



A análise da qualidade da água no contexto do processo de revitalização de nascente de abastecimento de microbacias

Newton Cesar Feltrim Aquotti¹, Daniele Matsuda Kumasaka², Paulo Sérgio da Silva¹, Natalia Ueda Yamaguchi^{1,3}, José Eduardo Gonçalves^{1,3}

¹ Programa de Pós-Graduação - Centro Universitário de Maringá - Unicesumar

² Centro Universitário de Maringá - Unicesumar

³ Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação - ICETI

* newtonaquotti@yahoo.com.br

Resumo

Os recursos hídricos são essenciais ao homem nas suas necessidades básicas do dia a dia, já a nascente depende de vários fatores e características tais como condições da formação geológica, vazão – intermitente ou perene. O objetivo deste trabalho foi acompanhamento a qualidade da água proveniente de nascentes através de análise físico-química e microbiológicas. Este estudo de revitalização de nascente em região de microbacia próxima à estação de captação da água destinada ao município de Maringá-PR, inicialmente se fez coletas da água da nascente onde se aplicou o reflorestamento, com a finalidade do estudo da qualidade da água produzida e seus parâmetros físicos e químicos destinada a potabilidade ou qualquer outra forma de consumo.

Palavras-chave: Análises de Coliformes. Gestão Hídrica. Recursos Hídricos.

Área Temática: Tema 13 – Recuperação de áreas degradadas

The analysis of the quality of water in the context of the process of revitalization of source of supply of microbasin

Abstract

Water resources are essential to man in his daily necessities, since the source depends on several factors and characteristics such as conditions of geological formation, flow - intermittent or perennial. The objective of this work was to monitor the water quality from springs through physicochemical and microbiological analysis. This spring revitalization study in a watershed region near the water catchment station destined to the municipality of Maringá-PR, was initially collected from the source water where the reforestation was applied, with the purpose of studying the quality of the water produced and its physical and chemical parameters destined for potability or any other form of consumption.

Key words: Coliform Analysis. Water Management. Water Resources.

Theme Area: Theme 13 - Recovery of degraded areas



1 Introdução

Os recursos hídricos são essenciais ao homem nas suas necessidades básicas do dia a dia e no desenvolvimento das atividades diárias na sociedade como coletividade e meio de produção.

A água pode ser encontrada em vários locais no planeta e de diversas formas, uns de fácil acesso outros não; entretanto, 97,5% está nos oceanos e mares e somente 2,5% corresponde a água doce, e desta porcentagem de água doce no planeta, 29% estão em águas subterrâneas e 0,3% estão nos rios e lagos; portanto, menos de 0,70% da água do planeta é de fácil acesso e possível de ser manejada pelos seres humanos. Com a escassez e dificuldade cada vez maior de se encontrar água limpa e de boa qualidade, previsão até de extinção, o homem tem demonstrado preocupação com o futuro dos recursos hídricos para sua subsistência (RHODEN et al., 2016).

A água tem por características próprias, capacidade de transporte de sedimentos e propriedade de solvente, incorporar várias impurezas que pode definir sua qualidade, como resultado de fenômenos da natureza e principalmente da atuação do homem (SPERLING, 2005).

Dentre os vários fatores que podem influenciar a qualidade da água para consumo, o substrato rochoso, o clima, o tipo de solo, as características físicas da bacia hidrográfica, o uso e o manejo do solo, as que mais alteram a qualidade da água são a cobertura vegetal e as atividades desenvolvidas na bacia hidrográfica, devido à utilização de agrotóxicos na produção agropecuária (SILVA & GASPARETTO, 2016). Sedimentos advindos de áreas com a presença de agrotóxicos agrícolas é a principal causa da má qualidade da água (MINELLA & MERTEN, 2006).

A resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357 de 17 de março de 2005, classifica a água em: águas doces (salinidade = ou < 0,05%), salobras (salinidade entre 0,05% e 3%) e salinas (salinidade = ou > 3%) (BRASIL_a, 2005).

Mendes e Oliveira (2004) apontam que a água para consumo humano não deve colocar em risco a saúde, não danificar os sistemas de distribuição, ser incolor, insípida e inodora.

A definição de nascentes depende de vários fatores e características tais como condições da formação geológica, vazão – intermitente ou perene, dentre outras, mas pode-se dizer que são ocorrências naturais de exfiltração da água subterrânea que formam canais de drenagem a jusante (CARMO et al., 2014), responsável pelo ciclo hidrológico e de vital importância ao ser humano e seu desenvolvimento.

No Brasil há órgãos responsáveis pela gestão hídrica, leis e normas que regulamentam a gestão e proteção desses recursos hídricos e todo o sistema que envolve seu ciclo hidrológico, em especial a lei 9.433/97 – conhecida por Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) que visa estabelecer diretrizes e políticas públicas para o desenvolvimento sustentável econômico, social e ambiental com intuito de gerar maior quantidade e qualidade de água (BRASIL_c, 2014).

Outro órgão criado em 1982 pela Lei nº 6.938/81 e que estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA.

No sentido de preservação das áreas de mananciais e de nascentes a Resolução do CONAMA nº 357/2005 alterada pela nº Resolução nº 410/2011, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluente, e dá outras providências.

Quanto a águas subterrâneas a CONAMA nº 396/2008 dispõe sobre a classificação e diretrizes para o enquadramento seu enquadramento e dá outras providências (BRASIL_b, 2008).



O objetivo deste trabalho foi proporcionar a conscientização e necessidade do acompanhamento da qualidade da água proveniente de minas e nascentes com análise físico-química e microbiológicas, durante a recuperação do entorno degradado ou desprotegido, e principalmente posteriormente no uso e destinação final do consumo a que se propõe.

2 Metodologia

A metodologia aplicada fez parte do conjunto de metodologias desenvolvidas no estudo de caso da revitalização de uma nascente na Fazenda Escola da instituição Centro Universitário de Maringá – Unicesumar - destinada à pesquisa agropecuária, com a latitude 23° 20' 43" Sul e longitude 51° 52' 10" Oeste, próxima à estação de captação de água da SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná, no município de Maringá, região noroeste do Estado do Paraná, na divisa entre o município de Maringá e Iguaraçu, que retira a água para abastecimento da população proveniente do Rio Pirapó.

Para determinação das coordenadas geográficas, de localização dos pontos de coleta da nascente e lagoa, utilizou-se a Sistema Global de Posicionamento e de Navegação por Satélite (Global Navigation Satellite System – GNSS). O modelo de equipamento utilizado para verificação e registro das coordenadas foi Leica Viva GNSS Receptor GS15.

As condições exigíveis para a coleta e a preservação de amostras de água, dos corpos receptores interiores superficiais, seguiram os procedimentos de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (BRASIL_d, 1987).

Para determinar a vazão aproximada da nascente, foram realizadas 02 (duas) medições, uma ocorreu em agosto de 2017, no período da tarde, final no Inverno, época de estiagem na região e a outra em novembro 2017, no período da tarde, antes do início do Verão, porém já com o início das chuvas. Para a medida de vazão foi utilizado um recipiente de 20 litros, onde foi medido o tempo para encher o volume correspondente a um único recipiente de 20 litros e transformado a leitura da vazão em hora. Este procedimento foi repetido para um intervalo de tempo de 10 minutos, com a finalidade de se verificar quantos recipientes de 20 litros encheria no intervalo de tempo, para a extração da média da vazão também em hora.

Com a utilização do instrumento medidor multiparâmetros de qualidade de água Horiba U-50, fez-se medições periódicas mensais das características físicas e químicas das amostras de água analisadas, na nascente e na lagoa do local da área revitalizada com o reflorestamento, dos seguintes parâmetros: pH, temperatura, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido, sólidos totais dissolvidos, porcentagem de salinidade e potencial de oxidação e redução. As medições dos parâmetros acima foram executadas no período compreendido de abril de 2017 a novembro de 2017. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

As análises de coliformes totais e termotolerantes (fecais) foram realizadas em novembro/2016, outubro/2017 e novembro/2017. O procedimento adotado para análise destes protocolos foi o método do Número Mais Provável (NMP), que é a metodologia da *American Public Health* (APHA, 2012).

3 Resultados

O Município de Maringá possui uma extensão territorial de 487,730 km², população estimada de 403.063 habitantes segundo o IBGE em 2016, situa-se no Terceiro Planalto paranaense na região Sul do Brasil, noroeste do Estado do Paraná, entre os paralelos 23° 15' e 23° 34' de latitude sul e os meridianos 51° 50' e 52° 06' de longitude oeste. É cortado pela linha imaginária do Trópico de Capricórnio (MARINGÁ, 2011).



Por ser uma região essencialmente agrícola, devido principalmente ao cultivo da cana de açúcar, soja e milho a contaminação dos cursos de água por agrotóxicos está presente pelo carreamento pluvial, além de matéria orgânica de propriedades onde têm-se criação pecuária, aviários e suinocultura. Acrescido a tudo isto ainda, segundo Águas Paraná (Paraná, 2008), a cobertura da rede de esgoto na região de abrangência da bacia é extremamente reduzida, onde apenas sete municípios apresentam índices acima da média.

Constatou-se em trabalho de estudo de caso de revitalização de nascente, através de um questionário avaliativo da conscientização no meio rural, que apesar dos entrevistados saberem da importância da preservação dos recursos hídricos e até desenvolverem ações neste sentido somente 20% fazem o controle da água captada e utilizada na propriedade.

Já para a destinação da água consumida, encontrou-se 73,4% das propriedades rurais possuem fossa, na maioria há mais de 100 metros de nascente, rio ou lagos (54 entrevistados – 68%), houve 21 pessoas que não responderam este item. Sendo que em 58,5% das propriedades a água utilizada vai para fossa e outras 20% escoam sem captação ou destinação.

É necessário garantir o uso e a distribuição racional da água assegurando a preservação e manutenção dos recursos hídricos e do meio ambiente geral. Tudo que se relaciona a água e seus diferentes usos envolve grupos de pessoas cujos interesses devem ser respeitados, e as ações de cada um pode afetar todos os demais (GARCIA, 2015).

A posição da Nascente e Lagoa - pontos de coleta selecionados na pesquisa foram identificados através de coordenadas geográficas como mostra a Tabela 1.

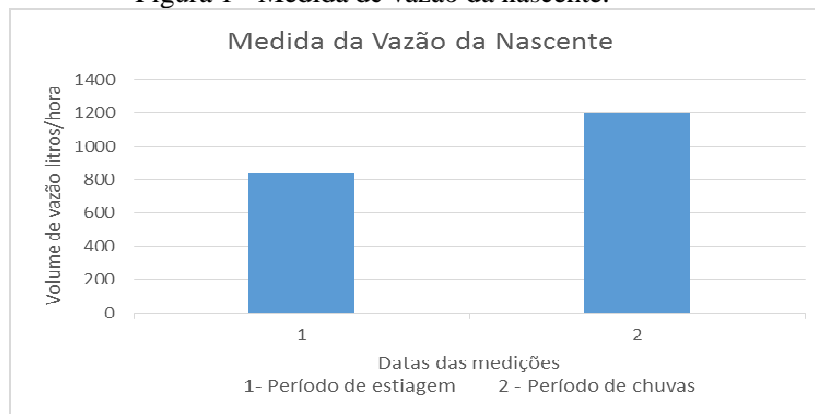
Tabela 1 – Planilha de coordenadas geográficas dos pontos de coletas das amostras de água

Pontos	Localização	Latitude	Longitude
01	Nascente	23°20'43"S	51°52'11"O
02	Lagoa	23°20'41"S	51°52'09"O

Fonte: Autor

A Figura 1 apresenta os dados de vazão da nascente localizada na Fazenda da Unicesumar correspondentes ao final período de estiagem (inverso) e início do período de chuvas (final da primavera).

Figura 1 - Medida de vazão da nascente.



Fonte: o Autor

O clima da região de Maringá é classificado como Cfa – clima subtropical - com temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida (KÖPPEN & GEIGER, 1928).



A medida da vazão média feita no mês de agosto de 2017 final do período de estiagem foi de 840 litros/hora. Já a medida da vazão feita no final do mês de novembro de 2017 início das primeiras chuvas após o período de estiagem determinou uma vazão média de 1.200 litros/hora. O acréscimo da vazão no final do período da estiagem e início do período das chuvas foi de 50% (cinquenta por cento) no volume de água proveniente da nascente em estudo, ainda sem a formação da cobertura vegetal de reflorestamento plantada.

A Tabela 2 apresenta os resultados de coliformes totais e termotolerantes (fecais), para os pontos de coleta 01 e 02.

Tabela 2 – Análise da composição química da água da nascente

Coletas	Local	Coliforme totais (NMP/100 mL)	Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)
Novembro/2016	Nascente	$4,8 \times 10^3$	$3,2 \times 10^3$
	Lagoa	$6,1 \times 10^3$	$4,3 \times 10^3$
Outubro/2017	Nascente	$2,0 \times 10^0$	Ausente
	Lagoa	$1,3 \times 10^1$	$1,2 \times 10^0$
Novembro/2017	Nascente	Ausente	Ausente
	Lagoa	Ausente	Ausente

Fonte: o Autor

Conforme os parâmetros da Resolução do CONAMA 396/2008 para micro-organismos a qualidade da água da nascente no mês de novembro/2017 atendeu às determinações com ausência de coliformes totais e coliformes termotolerantes. Havia a presença de coliformes totais e termotolerantes no mês de novembro/2016 talvez porque a área ainda não estava isolada com a presença de animais, sendo que após o isolamento com cerca de contenção no mês de abril/2017, a medição em outubro/2017 houve decréscimo significativo, mas ainda presentes coliformes totais e termotolerantes na lagoa.

Devido às primeiras chuvas após período de estiagem pode ter havido carreamento de particulados contaminados; entretanto, para a amostra da coleta em novembro/2017 os resultados foram satisfatórios com ausência de coliformes totais e termotolerantes tanto na nascente quanto na lagoa.

A Tabela 3 apresenta os resultados físicos, obtidos com multiparâmetro que se refere à qualidade de água nos dois pontos de coleta, ponto 1 – Nascente e ponto 2 – Lagoa, localizados na Fazenda Escola do Unicesumar, conforme já mencionada, para os seguintes parâmetros Temperatura (T °C), Potencial hidrogeniônico (pH), Potencial de óxido-redução (POR), condutividade (Ω), Oxigênio dissolvido (OD), Concentração de oxigênio (%OD), Resíduo Total (STD) e turbidez. Observam-se resultados satisfatórios em todas as coletas e também em todos os pontos de coletas, para os parâmetros temperatura, pH, potencial de óxido-redução, condutividade resíduo total e oxigênio dissolvido.

Tabela 3 – Resultados das análises físicas nas amostras coletadas no período de 25 de abril de 2016 a 23 de novembro de 2017, para os pontos 01 e 02.

Data	Ponto de coleta	T °C	pH 6 e 9	POR	Condutividade de Ω (mS/cm)	Turbidez até 100 UNT	OD não inferior a 5 mg/L O ₂	% OD	STD 500 mg/L
25/04 /2017	P1	24,08	8,20	145,00	0,40	41,25	8,88	107,50	0,62
	P2	23,15	8,15	245,00	0,26	17,83	10,73	128,10	0,17
25/05 /2017	P1	23,75	7,85	268,00	0,31	46,87	7,53	90,97	0,20
	P2	23,35	7,47	232,33	0,35	3,33	7,77	96,90	0,23
22/06	P1	22,26	6,80	81,23	0,41	47,07	9,42	111,10	0,26



/2107	P2	23,15	8,14	196,00	0,30	13,53	11,59	138,60	0,18
27/07	P1	21,68	6,80	101,25	0,45	141,50	3,84	44,87	0,29
/2017	P2	20,43	7,45	-61,80	0,43	9,80	8,42	92,50	0,27
24/08	P1	21,34	9,17	-27,00	0,34	25,43	18,68	216,70	0,21
/2017	P2	20,98	7,78	109,33	0,31	1,27	9,13	116,10	0,20
20/09	P1	24,29	8,18	62,00	0,39	74,49	8,86	108,00	0,25
/2017	P2	24,31	7,31	-46,67	0,29	0,00	3,88	46,80	0,19
01/11	P1	25,24	6,78	115,70	0,28	62,80	9,02	111,70	0,18
/2017	P2	31,13	7,51	127,00	0,26	16,50	9,36	126,40	0,17
23/11	P1	25,02	6,96	69,29	0,41	11,57	5,22	64,19	0,26
/2017	P2	30,72	8,19	120,30	0,32	5,60	9,86	132,60	0,21

Fonte: Autor, parâmetros da Resolução CONAMA 357 e 396, e CETESB

Observam-se resultados satisfatórios em todas as coletas e também em todos os pontos de coletas para os parâmetros temperatura, pH, potencial de óxido-redução, condutividade resíduo total e oxigênio dissolvido.

A temperatura da água está dentro do esperado para a região e para as datas de coleta, visto que o clima do local de estudo é classificado de acordo com a classificação como *Cfa*, subtropical úmido mesotérmico, com geadas pouco frequentes, verões quentes, chuvas concentradas nos meses de verão e sem estação seca definida. A região possui média dos meses mais quentes, superiores a 25°C e nos meses mais frios, inferiores a 15°C, tendo como média anual em torno de 20°C (PARANÁ, 2012). Com isso, a variação dela ao longo das datas é inerente à temperatura do ambiente.

De acordo com a resolução do CONAMA 357/2005, a água destinada ao consumo humano deve possuir pH na faixa de 6,0 a 9,5. Ao observar os dados da Tabela XX os valores ficaram dentro dos parâmetros determinados pela legislação nas leituras realizadas, com o valor mínimo de pH 6,78 e valor máximo do pH 9,17.

Nas Resoluções CONAMA nº 357/2005 e nº 396/2008 não existem valores de referência para condutividade elétrica; porém a CETESB (2017) menciona que valores acima de 0,100 mS/cm pode indicar a presença de poluentes, todas as medidas foram acima do valor de referência, com valor máximo de 0,45 mS/cm na nascente, em 27/07/2017, tal fato ocorreu em virtude de ser, a água na nascente, água subterrânea, a qual adquire característica do solo presente, com presença dos nutrientes neste solo.

Aparentemente não se encontrou qualquer relação das medidas de condutividade e turbidez com as condições climáticas de chuva e temperaturas conforme se verifica na tabela 2, as variações podem ter havido devido às próprias características do solo no local onde se encontra a água subterrânea proveniente.

Assim como a condutividade apresentou valores maiores para as medições na nascente do que nas medições na lagoa, a turbidez também foi mais acentuada na nascente, observou-se que na lagoa a água sem movimentação estava decantada, porém após a medição a presença do aparelho e agitação do meio líquido as partículas de matérias do fundo da lagoa apresentavam-se suspensas, mas a suspensão de particulados não afetou as medições.



4 Conclusões

Pensar em recuperar nascente e minas de água não é simplesmente reflorestar e aumentar a capacidade hídrica local, vários cuidados são necessários, principalmente a qualidade da água produzida.

Nas propriedades rurais onde há áreas de nascentes ou minas, a manutenção da qualidade hídrica e preservação da vegetação no entorno dos rios e riachos merecem uma melhor gestão no manejo destes recursos hídricos e ambientais.

Na pequena e média propriedade rural, onde se encontram as minas e nascentes, responsáveis pelo abastecimento hídrico da microbacia hidrográfica à qual pertencente, é que deveria se iniciar a conscientização e cuidados na gestão hídrica. Esta conscientização está associada diretamente aos proprietários e moradores rurais, à medida que adquire conhecimento da importância da água na coletividade e sua preservação.

Necessária conscientização do controle de acompanhamento da qualidade da água da nascente e do seu entorno, para se evitar doenças e contaminações provocadas pela presença de microrganismos.

Referências

- APHA, AWWA, WEF. **Standard Methods for examination of water and wastewater**. 22nd ed. Washington: American Public Health Association, 2012. 1360p.
- BRASIL_a. **Resolução CONAMA nº 357/2005** - Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 357, de 17/03/2005. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em fev. 2017.
- BRASIL_b. **Resolução CONAMA nº 396/2008** - Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 396, de 03/04/2008. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_2008_396.pdf. Acesso em fev. 2017.
- BRASIL_c. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Recursos Hídricos**. 2014. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/plano-nacional-de-recursos-hidricos>>. Acesso em out. 2016.
- BRASIL_d. **Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)**. NBR 9898 – Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro 1987. Disponível em: < <http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-9.898-Coleta-de-Amostras.pdf>>. Acesso em: 30 de nov. 2017.
- CARMO, L. G. da; FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JR., A. P.. **Áreas de Preservação Permanente no Entorno de Nascentes: Conflitos e Alternativas da Legislação Ambiental Brasileira**. Institutos de Estudos Sócio Ambientais - Boletim Goiano de Geografia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, v. 34, n. 2, mai-ago/2014, pp. 275-293 Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337131734006>.
- GARCIA, E. N. A.; MORENO, D. A. A. C.; FERNANDES, A. L. V.. **A Importância da Preservação e Conservação das Águas Superficiais e Subterrâneas: Um Panorama sobre a Escassez da Água no Brasil**. XI Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 11, n. 6, 2015.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.
- MINELLA, J. P. G.; MERTEN, G. H. 2006. **Aplicação das características químicas e físicas dos sedimentos na modelagem dos processos de emissão de sedimentos em bacia hidrográficas**. In: Poletto, C.; Merten, G. H. (Org.). Qualidade dos sedimentos. ABRH, Porto Alegre, pp. 343383.



PARANÁ. Instituto Agrônômico do Paraná IAPAR. **Cartas climáticas** – Classificação climática. 2012. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?Conteudo=597>>. Acesso em: 04 de agosto de 2017.

RHODEN, A. C.; FELDMANN, N. A.; MUHL, F. R.; RITTER, A. F. S.; MOREIRA, A. A. **A Importância da Água e da Gestão dos Recursos Hídricos**. Revista Ciência Agroveterinária e Alimentos, Lajes, n. 1, 2016.

SILVA, V. B. da; GASPARETTO, N. V. L. **Qualidade da água na sub-bacia do rio do Campo - Campo Mourão-PR**. Revista Brasileira de Geografia Física v.09, n.02 (2016) 585-600.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3ª Edição. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Editora da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte, 2005.

TREWARTHA GT & HORN LH (1980). **An introduction to climate**. 5.ed., New York, McGraw-Hill. 416p.