

# Correlação da qualidade da água com uso do solo e declividade no Arroio Doze Passos, Ouro, SC

Charles Seidel<sup>1</sup>, Adroaldo Dias Robaina<sup>2</sup>, Marcia Xavier Peiter<sup>3</sup>, Rafael Camargo Ferraz<sup>4</sup> e Angelo Mendes Massignam<sup>5</sup>

**Resumo** – A água é o principal fator para o desenvolvimento e crescimento das comunidades, especialmente das rurais. Este trabalho foi desenvolvido na microbacia Arroio Doze Passos, na região Meio-Oeste do Estado de Santa Catarina, no período de novembro de 2004 a outubro de 2009. O objetivo foi avaliar a relação do uso do solo e a declividade com a qualidade da água desse arroio. Essa microbacia tem área de 17,78km<sup>2</sup>, onde é desenvolvida intensa atividade agrícola (principalmente lavouras de milho e trigo) e de criação de animais (principalmente suínos, gado leiteiro e aves). Observou-se que a água do arroio encontra-se com baixa qualidade devido aos altos teores de P total, P orto, turbidez e coliformes totais e fecais. A principal causa da baixa qualidade da água é a presença de dejetos de origem orgânica, os quais são causados pela utilização do solo fora de sua capacidade de aptidão, pelo manejo inadequado dos dejetos e pela falta de planejamento paisagístico-ambiental. Entretanto, a qualidade da água, de forma geral, melhora da nascente para a foz.

**Termos para indexação:** Recursos hídricos; poluição hídrica; microbacia rural.

## Correlation of water quality to land use and slope in Arroio Doze Passos, Ouro, SC

**Abstract:** Water is the main factor for the development and growth of communities, especially the rural ones. The objective of this study was to evaluate the relation of soil use and slope steepness with the water quality of the Arroio Doze Passos. This study was conducted in the watershed Arroio Doze Passos in the Midwest region of Santa Catarina State, Southern Brazil, from November 2004 to October 2009. This watershed has an area of 17.78 km<sup>2</sup>, where intensive agriculture is developed (mainly corn and wheat) and livestock (mainly pigs, dairy cattle and poultry). It was observed that the stream water has low quality due the high values of total P, ortho P, turbidity, total coliform bacteria, and fecal coliforms. The main factor of poor water quality is the presence of organic-origin manure, which is caused by land use out of its fitness ability, coupled with inadequate management of waste, and lack of environmental planning. However, water quality, in general, improved from the stream's spring to its mouth.

**Key words:** water resources, water pollution, rural watershed.

## Introdução

Os rios constituem sistemas naturais com importância ecológica, social e econômica. As características físico-químicas e biológicas da água dos rios são o resultado da influência de clima, geologia, fisiografia, vegetação, bem como da ocupação humana e do uso do solo da bacia hidrográfica. As atividades humanas podem contribuir para alterar aspectos da qualidade das águas,

comprometendo a vida aquática e restringindo os possíveis usos do recurso hídrico (Merten & Minella, 2002). Em áreas de cultivo agrícola, o risco de erosão e da alteração da qualidade da água superficial está associado ao tipo de manejo do solo, ao comprimento da rampa e à declividade do terreno (Mello et al., 2006).

Problemas de contaminação, principalmente gerados pela ocorrência de dejetos de suínos, são facilmente

observados em águas superficiais em microbacias do Oeste Catarinense (Assis & Muratori, 2007). Além disso, em áreas declivosas, diversos usos do solo associados às características edafoclimáticas também podem afetar a qualidade das águas superficiais em microbacias (Carvalho et al., 2000; Almeida & Schwarzbald, 2003; Araujo et al., 2010; Ribeiro, 2009; Pinto et al., 2005).

O objetivo deste trabalho foi

Recebido em 10/4/2013. Aceito para publicação em 2/12/2013.

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Epagri/Gerência Regional de Caçador, Rua Alcides Tombini, 33, Paraíso, 89500-000 Caçador, SC, e-mail: seidel@epagri.sc.gov.br.

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., UFSM/Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Santa Maria, RS, e-mail: diasrobaina@gmail.com.

<sup>3</sup> Engenheira-agrônoma, Dra., UFSM/Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Santa Maria, RS, e-mail: mpeiter@gmail.com.

<sup>4</sup> Doutorando, UFSM/Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Santa Maria, RS, e-mail: rafacerraz@gmail.com.

<sup>5</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Ciram, Rodovia Admar Gonzaga, 1347, 88034-901 Florianópolis, SC, e-mail: massigna@epagri.sc.gov.br.

correlacionar a qualidade da água do Arroio Doze Passos com o uso do solo e a declividade.

## Materiais e métodos

A microbacia Arroio Doze Passos localiza-se no município de Ouro e possui área de drenagem de 17,78km<sup>2</sup>. É uma microbacia que possui pouca sinuosidade e capacidade de drenagem considerada intermediária (Tabela 1). A nascente do Arroio Doze Passos localiza-se nas coordenadas 27°15'47,09" S e 51°41'15,41" W, e sua foz localiza-se nas coordenadas 27°20'53,43" S e 51°39'12,93" W. O Arroio Doze Passos é um pequeno afluente do Rio do Peixe, que faz parte da Bacia do Uruguai.

O município de Ouro está numa zona de transição climática entre Cfa e Cfb. A microbacia Arroio Doze Passos possui 96,7% da sua área acima dos 500m de altitude, o que a classifica como clima Cfb, segundo Köppen, ou seja, clima temperado constantemente úmido, sem estação seca, com verão fresco (temperatura média do mês mais quente < 22°C). A temperatura média anual é de 17,5°C. A temperatura média das máximas é de 25°C e das mínimas de 12,5°C. A precipitação pluviométrica média é de 1.500mm por ano, com o total anual médio de 136,5 dias de chuva (Pandolfo et al., 2002).

Os dados dos parâmetros de qualidade da água foram obtidos junto ao Projeto Microbacias II (Epagri, 2005). Eles foram coletados mensalmente em cinco pontos distintos, desde a nascente até a foz do Arroio Doze Passos, no período de novembro de 2004 a outubro de 2009 (Figura 1). Esses pontos foram definidos de forma a procurar identificar possíveis fontes poluentes, e passaram a representar uma "foz" de cada uma das cinco subáreas de contribuição estudadas. Os parâmetros analisados nas amostras foram: coliformes totais e fecais, temperatura, oxigênio dissolvido, turbidez, pH, nitrato, nitrito, amônia, fósforo total, ortofosfato, condutividade elétrica, DQO e DBO. As determinações foram realizadas no laboratório de análise de água do Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar da Epagri (Epagri/Cepaf), localizado em Chapecó. Mais

detalhes dos métodos analíticos utilizados na análise dos parâmetros podem ser encontrados em Epagri (2005).

Pela natureza dos parâmetros, as medições de condutividade elétrica, temperatura, pH e oxigênio dissolvido

foram realizadas no momento da coleta das amostras. Essas medidas foram determinadas com uma multissonda de campo da marca Orion, modelo 1230.

Considerou-se que cada um dos cinco pontos de amostragens seria a ▶

Tabela 1. Características físicas da Microbacia Arroio Doze Passos, Ouro, SC

Parâmetro	Atributo
Área de drenagem (A)	17,78km <sup>2</sup>
Perímetro (P)	23,84km
Comprimento do rio principal (C)	10,96km
Declividade média	3,3%
Tempo de concentração (Tc)	1,45h
Coefficiente de compacidade (Kc)	1,58
Densidade de drenagem (Dd)	2,08km.km <sup>-2</sup>
Índice de sinuosidade (Is)	20,08%

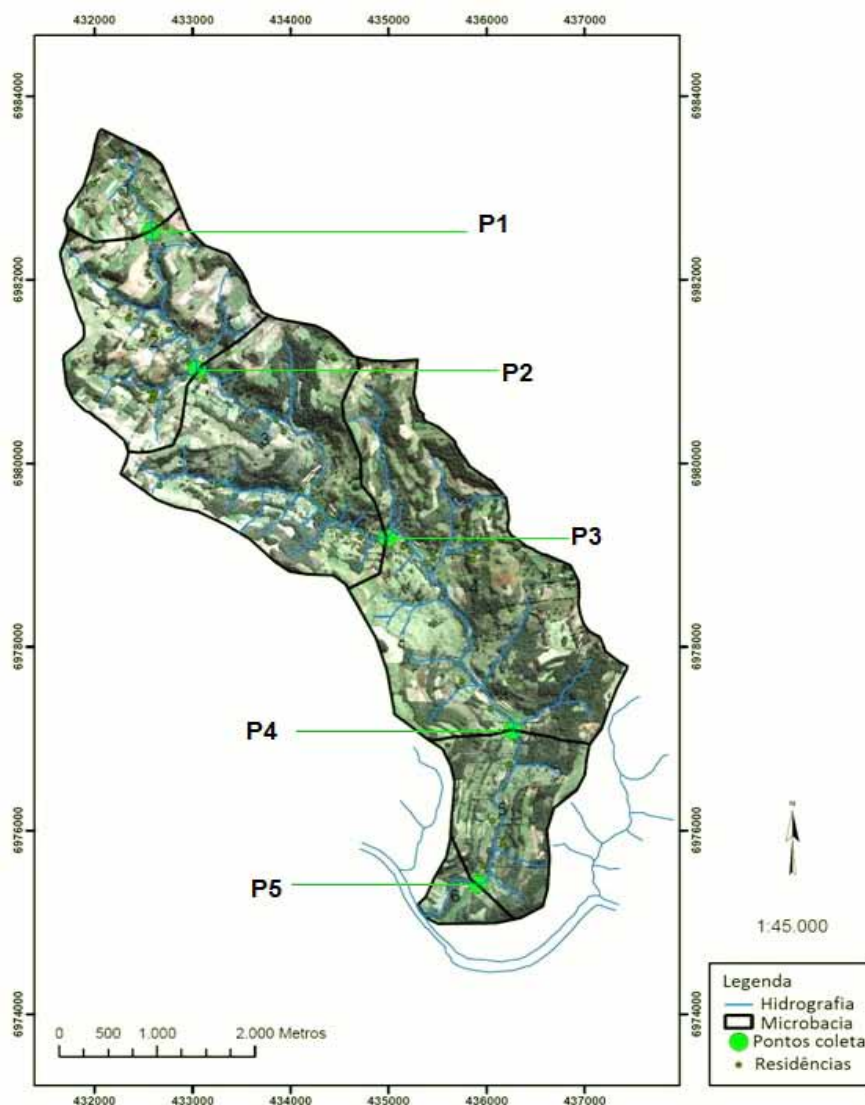


Figura 1. Mapa da microbacia hidrográfica Arroio Doze Passos, Ouro, SC, com a identificação dos pontos de coleta, das respectivas subáreas e da localização das residências sobre imagem Quickbird

foz da subárea correspondente. Por uma questão de acessibilidade, o quinto ponto ficou localizado a cerca de 550m da foz com o Rio do Peixe. Portanto, a microbacia ficou com 6 subáreas, cinco das quais foram monitoradas e, conseqüentemente, os dados da sexta subárea não foram computados na análise de correlação. Para determinação de cada subárea, partiu-se de cada ponto de coleta, buscando abranger toda a área de influência que contribui para a descarga em cada ponto, e cada um dos cinco pontos foi estudado como se fosse uma microbacia.

Na análise do efeito do uso do solo e da declividade (variáveis independentes) sobre a qualidade da água (variáveis dependentes) foi utilizado o método de Correlação de Pearson através do Software Microsoft Office Excel 2007. Para a correlação da área florestada foi utilizada a soma de áreas com capoeira, mata nativa e reflorestamento, pois consideram-se áreas florestadas locais onde há pouca interferência humana. A correlação do uso do solo reflorestado e da declividade com a qualidade foi realizada utilizando o percentual dessas áreas existentes em cada subárea. Já para a correlação dos demais usos com a qualidade, foi utilizada a área em hectares (ha) em cada subárea. Para a determinação da deficiência de APP (Área de Preservação Permanente), foi computada somente a área de mata ciliar faltante, considerando a distância de 30 metros, conforme legislação vigente na época da elaboração do trabalho. As eventuais APPs em topos de morro não foram consideradas.

## Resultados e discussão

Para fins de comparação com a legislação vigente, levamos em conta a Portaria nº 24 de 1979, a qual enquadra os cursos d'água do estado de Santa Catarina. Essa portaria resolve que todos os rios que não sejam nela mencionados nominalmente como Classe 1 ou 3 serão considerados de Classe 2, e entre eles enquadra-se o Arroio Doze Passos. Porém, pelo fato de que, na média, as amostras apresentaram teores de P total acima de 0,1mg.L<sup>-1</sup>, turbidez acima

de 100 UTs e coliformes fecais acima de 1.000 NMPs em pelo menos 80% das amostras, as águas do Arroio Doze Passos poderiam ser enquadradas na Classe 4, conforme a resolução Conama 357/2005, onde é previsto apenas o uso para contemplação e navegação.

Analisando as médias para cada ponto de coleta (Tabela 2), observa-se que os valores médios de coliformes totais e fecais, fósforo total e turbidez foram superiores aos valores da Classe 2 da resolução Conama 357/2005. Os valores médios de coliformes fecais foram 5,3 vezes acima do permitido para a Classe 2.

Valores semelhantes e superiores aos limitantes na Classe 2 foram encontrados em uma microbacia na área rural de Lavras, MG, onde predominava a atividade leiteira e a olericultura (Rocha et al., 2006). O mesmo autor salienta que essa concentração desqualifica a utilização dessas águas para uso doméstico e agropecuário sem tratamento. Primavesi et al. (2000) encontraram dados de coliformes acima do permitido nas águas do Ribeirão Canchim, em São Paulo, onde grande parte estava ocupada por atividade de pecuária de corte.

O valor médio da turbidez do arroio

foi superior ao valor limitante para rios de Classe 2 da resolução Conama 357/2005 (Tabela 2). Porém, nos pontos de coleta 1, 2 e 5 os valores ficaram dentro do permitido. Observou-se incremento de valores de turbidez do ponto 1 para o ponto 3, e um decréscimo do ponto 3 para o ponto 5, coincidindo com a redução da área com culturas anuais e de campos. Valores superiores ao permitido foram encontrados na área rural de Lavras, com predomínio de campos nas sub-bacias dos ribeirões Água Limpa e Santa Cruz (Rocha et al., 2006).

Na Tabela 3 se encontra, além da área total da Microbacia Arroio Doze Passos, a área e a fração correspondentes aos principais usos de solo na microbacia. Destaca-se que, dos 1778,2ha que compõem a área total da microbacia, 36,2% são utilizados para o cultivo agrícola e, ao considerarmos individualmente, as maiores concentrações de cultivo estão localizadas nas subáreas 1 e 2, com frações de 60,4% e 51,3% de cada subárea respectivamente.

Cerca de 65% da área total da microbacia são ocupados com culturas anuais e campos. O milho é a principal cultura anual e ocupa cerca de 90% da

Tabela 2. Valores médios por ponto de coleta da qualidade da água do Arroio Doze Passos e valor limitante de cada parâmetro para a Classe 2 da resolução Conama 357/2005 (Brasil, 2005)

Parâmetro	Ponto					Classe
	1	2	3	4	5	2
Colif. Totais (NMP)	46484,5	48187,4	49849,0	39516,1	27248,8	5000
Colif. Fecais (NMP)	4937,1	4126,6	5519,1	7004,9	3237,5	1000
Oxig. Diss (mg.L <sup>-1</sup> )	7,6	7,1	7,6	7,4	6,9	5
Temperatura (°C)	18,4	18,2	19,0	18,5	19,1	n.d.
Turbidez (UT)	61,1	80,9	197,0	154,9	63,7	100
pH	7,48	7,48	7,62	7,52	7,35	6 a 9
Fósforo total (mg.L <sup>-1</sup> )	0,209	0,183	0,180	0,190	0,181	0,1
Nitrito (mg.L <sup>-1</sup> )	0,018	0,016	0,020	0,020	0,011	1
Nitrato (mg.L <sup>-1</sup> )	2,79	2,86	2,55	2,96	1,01	10
Amônia (mg.L <sup>-1</sup> )	0,68	0,65	0,70	0,75	0,64	n.d.
Cond. elétr (µS.cm <sup>-1</sup> )	100,11	93,45	87,51	78,94	99,02	n.d.
Ortofosfato (mg.L <sup>-1</sup> )	0,035	0,028	0,033	0,030	0,048	n.d.
DQO (mg.L <sup>-1</sup> )	9,75	11,72	9,01	8,29	7,39	n.d.
DBO (mg.L <sup>-1</sup> )	2,78	3,18	2,40	2,34	2,15	5

Nota: NMP = número mais provável; UT = unidades de turbidez; DBO = demanda bioquímica de oxigênio; DQO = demanda química de oxigênio.

Tabela 3. Área total, área e porcentagem de culturas anuais, campos, capoeiras, floresta nativa e reflorestamento correspondente a cada subárea da microbacia Arroio Doze Passos

Subárea	Área		Culturas anuais		Campos		Capoeiras		Floresta nativa		Reflorestamento	
	ha	ha	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1	105,49	63,81	60,49	12,07	11,44	4,37	4,14	23,69	22,46	1,55	1,47	
2	353,06	181,41	51,38	77,78	22,03	2,76	0,78	86,11	24,39	5,00	1,42	
3	446,78	134,61	30,13	145,83	32,64	8,23	1,84	157,08	35,16	1,02	0,23	
4	656,80	214,44	32,65	208,17	31,69	7,40	1,13	217,41	33,10	9,38	1,43	
5	181,01	38,07	21,03	58,15	32,13	0,00	0,00	77,85	43,01	6,94	3,83	
6	35,11	11,60	33,04	7,98	22,73	0,00	0,00	14,75	42,01	0,78	2,22	
<b>Total</b>	<b>1.778,25</b>	<b>643,94</b>	<b>36,21</b>	<b>509,98</b>	<b>28,68</b>	<b>22,76</b>	<b>1,28</b>	<b>576,89</b>	<b>32,44</b>	<b>24,67</b>	<b>1,39</b>	

área cultivada (570,2ha). No inverno, com exceção de 25ha usados para o cultivo de trigo, a área é coberta por pastagem de inverno e outras plantas de cobertura utilizadas no plantio direto.

As maiores médias de DBO e DQO ocorreram na subárea 2 (Tabela 2), que possui 51,3% da área com culturas anuais, 43,9% da APP sem matas ciliares, além de número expressivo de área de campo e complexos domésticos. Os teores de turbidez foram maiores nas subáreas 3 e 4 (Tabela 2), com grandes áreas de deficiência.

Na área da microbacia Arroio Doze Passos composta por campos (pastagens) predomina a criação de gado leiteiro. Essa área fica concentrada

nas subáreas 3 e 4, coincidentemente nos mesmos pontos de coletas onde os valores de coliformes fecais foram elevados.

Na Tabela 4 se observa alta correlação do teor médio de coliformes fecais para cada um dos cinco pontos de coleta (Tabela 2) com a área de campos, com *deficit* de APP ( $r = 0,92$ ), estradas ( $r = 0,91$ ) e com culturas anuais (0,79). Essa alta correlação pode ser explicada, por um lado, em função de que o rebanho é ordenhado e em seguida solto nas pastagens para pernoitar e se alimentar, usando os arroios para dessedentação; por outro lado, pelo uso intensivo de dejetos nas lavouras e pastagens de inverno. As correlações

entre a área com culturas anuais e a média de coliformes totais ainda foram significativas e positivas para turbidez, pH, nitrito, nitrato e amônia. A turbidez apresentou razoável correlação com as áreas de culturas anuais, e melhor ainda com a de campos, estradas e de deficiência de área com APP (Tabela 4).

Da área total da microbacia, apenas uma pequena fração estava ocupada por reflorestamentos e capoeiras (2,7%). Portanto, para a correlação foram computadas junto com a área de florestas nativas, e o total das florestas é 35,14% da área, representando o segundo maior uso na microbacia (Figura 2). A cobertura florestal é expressiva e relativa às áreas de maior declividade, ►

Tabela 4. Correlação do uso do solo (ha), da soma de áreas com florestas e declividade (%) com parâmetros de qualidade de água do Arroio Doze Passos

Parâmetro	Uso do solo (ha)				Florestas e declividade (%)		
	Culturas anuais	Campo	Estrada	Deficit APP	Florestas totais	Declividade até 20cm.m <sup>-1</sup>	Declividade 20 a 45cm.m <sup>-1</sup>
Coliformes totais	0,43	0,06	0,28	0,03	-0,81	0,77	-0,77
Coliformes fecais	0,79	0,92	0,91	0,92	-0,11	0,20	-0,20
Oxig. dissolvido	0,10	0,16	0,21	0,06	-0,40	0,18	-0,18
Temperatura	-0,48	0,13	-0,01	-0,06	0,90	-0,88	0,88
Turbidez	0,56	0,83	0,86	0,70	0,10	0,01	-0,01
pH	0,57	0,56	0,68	0,45	-0,40	0,42	-0,42
Fósforo total	-0,24	-0,42	-0,45	-0,32	-0,50	0,19	-0,19
Nitrito	0,65	0,59	0,68	0,57	-0,51	0,48	-0,48
Nitrato	0,72	0,33	0,48	0,40	-0,86	0,84	-0,84
Amônia	0,65	0,81	0,76	0,82	-0,14	0,14	-0,14
Condut. elétrica	-0,85	-0,98	-0,97	-0,98	0,01	-0,18	0,18
Ortofosfato	-0,85	-0,40	-0,59	-0,47	0,82	-0,91	0,91
DQO	0,37	-0,27	-0,03	-0,19	-0,89	0,93	-0,93
DBO	0,29	-0,37	-0,15	-0,26	-0,90	0,91	-0,91

Nota: APP = área de preservação permanente, que envolve as nascentes, as margens de rios e córregos, as áreas declivosas e os topos de morros.



portanto fica mais concentrada nas subáreas 3, 4, 5 e 6. Destaca-se que a subárea 5 possui a maior cobertura florestal, com cerca de 46,84% da sua área coberta por florestas, bem como corresponde ao último trecho onde foi realizado monitoramento da qualidade da água, e onde foi determinado o ponto de menor nível de contaminação (Tabela 2 e Figura 2).

As áreas de florestas (Tabela 4) tiveram forte correlação com a qualidade da água, e é destacado que o percentual de florestas obteve correlações negativas significativas com os teores de coliformes totais, P total, nitrato, pH, nitrato, DQO e DBO. Yang et al. (2007) e Yang & Zhang (2003) observaram que a concentração de amônio, nitrato, nitrogênio total, fósforo solúvel, fósforo particulado e fósforo

total diminuiu exponencialmente com o aumento da área ocupada com floresta em uma microbacia de 407 hectares monitorada durante um ano na região subtropical da China. Donadio et al. (2005), ao comparar nascentes com uso agrícola e com vegetação nativa, observaram nestas últimas as menores médias, em geral, para todas as variáveis físicas e químicas analisadas. Ribeiro (2009) encontrou no estudo da qualidade da água de uma microbacia na região de Colombo, PR, que, no ponto que representa a área de nascente, por ter predomínio de vegetação nativa, são observadas as menores médias de turbidez, temperatura, nitrato, amônia, pH, DBO e P total.

Segundo Araujo et al. (2010), as áreas de contribuição que possuem maior porcentagem de floresta apresentam

nível inferior de contaminação da água se comparadas às demais.

Apesar de a declividade média do talvegue ser de  $3,3\text{cm.m}^{-1}$ , a microbacia Arroio Doze Passos possui grande variabilidade na declividade, principalmente dos arroios afluentes secundários, com grande fração de áreas extremamente declivosas e impróprias para o cultivo. As subáreas 1 e principalmente a 2 apresentam a menor declividade, com mais áreas planas, suavemente onduladas e onduladas (declividade de 0 até  $20\text{cm.m}^{-1}$ ). As subáreas 3, 4 e 5 apresentam grande declividade forte ondulada (declividade de 20 a  $45\text{cm.m}^{-1}$ ), com destaque para as subáreas 3 e 5 (Tabela 5). Com essas características de relevo na microbacia, os cultivos, as criações de animais confinados e as construções dos complexos domésticos (residência e demais construções da sede) foram instalados em áreas mais planas próximas aos riachos, o que potencializa a ocorrência de acidentes por despejo de dejetos/efluentes diretamente nos mananciais de água.

Na Tabela 4, observamos que a declividade de 20 a  $45\text{cm.m}^{-1}$  obteve correlação negativa significativa com o teor de coliformes totais, nitrato, DQO e DBO. Isso evidencia que em áreas mais declivosas esses parâmetros tendem a ser reduzidos.

A subárea 5 apresenta alta porcentagem (70,8%) de área com declividade entre 20 e  $45\text{cm.m}^{-1}$  (Tabela 5 e Figura 3) e, proporcionalmente, maior área coberta por florestas (Tabela 3). A boa cobertura vegetal em áreas declivosas resulta em maior proteção do solo, evitando erosão bem como maior preservação e aeração das águas, tanto pelo sombreamento, que mantém amena a temperatura, como pela oxigenação em função do fluxo mais turbulento da água. Portanto, o maior percentual de florestas nativas e de reflorestamento próximos à foz do Arroio Doze Passos, associados à maior declividade lateral, que corresponde aos canais afluentes (Tabela 5), foram importantes para a redução nos níveis de poluição no ponto 5, o que concorda com estudo de Carvalho (2005), que, em uma microbacia com as mesmas características na região do Planalto

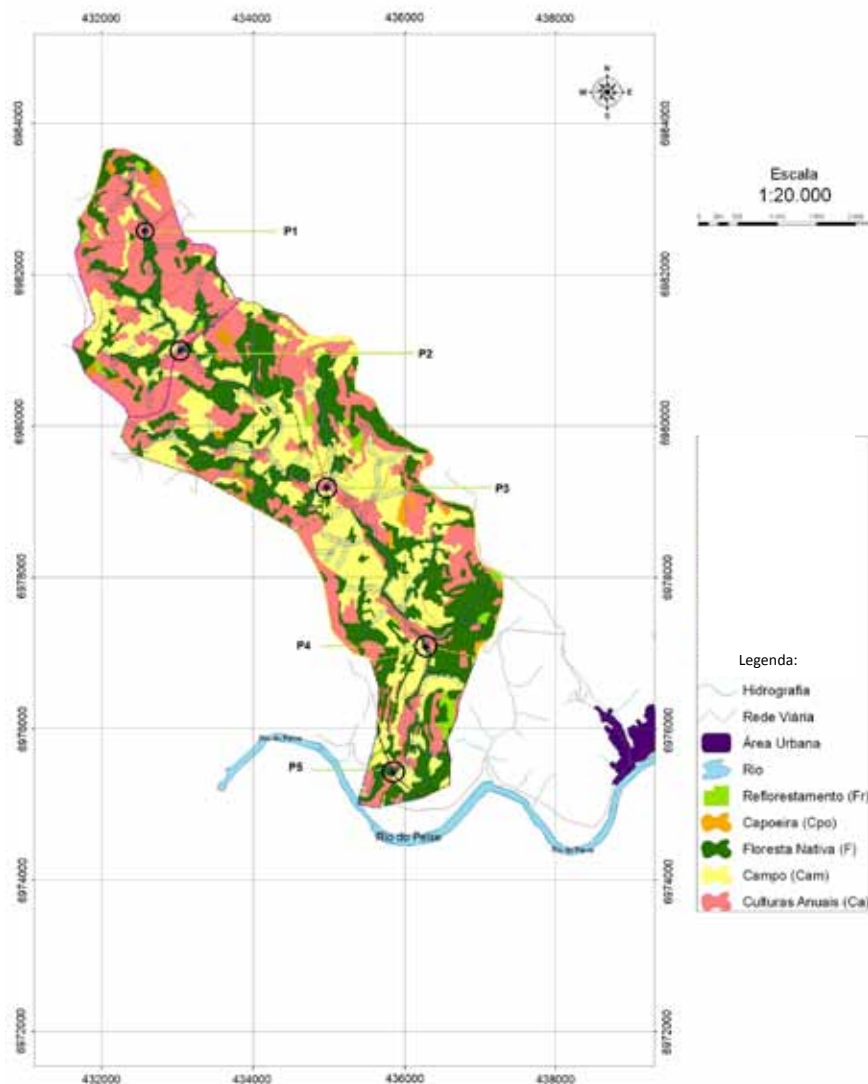


Figura 2. Mapa do uso do solo, hidrografia e rede viária da microbacia Arroio Doze Passos

Tabela 5. Área total, área e percentual de deficiência de APP, área de declividade com até 20cm.m<sup>-1</sup> e de 20 a 45cm.m<sup>-1</sup> de declividade da microbacia Arroio Doze Passos

Subárea	Área	Deficiência de APP		Declividade até 20cm.m <sup>-1</sup>		Declividade 20 a 45cm.m <sup>-1</sup>	
	ha	ha	%	ha	%	ha	%
1	105,49	5,99	64,37	70,17	66,52	35,32	33,48
2	353,06	20,87	43,98	325,64	92,23	27,42	7,77
3	446,78	24,76	41,76	254,05	56,86	192,73	43,14
4	656,8	45,90	57,75	416	63,34	240,80	36,66
5	181,01	7,22	35,53	52,78	29,16	128,23	70,84
6	35,18	1,31	31,72	22,38	63,62	12,80	36,38
<b>Total</b>	<b>1.778,3</b>	<b>106,06</b>	<b>51,79</b>	<b>1141,02</b>	<b>64,16</b>	<b>637,30</b>	<b>35,84</b>

Nota: APP = área de preservação permanente, que envolve as nascentes e margens de rios e córregos, as áreas declivosas e os topos de morros.

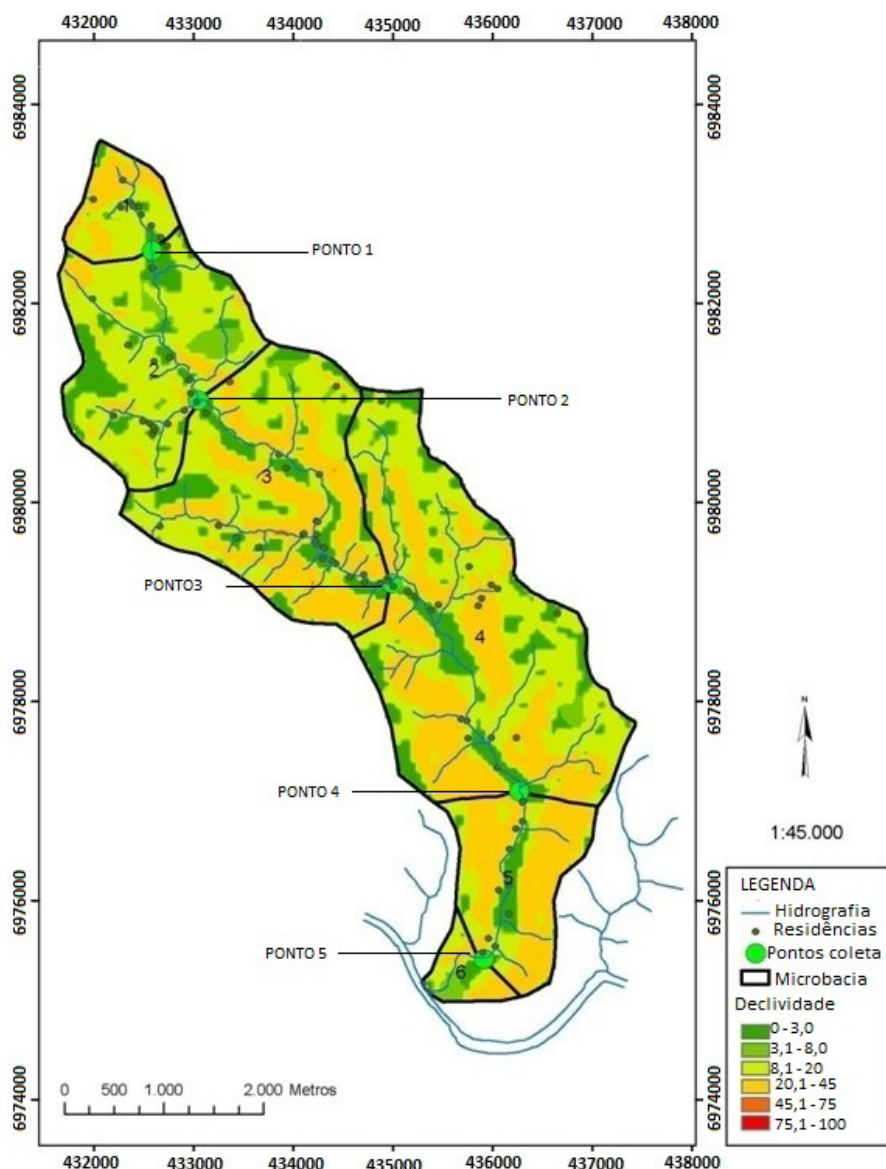


Figura 3. Mapa de declividade (cm.m<sup>-1</sup>), pontos de coleta de água e localização dos complexos domésticos da Microbacia Arroio Doze Passos

Central, observou valores menores de poluição no ponto mais próximo à foz.

Na microbacia Arroio Doze Passos houve deficiência de 106,06ha (51,79%) de APP. A maior deficiência desse tipo de área ocorreu na subárea 1, e as menores ocorreram nos pontos 5 e 6 da microbacia. Na Tabela 4 é destacada a alta correlação da falta de áreas com mata ciliar preservada (*deficit* de APP) com a presença de coliformes fecais ( $r = 0,92$ ) e com a amônia ( $r = 0,82$ ) na água.

Os resultados encontrados evidenciam a contaminação orgânica, principalmente em função da grande presença de coliformes fecais (provenientes de animais de sangue quente). As principais fontes contaminantes podem ser os dejetos advindos das criações e do escoamento das áreas de cultivos/pastagens que receberam cargas de dejetos de origem animal, concordando com dados obtidos por Hadlich & Scheibe (2007) em uma microbacia rural na região Sul de Santa Catarina. Gonçalves (2005) também atribui como as principais causas da contaminação do Arroio Lino, em Agudos, RS, o uso do solo fora da capacidade de utilização aliado ao manejo inadequado e à falta de planejamento paisagístico-ambiental.

Essa condição também preocupa quando ocorrem áreas de intensa criação de bovinos, que afetam a estrutura dos solos pelo excessivo pisoteio das pastagens em pontos de aglomeração, gerando áreas sem cobertura vegetal. Essas áreas, associadas à alta declividade, podem causar problemas de erosão e consequente contaminação por dejetos pela facilidade do escoamento superficial das águas (Figura 4).

Pinto et al. (2005), numa microbacia na região de Lavras, consideraram como uso conflitante do solo áreas com declividade entre 20 e 45cm.m<sup>-1</sup> que não estavam com culturas permanentes. Os mesmos autores concluíram que em áreas com declividade acima de 8cm.m<sup>-1</sup> são necessárias práticas de conservação mais complexas, pois o escoamento superficial é mais intenso, podendo causar sérios problemas de erosão. Araujo et al. (2010) destacam a importância da preservação de áreas com elevada declividade, como





Figura 4. APP ocupada por pastagem degradada em declive às margens do Arroio Doze Passos

encostas, topos de morros e nascentes, para a redução da perda de solo e do assoreamento dos rios. A declividade, juntamente com a cobertura vegetal, são fatores importantes na determinação das características do escoamento superficial. Regiões de maior declividade e solo descoberto estão sujeitas a maior processo erosivo (Arcova & Cicco, 1999). Esses autores também observaram que a turbidez e a cor aparente da água foram maiores onde a declividade é mais acentuada e onde foram construídas duas estradas de terra. Em regiões menos declivosas do oeste do Paraná, Queirós et al. (2010) encontraram na microbacia da Sanga Mandarinha quase 90% de ocupação agrícola mas com boa qualidade de água.

Arcova & Cicco (1999) e Gonçalves

(2005) citam que a redução ou ausência de matas ciliares nas microbacias com agricultura proporcionou maior aquecimento e turbidez das águas. Segundo Ribeiro (2009), a redução ou ausência de APP associada a grandes áreas de cultivos e de campos, bem como o cultivo agrícola em topografia acidentada, propiciam maior potencial de perda de solo e de água e, conseqüentemente, maior transporte de poluentes do solo para a água. Isso é evidenciado pelas altas concentrações de nitrogênio e fósforo em todas as formas, bem como pela demanda química e bioquímica de oxigênio.

### Conclusões

Os parâmetros de qualidade da água no Arroio Doze Passos, de acordo

com a resolução Conama 357/2005, foram significativamente superiores aos limitantes para a Classe 2, especialmente os altos teores de P total, turbidez e coliformes fecais.

A qualidade da água foi inferior nas subáreas com maiores áreas de cultivo agrícola, campos e com deficiência de mata ciliar na APP e melhorou quando da aproximação com a foz do arroio, o que coincide com a redução do percentual da área agricultável, de campo, do número de complexos domésticos e, conseqüentemente, do aumento da área florestada, com APP preservada, e da declividade lateral.

Áreas com grande declividade associada à boa cobertura vegetal podem ter contribuído para a recuperação da qualidade da água no Ponto 5, último do monitoramento,

próximo à foz do Arroio Doze Passos. Os resultados também evidenciam a importância da preservação de áreas de mata ciliar (APP) na beira do arroio como forma da manutenção da qualidade da água.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), à Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) e à Universidade do Alto Vale do Rio do Peixe (Uniarp) pelo apoio a esta pesquisa, e à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) pela concessão de bolsa de estudo.

## Referências

1. ALMEIDA, M.A.B.; SCHWARZBOLD, A. Avaliação sazonal da qualidade das águas do arroio da Cria, Montenegro, RS, com aplicação de um índice de qualidade de água (IQA). **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.8, n.1, p.81-97, 2003.
2. ARAUJO, I.S.; DORTZBACH, D.; BLAINSKI, E. et al. Avaliação da qualidade da água em uma microbacia produtora de arroz irrigado em Massaranduba, SC. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL, 7., 2010, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ABES, 2010.
3. ARCOVA, F.C.S.; CICCIO, V. de. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, São Paulo, n.56, p.125-134, dez. 1999.
4. ASSIS, F.O.; MURATORI A.M., Poluição hídrica por dejetos de suínos: um estudo de caso na área rural do município de Quilombo, Santa Catarina. **Revista Eletrônica Geografar**, Curitiba, v.2, n.1, p.42-59, jan./jun. 2007.
5. BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Humano e Meio Ambiente. Resolução Conama nº 357 de 17 de março de 2005. Brasília, 2005. 23p.
6. CARVALHO, A.R.; SCHLITTLER, F.H.M.; TORNISIELO, V.L. Relação da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. **Química Nova**, v.23, n.5, p.618-622, 2000.
7. 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. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.1, p.115-125, 2005.
8. EPAGRI. **Relatório Síntese** - Qualidade de água para consumo humano e rede hídrica. Projeto Microbacias 2. Florianópolis, 2005. 77p.
9. GONÇALVES, C.S. Qualidade da água numa microbacia hidrográfica de cabeceira situada em região produtora de fumo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.3, p.391-399, 2005.
10. 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**, v.21, n.3, p.245-260, 2007.
11. MELLO, G. de; BUENO, C.R.P.; PEREIRA, G.T.; Variabilidade espacial de perdas de solo, do potencial natural e risco de erosão em áreas intensamente cultivadas **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.2, p.315-322, 2006.
12. MERTEN, G.H.; MINELLA, J.P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v.3, n.4, p.33-38, out./dez. 2002.
13. PANDOLFO, C.(Coord.); MASSIGNAM, A.M.; BRAGA, H.J. et al. **Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2002. 1 CD-ROM.
14. PINTO, L.V.A.; FERREIRA, E.; BOTELHO, S.A. et.al. Caracterização física da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG e uso conflitante da terra em suas áreas de preservação permanente. **Cerne**, Lavras, v.11, n.1, p.49-60, jan./mar. 2005.
15. PRIMAVESI, O.; FREITAS, A.R.; OLIVEIRA, H.T. et al. Qualidade da água na microbacia hidrográfica do ribeirão Canchim, São Carlos, SP, ocupada por atividade pecuária. **Acta Limnológica Brasiliensis**, v.12, n.1, p.95-111, 2000.
16. QUEIRÓS, M.M.F. de; IOST, C.; GOMES, S.D. et al. Influência do uso do solo na qualidade da água de uma microbacia hidrográfica rural. **Revista Verde**, Mossoró, v.5, n.4, p.200-210, 2010.
17. 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**. 2009. 51f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.
18. ROCHA, C.M.B.M.; RODRIGUES, L. dos S.; COSTA, C.C. et al. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. **Caderno Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.22, n.9 p.1967-1978, set. 2006.
19. YANG, J.; ZHANG, G.; ZHAO, Y. Land use impact on nitrogen discharge by stream: a case study in subtropical hilly region of China. **Nutr Cycl Agroec.**, v.77, p.29-38, 2007.
20. YANG, J.; ZHANG, G. Quantitative relationship between land use and phosphorus discharge in subtropical hilly regions of China. **Pedosphere**, v.13, p.67-74, 2003. ■