, a classificação dos corpos de água superficial em relação a sua qualidade é estabelecida pela resolução nº 357 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), servindo como suporte indispensável aos programas de gestão dos recursos hídricos (BRASIL, 2005).

A bacia hidrográfica do rio Duas Mamas está localizada na região hidrográfica que envolve as bacias hidrográficas do rio Cubatão (Norte) e do rio Itapocu (SANTA CATARINA & GTZ, 2003).

Em virtude da aptidão e uso agrícola da área da bacia hidrográfica, o conhecimento dos parâmetros de qualidade da água e da vazão é fundamental

¹Fundação Universidade Regional de Blumenau – FURB

²Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI e Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI.

para subsidiar a sociedade e os gestores no planejamento das atividades econômicas locais e regionais (PINHEIRO & DESCHAMPS, 2008). Assim, as alterações que ocorrem em uma bacia hidrográfica podem ser avaliadas de diversas maneiras, seja por meio de suas características físicas (SILVA et al., 2012), monitoramento de parâmetros de qualidade de águas superficiais (PINHEIRO et al., 2013) e impactos dos diferentes usos do solo (PINHEIRO et al., 2009; SANTOS & HERNANDEZ, 2013).

A maioria dos trabalhos de monitoramento da qualidade da água avalia apenas as concentrações dos parâmetros de qualidade da água, não realizando a medição da vazão e, consequentemente, o cálculo de carga transportada (ZUCCO et al., 2012). A concentração dos parâmetros é útil na comparação com os padrões de qualidade de água existentes. No entanto, somente os valores de concentração são insuficientes para orientar ações de preservação ambiental na área da bacia hidrográfica (QUILBÉ et al., 2006). Dessa maneira, faz-se necessário determinar a carga de poluentes transportados, calculada a partir do monitoramento da concentração e da vazão do corpo d'água (CHEN et al., 2009). De acordo com Quilbé et al. (2006), a carga transportada permite entender os processos e identificar possíveis fontes de poluição.

Conforme Pinheiro et al. (2013), a grande maioria dos estudos abordam separadamente as concentrações e as cargas transportadas. Abordá-los em conjunto é essencial para a construção de um instrumento adequado de gestão dos constituintes em um sistema hídrico (PINHEIRO & DESCHAMPS, 2008; MENDONÇA & MARQUES, 2011; PINHEIRO et al., 2013).

O objetivo do presente estudo foi quantificar, na bacia hidrográfica do rio Duas Mamas, em Schroeder – SC, as concentrações e as cargas transportadas de alguns parâmetros de qualidade da água e relacionando-as com o uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Duas Mamas (Figura 1) possui área de drenagem de 75,97 km² e localiza-se na região hidrográfica 6, de acordo com o Credenciamento de Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina, envolvendo as bacias hidrográficas do rio Cubatão (norte) e do rio Itapocu. Está inserida no município de Schroeder, que por sua vez é

localizado no vale do Itapocu, região Norte de Santa Catarina. Segundo a Resolução 01/2008 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 2008), o sistema hídrico da bacia hidrográfica do rio Duas Mamas está enquadrado como de classe 2.

A bacia hidrográfica foi subdividida em seis subáreas, que correspondem às superfícies de drenagem entre as seções fluviométricas. Deste modo, a subárea 1 (SB 1) corresponde à área da bacia drenada da nascente até a seção fluviométrica de coleta 1, a subárea 2 (SB 2), à área da bacia drenada entre o intervalo da seção fluviométrica 1 até a seção fluviométrica 2 e, assim sucessivamente.

A subárea 4 (SB 4) se apresenta como um tributário ao rio principal, com nascente localizada a leste da bacia do rio Duas Mamas, e com a seção fluviométrica localizada nas proximidades de outro tributário, que deságua no rio principal. Tem-se ainda a subárea 6 (SB 6), que corresponde à porção do rio principal após a última seção fluviométrica de coleta 5 (SF5) até desaguar no rio Itapocu, a qual não foi analisada neste estudo.

Caracterização do monitoramento

A coleta de amostras de água e a medição da vazão foram realizadas em quatro seções fluviométricas (SF1, SF2, SF3, SF5) no rio Duas Mamas e uma em um rio tributário (SF4), com a determinação das concentrações de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. Foram coletadas onze amostras em cada seção fluviométrica, totalizando cinquenta e cinco amostras ao longo do período de monitoramento, que compreendeu setembro de 2007 até novembro de 2008.

Análises químicas, físicas e microbiológicas

Para análise das variáveis químicas, físicas e microbiológicas de interesse foram coletadas amostras de água superficialmente (cerca de 30 cm de profundidade da lâmina da água), de forma manual, com um frasco de polietileno previamente esterilizado, ambientado com a água do próprio local antes da realização da coleta. Os frascos de plástico com as amostras de água foram mantidos sob refrigeração em caixa térmica até a análise em laboratório, conforme as diretrizes da CETESB & ANA (2011) e da NBR 9898 (ABNT, 1987).

No momento das coletas em cada seção fluviométrica, com auxílio de multissonda de campo da marca Orion modelo 1230, foram avaliadas os

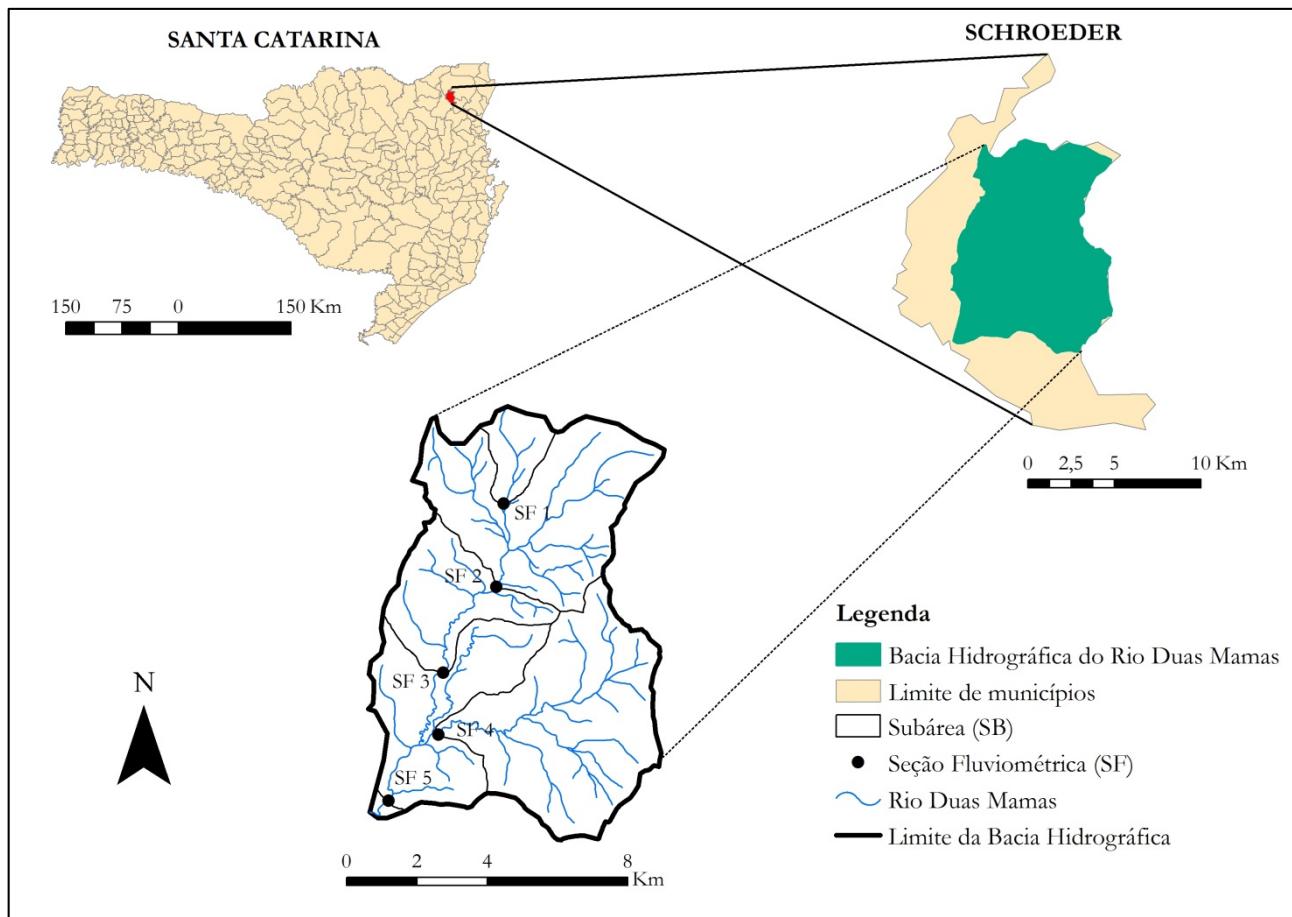


Figura 1 - Localização da bacia hidrográfica do rio Duas Mamas e pontos de monitoramento nas seções fluviométricas (SF) 1 a 5. Fonte: Adaptado do IBGE (2013).

parâmetros temperatura, pH, condutividade e oxigênio dissolvido (OD).

Em laboratório, para cada amostra foram determinadas as concentrações de turbidez, alcalinidade, fósforo total, nitrito, nitrato, dureza, amônia, ortofosfato, potássio, demanda bioquímica de oxigênio, ferro total, sódio, coliformes totais e coliformes termotolerantes. As metodologias analíticas empregadas são apresentadas no quadro 1.

Medidas de vazão

As medições de vazão foram efetuadas utilizando um ADCP (*Acoustic Doppler Current Profilers*), cujo princípio de funcionamento se baseia no efeito doppler, em que o sensor emite um sinal sonoro a 1500 m/s em uma frequência de 50 ou 200 kHz. O

sinal é refletido por objetos e pelo leito, retornando ao instrumento que calcula a distância entre o emissor/receptor (FURUNO, 2002).

Classificação de uso e ocupação do solo

Para determinação da distribuição do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica foi utilizada uma imagem de satélite da Série Landsat (Land Remote Sensing Satellite), referentes à órbita/ponto 220/78, datada do ano de 2010, disponibilizada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Foi efetuada a segmentação da imagem através do software ArcGIS 10.1®. As classes de uso e ocupação do solo analisadas foram: cultivo de banana, reflorestamento, uso agrícola, vegetação nativa e área urbanizada.

Quadro 1 – Parâmetros químicos, físicos e biológicos e metodologia de análise utilizada.

Fonte: Adaptado de EPAGRI (2008).

Parâmetros	Metodologia analítica
Amônia; Nitrato; Nitrito; Ortofosfato; Ferro; Potássio; Fósforo	Em laboratório credenciado da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI): por colorimetria baseando-se nos métodos de análise referenciados no “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater – 21ª edição”. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro FEMTO modelo 600S. Eventuais aferições foram realizadas em espectrofotômetro Zeiss modelo M500, com duplo feixe.
Turbidez	Em laboratório credenciado da EPAGRI: por Turbidímetro “HACH” modelo 2100 P.
Alcalinidade	Em laboratório credenciado da EPAGRI: por titulação potenciométrica até pH pré-determinado, segundo a norma CETESB – L5.102 (1992), que aplica a metodologia descrita pela APHA (1975).
Dureza total	Em laboratório credenciado da EPAGRI: por método titulométrico do EDTA, segundo a norma CETESB – L5.124 (1992).
Coliformes totais e termotolerantes (CF)	Em laboratório credenciado da EPAGRI: por cartelas com reativo “Colilert” para a detecção e confirmação simultâneas de coliformes totais e <i>Escherichia coli</i> .

Interpretação dos resultados

Após obtenção das concentrações dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, foi calculada a frequência de superação (%) da concentração de cada parâmetro em relação aos padrões estabelecidos pela resolução 357 do CONAMA (BRASIL, 2005) para corpos de água doce superficiais enquadrados como de classe 2, através da aplicação da Equação 1.

$$F = \frac{m}{n+1} \cdot 100 \quad (1)$$

onde: m é o número de ordem da concentração i, quando a série é classificada em ordem crescente; n é o número de amostras de água coletadas na seção fluviométrica considerada.

Foi realizado o cálculo da concentração média ponderada (C_m) pela vazão de cada variável utilizando a equação 2.

$$C_m = \frac{\sum c_i \cdot q_i}{\sum q_i} \quad (2)$$

onde C_i é a concentração medida na coleta i e q_i é a vazão medida durante a realização da coleta i.

Para cada parâmetro foi calculada a carga diária nas cinco seções fluviométricas. A carga representa o fluxo de massa da espécie física, química ou microbiológica que atravessa a seção fluviométrica no intervalo de tempo considerado. A carga foi calculada pelo produto da concentração (M

L^{-1}), vazão média do curso ($L^3 T^{-1}$) e tempo (T) (Equação 3).

$$Carga_{diária} = C_m \cdot Q \cdot \Delta t \quad (3)$$

onde: C_i é a concentração da amostra i; Q_i é a vazão média diária do escoamento do rio no dia da coleta da amostra i; Q é a vazão média do rio no período de monitoramento.

Para cada seção fluviométrica foi determinada a carga específica, que representa a produção de massa por unidade de superfície contribuinte. Para as seções fluviométricas intermediárias, a carga específica foi determinada pela diferença entre os fluxos de massas de entrada e de saída do trecho considerado, expresso pela equação 4.

$$Carga_{específica} = \frac{Massa_2 - Massa_1}{Área_{intermediária}} \quad (4)$$

onde massa 2 é o fluxo de massa na seção de jusante, massa 1 é o fluxo de massa da seção de montante e área intermediária é a área de contribuição entre as seções de montante e de jusante.

Posteriormente, os resultados de concentração e carga dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos que não atenderam os limites da resolução 357 do CONAMA (BRASIL, 2005), foram analisados em função do uso e ocupação do solo de modo a identificar como esta variável espacial influência na qualidade das águas

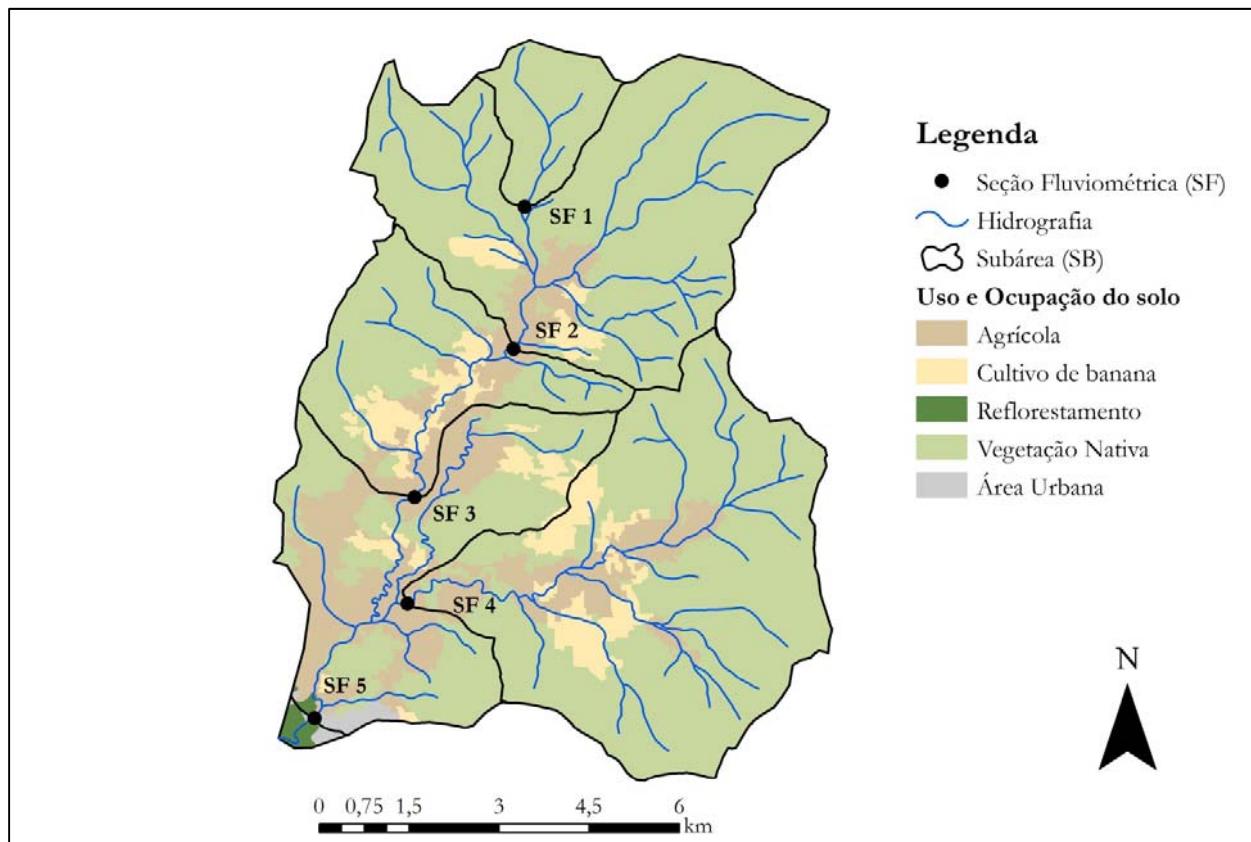


Figura 2 - Classes de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Duas Mamas.

superficiais de uma bacia hidrográfica com uso predominantemente rural.

Análise estatística

Os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, expressos em cargas específicas, foram avaliados por meio da análise de variância (ANOVA), seguida do Teste de Tukey, a 5% de significância, utilizando o software Action.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Classificação do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio Duas Mamas

Na figura 2 é apresentada a distribuição espacial do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Duas Mamas. A vegetação nativa ocupa 75% ($56,95 \text{ km}^2$) da área da bacia, seguida das atividades agrícolas com 16,6% ($12,61 \text{ km}^2$), com destaque para o cultivo de banana que ocupa

7,4% ($5,59 \text{ km}^2$). O reflorestamento ocupa a menor área da bacia, correspondendo a $0,35 \text{ km}^2$ (0,45%), enquanto o uso urbano, localizado a jusante da bacia, próximo a foz, ocupa $0,47 \text{ km}^2$ (0,46%).

Embora com grande representatividade de vegetação nativa, foi percebido que a maior parte da cobertura vegetal é encontrada em regiões de encostas e de elevada declividade, regiões que naturalmente apresentam maior dificuldade para utilização para fins agrícolas. Além disso, em diversas áreas com predominância de vegetação nativa, ações antrópicas de intervenção na borda do ecossistema já são encontradas.

O uso do solo para fins econômicos é o agrícola, com diferentes tipos de culturas anuais, seguido do cultivo de banana e reflorestamento. Nota-se que especialmente o uso agrícola é desenvolvido muito próximo das margens do curso d'água, o qual pode influenciar nas concentrações dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos (MORAIS et al., 2012; SANTOS & HERNANDEZ, 2013).

Tabela 1 - Classes de uso e ocupação do solo nas subáreas (SB) que compõem a bacia Duas Mamas.

Classe de uso do solo	SB 1		SB 2		SB 3		SB 4		SB 5		SB 6	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Mata nativa	3,49	100	19,21	88,65	6,50	66,39	20,03	78,15	7,72	51,50	0	0
Cultivo de banana	0	0	0,94	4,34	1,51	15,42	2,20	8,58	0,94	6,27	0	0
Agrícola	0	0	1,52	7,01	1,78	18,18	3,40	13,27	5,90	39,36	0,01	2,50
Reflorestamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0,07	0,47	0,28	70,00
Área urbana	0	0	0	0	0	0	0	0	0,36	2,40	0,11	27,50
Total	3,49	100	21,67	100	9,79	100	25,63	100	14,99	100	0,4	100

Atividades antrópicas e algumas especificidades são percebidas ao longo da rede de drenagem fluvial. A área de drenagem da seção fluviométrica 1 (SF 1) é caracterizada pela presença de vegetação nativa ciliar e o curso do rio possui quedas e corredeiras acentuadas. A jusante do ponto de coleta, no entanto, há a presença de atividade de criação de trutas que utiliza os recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Duas Mamas tanto para abastecimento dos tanques de criação quanto como corpo receptor dos efluentes provindos da atividade. Área de drenagem da seção fluviométrica 2 (SF 2), diferentemente, apresenta menor área de vegetação ciliar nativa, tendo como atividades antrópicas o cultivo de banana e arroz.

A área de drenagem da seção fluviométrica 03 (SF 3) por sua vez, conta novamente com presença significativa de vegetação ciliar e o curso apresenta pequenas quedas e corredeiras. As áreas de drenagem das seções 4 e 5 são as mais afetadas por ações antrópicas. Na área de drenagem da seção 4 (SF 4) há a presença de atividades de silvicultura (*Pinus sp.*), pecuária, cultivo de arroz e cultivo de banana próximo das margens do curso d'água, sem proteção da vegetação ciliar. O curso de água, nesta área, apresenta também, ilhas de sedimento. Por fim, na área de drenagem da seção fluviométrica 5 (SF 5), atividades urbanas são mais presentes. Ainda se percebe no curso de água a formação de ilhas de sedimento e descarga de drenagem das águas pluviais da área urbana. A vegetação nativa nas margens pode ser considerada insignificante, com sinais de erosão e aterro do ambiente fluvial, mesmo com a presença de vegetação rasteira e gramíneas na área das margens.

As superfícies e os percentuais de cada subárea correspondendo ao uso e ocupação do solo estão apresentados na tabela 1.

Com exceção à subárea 6, todas são ocupadas preponderantemente por vegetação nativa, sen-

do a subárea 1 a única ocupada em toda a sua extensão por este uso. Quanto às atividades antrópicas e uso do solo para fins econômicos, a subárea 6 é a que se caracteriza como de uso exclusivo para essas atividades. A subárea 5, por sua vez é a que apresenta a segunda maior ocupação por atividades antrópicas e uso do solo para fins econômicos (48,5%), seguida da subárea 03, com 33,6%, subárea 04, com 21,85% e subárea 02 com 11,35%.

As atividades desenvolvidas e o uso do solo podem refletir na qualidade dos recursos hídricos de uma região. No presente estudo pode-se constatar através da análise estatística dos valores de carga específica (Tukey a 5% de significância), que alguns parâmetros apresentaram diferença estatística significativa entre as subáreas analisadas. Dentre elas destacam-se as cargas específicas de nitrito ($p = 0,0058$), fósforo ($p = 0,0014$), ortofosfato ($p = 0,0009$), oxigênio dissolvido ($p = 0,012$), potássio ($p = 0,0026$) e ferro ($p = 0,00000008$). A diferença constatada para tais parâmetros encontra-se entre as subáreas 3 e 2, 5 e 3. Exceção foi obtido para o ferro que apresentou diferença estatística significativa entre as subáreas 5 e 3; 5 e 2.

Nota-se que essas diferenças se devem principalmente pelo uso e ocupação do solo de cada subárea, uma vez que as subáreas 2, 3 e 4 possuem o predomínio de agricultura, enquanto que a subárea 5 possui além da agricultura, a ocupação urbana. Por outro lado, é interessante notar que a subárea 1, com 100% de ocupação por mata nativa, não apresentou diferença estatística significativa na carga específica transportada, em relação as demais subáreas.

Relação entre qualidade da água e uso do solo

A comparação das concentrações determinadas com os valores máximos estabelecidos pela resolução nº 357 do CONAMA (BRASIL, 2005) para

Tabela 2 - Frequências de superação das variáveis em comparação com a legislação.

Variáveis	Resolução nº 357 CONAMA	Frequências de superação (%)				
		SF 1	SF 2	SF 3	SF 4	SF 5
Turbidez (uT)	< 100,0	0	0	0	0	0
pH	6,0 a 9,0	0	0	0	0	0
OD (mg L⁻¹)	< 5,0	0	0	0	0	0
Fósforo total (mg L⁻¹)	0,1	27,3	41,6	0	27,3	0
Nitrogênio amoniacal (mg L⁻¹)	3,7	8,3	8,3	8,3	0	8,3
Nitrito (mg L⁻¹)	1,0	0	0	0	0	0
Nitrito (mg L⁻¹)	10,0	0	0	0	0	0
CF (NMP/100mL)	1000	8,3	33,3	16,6	25	25

corpos de água de classe 2 apresenta desconformidades (Tabela 2). A não conformidade com a resolução restringe o uso da água desse manancial para alguns destinos. Um corpo de água doce que atenda aos padrões desta classe pode ter suas águas destinadas ao abastecimento humano (após tratamento convencional), a proteção de comunidades aquáticas, a recreação de contato primário, a irrigação de hortaliças e plantas frutíferas e a atividade de pesca (BRASIL, 2005).

Dentre os parâmetros analisados, os que demonstraram frequência de superação em comparação com a resolução nº 357 do CONAMA (BRAZIL, 2005), foram coliformes termotolerantes, fósforo e nitrogênio amoniacal. Dois aspectos devem ser ressaltados. Primeiro em relação a seção fluviométrica 1, cuja área de drenagem apresenta apenas mata nativa. Neste caso a contribuição de fósforo total e nitrogênio amoniacal podem ser provenientes da serapilheira e os coliformes termotolerantes do material fecal dos animais de sangue quente. Segundo, a seção fluviométrica 2, que apresentou as maiores frequências de superação para as concentrações de coliformes termotolerantes e fósforo total, a contribuição dos efluentes líquidos da piscicultura podem ter contribuído para este resultado.

Os dados obtidos para o fósforo corrobora com os estudos de Oliveira et al. (2010) os quais observaram bacia hidrográfica do rio Salitre (BA), que o fósforo ultrapassou o limite estabelecido pela legislação em 71% dos trechos analisados, associando a presença de esgotos domésticos identificados no local, chamando a atenção para o conteúdo do elemento contidos nos detergentes.

O nitrogênio amoniacal apresentou a mesma frequência de valores acima do permitido na

legislação em quatro das seções observadas (8,3%), estando apenas as amostras coletadas na seção 4 dentro dos limites estabelecidos. A sua presença pode estar ligada descargas domésticas, assim como de dejetos animais e fertilizantes químicos (VON SPERLING, 2005).

Na tabela 3 são apresentados os valores da concentração média ponderada pela vazão dos parâmetros de qualidade da água em todas as seções fluviométricas amostradas na bacia hidrográfica do rio Duas Mamas. Nota-se que o fósforo, o nitrogênio amoniacal, ortofosfato, coliformes totais e termotolerantes apresentaram um comportamento semelhante em relação às seções fluviométricas SF 1, SF 2, SF 3 e SF 5. Houve aumento da SF 1, que trata-se de uma área com 100% de cobertura de vegetação nativa, para a SF 2, reduzindo as concentrações na SF 3, onde predomina o cultivo de banana, aumentando significativamente para a SF 5. Ressalta-se que a seção SF 5 recebe a contribuição de área urbana..

Este comportamento obedece a uma ordem crescente de comprometimento da qualidade da água em relação à concentração da maioria dos parâmetros, sendo menor na área de nascentes (SF 1) e perdendo essas características ao longo do rio (SF 2 e SF 5). Cabe ressaltar que a qualidade da água próximo da foz sofre influência de toda a área de drenagem (MENDONÇA & MARQUES, 2011). Este comportamento já foi relatado por outros estudos que evidenciaram a importância da presença da vegetação na preservação da qualidade da água (DONADIO et al., 2005; PINTO et al., 2012) e que o uso agrícola, agropecuário e de urbanização provocam alterações dos parâmetros OD, nitrito e coliformes termotolerantes (MENEZES et al., 2009).

Tabela 3 - Valores de concentração média ponderada pela vazão (mg L⁻¹) das variáveis nas seções fluviométricas (SF).

Parâmetros	SF 1	SF 2	SF 3	SF 4	SF 5
Turbidez (uT)	3,91	2,05	2,89	7,36	8,83
Alcalinidade	18,68	19,05	20,58	28,34	24,62
Dureza	13,69	13,05	14,85	20,98	18,11
DQO	5,13	2,50	2,23	2,48	2,95
OD	8,85	8,87	8,72	8,68	8,56
Fósforo total	0,078	0,11	0,056	0,059	0,091
Ortofosfato	0,045	0,075	0,031	0,028	0,046
Nitrogênio amoniacal	1,66	1,85	1,67	1,49	1,94
Nitrito	0,012	0,012	0,012	0,014	0,016
Nitrato	0,12	0,19	0,20	0,19	0,20
Sódio	3,36	3,48	3,60	10,73	6,17
Potássio	0,75	0,47	0,46	0,99	0,78
Ferro total	0,065	0,051	0,10	0,38	0,43
CT (10⁵ NMP L⁻¹)	1,95	1,96	1,62	3,37	2,85
CF (10³ NMP L⁻¹)	3,67	9,39	6,73	15,0	11,2

A redução das concentrações do fósforo total e ortofosfato, além do nitrogênio amoniacal, coliformes totais e termotolerantes da SF 2 para a SF 3 pode ser justificada pelo processo de autodepuração do sistema, devido a presença de quedas e corredeiras na SF 3 (CUELHAS & CARVALHO, 2009). Fato semelhante também foi relatado por Frinhani & Carvalho (2010), ao observarem que a autodepuração do rio do Tigre em Joaçaba – SC ocorreu pela maior largura e vazão do rio no ponto que se constatou um restabelecimento das condições naturais.

Já o potássio, a demanda química de oxigênio (DQO) e a turbidez apresentaram concentração elevada na SF 1, diminuindo para as duas seções seguintes (SF 2 e SF 3) seguido de um aumento para a SF 5, a qual apresenta, de um modo geral, as maiores concentrações, sendo que essa seção recebe influência das demais seções mencionadas assim como da SF 4. A presença de maiores concentrações de potássio na área de nascente (SF 1) em comparação às seções fluviométricas intermediárias pode ser justificada pelo escoamento de serapilheira proveniente da mata nativa. A serapilheira contribui para o aumento da quantidade de sódio, potássio e fósforo em proporções que podem ser diferenciadas de acordo com o fragmento, sendo esses nutrientes transportados pelo escoamento superficial e subsuperficial ao rio (RIBEIRO et al., 2000; PORTELA & SANTOS, 2007).

As concentrações mais elevadas de potássio na SF 4 e SF 5 se devem, no entanto, pelo aporte de nutrientes provindos das áreas utilizadas para uso

agrícola (CETESB, 2008), o que também foi constatado pelo estudo de Moura et al. (2010).

Tal comportamento também se justifica para a turbidez que na SF 1 apresentou concentração mais elevada que na SF 2 e SF 3. O escoamento superficial na área de mata nativa pode transportar matéria orgânica e inorgânica dos organismos microscópicos e algas. O maior valor foi obtido na SF 5. Nesta seção, o alto valor da turbidez está associado principalmente à presença de materiais sólidos em suspensão (silte, argila, sílica, coloides), os quais têm origem na erosão do solo e partículas transportadas pelo escoamento superficial (MEDEIROS et al., 2009).

Embora a DQO apresente a maior concentração na SF 1, os valores podem ser considerados baixos (2,23 mg.L⁻¹ a 5,13 mg.L⁻¹), permanecendo dentro do limite estabelecido pela UNESCO (1996), cujos valores indicativos de contaminação da água por compostos orgânicos estão entre 20 e 200 mg.L⁻¹ de O₂.

O oxigênio dissolvido (OD) variou entre 8,55 e 8,87 mg.L⁻¹, estando nos limites estabelecidos pela resolução 357 do CONAMA (BRASIL, 2005). A concentração de OD apresentou-se maior na área de nascente (SF 1) diminuindo gradativamente para as demais seções. Este mesmo resultado foi constatado por Blume et al. (2010), onde o OD foi reduzindo da montante para a jusante do rio dos Sinos – RS. Em parte isso pode ser explicado pelo fato da área da nascente ser geralmente mais íngreme, com fluxo típico de corredeiras, o que faz com que haja turbulência e aumente o oxigênio presente na água

(DORIGON et al., 2008). Outro fator que pode contribuir para esse decaimento da concentração de OD é devido ao lançamento de matéria orgânica nas seções que se encontram em áreas agrícolas e urbanizada (BLUME et al., 2010).

A alcalinidade, nitrito, nitrato, sódio e ferro apresentaram um comportamento típico de áreas com uso agrícola e urbanização, aumentando gradativamente da nascente (SF 01) para a última seção (SF 05).

Os valores elevados de alcalinidade evidenciados nesse estudo estão associados aos processos de decomposição da matéria orgânica e a taxa respiratória dos microrganismos, com a liberação e dissolução do gás carbônico na água (MORAES, 2008), agravados pelas atividades antrópicas.

Em relação aos compostos nitrogenados, a presença do nitrito no corpo hídrico indica que existe um processo de nitrificação nesses locais, pois este composto normalmente está presente na água em uma fase intermediária natural do ciclo do nitrogênio, onde uma vez formado, é oxidado para nitrato (MACHADO et al., 2009). Os valores de nitrato observados nesse estudo podem ser justificados tanto pela conversão do nitrito (MACHADO et al., 2009), quanto pelo uso de fertilizantes nas áreas agrícolas próximas ao rio (DONADIO et al., 2005; PINHEIRO et al., 2013) e também de lançamento de esgoto doméstico, como afirmam Alves et al. (2008).

A concentração de ferro foi menor na SF 1, em virtude da presença de florestada (FERNANDES et al., 2011; FERNANDES et al., 2012). Observou-se que nas demais seções, que são influenciadas por uso agrícola e urbano, altos valores de ferro (MOURA et al., 2011; SANTOS et al., 2013). Resultado similar foi encontrado por Fernandes et al. (2011), onde os valores desse parâmetro foram maiores nas áreas com agricultura ao longo da bacia Glória, em Macaé, RJ, e também por Santos & Hernandez (2013), que ao avaliarem a qualidade de água da bacia agrícola do córrego do Ipê, em Ilha Solteira – SP, constataram elevados valores de ferro em todos os pontos amostrados.

Na seção fluviométrica 4, que é uma seção localizada num tributário do rio Duas Mamas e influencia apenas a SF 5, os parâmetros alcalinidade, potássio, sódio e coliformes totais e termotolerantes apresentaram maior concentração quando em comparação a seção seguinte (SF 5), havendo redução de um ponto para outro, já que também a seção 4 possui como características de uso atividades agrícolas e de cultivo de banana. Os demais parâmetros analisados – fósforo, nitrogênio amoniacal, nitrito,

nitrato, ortofosfato, ferro, DQO, OD e turbidez – apresentaram concentrações menores quando comparados a SF 5.

A partir das concentrações foi calculada a carga diária dos parâmetros em cada seção fluviométrica (tabela 4), assim como a carga específica de acordo com as contribuições de cada subárea.

Em todos os parâmetros analisados observou-se aumento na carga diária para a SF 5, que pode ser justificada pelo acúmulo das cargas das seções anteriores. A exceção foi o OD que apresentou o mesmo comportamento, justificado pela diferença de vazão, que é menor na nascente e aumenta ao longo do percurso.

Através da análise da carga específica das subáreas 2, 3 e 5 observou-se que houve maior contribuição nos parâmetros de alcalinidade, coliformes termotolerantes, DQO, ortofosfato, nitrogênio amoniacal, nitrato e sódio entre as subáreas 1 e 2, que pode ser justificado pela presença da atividade de criação de trutas próximo a SF 1.

Isso se deve à constituição dos resíduos da aquicultura, como restos da alimentação e excreção fecal dos animais, que se caracterizam principalmente pela presença do carbono, nitrogênio e fósforo, além de sólidos em suspensão e matéria orgânica (CYRINO et al., 2010; CARAMEL, 2011). Os dados obtidos do estudo de Caramel et al. (2011) corroboram com os resultados encontrados na bacia hidrográfica do rio Duas Mamas, onde detectaram um aumento da carga de fósforo associando-o aos resíduos de alimentação das trutas.

Em relação a SF 3, contatou-se uma melhoria da qualidade das águas, que pode ser explicado pela presença de mata nativa nas margens em alguns trechos compreendidos entre a SF 2 e SF3 (FERNANDES et al., 2011), assim como a presença de pequenas corredeiras, havendo neste trecho a amplificação do processo de autodepuração (VON SPERLING, 2005). Estes fatores podem proporcionar condições mais adequadas a melhoria do que aquela produzida pela atividade agrícola, em especial, o cultivo de banana, que tenderia a piorar a qualidade da água do rio.

Enquanto o parâmetro de OD houve maior contribuição da subárea 1, que apesar da existência de trutário, apresenta vegetação ciliar preservada e presença de corredeiras e quedas. Este mesmo parâmetro apresentou carga específica menor entre as subáreas 2 e 3, indicando uma relação entre consumo e produção pouco significativa.

Na SF 5 observou-se as maiores contribuições oriundas da SF 3 e 4 de coliformes totais, fósforo,

Tabela 4 - Valores da carga diária e carga específica de cada parâmetro analisado nas cinco seções fluviométricas.

Parâmetros	Carga diária (Kg dia ⁻¹)					Carga específica (Kg dia ⁻¹ /Km ²)		
	SF 1	SF 2	SF 3	SF 4	SF 5	SF 2 – 1	SF 3 – 2	SF 5 – 4 – 3
Alcalinidade	342,32	2502,14	2773,69	1972,01	5801,29	99,67	27,74	70,42
Coliformes totais (10¹² NMP dia⁻¹)	3,57	25,7	21,8	23,5	67,1	1,18	- 0,39	1,45
CF (10¹¹ NMP dia⁻¹)	0,673	12,3	9,07	10,4	26,3	0,57	- 0,33	0,45
DQO	109,01	387,35	365,84	199,19	789,48	17,83	- 2,20	14,97
OD	162,17	1165,21	1174,88	603,88	2015,68	53,72	0,99	15,81
Fósforo total	1,42	10,84	7,56	3,10	17,66	0,45	- 0,34	0,47
Ortofosfato	0,78	7,56	4,22	1,46	8,89	0,30	- 0,34	0,21
Nitrogênio amoniacal	30,42	242,29	224,73	103,65	457,79	11,13	- 1,79	8,63
Nitrito	0,22	1,56	1,58	1,00	3,78	0,026	0,002	0,080
Nitrito	2,20	24,67	27,46	13,64	48,27	1,09	0,28	0,48
Potássio	13,71	62,34	62,09	68,64	183,62	2,83	- 0,03	3,53
Ferro total	1,18	6,68	13,89	26,20	101,20	0,26	0,74	4,08
Sódio	61,63	456,78	484,76	746,40	1452,76	21,03	2,86	14,78

ro, nitrito, potássio e ferro, explicado pela presença de atividade antrópica, como agricultura e urbanização. O nitrito, potássio e fósforo têm origem associada a fertilizantes utilizados como insumos por agricultores conforme Moura et al. (2010).

CONCLUSÕES

Embora tenham sido constatadas interferências antrópicas na bacia hidrográfica do rio Duas Mamas, as avaliações dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos evidenciaram água de boa qualidade neste ambiente. Estando a maioria dos parâmetros analisados em conformidade com a resolução CONAMA nº 357/2005, atividades humanas previstas para rios de classe 2 são passíveis de serem desenvolvidas.

Os resultados obtidos no estudo dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos e a sua relação com o uso e ocupação do solo reafirmaram que este último foi determinante na qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Duas Mamas. Áreas com mata nativa produzem concentrações de fósforo total, nitrogênio amoniacal e coliformes termotolerantes superiores aos padrões ambientais estabelecidos pela legislação. Outros parâmetros também apresentaram valores elevados, mas em

conformidade com a legislação. O uso antrópico, seja agrícola ou urbano, interferiu, mesmo que de maneira branda, na qualidade de água. A urbanização, apesar de pequena, comprometeu a qualidade da água, pois foi a seção fluviométrica cujos resultados mais superaram os valores estabelecidos na legislação. Além disto, nesta bacia rural, ações pontuais, como lançamentos de efluentes e corredeiras, podem interferir significativamente na qualidade da água do rio.

A estabilidade nas ações antrópicas inadequadas na bacia hidrográfica buscando equilíbrio nas relações homem e natureza será fundamental para garantir a boa qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Duas Mamas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) pela concessão de dados do monitoramento da bacia do rio Duas Mamas para a escrita do presente artigo, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal em Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa dos mestrandos e à Fundação Universidade Regional de Blumenau (FURB) pela disponibilização de materiais.

REFERÊNCIAS

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 9000/2000. Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, ABNT, 1987.
- ALVES, E.C.; SILVA, C.F.; COSSICH, E.S.; TAVARES, C.R.G.; SOUZA-FILHO, E.E.; CARNIEL, A. Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó – Maringá, estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. *Acta Scientiarum – Technology*, Maringá, v. 30, n. 1, p. 39-48, 2008.
- BLUME, K.K.; MACEDO, J.C.; MENEGUZZI, A.; SILVA, L.B.; QUEVEDO, D.M.; RODRIGUES, M.A.S. Water quality assessment of the Sinos river, southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, [s.l.], v.70, n.4, p.1185-1193, 2010.
- BRASIL. Resolução nº 357 do Conselho Nacional de Meio Ambiente. *Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências*. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 12 mar. 2013.
- CARAMEL, B. P. CARMO, C. F.; MERCANTE, C. T. J.; LOMBARDI, J. V.; OSTI, J. A. S.; TABATA, Y. A.; RIGOLINO, M. G.; CERQUEIRA, M.; ISHIKAWA, C. M.; SANTOS, A. M. V.; CARVALHO, F. P.; PEREIRA, L. P. Coeficiente de exportação de fósforo em função da biomassa de peixes em um sistema intensivo de triticultura. In: X REUNIÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO DE PESCA, Anais..., São Paulo, 2011.
- CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo*. São Paulo: CETESB, 2008, 41 p.
- CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; ANA, Agência Nacional de Águas. Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. 326 p.
- CHEN, D.; LU, J.; SHEN, Y.; DAHLGREN, R. A.; JIN, S. Estimation of critical nutrient amounts based on input-output analysis in an agriculture watershed of eastern China. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, [s.l.], v. 134, p.159-167, 2009.
- CUELVAS, L.P.; CARVALHO, S.L. Avaliação da qualidade da água na microbacia do córrego campestre no município de Lins-SP. *Holos Environment*, Rio Claro, v. 9, n. 1, p. 14-30, 2009.
- CYRINO, J. E.; BICUDO, A. J. A.; SADO, R. Y.; BORGHESIA, R. DAIKIKI, J. K. A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Brasília, v.39, p.68-87, 2010.
- DIEBEL, M.W.; MAXTED, J.T.; ROBERTSON, D.M.; HAN, S.; ZANDE, M.J.V. Landscape planning for agricultural nonpoint source pollution reduction III: Assessing Phosphorus and Sediment Reduction Potential. *Environmental Management*, [s.l.], p. 69-83, 2009.
- DONADIO, N.M.M.; GALBIATTI, J.A.; PAULA, R.C. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego rico, São Paulo, Brasil. *Revista Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 115-125, jan./abr. 2005.
- DORIGON, E.B.; STOLBERG, J.; PERDOMO, C.C. Qualidade da água em uma microbacia de uso agrícola e urbano em Xanxeré – SC. *Revista de Ciências Ambientais*, Canoas, v. 2, n. 2, p. 105-120, 2008.
- EPAGRI, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural. *Projeto Prapem – Microbacias 2*. Santa Catarina. Trabalho não publicado.
- FERNANDES, M.M.; CEDDIA, M.B.; FERNANDES, M.R.M.; GUIMARÃES, G.S.C. Influência do uso do solo na qualidade de água da microbacia Palmital, Macaé – RJ. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Mossoró, v. 7, n. 3, p. 137-142, jul./set. 2012.
- FERNANDES, M.M.; CEDDIA, M.B.; RAMOS, G.M.; GASPAR, A.; MOURA, M.R. Influência do uso do solo na qualidade de água da microbacia Glória, Macaé – RJ. *Revista Engenharia Ambiental*, Espírito Santo do Pinhal, v. 8, n. 2, p. 105-116, abr./jun. 2011.
- FRINHANI, E.M.D.; CARVALHO, E.F. Monitoramento da qualidade das águas do rio do Tigre, Joaçaba, SC. *Revista Unesc & Ciência – ACET*, Joaçaba, v. 1, n. 1, p. 49-58, jan./jun. 2010.
- FURUNO. Operator's Manual. Furuno Eletric CO LTD. *Nishinomiya Japan*, 2002, 105 p.
- HADLICH, G.M.; SCHEIBE, L.F. Dinâmica físico-química de águas superficiais em região de intensa criação de suínos: exemplo da bacia hidrográfica do rio Coruja-Bonito, município de Braço do Norte-SC. *Geochimica Brasiliensis*, [s.l.], v. 21, n. 3, p. 245-260, 2007.

HESPAÑOL, I. Um novo paradigma para a gestão dos recursos hídricos. *Estudos avançados*, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 131-158, 2008.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Mapeamento topográfico*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm#MAPAS>. Acesso em: 12 abr. 2013.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. *Catálogo de Imagens*. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em 20 mar. 2013.

MACHADO, W.C.P.; BECEFATO, V.A.; BITTENCOURT, A.V.L.; CABRAL, J.B.P. Qualidade da água do rio Conrado localizado na bacia hidrográfica do rio Pato Branco – sudoeste do estado do Paraná. *R. RA E GA*, Curitiba, n. 17, p. 53-64, 2009.

MEDEIROS, G. A.; ARCHANJO, P.; SIMIONATO, R.; REIS, F. A. G. V. Diagnóstico da qualidade da água na microbacia do córrego Recanto, em Americana, no estado de São Paulo. *Revista Geociências*, São Paulo, v. 28, n.2, p. 181-191, 2009.

MENDONÇA, F. MARQUES, G.S. Degradação ambiental e qualidade da água em bacia hidrográfica de abastecimento público – rio Timbú – PR. *Revista Entre-Lugar*, Dourados, MS, v. 2, n. 3, p. 111-136, 2011.

MENEZES, J.M.; PRADO, R.B.; SILVA-JÚNIOR, G.C. S.; MANSUR, K.L.; OLIVEIRA, E.S. Qualidade da água e sua relação espacial com as fontes de contaminação antrópicas e naturais: bacia hidrográfica do rio São Domingos – RJ. *Revista Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 29, n. 4, p. 687-698, out./dez. 2009.

MORAES, P.B. *Tratamento biológico e físico-químico de efluentes líquidos*. Curso superior de Tecnologia em Saneamento Ambiental - CESET/Unicamp, SP, 2008. Disponível em: <http://webensino.unicamp.br/disciplinas/ST502-293205/apoio/1/Resumo_aula_06-03_caracteriza_o_de_efluentes.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2013.

MORAIS, E. B.; TAUKE-TORNISIELO, S. M.; VENTORINI, S. E. Impacto de atividades agropecuárias na qualidade das águas do rio Cabeça, na bacia do rio Corumbataí, SP. *Revista H-LOS Environment*, Rio Claro, v. 12, n. 1, p. 45- 57, 2012.

MOURA, L. H. A.; BOAVENTURA, G. R.; PINELLI, M. P. A qualidade de água como indicador de uso e ocupação do solo: bacia do Gama – Distrito Federal. *Revista Química Nova*, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 97-103, 2010.

MOURA, R. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; LEITE, M. A.; FRANCO, R. A. M.; FEITOSA, D. G.; MACHADO, L. F. Qualidade da água para uso em irrigação na microbacia do córrego do Cinturão Verde, município de Ilha Solteira. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, Fortaleza, v. 5, n. 1, p. 68-74, 2011.

OLIVEIRA, C. N.; CAMPOS, V. P.; MEDEIROS, Y. D. P. Avaliação e identificação de parâmetros importantes para a qualidade de corpos d'água no semiárido baiano, estudo de caso: bacia hidrográfica do rio Salitre. *Revista Química Nova*, São Paulo, v. 33, n.5, p. 1059-1066, 2010.

OLIVEIRA-FILHO, P. C.; DUTRA, A. M.; CERUTI, F.C. Qualidade das águas superficiais e o uso da terra: estudo de caso pontual em bacia hidrográfica do oeste do Paraná. *Revista Floresta e Ambiente*, Seropédica, v.19, v.1, jan./mar. 2012.

PINHEIRO, A.; DESCHAMPS, F.C. Transporte de ortofosfato e de nitrato na Microbacia do Ribeirão Fortuna, SC. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 12, n. 3, p. 318- 325, 2008.

PINHEIRO, A.; KAUFMANN, V.; SCHNEIDERS, D.; OLIVEIRA, D.A. de; ALBANO, R. M. R. Concentrações e cargas de nitrato e fosfato na Bacia do Ribeirão Concórdia, Lontras, SC. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 17, n. 1, p.86-93, 2013.

PINHEIRO, A.; TEIXEIRA, L.P.; KAUFMANN, V. Capacidade de infiltração de água em solos sob diferentes usos e práticas de manejo agrícola. *Revista Ambiente e Água*, Taubaté, v. 4, n. 2, p. 188-199, 2009.

PINTO, L.V.A.; ROMA, T.N.; BALIEIRO, K.R.C. Avaliação da qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo em seu entorno. *Revista Cerne*, Lavras, v. 18, n. 3, p. 495-505, jul./set. 2012.

PORTELA, R.C.Q.; SANTOS, F.A.M. Produção e espessura de serapilheira na borda e interior de fragmentos florestais de Mata Atlântica de diferentes tamanhos. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 271-280, abr./jun. 2007.

QUILBÉ, R.; ROUSSEAU, A. N.; DUCHEMIN, M.; POULIN, A.; GANGBAZO, G.; VILLENEUVE, J.P. Selecting a calculation method to estimate sediment and nutrient loads in streams: Application to the Beaurivage River (Québec, Canadá). *Journal of hydrology*, [s.l.], p. 1-16, 2006.

RIBEIRO, K.H. *Qualidade da água superficial e a relação com o uso do solo e componentes ambientais na microbacia do rio Campestre, Colombo, PR*. 51 f. 2009. Dissertação (Pós-graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, 2009.

RIBEIRO, L.V.; DUPONT, H.; BODEVAN, E.C.; LÚCIO, P.S. Direção de transporte sedimentar na desembocadura do rio Itanhém, extremo sul da Bahia, aplicação do método de Gao & Collins e krigagem vetorial. *Revista Geonomos*, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 9-18, 2000.

SANTA CATARINA. Resolução nº 01 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina. *Dispõe sobre a classificação dos corpos de água de Santa Catarina e dá outras providências*. Diário Oficial [do] Estado de Santa Catarina, nº18.409, Poder Executivo, Florianópolis, SC, 24 jul. 2008. Disponível em: <<http://www.aguas.sc.gov.br/>>. Acesso em: 25 abr. 2013.

SANTA CATARINA; GTZ. *Codificação dos Cursos d'água do Estado de Santa Catarina*. Florianópolis: FATMA, 2003, 59 p.

SANTOS, G.O.; HERNANDEZ, F.B.T. Uso do solo e monitoramento dos recursos hídricos no córrego do Ipê, Ilha Solteira, SP. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 17, n. 1, p. 60-68, 2013.

SILVA, C. B.; ARAÚJO, M. S. B; ARAÚJO-FILHO, J. C.; SCHULZE, S. M. B. B. Delimitação de Geoambientes numa Bacia Hidrográfica na Zona da Mata de Pernambuco. *Revista Brasileira de Geografia Física*, Recife, v.5, p.1259-1274, 2012.

TAKEDA, I.; FUKUSHIMA, A.; SOMURA, H. Long-term trends in water quality in an under-populated watershed and influence of precipitation. *Journal of Water and Environment Technology*, Tóquio, v. 7, n. 4, p. 293-306, 2009.

UNESCO, Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. Water quality assessments – a guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring. 2 ed. Cambridge: E & FN Spon, 1996, 609 p.

VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 2005, 243 p.

ZUCCO, E.; PINHEIRO, A.; DESCHAMPS, F.C.; SOARES, P.A. Metodologia para estimativa das concentrações em cursos de água para vazões de referência: uma ferramenta de suporte e apoio ao sistema de gestão de bacias hidrográficas. *REGA*, Porto Alegre, v. 9, n. 1, p. 25-37, jan./jun. 2012.

Relationship Between Land Use And Water Quality In A Rural Watershed In The Atlantic Forest Biome

ABSTRACT

Land use and economic activities in a watershed affect the water quality. In this study, concentrations and transported load of some water quality related substances were quantified in the Duas Mamas river basin, in Schroeder, Santa Catarina, Brazil. The concentrations determined were compared with CONAMA Resolution 357/2005 and related to classification of land use. Samples were collected at four river gauging sections in the main river and one in a tributary, from September 2007 to November 2008. The concentrations of physico-chemical, microbiological and flow parameters were determined, and then the frequencies of exceedance, average concentrations, daily and specific loads were calculated, relating them to the classification of the land use. It is noted that the concentration of most of the analyzed parameters is in accordance with the CONAMA resolution. The preservation of native forests is essential for the maintenance of water quality, since it was the section of native forest that presented the best quality among the parameters analyzed. Urbanization, although small, compromises the quality of the water because it was the river gauging section under this influence whose results exceeded the values set out in legislation. In rural basins, pointwise actions, such as effluent discharges and rapids, can significantly interfere in the river water quality.

Key-words: environmental monitoring, pollutant flow, land use and water quality.