

Qualidade da água de fontes superficiais modelo Caxambu em propriedades rurais do Oeste Catarinense





Governador do Estado
João Raimundo Colombo

Vice-Governador do Estado
Eduardo Pinho Moreira

Secretário de Estado da Agricultura e da Pesca
João Rodrigues

Presidente da Epagri
Luiz Ademir Hessmann

Diretores

Ditmar Alfonso Zimath
Extensão Rural

Luiz Antonio Palladini
Ciência, Tecnologia e Inovação

Paulo Roberto Lisboa Arruda
Administração e Finanças

Eduardo Medeiros Piazero
Desenvolvimento Institucional



ISSN 0100-7416
Dezembro/2011

BOLETIM TÉCNICO Nº 155

Qualidade da água de fontes superficiais modelo Caxambu em propriedades rurais do Oeste Catarinense

Vilmar Comassetto
Ivan Tadeu Baldissera
Adriana Lidia Santana Klock
Ilva Pessatto
Rubson Rocha



**EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO
RURAL DE SANTA CATARINA
FLORIANÓPOLIS
2011**

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)
Rodovia Admar Gonzaga, 1.347, Itacorubi, Caixa Postal 502
88034-901 Florianópolis, SC, Brasil
Fone: (48) 3239-5500, fax: (48) 3239-5597
Site: www.epagri.sc.gov.br

Editado pela Epagri/Gerência de Marketing e Comunicação (GMC).

Assessoria científica: Francisco Carlos Deschamps
Iria Sartor Araujo
Sergio Luiz Zampieri

Colaboradores regionais: Eng. sanitaria Ambiental Yuri Vieira de Oliveira
Eng.-agr. Célio Hawerth
Téc. em Informática Gustavo Ramiro Seitenfus

Equipe de apoio nos municípios: Alexsandro Mello Schmitz, Aline Siminski Bellincanta, Aline Ulir Calliari, Arlete Barionuevo, Arno Valter Bender, Carlos Dericeu Horn, Daiana Regina Gardini, Elia Maria Simon, Elzio Carlos Sanzovo, Everton Pizzi, Fernanda Kellen da Silva Miranda, Flademir Fiorentin, Haroldo Fernando Dalla Rosa, Ilda Trevisan, Ivan Roberto Kaiber, Jacinta Buenos da Silva, James Oscar Vieira, João Augusto Ribeiro Rosa, Lauro Luiz Dal Moro, Leandro Bassani, Mari Lucia Lissa Dal Prá, Maria Helena Dotto, Michelle de Liz Silva, Milton da Veiga, Odete Reck Forchesatto, Sinval Pereira Goulart, Sônia Monica Webber Dorigon, Suzana Aparecida Corá, Valquiria Müller Kloh, Vilmar José Franzen.

Primeira edição: dez.2011
Tiragem: 600 exemplares
Impressão: Epagri

Ficha catalográfica

COMASSETTO, V.; BALDISSERA, I.T.; KLOCK, A.L.S.; PESSATTO, I.; ROCHA, R. Qualidade da água de fontes superficiais modelo Caxambu em propriedades rurais do Oeste Catarinense. Florianópolis: Epagri, 2011. 29p. (Epagri. Boletim Técnico, 155).

Água; fonte modelo Caxambu; qualidade.

ISSN 0100-7416



APRESENTAÇÃO

Alterações na qualidade das águas superficiais podem ser bons indicadores do impacto da atividade humana sobre o ambiente. Águas superficiais de boa qualidade estão associadas a ambientes preservados ou manejados adequadamente.

A proteção de fontes modelo Caxambu é considerada uma tecnologia social que tem sido utilizada em muitas propriedades rurais do Estado para reduzir o assoreamento de fontes e a queda de materiais orgânicos no seu interior. É uma tecnologia que melhora as condições de proteção da nascente e influi positivamente na qualidade e na potabilidade natural da água, já que a vertente é uma extensão do lençol freático profundo.

A Epagri tem orientado as famílias rurais para o uso da proteção de fontes modelo Caxambu como alternativa para garantir a disponibilidade de água de boa qualidade. Estima-se que no período de 1980 até os dias atuais, somente nos 16 municípios da Associação dos Municípios do Alto Uruguai Catarinense (Amauc), já tenham sido construídas cerca de 3.200 proteções de fontes modelo Caxambu.

Sua importância para as famílias beneficiadas está no fato de que, depois de concluída a proteção da fonte, é possível perceber a diminuição na turbidez da água, pois a água de fonte não protegida está sujeita ao contato direto com várias espécies de animais e materiais orgânicos diversos.

Este trabalho, efetuado em 21 municípios representativos do sistema produtivo do Oeste Catarinense, procurou avaliar os parâmetros físico-químicos e biológicos da água de fontes protegidas pelo modelo Caxambu estabelecendo relações com sua localização e com diferentes condições de regime de chuvas no momento da amostragem. Além disso, aspectos como a presença de cercas, existência de faixa de proteção no entorno de cada fonte e caracterização de uso também foram avaliados.

A Diretoria Executiva

SUMÁRIO

Introdução	7
1 Material e métodos	10
2 Resultados e discussão	12
2.1 Localização das fontes no ambiente	12
2.2 Situação das fontes quanto ao emprego de cercas	13
2.3 Dimensão e frequência das faixas de vegetação no entorno das fontes.....	14
2.4 Alternativas de obtenção da água, finalidade e frequência de utilização das fontes	15
2.5 Parâmetros de qualidade da água	17
2.5.1 Coliformes totais e coliformes fecais	18
2.5.2 Turbidez	22
3 Conclusões.....	24
4 Recomendações.....	25
Agradecimentos	25
Literatura citada e consultada	25
ANEXO	28

Qualidade da água de fontes superficiais modelo Caxambu em propriedades rurais do Oeste Catarinense

Vilmar Comassetto¹
Ivan Tadeu Baldissera²
Adriana Lidia Santana Klock³
Ilva Pessatto⁴
Rubson Rocha⁵

Introdução

A região do Oeste Catarinense é conhecida como um pólo de produção de carnes e leite, respondendo por mais de 45% do Valor Bruto de Produção (VBP) da agropecuária catarinense (IBGE, 2010). Isso tem por consequência a produção de grande quantidade de resíduos orgânicos de origem animal. Por outro lado, o uso intensivo dos solos, muitas vezes fora da sua aptidão, provoca acentuada pressão sobre os recursos naturais (solo, água e florestas), acelerando a degradação ambiental e comprometendo a disponibilidade e a qualidade da água. Água de boa qualidade é essencial para garantir o suprimento para o consumo humano já que a água de má qualidade está associada à ocorrência de doenças de veiculação hídrica. Não basta que as pessoas disponham de água em quantidade: é necessário que essa água se caracterize por um padrão mínimo de qualidade. No Brasil, a Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde, estabelece os valores máximos permissíveis (VMP) para as características bacteriológicas, organolépticas, físicas e químicas da água potável.

As águas superficiais dos rios, de fontes e até mesmo de poços rasos são as mais afetadas pelo manejo inadequado dos solos e dos dejetos animais. Em muitas propriedades a inexistência de áreas de preservação permanente (APPs), que incluem a proteção das nascentes e suas áreas de entorno, reduz a ocorrência de afloramentos espontâneos de água e provoca até mesmo o desaparecimento de mananciais e fontes antes eficientes (Floss, 2011). Quanto à qualidade da água, Zampieri et al. (2005), em levantamento efetuado em 20 propriedades agrícolas no município de Águas Frias, observaram contaminação por coliformes fecais em 100% das fontes estudadas. Em 40% dessas fontes houve a ocorrência de turbidez acima do limite, e 10% apresentaram altos valores de fósforo total.

¹ Eng.-agr., Dr., Epagri/Gerência Regional de Concórdia, C.P. 44, 89700-000 Concórdia, SC, fone: (49) 3442-2984, e-mail: comassetto@epagri.sc.gov.br.

² Eng.-agr., M.Sc., Epagri/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (Cepaf), C.P. 151, 89901-970 Chapecó, SC, fone: (49) 3361-0600, e-mail: ivantb@epagri.sc.gov.br.

³ Química, Dra., Epagri/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (Cepaf), e-mail: adrianaklock@epagri.sc.gov.br.

⁴ Bela. em Letras, Epagri/Gerência Regional de Concórdia, C.P. 44, 89700-000 Concórdia, SC, fone (49) 3442-2984, e-mail: ilva@epagri.sc.gov.br.

⁵ Méd.-vet., Dr., Epagri/Sede Administrativa, C.P. 502, 88034-901 Florianópolis, SC, fone (48) 3239-5500, e-mail: rrocha@epagri.sc.gov.br.

A proteção de fontes é uma alternativa de baixo custo e tem sido utilizada em muitas propriedades rurais para impedir o assoreamento da fonte e a queda de materiais orgânicos no seu interior. A Epagri orienta a proteção de fontes modelo Caxambu como forma de proteger a fonte de água sujeita à poluição por diversos tipos e fontes de contaminação. Proteger a fonte é uma medida que pode ajudar a preservar a qualidade e a disponibilidade da água para o consumo humano e para outros usos. Há especial atenção com o meio rural já que se considera necessário reduzir a contaminação por lixos, agrotóxicos, dejetos humanos e animais; é importante, também, reduzir o desmatamento, principalmente das encostas e da mata ciliar, e proteger o solo (Epagri, 2007).

Essa experiência surgiu no município de Caxambu do Sul ainda no final da década de 1980. Essa forma de proteção foi criada por um trabalho conjunto da Secretaria dos Negócios do Oeste e Epagri com o geólogo Mariano José Smaniotto e as extensionistas sociais da região de Chapecó, com o apoio da Prefeitura Municipal de Caxambu do Sul e dos agricultores para contribuir com a proteção das nascentes de água no meio rural (Epagri, 2007). Na Figura 1 se podem verificar o esquema de instalação e a foto de uma proteção⁶ de fonte modelo Caxambu (Freitas et al., 2001).

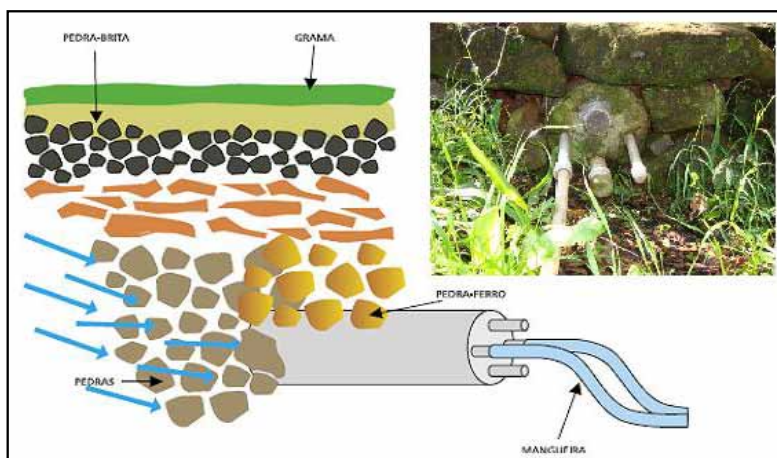


Figura 1. Imagem com esquema de instalação de uma proteção de fonte Modelo Caxambu. Ao lado, foto da vista de frente da fonte mostrando o cano de captação esquerdo conectado. Fonte: adaptado de Freitas et al. (2001)

Além da colocação ordenada dos materiais dentro da fonte previamente limpa, a proteção tem como importante diferencial a preservação do entorno, que deve ser isolado com cerca e mantido com vegetação para que as melhorias na qualidade da água sejam alcançadas. Trabalhos de Merten & Minella (2002) visando à recupe-

⁶Nota de revisão: Esse é o termo comumente utilizado pelos técnicos da extensão rural ao referir-se a essa tecnologia e assimilado pelas famílias rurais. Neste documento, mantém-se o uso do termo “proteção de fontes” apesar de que o termo adequado é “protetor”.

ração de mananciais assoreados pela erosão reforçam a importância da introdução e manutenção da vegetação do entorno para a perenização dos corpos d'água.

Em outro estudo realizado em uma microbacia no município de Chapecó, foi observado que, após o uso da proteção de fontes Caxambu, a concentração média de coliformes fecais na água baixou de 40,9 Número Mais Provável (NMP)/100ml para 13 NMP/100ml, representando uma redução de 68,2% na contaminação da água das fontes. A turbidez baixou de 355 Unidades de Turbidez (UT) para 42 e não foram encontrados resíduos de amônia nem de fosfato (Bassi, 1998).

Baldissera (2003), comparando a qualidade da água em fontes protegidas e não protegidas de dois municípios característicos da região, verificou a redução na contaminação por coliformes fecais de 33,1% entre as fontes do município de Arvoredo e 49,9% entre as fontes do município de Saudades pela utilização do protetor. Em amostras de água oriunda de fontes não protegidas, protocoladas no laboratório de análises de água da Epagri/Cepaf no período 2008 a 2009 foi observada contaminação por coliformes fecais em 70% das amostras. Em 94,7% das amostras foram encontrados coliformes totais e 42,8% apresentaram turbidez acima de 5 UTs máximas permitidas pela Portaria Federal 518/2004 do Ministério da Saúde, que estabelece o padrão de potabilidade.

Observa-se que os resultados relatados com fontes que usam o modelo Caxambu têm buscado analisar indicadores de qualidade, mas sem estabelecer relações desses parâmetros com fatores que podem interferir nos índices de qualidade da água (IQA), tais como a localização da fonte; condições do entorno; uso e ocupação do solo; período de coleta, se tempo seco ou tempo com chuva; além da caracterização de uso. Da mesma forma, não são conhecidos estudos de maior amplitude que considerem os principais municípios com excedente de produção de resíduos orgânicos animais.

Este trabalho, efetuado em 21 municípios representativos do sistema produtivo do Oeste Catarinense, procurou avaliar a qualidade da água de fontes protegidas pelo modelo Caxambu amostradas sob duas condições de regime de chuva. Além disso, aspectos como a presença de cerca, a existência de faixa de proteção no entorno de cada fonte, a demanda de uso e a caracterização de uso também foram estudados.

Pode-se adiantar que nas fontes localizadas na mata a qualidade da água é melhor em relação às localizadas em lavoura e potreiro, sendo coliformes fecais, coliformes totais e turbidez os indicadores que mais contribuíram para o comprometimento da qualidade da água.

No entanto, cabe ressaltar que medidas complementares adicionais à proteção das fontes precisam ser adotadas. Fontes localizadas em ambientes de relevo declivoso, seja na mata, seja em potreiro ou lavoura, devem possuir canais divergentes sulcados na superfície do solo no mínimo 3 metros a montante da fonte para evitar a entrada da água das enxurradas. Salienta-se que medidas complementares como a pré-filtragem e a filtragem da água das fontes realizadas em campo são importantes para diminuir a turbidez e outros particulados que podem ainda persistir na água. Recomenda-se, ainda, que a manutenção da fonte modelo Caxambu deve ser feita

1 Material e métodos

Mapa de localização dos municípios de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. Os estados são coloridos em verde (São Paulo) e amarelo (Rio de Janeiro e Minas Gerais). Os municípios são rotulados com números 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.

O universo das amostras foi constituído de 200 fontes localizadas nas propriedades agrícolas dos municípios considerados. Para localização espacial e posterior acompanhamento, foi efetuado o georreferenciamento das fontes amostradas. Os municípios e respectivos números de fontes amostradas podem ser visualizados na Figura 3, e o georreferenciamento foi registrado em formulário individual para cada propriedade, conforme modelo no Anexo.

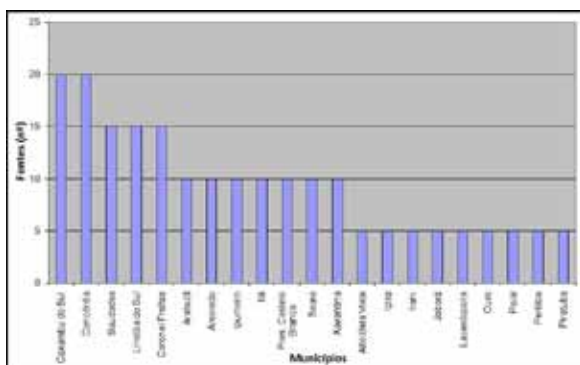


Figura 3. Número de amostras coletadas por município

Para o atendimento dos objetivos do trabalho, além de georreferenciadas as propriedades foram cadastradas de acordo com o município, a microbacia, o proprietário, o distanciamento de rios e açudes, as pocilgas e estrebarias, os aviários e as esterqueiras/fossas sépticas, e aspectos relacionados com a caracterização de uso.

Quanto à localização das fontes nas propriedades, foram considerados os seguintes detalhamentos: a) Na mata, se a fonte está cercada ou não, qual a distância da cerca de proteção (em fonte cercada) e quantos metros de mata ou capoeira existem no entorno; b) Na lavoura, se a fonte está cercada ou não, qual a distância da cerca de proteção e qual o tipo de adubação utilizada (química, orgânica ou ambas); c) No potreiro, se a fonte está cercada ou não e qual a distância da cerca de proteção. A Figura 4 permite observar algumas situações que caracterizam os diferentes ambientes de localização das fontes.

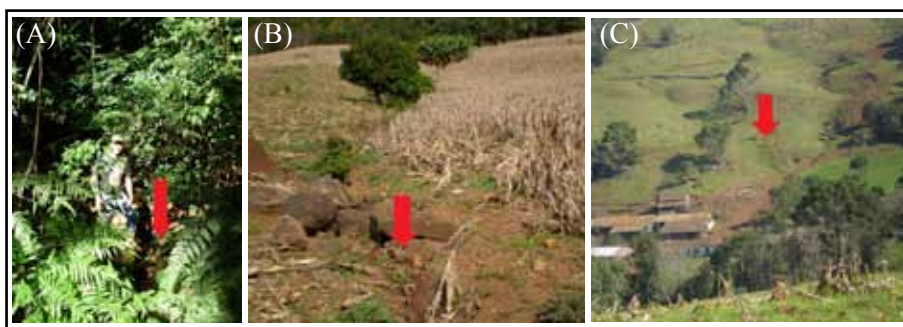


Figura 4. Fotos ilustrativas da localização das fontes no ambiente: (A) mata; (B) lavoura; (C) potreiro

As amostras foram coletadas em dois períodos considerando as condições de regime de chuva. A primeira condição com predomínio de dias sem chuvas (tempo seco), e a segunda logo após a ocorrência de chuva, mesmo que intermitente (tempo úmido). Para o tempo seco foram consideradas como válidas as coletas após três dias sem chuvas. Já para tempo úmido somente foram coletadas amostras após a ocorrência de precipitação acima de 40mm nas 24 horas anteriores à coleta.

O procedimento de coleta das amostras de água seguiu as exigências do Laboratório de Análises de Águas da Epagri/Cepaf na seguinte ordem: 1) Uso de frasco ou bolsa de coleta esterilizada; 2) Não contato direto das mãos com o recipiente; 3) Acondicionamento em caixa de isopor com gelo; 4) Remessa ao laboratório para análise em até 6 horas após a coleta (Cetesb, 1978). A Figura 5 mostra o procedimento adequado de coleta de uma amostra de água.

Para a caracterização da qualidade da água foram avaliados os seguintes parâmetros: coliformes totais (CT), coliformes fecais (CF), nitrato, amônia, fósforo total, pH e turbidez, seguindo metodologia descrita em APHA (2002). As concentrações médias dos parâmetros foram comparadas com os valores máximos permissíveis (VMP) estipulados pelo Ministério da Saúde pela Portaria nº 518/2004.



Figura 5. Coleta de amostra de água em fonte protegida modelo Caxambu localizada em área de mata no município de Peritiba, SC

2 Resultados e discussão

2.1 Localização das fontes no ambiente

A ocorrência de afloramentos do lençol freático ou mesmo o surgimento espontâneo de água subterrânea na superfície do solo dependem das características hidrogeológicas da área de formação basáltica da região (Freitas et al., 2001). No Oeste Catarinense é comum o aparecimento de vertentes de água que muitas vezes persistem mesmo depois de retirada a vegetação natural.

Na Figura 6 se observa a distribuição das fontes no ambiente atual das propriedades levantadas, constatando-se que a maioria (52%) das fontes encontra-se em potreiro onde a cobertura vegetal se limita às gramíneas de hábito rasteiro. Em lavoura estão localizadas 28 fontes, representando 14% do total das fontes amostradas. Salienta-se que tanto as fontes localizadas em potreiro como aquelas em lavouras, devido às condições do entorno, estão muito sujeitas a contaminação se comparadas com as fontes localizadas na mata. Em todas as situações, não foram verificados canais divergentes a montante da fonte. Esses canais são importantes para reduzir a entrada da água oriunda do escoamento superficial, principalmente em relevo acidentado, e são recomendados sempre que a fonte apresentar área a montante declivosa e susceptível a erosão.

Quanto à localização das fontes na mata, observa-se que, das 200 fontes amostradas, apenas 68 (34%) estão nessa condição, considerada a mais apropriada em razão da proteção natural da vegetação arbórea.

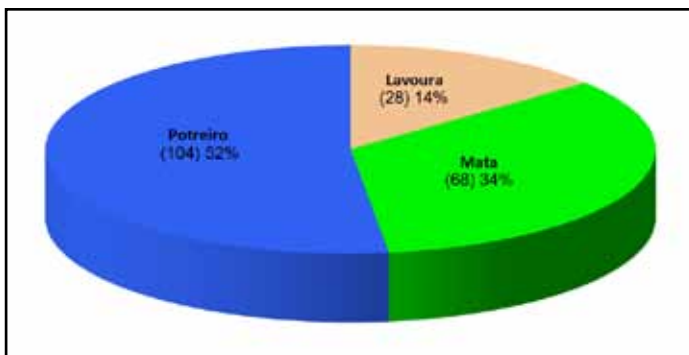


Figura 6. Localização das fontes nas condições ambientais consideradas

2.2 Situação das fontes quanto ao emprego de cercas

Na Figura 7 é possível observar que 104 fontes estão localizadas em potreiros; 51 delas estão cercadas e 53 não estão cercadas, representando 25,5% e 26,5% das fontes analisadas, respectivamente. Das 28 fontes localizadas em lavouras, apenas seis estão cercadas, enquanto 22 não apresentam cercamento, representando 3% e 11% das fontes analisadas, respectivamente. Nas fontes localizadas na mata, observa-se que 26 estão cercadas e 42 não estão cercadas, representando 13% e 21% das fontes analisadas. Do total de 200 fontes amostradas, conclui-se que apenas 83 estão cercadas, representando apenas 41,5% do total, o que leva à tomada de medidas que venham a melhorar a proteção do entorno dessas fontes.

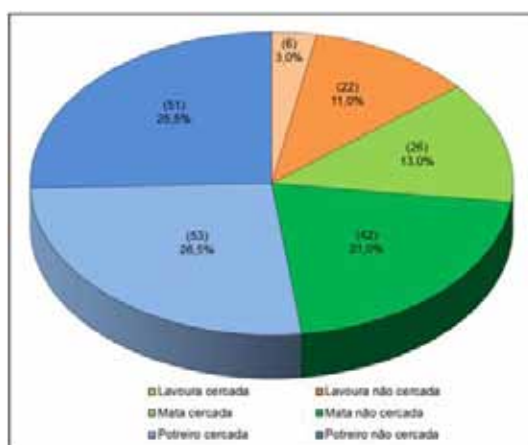


Figura 7. Localização das fontes e condições de proteção quanto ao isolamento com ou sem cerca

A presença da cerca de proteção na área da fonte favorece a manutenção e a melhoria da qualidade da água. Muitas vezes, apenas o isolamento da área é suficiente para obter uma recuperação satisfatória da vegetação. Em algumas circunstâncias, o enriquecimento com espécies nativas locais é necessário para acelerar o processo de recuperação e diversificar a cobertura vegetal.

2.3 Dimensão e frequência das faixas de vegetação no entorno das fontes

A legislação ambiental que trata sobre as Áreas de Preservação Permanente (APPs) dispõe que ao redor de nascente ou olho d'água, ainda que intermitente, seja reservada uma faixa de proteção de no mínimo 50 metros de diâmetro.

Como pode ser observado na Figura 8, boa parte das fontes localizadas na mata (33%) apresentam faixas com distância de 6 a 10 metros. Somente 25% estão na faixa maior igual, a 50 metros, conforme preconizado no Código Florestal Brasileiro 4771/1965.

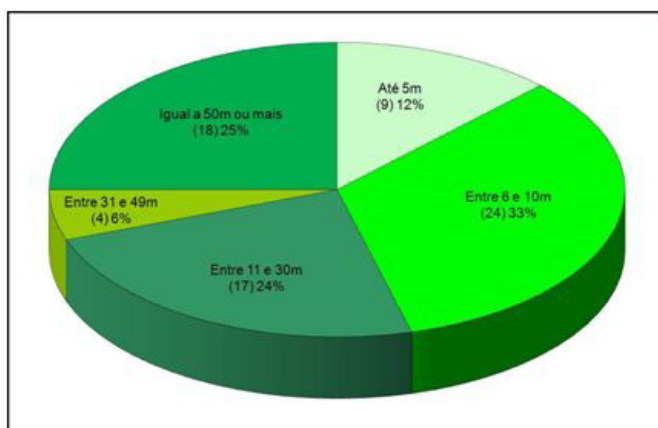


Figura 8. Número de fontes localizadas na mata e dimensão das respectivas faixas de proteção do entorno

A abordagem da revegetação no entorno de nascentes em Santa Catarina não pode ser desvinculada de uma pesquisa minuciosa da diversificada flora autóctone das diferentes formações fitogeográficas do Estado, assim como a ecologia de suas espécies características no que se refere aos aspectos funcionais necessários para acelerar o processo de regeneração natural e o aumento na resiliência desses locais (Floss, 2011).

Do ponto de vista da proteção ambiental, preconiza-se que essa área deve ser mantida com vegetação nativa, evitando-se a introdução de espécies exóticas e, prin-

principalmente, de espécies de crescimento rápido, pois são grandes demandadoras de água e podem diminuir a disponibilidade de água da fonte. Na sequência, observa-se que a dimensão (ampliação) da área de proteção do entorno é diretamente proporcional à melhoria da qualidade da água conforme análise dos parâmetros físicos e biológicos (colimetria e turbidez) apresentados e discutidos nos itens 2.5.1 e 2.5.2.

2.4 Alternativas de obtenção da água, finalidade e frequência de utilização das fontes

Entre as possibilidades de obtenção de água (Figura 9), foram levantadas as seguintes alternativas: Fonte Caxambu, poços rasos e poços profundos. Verificou-se que ainda ocorre grande utilização da água superficial representada pelos poços rasos e fontes Caxambu, presentes em 66% das propriedades estudadas. Para 71 propriedades, que representam 35,5% do total amostrado, as fontes modelo Caxambu são a única alternativa para o abastecimento de água. Por outro lado, os poços profundos são utilizados em 34% das propriedades, mas deveriam ser uma alternativa somente para aqueles municípios ou aquelas propriedades realmente carentes de água em superfície. Infelizmente, a perfuração de poços no aquífero Serra Geral e mesmo no aquífero Guarani está sendo mal gerida em todo o Estado. Muitas dessas perfurações estão sem projeto de prospecção e em desacordo com a Lei nº 9.748, de 30 de novembro de 1994, em seu artigo 7º, inciso V, contando, em alguns casos, com financiamento público para a perfuração.

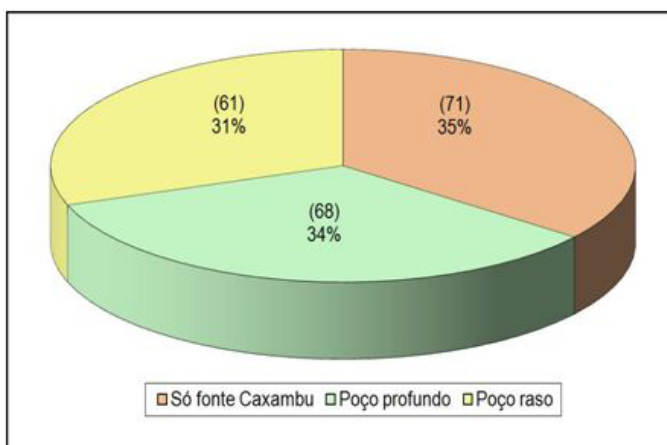


Figura 9. Alternativas de captação de água para consumo nas propriedades analisadas e dependência de uso da fonte Caxambu

No Estado de Santa Catarina há uma distribuição de poços profundos centrada em duas áreas. Uma delas tem grande número de poços profundos perfurados, na Região Oeste, onde são captadas as águas do aquífero Guarani. As águas subterrâneas dessa região são usadas em atividades industriais e no abastecimento público. Um projeto do Sistema de Informações sobre Águas Subterrâneas (Siagas) inventariou em, 2006, 5.318 poços perfurados na Região Oeste do Estado (CPRM, 2010). Contrasta saber que na Região Oeste os dados médios de climatologia de 42 anos de precipitação da Estação Meteorológica da Epagri/Inmet/Inpe mostram números superiores a 2.000mm anuais. Em 10 anos desse período foram verificados volumes de precipitação inferiores a 1.800mm anuais e em nenhum ano, volume abaixo de 1.300mm/ano.

Quanto às diferentes finalidades de uso da água das fontes Caxambu, de acordo com a Figura 10 é possível observar que 39% a utilizam exclusivamente para o consumo humano. Se considerarmos a finalidade consumo humano com consumo animal, chega-se a 76% das propriedades. Somente 23,5% das propriedades a utilizam para dessedentação animal, empregando outra opção para o abastecimento humano.

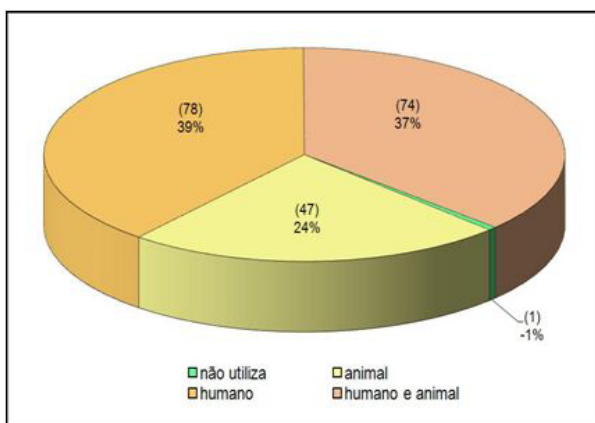


Figura 10. Diferentes finalidades de uso da água das fontes Caxambu

Quanto à frequência de uso, a Figura 11 mostra que 97,5% dos entrevistados declararam que usam a água da fonte continuamente para diferentes finalidades, 2% a utilizam esporadicamente e apenas 0,5% não utilizavam a fonte. Segundo a percepção de um usuário de água da fonte Caxambu da comunidade da Linha Guarani, município de Concórdia, “com a proteção a água ficou melhor porque antes a fonte estava coberta com tábuas e uma barreira de tijolos. Agora, ela nem aparece, só se vê a água que sai pelo cano ladrão e as mangueiras que vão para a caixa d’água. Tem muita gente da cidade que vem buscar água aqui para beber. A água é muito boa e nunca faltou em épocas de seca e o mato ajuda a proteger”. Salienta-se que a

referida opinião, ao considerar a água como “muito boa”, tem por base a percepção visual do usuário, provavelmente devido à ausência de cor e baixa turbidez da água resultante da fonte, agora protegida.

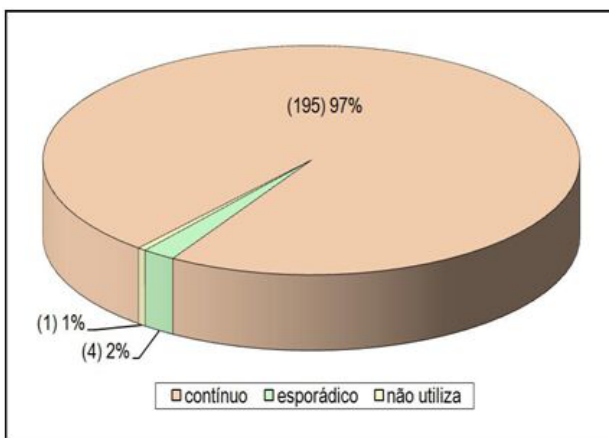


Figura 11. Frequência de uso das águas das fontes Caxambu

2.5 Parâmetros de qualidade da água

Neste trabalho, a qualidade da água das fontes foi avaliada seguindo alguns parâmetros importantes e definidores da condição biológica, física e química das águas superficiais, tais como: coliformes fecais, coliformes totais, turbidez, pH, fósforo total, nitrato e amônia. Esses parâmetros foram analisados nas amostras coletadas nas condições de regime de chuva (tempo seco e tempo úmido).

De acordo com a Tabela 1, comparando os resultados da qualidade das águas encontrados na condição tempo seco e úmido, as médias obtidas para o período seco foram inferiores às obtidas para o tempo úmido, nas variáveis coliforme total, coliforme fecal, turbidez, pH, fósforo total e amônia. Não houve grande variação nos valores de nitrato. Estes resultados sugerem que há escoamento superficial e que os nutrientes e contaminantes estão sendo transportados para a água da fonte pela chuva. Sugere-se que estes resultados possam ser associados ao fato de 52% das fontes se localizarem em potreiro e 14 % na lavoura, áreas sem proteção que facilitam o escoamento superficial da água conforme já apresentado na Figura 6.

Tabela 1. Parâmetros de qualidade da água analisados na condição de regime de chuvas tempo seco e tempo úmido. Média de 200 amostras com repetição

Indicador Média (n = 200 com repetição)	Tempo		Média Geral	Portaria nº 518 M.S.
	Seco (n = 200)	Chuvoso (n = 200)		
Coliformes totais (NMP/100mL)	567,668	1.250,943	908,445	Ausente
Coliformes fecais (NMP/100ml)	56,938	125,790	91,278	Ausente
Turbidez (NTU)	9,242	16,902	13,062	5,0
pH	6,547	7,086	6,816	6,0 a 9,5
Fósforo total (mg/L)	0,043	0,072	0,057	---
Nitrato (mg/L)	0,452	0,449	0,450	10
Amônia (mg/L)	0,256	0,757	0,506	1,5

Outra informação relevante é que para coliformes totais, coliformes fecais e turbidez as médias dos valores, tanto para tempo seco quanto para tempo úmido, se encontram acima do máximo permitido, evidenciando que um grande número das amostras de água está imprópria para o consumo humano de acordo com a legislação vigente.

2.5.1 Coliformes totais e coliformes fecais

Os coliformes totais e fecais atuam como indicadores de lançamentos de materiais orgânicos de origem diversa na água. São expressos em densidade, ou seja, como o “número mais provável (NMP) em cada 100ml de água”. Segundo APHA (2002), o grupo coliforme inclui todos os bacilos aeróbios, anaeróbios ou facultativos, gram negativos, não esporulados como os conhecidos *Escherichia coli*, *Enterobacter sp.*, *Citrobacter sp.*, *Klebsiella sp.*, etc.

A contagem dos coliformes totais corresponde ao total de microrganismos “gram negativos” encontrados em uma amostra. Já a contagem dos coliformes fecais indica a quantidade dos microrganismos oriundos de excretas de humanos e de animais, ou seja, presença de fezes oriundas de humanos ou animais de sangue quente, portanto com risco de ser patogênicas. Geralmente, o índice de coliformes totais avalia as condições higiênicas, enquanto o de coliformes fecais é empregado como indicador de contaminação fecal.

Assim, além de bons indicadores da existência de estruturas de saneamento básico, a concentração de coliformes nas águas indica a possibilidade de ocorrência de microrganismos patogênicos causadores ou transmissores de doenças de veiculação hídrica e, por isso, a legislação exige o tratamento da água antes do consumo ou, quando for o caso de consumo direto, a água deve ter zero de coliformes fecais.

a) Índice de coliformes totais e fecais de acordo com a condição de regime de chuvas tempo seco e tempo úmido

Na Figura 12 são apresentadas as concentrações de coliformes totais e fecais considerando a condição de regime de chuvas tempo seco e tempo úmido no período de coleta das amostras. Em tempo úmido, as concentrações tanto de coliformes fecais quanto de totais são maiores se comparadas com aquelas de tempo seco.

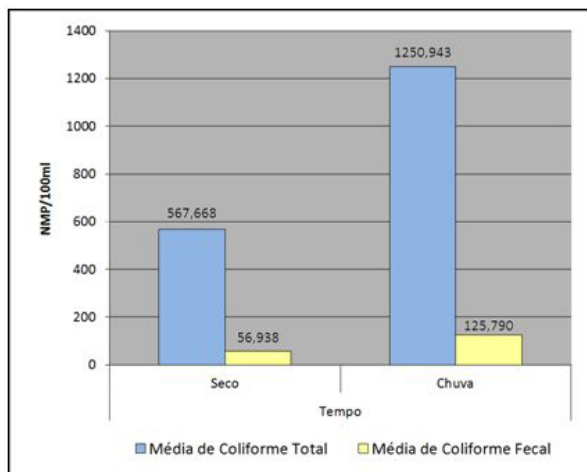


Figura 12. Concentração média de coliformes total e fecal na condição de regime de chuvas tempo seco e tempo úmido

A localização das fontes, em sua maioria encontradas em meio a poteiros e lavouras, explica em parte esses resultados. Considera-se que essa localização situa as fontes numa condição de extrema vulnerabilidade aos efeitos do escoamento superficial e suas consequências para a qualidade da água, conforme já descrito nos itens anteriores.

b) Índice de coliformes totais e de coliformes fecais de acordo com a localização das fontes

Os resultados sobre a ocorrência de coliformes totais nas fontes localizadas em lavoura, poteiro e mata na condição de regime de chuvas tempo seco e tempo úmido podem ser verificados na Figura 13. Observa-se que a maior concentração de coliformes totais ocorre em fontes localizadas em lavouras na ordem de 856,95NMP/100ml em tempo seco e 1.463,72NMP/100ml em tempo úmido. Os valores para as fontes localizadas em poteiro foram 563,11 e 1.348,32NMP/100ml para tempo seco e úmido respectivamente. Os menores índices foram diagnosticados nas fontes localizadas na mata, tanto na condição de regime de chuva tempo seco quanto úmido.

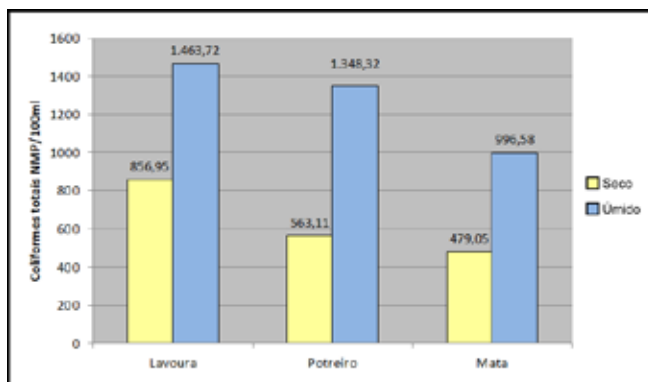


Figura 13. Concentração de coliformes totais em fontes em diferentes locais e em condições de regime de chuva durante a coleta das amostras de água

Na Figura 14 estão apresentados os resultados sobre a ocorrência de coliformes fecais nas fontes localizadas em lavourea, potreiro e mata na condição de regime de chuvas tempo seco e tempo úmido. A exemplo da concentração de coliformes totais, observa-se maior concentração de coliformes fecais em fontes localizadas em lavourea na ordem de 126,83 e 235,75NMP/100ml, em tempo seco e úmido respectivamente, seguida das fontes localizadas em potreiro, com 54,17 e 140,71NMP/100ml. Da mesma forma que os índices de coliformes totais, os menores índices de coliformes fecais foram diagnosticados nas fontes localizadas na mata, tanto na condição de regime de chuva tempo seco quanto úmido.

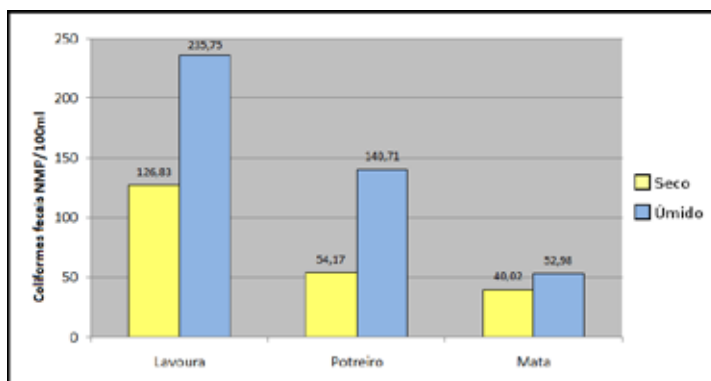


Figura 14. Concentração de coliformes fecais de acordo com a localização das fontes na condição de regime de chuvas tempo seco e tempo úmido

Em ambos os casos, nota-se que a condição de regime de chuva no momento da coleta das amostras influenciou na qualidade da água. Na coleta em períodos de chuva ocorreu aumento das concentrações de coliformes totais e coliformes fecais em todas as fontes estudadas. O maior incremento tanto para coliformes totais quanto para coliformes fecais ocorreu nas fontes localizadas em poteiros. Nesse caso, a concentração de coliformes totais nas coletas em tempo úmido foi 2,4 vezes maior em relação às coletas em tempo seco. Para coliformes fecais foi cerca de 2,6 vezes maior, evidenciando a existência do escoamento da água na superfície das pastagens carreando material orgânico e solos para dentro das fontes e comprometendo a qualidade da água. Portanto, em fontes localizadas nessa situação há necessidade de medidas preventivas que reduzam ou impeçam a entrada de contaminantes na água. Como exemplo, pode-se dar mais atenção à constituição florística e ao manejo adequado da faixa de vegetação próxima aos mananciais de água, a qual deve ser densa para servir de filtro dos poluentes transportados pelo escoamento (Floss, 2011). Outra medida é criar barreiras físicas que cortam a direção do fluxo do deflúvio pela implantação de terraços, ou criar cordões vegetados que reduzem a potência hidráulica da enxurrada (Merten & Minella, 2002). Em terrenos declivosos, canais divergentes localizados a poucos metros acima das fontes podem desviar a entrada da água contaminada nas fontes.

c) Índice de coliformes fecais de acordo com a distância da mata ciliar no entorno das fontes

A contaminação dos solos em áreas agricultáveis adubadas com dejetos de animais e o próprio livre pastoreio dos animais em áreas de pastagens podem causar a contaminação da água. Isso pode ocorrer de forma direta, quando os dejetos são deixados próximos às fontes, ou pela erosão do solo que atinge os mananciais de água. Merten & Minella (2002) destacam que a atividade agropecuária sempre afeta o equilíbrio ambiental, sendo em maior ou menor grau de acordo com o manejo do solo e da cobertura vegetal da bacia hidrográfica. A constituição florística e o manejo das áreas do entorno próximas às fontes, segundo destaca Floss (2011), são determinantes para a preservação da qualidade da água para o consumo humano.

Na Figura 15 se pode observar que a presença de coliformes fecais nas fontes localizadas na mata e, mesmo nessa condição, as fontes com faixa de proteção até 5 metros apresentaram uma concentração de coliformes fecais de 11,92NMP/100ml. Da mesma maneira, as fontes com proteção de faixa entre 6 e 50 metros apresentaram, em valores médios para o intervalo, coliformes fecais na ordem de 11,03NMP/100ml. As fontes localizadas na mata com área de proteção do entorno acima de 50 metros apresentaram as menores concentrações de coliformes fecais, abaixo de 1NMP/100ml, consolidando a necessidade da faixa de proteção de 50 metros para a preservação da qualidade da água das fontes superficiais. A exata dimensão da faixa de proteção das fontes é ainda ponto de controvérsias. Enquanto não se tem respostas técnico-científicas mais conclusivas, deve-se procurar manter a atual recomendação, que considera a faixa de proteção de 50 metros exigida atualmente pela legislação.

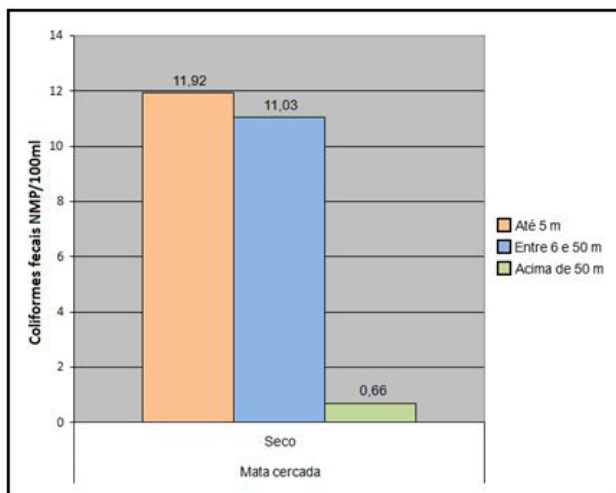


Figura 15. Concentração de coliformes fecais em função da distância de proteção na condição de mata em tempo seco. Valores médios para os intervalos considerados

2.5.2 Turbidez

De acordo com os resultados disponíveis na Figura 16, observou-se que as amostras de água de fontes localizadas na mata apresentaram os menores valores, tanto na condição tempo úmido quanto na condição tempo seco. Os maiores valores de turbidez verificaram-se em fontes localizadas em poteiros e condições de regime de chuva tempo úmido.

A turbidez é resultado da presença de sólidos em suspensão na água. Como os sedimentos são partículas de solo e particulados orgânicos provenientes do processo erosivo, a ocorrência da turbidez na água indica existência de escoamento superficial local ou proveniente das cabeceiras da bacia.

Tanto na coleta em tempo seco quanto em tempo úmido, os menores valores de turbidez foram encontrados na condição de mata, comparativamente às condições de potreiro e lavoura. É interessante observar que os valores gerais ainda se encontram acima daqueles referenciados (abaixo de 5 UT) pela Portaria 518/04 para água destinada ao consumo humano. Na média das coletas efetuadas em tempo seco e úmido, os maiores valores de turbidez foram verificados nas fontes localizadas nas áreas de lavoura. Desprovidas de qualquer proteção permanente na superfície do solo e algumas localizadas dentro dos canais de escoamento da água das chuvas, são fontes impróprias para o uso consumo humano.

As fontes localizadas em potreiro apresentaram maior turbidez (18,3 UT) quando a coleta foi efetuada durante condições de regime de chuva tempo úmido. Esse resultado também foi relatado por Merten & Minella (2002), que estudaram a capacidade de proteção do solo por espécies vegetais utilizadas na composição

da mata ciliar em microbacias. Segundo os autores, somente um sistema composto por plantas em diversos estratos, desde gramíneas até plantas de porte alto, garante cobertura do solo capaz de absorver o impacto das gotas da chuva, reduzindo a dispersão do solo e favorecendo a infiltração da água no solo. Com isso, o arraste de partículas pelo escoamento superficial de água é reduzido.

Além disso, a variação da composição florística ripariana é sempre desejável. Quando a composição é restrita quase que somente a gramíneas, como é o caso das pastagens pobres e muito pastoreadas, como aquelas encontradas no entorno das fontes em poteiros, não ocorre uma adequada proteção da superfície do solo. Nesses casos, chuvas de maior intensidade resultam no escoamento superficial e no arraste do solo com restos de folhas e raízes mortas juntamente com os dejetos animais para dentro dos mananciais de água.

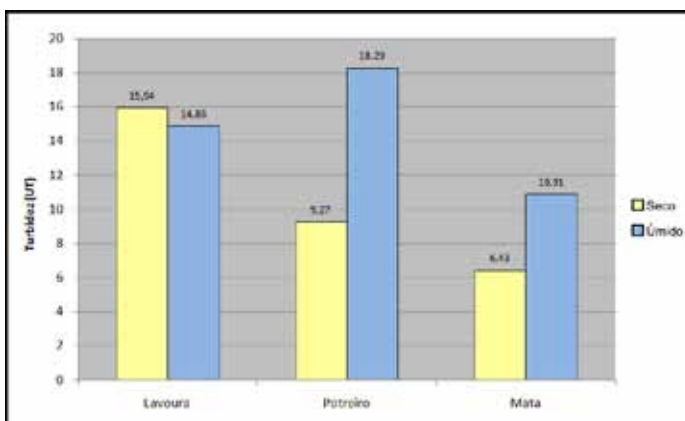


Figura 16. Valores de turbidez de acordo com a localização das fontes em condição de regime de chuva tempo seco e tempo úmido

Os valores de turbidez também foram analisados de modo específico nas fontes localizadas na mata, de acordo com a faixa de proteção situada no entorno das fontes na condição de tempo seco. Na Figura 17 se observa que a melhor condição em termos de turbidez aconteceu em fontes onde a faixa de proteção é maior que 50 metros de raio. A pior condição ocorreu na condição em que a fonte apresentou uma faixa entre 6 e 50 metros de raio, superior se comparado com as fontes com até 5 metros de raio de proteção com mata.

Nessa questão, o esperado era que os índices de turbidez em fontes com até 5 metros de faixa fossem superiores àqueles apresentados nas fontes com faixa de mata entre 6 e 50 metros. Essa situação permite sugerir que além da faixa de proteção, outros fatores, tais como declividade, tipo de solo, intensidade da chuva, etc. exercem influência sobre os valores relativos a esses índices, os quais não foram contemplados no presente trabalho.

Esses resultados aparentemente controversos e a complexidade que envolve a questão das distâncias adequadas das faixas de proteção de nascentes com cobertura florestal, consideradas como APPs, suscitam novas demandas de pesquisa a fim de identificar qual a relevância de outros fatores interferentes na qualidade da água, além daqueles considerados no escopo deste trabalho.

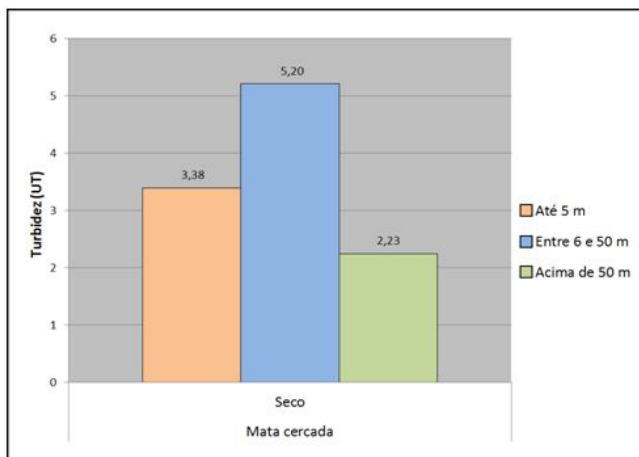


Figura 17. Valores de turbidez da água de acordo com a distância da faixa de proteção em fontes localizadas na mata na condição tempo seco

3 Conclusões

As fontes modelo Caxambu permitem obter água de boa qualidade físico-química, estando sua potabilidade comprometida pela presença de coliformes fecais e totais.

Para atender as exigências da legislação sobre a qualidade da água para consumo humano, é necessário tratamento adicional que garanta a eliminação de coliformes na água oriunda de fontes Caxambu.

Fontes com proteção vegetal limitada ou inexistente não garantem água de boa qualidade para o consumo humano. Isso é agravado em períodos de maior precipitação de chuvas na área de abrangência da bacia hidrográfica.

Medidas preventivas, como localizar fontes em área de mata preservada ou deixar faixas de mais de 50m no entorno, poderão garantir a disponibilidade de água de boa qualidade mesmo em áreas inadequadas e em condições climáticas adversas.

4 Recomendações

Para melhor qualidade da água, utilizar fontes localizadas preferencialmente na mata e cercadas com faixa de proteção de 50 metros de diâmetro.

Fontes localizadas em relevo declivoso devem possuir canais divergentes sulcados na superfície do solo no mínimo 3 metros a montante da fonte para reduzir a entrada de água das enxurradas.

Medidas complementares, como a pré-filtragem e a filtragem da água das fontes, contribuem para reduzir a turbidez, a contaminação por coliformes e o excesso de sais e metais e, sempre que possível, devem ser empregadas para melhorar a qualidade da água.

A manutenção da fonte modelo Caxambu deve ser feita anualmente utilizando-se a abertura do cano de limpeza para a retirada dos sedimentos acumulados no fundo do tubo.

Durante os trabalhos na fonte ou a abertura do canal divergente, deve-se preferir o trabalho manual para revolver o mínimo possível o solo e não alterar a área do entorno, que deve permanecer protegida com a vegetação nativa.

Apesar dos benefícios que a proteção de fonte Caxambu oferece para melhorar a qualidade da água, de acordo com os resultados da pesquisa, a água das fontes modelo Caxambu estudadas, apresentaram-se não potáveis; portanto para consumo humano, devem sofrer tratamento complementar, o que poderá ser feito com a fervura ou cloração.

A política de serviços ambientais deve contemplar os agricultores familiares que vivem da terra, habitam as propriedades, conhecem o ambiente local e regional e buscam desenvolver suas atividades de forma sustentável.

Agradecimentos

Aos agricultores que permitiram o livre acesso às fontes de água localizadas nas suas propriedades e muitas vezes auxiliaram na coleta das amostras e aos extensionistas rurais da Epagri e das prefeituras que não mediram esforços na coleta e encaminhamento das amostras. Igualmente aos técnicos do Laboratório de Águas da Epagri/Cepaf pelo esmero no processamento das amostras e na realização das análises. Agradecimentos também aos projetos Prapem/Microbacias 2 e SC Rural pelo aporte de recursos para o custeio e pela publicação dos resultados da pesquisa.

Literatura citada e consultada

1. APHA. American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21.ed. Washington D.C.: APHA-AWWAPCF, 2002. 1156p.

2. BALDISSERA, M.T.B. **Qualidade das águas de fontes superficiais e poços profundos utilizadas para consumo humano no oeste catarinense**. 2003. 58f. Monografia. Universidade Comunitária de Chapecó (Unochapecó), Chapecó, SC.
3. BASSI, L. **Impactos sociais, econômicos e ambientais na microbacia hidrográfica do Lajeado São José, Chapecó, SC** – Estudo de Caso. Chapecó: Bird/Microbacias, Epagri, 1998. 47p.
4. BRASIL. **Lei nº 4.771**, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm>. Acesso em: 18 mar. 2010.
5. CETESB. **Análises físico-químicas de águas**. 1.ed. São Paulo: Cetesb, 1978.
6. CPRM. Companhia de Recursos Minerais. **Projeto Sistema de Informações sobre Águas Subterrâneas (SIAGAS)**. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=113&sid=23>>. Acesso em: 18 mar. 2010.
7. EPAGRI. **Água da fonte, proteção de fonte modelo caxambu** – como fazer. Florianópolis: Epagri, 1998. 6p. (Epagri. Documentos, 137).
8. EPAGRI. **Água da fonte**. Fôlder. Florianópolis: Epagri, 2007. 6p.
9. FLOSS, P.A. **Aspectos ecológicos e fitossociológicos no entorno de nascentes em formações florestais do oeste de Santa Catarina**. 2011. 154f. Tese (Doutorado, Área de Concentração em Silvicultura), Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2011.
10. FREITAS, M.A. de; ECKERT, R.M.; CAVE, B.R. **Captações de água subterrânea no oeste do estado de Santa Catarina**. Porto Alegre: CPRM/SDM/Epagri, 2001. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/sureg-pa/prodesc/pdf/cadTec97&6.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2009.
11. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário brasileiro**. 2010. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 3 fev. 2011.
12. MERTEN, G.; MINELLA, J.P. Preservação da qualidade da água: um desafio do presente para a sobrevivência no futuro. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 4., 2002, Porto Alegre, RS. **Anais...**, Porto Alegre: SBCS/NRS, 2002.
13. BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 518**, de 25 de março de 2004. Normas e padrões de potabilidade da água destinada ao consumo humano. Disponível

em: <<http://dtr2001.saude.gov.br/sas/PORTARIAS/Port2004/GM/GM-518.htm>>.
Acesso em: 18 mar. 2010.2

14. SANTA CATARINA. **Lei nº 9.748**, de 30 de novembro de 1994. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.aguas.sc.gov.br/sirhsc/conteudo_visualizar_dinamico.jsp?idEmpresa=29&idMenu=238&idMenuPai=235>. Acesso em: 18 mar. 2010.
15. ZAMPIERI, S.L; BALDISSERA, I.T; DESCHAMPS, F. et al. **Marco zero da qualidade da água para consumo humano e da rede hídrica da microbacia Tarumanzinho – Águas Frias, SC**. Florianópolis: Prapem/Microbacias 2, 2005. 61p.

ANEXO

Itens considerados no cadastramento das fontes amostradas

PROJETO PESQUISA FONTE CAXAMBU CADASTRO PROPRIEDADE			
1 MUNICÍPIO:			
2 MICROBACIA:			
3 PROPRIETÁRIO:			
4 COORDENADAS GEOGRÁFICAS:			(Latitude: graus, minutos e segundos)
			(Longitude: graus, minutos e segundos)
4.1 Ponto de referência:			
			Distância até o ponto de referência
5 Nº AMOSTRA:			
6 LOCALIZAÇÃO DA FONTE	6.1 NO POTREIRO		Fonte cercada/não cercada
			metros de distância
	6.2 NA LAVOURA		Fonte cercada/não cercada
			metros de distância
			Adubação química ou orgânica
	6.3 NA MATA		Fonte cercada/não cercada
			metros de distância
	Quantos metros de mata ou capoeira		metros
7 CARACTERIZAÇÃO DE USO	7.1 USOS:		Humano/animal/outros
	Outros? Quais?		
	7.2 TEMPO DE USO?		anos
	7.3 FREQUÊNCIA DE USO		Contínuo ou esporádico
	7.4 OUTRA FONTE PARA CAPTAÇÃO:		Poço profundo ou raso
	7.5 VOLUME DE ÁGUA/VAZÃO		Igual, aumentou ou diminuiu

8 LOCALIZAÇÃO (distância em metros) – ESTÁ PROXIMA A:	Rio/açude		metros de distância
			Acima/abaixo
	Estrebaria		metros de distância
			Acima/abaixo
	Pocilga		metros de distância
			Acima/abaixo
	Aviário		metros de distância
			Acima/abaixo
	Fossa séptica/ esterqueira		metros de distância
			Acima/abaixo
	Outros		metros de distância
	Quais outros?		
			Acima/abaixo