

IMPACTO AMBIENTAL E QUALIDADE DA ÁGUA DE NASCENTES PROTEGIDAS NO MODELLO CAXAMBU EM PROPRIEDADES RURAIS NO MUNICÍPIO DE CERRO NEGRO/SC

Ana Carla Moraes da Silva Mota¹, Diego Bittencourt Machado² e Luciane Costa de Oliveira³

¹ Aluna do programa de pós-graduação em agroecologia, Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC, Campus Lages, CEP, Lages, SC, fone: 49 32214200, e-mail: anacarla.agroecologia@gmail.com

² Professor coorientador, Dr., Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC, Campus Lages, CEP 88506-400, Lages, SC, fone: 49 32214249, e-mail: diego.machado@ifsc.edu.br

³ Professora orientadora, Dra., Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC, Campus Lages, CEP 88506-400, Lages, SC, fone: 49 32214200, e-mail: luciane.costa@ifsc.edu.br

RESUMO

Conforme estabelecido pela constituição brasileira no seu artigo 5º que prevê a inviolabilidade do direito à vida, para isso todos os brasileiros devem ter acesso a água em quantidade e qualidade suficientes, sendo também dever de todos os cidadãos a proteção das nascentes e demais áreas de preservação permanente sob sua responsabilidade. Dessa forma, perante a problemática vivida nos últimos anos em Cerro Negro/SC, relacionada a sucessivas estiagens, e buscando atender as demandas do meio rural por água em quantidade e qualidade, em 2021 o município iniciou ações na preservação de nascentes. O mesmo é bastante privilegiado, considerando a grande quantidade de nascentes encontradas e muitas delas localizadas em cotas elevadas, favorecendo o uso do modelo caxambu de proteção de nascentes. Foram realizadas 50 proteções de nascentes e avaliações dos parâmetros de potabilidade de cinco nascentes, em dois momentos. As amostras foram analisadas no Laboratório da Quimicampos, em Campos Novos/SC, sendo os seus valores comparados aos valores referenciais da legislação em vigor, constantes na portaria GM/MS Nº 888, de quatro de maio de 2021, que dispõe sobre os padrões de potabilidade da água. Os resultados obtidos durante o período avaliado, indicam mudanças na água das nascentes, tais como: a diminuição de particulados orgânicos e a melhoria dos parâmetros químicos e físicos, além do impedimento do acesso de animais. No entanto, dentre os parâmetros biológicos, os coliformes apresentaram

valores em desacordo, o que sugere que a água deverá ser submetida a algum método de desinfecção.

Palavras-chave: proteção de nascente, caxambu, qualidade da água.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	2
2. METODOLOGIA.....	4
2.1 Processo de proteção de nascentes modelo caxambu	6
2.1.1 Concretagem dos canos PVC no tubo de concreto	6
2.1.2 Limpeza do local de captação da água.....	6
2.1.3 Abertura de vala.....	7
2.1.4 Instalação do tubo de concreto	7
2.1.5 Camada de britas, areia e pedra-ferro até cobrir o reservatório	8
2.1.6 Limpeza e desinfecção das pedras.....	9
2.1.7 Cobertura da nascente com lona e solo	9
2.2 Coleta de água e parâmetros avaliados.....	10
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
3.1 Caracterização das nascentes	11
3.2 Adequação a legislação	13
3.3 Mudanças imediatas pelas proteções das nascentes no modelo caxambu	15
3.4 Análises e valores de referência de potabilidade de água	16
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
AGRADECIMENTOS	22
REFERÊNCIAS.....	22

1. INTRODUÇÃO

Considerando a água como um recurso natural cada vez mais escasso e limitado, sendo assim, deve ser um objeto de preocupação, pois constitui fonte essencial da vida. Logo, problemas de qualidade e quantidade tornam-se maiores e mais complexos, tornando relevante o estudo dos recursos hídricos (SILVA, 2015).

Essa preocupação tem sido frequente, ultimamente, em função da ocorrência de sucessivas estiagens, onde no caso de Cerro Negro/SC, os vários poços artesianos do interior são insuficientes para suprir integralmente a demanda de água

no meio rural. Algo preocupante em função de falhas nos projetos de captação e abastecimento e principalmente devido ao mau uso dos usuários.

Além disso, observa-se que as famílias abastecidas com águas de poços artesianos com frequência abandonam as nascentes naturais, ficando sem alternativas em momentos em que ocorrem falhas na geração e distribuição de água, bem como a degradação ambiental das mesmas.

No entanto, conforme previsto no Novo Código Florestal, Lei 12.651, de 12 de maio de 2012, as áreas ao entorno das nascentes e olhos d'água perenes são consideradas como Áreas de Preservação Permanente (APP) e devem ser protegidas com raio mínimo de 50 metros (BRASIL, 2012a).

Com esse novo código florestal, ocorreu a autorização da continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em áreas rurais consolidadas, ou seja, que tenham estes usos até 22 de julho de 2008, devendo-se recompor o entorno de nascentes e olhos d'água perenes em um raio mínimo de 15 metros (BRASIL, 2012b).

Nesse sentido, a proteção de fonte modelo caxambu mostra-se como uma alternativa viável, na preservação das nascentes, quanto a disponibilidade e qualidade de água. Sendo uma tecnologia social de baixo custo, resultado do esforço conjunto entre EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina), município e agricultores no município de Caxambu do Sul/SC (EPAGRI, 2015).

Dessa forma, buscando soluções para o abastecimento de água em momentos de crise hídrica, especialmente no meio rural, em março de 2021 o município de Cerro Negro/SC, iniciou um trabalho de proteção de nascentes, optando pela adoção do modelo caxambu, resultando até o momento em 50 nascentes protegidas.

Também cabe destaque a premiação de 12 destas nascentes no concurso de Conservação e Preservação das Áreas de Preservação Permanente da Baesa Energética Barra Grande S.A., que possui Cerro Negro com um de seus municípios de abrangência, sendo 07 agricultores premiados em 2021 e 05 em 2022, com valores monetários reconhecidos por suas ações.

Para Calheiros (2009) a nascente ideal é a que fornece água de boa qualidade, abundante e contínua, em localização próxima do uso e em cota topográfica elevada, possibilitando usá-la somente com a força da gravidade.

O objetivo do trabalho foi avaliar as características ambientais e os parâmetros de potabilidade da água (cor, turbidez, sólidos totais dissolvidos, potencial hidrogeniônico, demanda química de oxigênio, demanda bioquímica de oxigênio, cloro livre e coliformes) de cinco nascentes após a instalação da proteção de fonte modelo Caxambu.

2. METODOLOGIA

O estudo foi realizado em Cerro Negro, município brasileiro do Estado de Santa Catarina, localizado no Planalto Sul, integrante da microrregião da Amures. Com uma população estimada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), em 2021, de 3.013 habitantes. Foi emancipado em 26 de setembro de 1991, sendo um município essencialmente agrícola, com grande parcela da população residente na zona rural, com atividades que exigem grandes volumes de água.

O fluxograma junto a Secretaria Municipal de Agricultura para que o agricultor tivesse sua nascente protegida, foi: 1 - os agricultores realizaram as suas inscrições; 2 - com essas inscrições, foram realizadas visitas a campo nas propriedades; 3 - foram selecionadas cinco nascentes que fossem viáveis para a proteção no modelo caxambu e apresentassem perenidade.

Na prática, a viabilidade de proteção no modelo caxambu foi obtida observando-se a localização das nascentes (evitar locais planos), visando o uso da água com a força gravitacional. Em três, das cinco nascentes, foi necessário o uso de maquinário para o transporte de pedras, devido ao tamanho do reservatório exigir um grande volume.

Figura 1. Nascentes com reservatórios grandes, antes e depois da colocação das pedras.



FONTE: acervo dos autores, 2023.

Os trabalhos foram realizados sob coordenação dos técnicos da Secretaria de Agricultura de Cerro Negro/SC, em parceria com agricultores e Secretarias de Meio Ambiente, Educação, Baesa Energética Barra Grande S.A. e EPAGRI.

As cinco nascentes foram protegidas no modelo caxambu em outubro de 2022, em diferentes propriedades rurais do município, nas coordenadas geográficas, conforme a tabela 01.

Tabela 1. Localização das nascentes.

Nascente	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	Comunidade
01	27°34'47.9"	50°56'38.5"	830	Barra do Salto
02	27°39' 34.3"	50° 55'04.1"	774	Umbú
03	27 °37'06.5"	50°55'31.2"	893	São José
04	27°35'16.06"	50° 54'28.36"	723	Raitz
05	27° 35'07.3"	50° 56'46.6"	878	Barra do Salto

FONTE: dos autores, 2023.

2.1 Processo de proteção de nascentes modelo caxambu

No processo de proteção das nascentes no modelo caxambu, adotaram-se as recomendações descritas em EPAGRI (2017).

2.1.1 Concretagem dos canos PVC no tubo de concreto

Concretaram-se os canos de PVC (policloreto de polivinila) no tubo de concreto de 20 cm, instalando quatro tubos com comprimento de 20 cm, sendo dois tubos de 25 mm ou de 20 mm e dois tubos de 40 mm. Sendo chamados, de cano-ladrão, na parte superior, cano de limpeza, na parte inferior e canos de saída na parte central, conforme a figura 2.

Figura 2. Tubo de concreto com os tubos de PVC instalados.



FONTE: acervo dos autores, 2023.

2.1.2 Limpeza do local de captação da água

Ao chegar à nascente, realiza-se a limpeza do local de captação da água, de forma manual, retirando todas as sujidades existentes no local.

Figura 3. Limpeza da nascente.



FONTE: acervo dos autores, 2023.

2.1.3 Abertura de vala

Em seguida, abre-se e limpa-se a vala. A vala é realizada cavando o terreno na saída da nascente possibilitando que a mesma fique em um nível mais elevado o que possibilitará que água seja direcionada pelo tubo e depois dele percorrendo seu percurso natural sem interferências.

Figura 4. Abertura e limpeza de vala.



FONTE: acervo dos autores, 2023.

2.1.4 Instalação do tubo de concreto

Protege-se o tubo com argila ou barro juntamente com pedras, sendo que a argila muitas vezes é encontrada próxima a nascente, ou quando não encontrada,

utilizamos o solo das adjacências que possui uma grande concentração de argila na sua composição, característica frequente dos solos encontrados em Cerro Negro/SC. Etapa importante para que a água escoe somente pelo tubo sem a ocorrência de vazamentos.

Figura 5. Instalação do tubo de concreto



FONTE: acervo dos autores, 2023.

2.1.5 Camada de britas, areia e pedra-ferro até cobrir o reservatório

Posteriormente coloca-se uma camada de brita e areia de tal forma que preencha toda a parte inferior da nascente, com uma quantidade variável de acordo com o tamanho da nascente. Em seguida utiliza-se pedra ferro até cobrir o reservatório da nascente, conforme a figura 6, onde as pedras farão a filtragem natural da água.

Figura 6. Reservatório da nascente com pedra ferro.



FONTE: acervo dos autores, 2023.

2.1.6 Limpeza e desinfecção das pedras

As pedras frequentemente apresentam-se bastante sujas, sendo lavadas com a água da própria nascente e desinfectadas com água sanitária, utilizando a mesma diretamente nas pedras, ou caso seja possível utilizar água potável, diluir a mesma conforme recomendação do fabricante e aplicar sobre as pedras, deixando reagir por dez minutos.

Figura 7. Limpeza e desinfecção das pedras.



FONTE: acervo dos autores, 2023.

2.1.7 Cobertura da nascente com lona e solo

Cobre-se a nascente com lona, de forma que a proteção atinja áreas além da nascente, assegurando que o solo oriundo de enxurradas não entre no interior da nascente. Nesse momento, coloca-se um cano de PVC de 40 mm com 40 cm de comprimento, para realizar a cloração periódica a cada seis meses, conforme figura 8. Finaliza-se o processo cobrindo com solo, que proporcionará a recomposição do local posteriormente com vegetação, de acordo com a figura 9.

Figura 8. Cano de PVC de 40 mm para cloração.



FONTE: acervo dos autores, 2023.

Figura 9. Processo de finalização com lona e solo.



FONTE: acervo dos autores, 2023.

2.2 Coleta de água e parâmetros avaliados

Após o processo de proteção da nascente, realizou-se o procedimento de coleta da água, de acordo com EPAGRI (2003), sendo coletados 500 mL da água da nascente em frasco esterilizado, sem tocar com as mãos na parte interna do frasco e tampa. As amostras foram conservadas em caixa térmica com gelo e encaminhadas ao laboratório Quimicampos, em Campos Novos/SC. A amostragem seguiu a metodologia do SMWW (*Standard Methods for the Examination of Wastewater*) (APHA, 2012).

Os parâmetros de potabilidade da água avaliados foram os seguintes: cor, turbidez, sólidos totais dissolvidos, potencial hidrogeniônico, demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio, cloro livre e coliformes. Com avaliações em dois momentos: pelo menos 30 dias após a proteção da nascente e pelo menos 50 dias após a proteção da nascente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização das nascentes

Cada nascente foi avaliada a partir de suas características ambientais, considerando: presença de vegetação no entorno da nascente, acesso de animais, atividades desenvolvidas na propriedade, proximidade com estradas e esgoto sanitário (Tabela 2).

Tabela 2. Caracterização ambiental das nascentes.

Características	Nascente 01	Nascente 02	Nascente 03	Nascente 04	Nascente 05
Vegetação	S	S	S	S	S
Acesso de animais	N	S	N	N	S
Pecuária	S	S	N	S	S
Lavoura	S	N	S	N	N
Proximidade com estradas	N	N	N	S	N
Proximidade com esgoto sanitário	N	S	N	N	N

Legenda: S-Sim; N-Não

FONTE: Os autores, 2023.

A nascente 01, possui uma pequena vegetação no seu entorno. No momento da proteção da nascente havia o acesso de bovinos, no entanto a partir da fonte

protegida o proprietário isolou-a do acesso. Embora tenha ocorrido a abertura de lavoura nova após a proteção da nascente, há uma distância considerável da nascente (100 m). Acima da nascente, com cerca de 100 m distante há uma estrada estreita com aproximadamente 3 m de largura. Como não há residência nas proximidades, assim não há a presença de esgoto sanitário. Outra característica da nascente 01 é a sua localização em baixada, dessa forma sujeita ao arraste pluvial oriundo de enxurradas.

A nascente 02, também possui um pequeno raio de proteção com vegetação. O proprietário não fez o isolamento do acesso dos animais e no seu entorno há campo nativo, inexistindo lavouras. Também inexistem estradas nas proximidades. No entanto, na mesma direção e acima da nascente há o estábulo destinado ao manejo de bovinos, distante cerca de 25 metros e a residência do proprietário, distante cerca de 70 metros.

A nascente 03, entre as nascentes estudadas é a que possui o maior raio de proteção com vegetação. Na propriedade inexistem a presença de animais destinados a pecuária, no entanto há a proximidade de uma lavoura. Há uma estrada estreita, com largura de cerca de 3 m, com distância de 80 metros da nascente. Também se localiza em baixada, tendo acima dela terrenos com declividade média de aproximadamente 25%.

A nascente 04, também possui um pequeno raio de proteção com vegetação. O isolamento do acesso dos animais foi realizado, sendo que no seu entorno há campo nativo destinado a pecuária. Existe a proximidade com estradas (15 m), no entanto, a nascente fica em cota topográfica superior. A mesma situação que ocorre em relação a residência do vizinho que fica em cota inferior a nascente. Também se localiza em baixada, tendo acima da mesmas terrenos com declividade média de 24%.

A nascente 05, entre as nascentes estudadas, possui a segunda maior proteção com vegetação no seu entorno, principalmente acima da mesma. O isolamento do acesso dos animais não foi realizado, também tendo campo nativo destinado a pecuária em suas proximidades. Inexistem lavouras, residências e estradas próximas a referida nascente.

3.2 Adequação a legislação

De acordo com o estabelecido no Código Florestal de 2012, o entorno das nascentes são áreas de preservação permanente (APP), devendo manter um raio de proteção mínimo de 50 m, quando em áreas não consolidadas.

Entre as nascentes estudadas, as nascentes 1, 4 e 5 foram enquadradas como “localizadas em áreas não-consolidadas”, por estarem em campo nativo destinado a pecuária.

Sendo que a nascente 1 e a 4, possuem no seu entorno apenas uma pequena vegetação, ou seja, em desacordo com o previsto na legislação, sendo possível a visualização da nascente na figura 10. A nascente 5 possui um maior raio de proteção, no entanto mesmo assim diverge da legislação por pelo fato de não possuir todo o seu entorno protegido, tendo em vista que a maior faixa de vegetação está localizada acima dela.

Figura 10. Nascente 04 com pequena vegetação no entorno.



FONTE: acervo dos autores, 2023.

Da mesma forma, as nascentes localizadas em áreas consolidadas (usos anteriores a 22 de julho de 2008), devem manter um raio mínimo no seu entorno de 15 m, sendo que duas das nascentes se enquadraram: a nascente 2, por ter uma residência construída e a 3, com uma lavoura cultivada. A nascente 2 possui apenas uma pequena vegetação no entorno, divergindo no estabelecido na legislação. Já a nascente 3, dentre as estudadas, possui a maior proteção com vegetação nativa, com a maior facilidade de obtenção de regularização ambiental.

E em situações de escassez, a exemplo do ocorrido em 2021 e 2022, em Cerro Negro, a Política Nacional de Recursos Hídricos, possui dentre os seus fundamentos, a priorização ao consumo humano e a dessedentação de animais (BRASIL, 1997). Essa política organiza e prioriza a distribuição da água em momentos críticos. Recuperar, proteger e oferecer potabilidade às nascentes aumentam a segurança hídrica das famílias e comunidades, especialmente as rurais.

No entanto, conforme a resolução do CONSEMA Nº 192, de 1º de abril de 2022 que altera o item 15 do Anexo Único da Resolução do CONSEMA nº 128, de 08 de março de 2019, inclui as proteções de nascentes desenvolvidas por modelos técnicos da Epagri, inclusive as denominadas como modelo caxambu, como atividades de baixo impacto ambiental, reconhecendo tais atividades como passíveis de intervenção desde que não ocorra a supressão de vegetação nativa e a água seja utilizada como alternativa individual para abastecimento humano.

Contudo, as nascentes sendo águas superficiais, devem ser cadastradas no sistema de outorga de direito de uso dos recursos hídricos, através do SIOUT-SC, que é o sistema de outorga *online* de Santa Catarina. Podendo ser obtida a declaração de uso de vazão insignificante quando as captações superficiais tiverem vazões máximas inferiores a 1,0 m³/h ou a outorga de direito de uso, como no caso de irrigação (SIOUT SC, 2023). No caso, das nascentes estudadas, nenhuma delas foi cadastrada no sistema de outorga do Estado.

Caso as águas protegidas no modelo caxambu sejam utilizadas de forma coletiva, deverão ser submetidas aos critérios de potabilidade da portaria GM/MS 888, de 04 de maio de 2021 (BRASIL, 2021).

3.3 Mudanças imediatas pelas proteções das nascentes no modelo caxambu

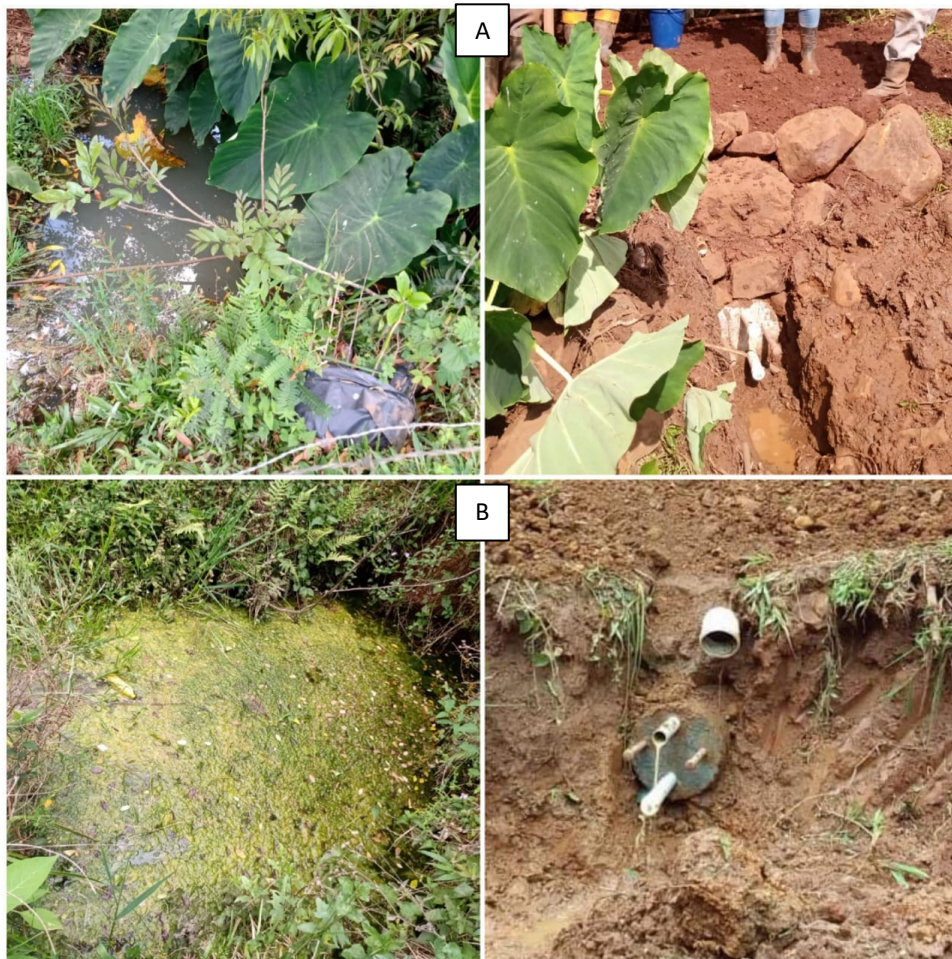
Como as nascentes encontravam-se totalmente desprotegidas, sujeitas a todos os tipos de sujidades ou cobertas por materiais inadequados, tais como, telhas de fibro-cimento, de zinco, sendo assim, a proteção da nascente no modelo caxambu permite visualizar mudanças imediatas, conforme é possível comparar nas figuras 11 e 12.

Figura 11. Nascentes: antes (esquerda) e após (esquerda) da proteção da nascente. (A) Nascente 01, (B) Nascente 02 e (C) Nascente 03.



FONTE: acervo dos autores, 2023.

Figura 12. Nascentes: antes (esquerda) e após (esquerda) da proteção da nascente. (A) Nascente 04 e (B) Nascente 05.



FONTE: acervo dos autores, 2023.

3.4 Análises e valores de referência de potabilidade de água

Os resultados das análises, bem como, os valores de referência de potabilidade de água, constantes da portaria GM/MS 888, de 04 de maio de 2021, seguem na tabelas 3, com no mínimo 30 e 50 dias após a proteção da nascente.

Tabela 3. Resultados das análises de após a proteção das nascentes.

Nascente	01		02		03		04		05		Parâmetro de potabilidade ^a
Data da proteção da nascente	13/10		19/10		20/10		26/10		27/10		
Data coleta de água	21/11	20/12	21/11	20/12	21/11	20/12	28/11	20/12	28/11	20/12	
DQO (mg/L)	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
DBO (mg/L)	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	-
Cloro residual livre (mg/L)	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	5
Coliformes termo (UFC/100 mL)	10	100	3	200	4	500	1	100	100	100	ausente
Coliformes totais (UFC/100 mL)	>1.000	500	700	>1.000	500	>1.000	> 1000	> 1000	>1000	500	ausente
Cor (uH)	6,23	9	3,15	2,2	2,31	3,3	0,3	1,5	0,32	4,8	15
Nitrato (mg/L)	<0,114	0,35	<0,114	0,82	<0,114	0,47	<0,114	0,73	<0,114	0,49	10
pH	6,12	6,81	5,82	5,72	5,7	5,74	7,3	6,66	7,1	6,13	6,0-9,5
Sólidos solúveis totais (mg/L)	32,8	34,8	16,4	18	15,3	15,6	20,9	36,8	34,3	20,3	500
Turbidez (uT)	24,91	46	10,24	10	9,06	15	0,39	6	0,41	22	5

^aPortaria GM/MS Nº 888, 2021.

FONTE: dos autores, 2023.

A nascente 01, teve aumento nos valores de coliformes termotolerantes, pois com 30 dias apresentou 10 UFC/100 ml e 100 UFC/100 ml, com coletas realizadas com mais de 50 dias após a proteção, resultados possivelmente influenciados pelas fortes precipitações que ocorreram no dia anterior a coleta. No entanto, para o mesmo período em observação os valores de coliformes totais, diminuíram de > 1000 UFC/100 ml para 500 UFC/100 ml. A turbidez aumentou de 24,91 uT para 46 uT, sendo os dois valores maiores que 5 uT, valor referencial. Dessa forma, de acordo com a portaria GM/MS 888, de 04 de maio de 2021, onde exigem-se a ausência de coliformes termotolerantes e coliformes totais e ocorreram as suas presenças, somados a valores maiores que os referenciais de turbidez, nos períodos avaliados, permite concluir que a água está em desacordo com os padrões de potabilidade estabelecidos na portaria.

A nascente 02, teve aumento dos valores de coliformes termotolerantes, pois com 30 dias apresentou 3 UFC/100 ml e 200 UFC/100 ml, com 50 dias após a proteção, possivelmente influenciados pelo acesso dos animais e proximidade de galpão para manejo de animais. Algo semelhante ocorre com os coliformes totais, que aumentaram de 700 UFC/100 ml para > 1000 UFC/100 ml, da mesma forma influenciados pelas precipitações anteriores a coleta. Também consideramos que os valores dos coliformes também foram influenciados pelas características do entorno com pouca vegetação, onde o raio mínimo de proteção para a referida nascente é de 15 metros. Os valores de pH, diminuíram de 5,82 para 5,72, no período observado, no entanto apresentando valores menores que os referenciais, devendo estar entre 6,0 e 9,5. Os valores de pH são influenciados por origens naturais, tais como, dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese, além de influências antropogênicas, ou seja, a partir de despejos domésticos (oxidação da matéria orgânica) e despejos industriais (como por exemplo lavagem ácida de tanques) SPERLING, 2005. Com esses resultados, apresentando valores em desacordo com a portaria, a nascente 02, não atende aos padrões de potabilidade exigidos. No entanto, ações de isolamento da nascente do acesso dos animais podem contribuir para a melhoria dos parâmetros biológicos da mesma.

A nascente 03, teve o maior aumento de valores de coliformes termotolerantes, pois com 30 dias apresentou 4 UFC/100 ml e 500 UFC/100 ml, com 50 dias após a proteção, possivelmente influenciados pelo arraste pluvial oriundo de precipitações

anteriores a coleta aliados a situação topográfica da nascente em baixada. Sendo que nesse caso a pecuária não é praticada na propriedade. Os coliformes totais também aumentaram de 500 UFC/100 ml para > 1000 UFC/100 ml, também possivelmente influenciados pela localização da nascente em baixada e por ter uma lavoura acima da mesma. Os valores de pH, aumentaram levemente de 5,7 para 5,74, no período observado, estando em desacordo com os valores referenciais, entre 6,0 e 9,5. A turbidez aumentou de 9,06 para 15, também menores que o valor referencial de 5 uT. Logo, com esses resultados estão em desacordo com os exigidos para o alcance da potabilidade da água.

A nascente 04, teve o menor valor de coliformes termotolerantes, com 30 dias com apenas 1 UFC/100 ml, com ao menos 50 dias aumentou para 100 UFC/100 ML, possivelmente influenciados pela atividade da pecuária no seu entorno, mesmo que minimamente isolada do acesso de animais. Os coliformes totais se mantiveram com valores superiores a 1000 UFC/100 ml, possivelmente influenciados pelo arraste pluvial oriundo de precipitações anteriores as coletas de 28/11 e 20/12, mais o fato da nascente encontrar-se em baixada. Corroborar com achados de DALAZZEM e SUNITI (2016) onde a presença de coliformes possivelmente relaciona-se com a localização da fonte, pois as mesmas não possuíam isolamento suficiente contra enxurradas ou uso de parede de concreto armado ou algum outro tipo de isolamento, deixando a água da fonte em contato direto com a água de escoamento superficial. A turbidez aumentou de 0,39 para 6 Ut, respectivamente com ao menos 30 dias e ao menos 50 dias, tendo obtido na primeira coleta valores menores que 5 uT que são os referenciais e na segunda coleta valor um pouco superior (6 uT), valores possivelmente influenciados pelo arraste pluvial. Também com valores em desacordo com os padrões de potabilidade

A nascente 05, não teve alteração nos coliformes termotolerantes, no período observado, pois manteve 100 UFC/100 ml, possivelmente pela falta de isolamento do acesso de animais. Os coliformes totais diminuíram de valores superiores a 1000 UFC/100 ml, para 500 UFC/100 ml, tendo as duas coletas sofrido a influência de precipitações anteriores as duas coletas (ao menos 30 dias e ao menos 30 dias da proteção). Cabe ainda destacar que a nascente 05, possui acima dela uma proteção considerável de vegetação, com mais de 100 m. Conforme, COMASSETO et al (2011) sob o aspecto da proteção ambiental, indica-se que a área seja mantida com

vegetação nativa, de forma a evitar a introdução de espécies exóticas e principalmente espécies que apresentem crescimento rápido, devido exigirem grandes demandas de água da fonte. Sendo a ampliação da área do entorno diretamente proporcional a melhoria da qualidade da água. No entanto, da mesma forma que as demais nascentes que tiveram a presença de coliformes, quando deveriam estar ausentes, desqualifica a água da nascente como potável. A turbidez aumentou de 0,41 para 22 Ut, respectivamente com ao menos 30 dias e ao menos 50 dias, também com valores menores a 5 uT, na primeira coleta e superiores na segunda coleta, valores possivelmente influenciados pelo arraste pluvial a partir das precipitações anteriores ocorridas as coletas. Sendo que com base na análise de coliformes termotolerantes, coliformes totais e turbidez, conclui-se que a água da nascente 05, não atende os padrões de potabilidade.

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) que representa a quantidade de oxigênio necessária às bactérias aeróbias, para consumirem a matéria orgânica na água, determinada em laboratório, durante cinco dias, a 20 ° C. E a demanda química de oxigênio (DQO) que estabelece a quantidade de oxigênio que fará a oxidação da matéria orgânica (LEIRA et al., 2017).

Sendo que todos os resultados das análises dos períodos observados nas cinco nascentes evidenciam que não existe demanda por oxigênio, o que diminui as potencialidades de contaminantes nas nascentes estudadas. No entanto, a portaria GM/MS Nº 888, de 2021, não especifica valores referenciais para as demandas de oxigênio.

Com relação ao cloro residual livre, todos os resultados foram <0,2 mg/l, ou seja, menores que 5 mg/l, que seria o valor máximo. O cloro inexistindo ocorre a presença de coliformes fecais, o que demonstra a importância do cuidado da realização de limpezas periódicas nos filtros e a adição de cloro para os usos humanos e animais.

No caso da cor, os valores de todas as análises se mantiveram abaixo do valor de referencial de 15 uH.

Os valores de nitrato encontrados foram relativamente baixos, sendo todos menores que 0,114 mg/l, com ao menos 30 dias da proteção; e variando entre 0,35 e 0,82 mg/l com no mínimo 50 dias da proteção. Portanto, todos valores menores que o

valor limite referenciado de 10 mg/l. Valores que demonstram que não há uma grande concentração de bactérias nitrificantes, sendo um bom indicativo da qualidade do filtro.

Quanto ao pH, duas nascentes apresentaram valores menores que os referenciais, conforme descrito anteriormente. As demais apresentaram valores entre os referenciais, ou seja, entre 6,0 e 9,5.

Os sólidos dissolvidos totais, com no mínimo 30 dias pós a proteção, variaram de 15,3 a 34,3, portando bem menores que os valores que seriam 500 mg/l; com no mínimo 50 dias após a proteção da nascente, variaram de 15,6 a 36,8, da mesma forma bem menores que 500 mg/l. Valores que corroboram com os dados da demanda química de oxigênio, evidenciando a efetividade do método na diminuição da contaminação.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme os estudos do presente trabalho, apesar de se possível visualizar mudanças imediatas utilizando as proteções de fonte caxambu, principalmente no que se refere ao isolamento da mesma do acesso de animais e de materiais orgânicos, as mesmas apresentaram-se não potáveis, exigindo que, para consumo humano, sofram algum tratamento por fervura ou cloração.

Com relação a preservação das áreas do entorno das nascentes, observa-se que todas estão em desacordo com a legislação, podendo-se salientar que mesmo sendo uma obrigatoriedade a mesma não é respeitada, constatada pela pequena vegetação no entorno, consequência da falta de isolamento das nascentes do acesso dos animais decorrentes da pecuária.

Sendo assim, pela prática da pecuária e de outras atividades, o isolamento da nascente do acesso dos animais, com o respectivo raio mínimo de proteção conforme a sua localização (15 m – 50 m) se faz necessário. Para regularizar essas áreas o produtor deveria ter aderido ao PRA (Programa de Regularização Ambiental) quando realizou o seu CAR (Cadastro Ambiental Rural). No PRA possivelmente serão propostas ações, como por exemplo, o plantio de espécies nativas da região para aceleração do processo de recuperação da nascente.

Sendo assim, há que se buscar a valorização de iniciativas que motivem a preservação de nascentes com o pagamento por serviços ambientais (PSA), pois a água é um bem de toda a coletividade e dela depende a perpetuação da vida dessa, e das futuras gerações.

Com a experiência do trabalho de proteção das nascentes no modelo caxambu, percebeu-se uma situação bastante privilegiada no município de Cerro Negro/SC, com inúmeras nascentes e muitas delas localizadas em cotas elevadas, o que favorece o uso do método e diminui a suscetibilidade das mesmas ao arraste de materiais, tais como agrotóxicos, fertilizantes oriundos de lavouras, esgotos domésticos, etc.

Além disso, com a realização desse trabalho, inicia a construção de uma cultura de armazenamento de água, tendo em vista que anterior a isso, havia uma grande procura por máquinas para que o armazenamento de água fosse feito na própria nascente, através da construção de açudes ou represamentos. Prática esta que descumpre a legislação de proteção de APP's.

AGRADECIMENTOS

Aos agricultores que tiveram a iniciativa de buscar alternativas de proteção de suas nascentes. A prefeitura municipal de Cerro Negro/SC, com apoio de pessoal e maquinário na execução dos trabalhos de proteção das nascentes, bem como apoio financeiro para a realização das análises de água. Agradeço também a orientação desse trabalho, sob a excelente dedicação da professora Luciane Costa e do coorientador Diego Bittencourt Machado, do IFSC.

REFERÊNCIAS

ALPHA. **Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater**. 22. ed. Washington: American Public Health Association, 2012.

ALMEIDA, Raquel Gomes de. **Proteção de nascentes a partir do modelo Caxambu**: Uma alternativa para as propriedades rurais do município de Caçador SC. Caçador, 2014. Disponível em:

https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/22786/3/MD_GAMUNI_VI_2014_71.pdf.

Acesso em: 26 abr. 2023.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF:

Presidência da República, [2023]. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 12 de jun. 2023.

_____. **Lei nº 9433, de 08 de janeiro de 1997**. Institui a política nacional de recursos hídricos. Brasília, DF, Presidência da República, [2023]. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em 12 de jun.2023

_____. **Lei nº 12651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília, DF, 2012a.

_____. **Lei nº 12727, de 17 de outubro de 2012**. Altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília, DF, 2012b.

_____. **Lei nº 14119, de 13 de janeiro de 2021**. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais. Brasília, DF, 2021a.

_____. **Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/GM/MS, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF, 2021b.

CALHEIROS, Rinaldo de Oliveira et.al. **Cadernos da mata ciliar**: Preservação e recuperação das nascentes de água e vida. São Paulo: SMA, 2009. Disponível em: http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/municpioverdeazul/2013/05/Cadernos-de-Mata-Ciliar-1_Preserva%C3%A7%C3%A3o-e-recupera%C3%A7%C3%A3o-de-nascentes_2004.pdf. Acesso em: 10 abr. 2023.

COMASSETO, Vilmar et al. **Qualidade da água de fontes superficiais modelo Caxambu em propriedades rurais do Oeste Catarinense**. Florianópolis, Epagri, 2011. Disponível em:
<https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/solucoes/publicacoes/boletim-tecnico/>.
 Acesso em 23 de maio de 2023.

DALLAZEM, Mayara; SUNITI, Carla. **Análise da qualidade de fontes naturais do interior do município de Rio das Antas-SC-protegidas ou não por sistema caxambu**. Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc Videira, v. 1, p. e 10782-e10782, 2016. Disponível em:
<https://periodicos.unoesc.edu.br/apeuv/article/view/10782/5585>. Acesso em 22 de abr. de 2023.

DE SOUZA, Ivanildo. **Sistemas de proteção de fontes de água superficial e captação de água da chuva em propriedades rurais da microbacia do rio do peixe**. Maiêutica-Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, v. 2, n. 1, 2014. Disponível em:
https://publicacao.uniasselvi.com.br/index.php/GAM_EaD/article/view/1166/329 Acesso em 22 abr. de 2023.

EPAGRI, CEPAF. **Laboratório de análises de água**. Florianópolis, 2003.

EPAGRI, CETREC; TSGA. **Banner de Tecnologia Social de Proteção de Fonte Modelo Caxambu**. 2015. Disponível em:
<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/132542>. Acesso em 26 de abr. de 2023.

EPAGRI. **Água da fonte, proteção de fonte modelo caxambu-como fazer**. Florianópolis, 2017. Disponível em:
<https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/solucoes/publicacoes/folder-tecnico/>. Acesso em 22 de mar. de 2023

IBGE – Instituto brasileiro de geografia e estatística. **Portal cidades**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sc/cerro-negro.html>. Acesso em 04 de maio de 2023.

PINTO, Lilian Vilela Andrade et al. **Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz**, Lavras, jun, 2004. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr65/cap19.pdf>. Acesso em 12 de maio de 2023.

ROSA, Odair Rogerio. **Recuperação de nascentes a partir do modelo Caxambu: Uma alternativa para as propriedades rurais do município de Abdon Batista–SC**. 2018. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/22840>. Acesso em 22 de abr. de 2023.

SANTANA, Neuma Rúbia Figueiredo. **Qualidade da água nas nascentes do alto curso do Rio Piauitinga-SE e suas relações com as interferências antrópicas**. Orientador: Antenor de Oliveira Aguiar Netto. 2011. 156 p. Dissertação (Mestrado em desenvolvimento e meio ambiente) - Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, 2011. Disponível em: <https://ri.ufs.br/jspui/handle/123456789/4123>. Acesso em 26 abr. 2023.

SIOUT SC. **Sistema de outorga da água de Santa Catarina**. Disponível em: <https://www.aguas.sc.gov.br/outorga-solicite-sua-outorga-siout>. Acesso em 13 de jun.de 2023.

SILVA, Priscila Vargês da. **A importância da água para a percepção turística na bacia do rio formoso em Bonito-MS**. 2015. 257 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/136060>. Acesso em 17 de maio de 2023.

SPERLING, M. von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3.ed. Belo Horizonte: UFMG/Departamento de Engenharia Sanitária, 2005.