

1. MÉTODOS

O Projeto de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas tem como principal objetivo acompanhar as possíveis alterações na qualidade das águas subterrâneas que possam ocorrer em função da implantação da UHE Belo Monte.

São realizadas coletas trimestrais, na rede de monitoramento definida para este projeto e durante essas coletas, os seguintes parâmetros são determinados *in loco* utilizando-se sonda multiparâmetros portátil: temperatura, condutividade, pH, sólidos totais dissolvidos e oxigênio dissolvido.

Os resultados das análises de água são avaliados com base nas normas estabelecidas pela legislação vigente. Para uma representação gráfica e sintética das principais características químicas de cada amostra, são confeccionados gráficos e diagramas de *Piper*, que também auxiliam na identificação de possíveis variações temporais ou espaciais existentes.

O diagrama de *Piper* (PIPER, 1944)¹ mostra a classificação das amostras quanto seus íons dominantes, plotando as proporções dos cátions principais (Ca^{2+} , Mg^{+2} , Na^{++} e K^{+}) e dos ânions principais (HCO^{3-} , Cl^{-} , SO_4^{-}) em dois diagramas triangulares respectivos, e combinando as informações dos dois triângulos em um losango situado entre os mesmos (LUCENA *et al.*, 2004)². As proporções são traçadas nos gráficos triangulares e suas escalas, para a proporção das variáveis, correspondem a 100%. Os gráficos mostram, assim, as proporções relativas dos íons principais, e não suas concentrações absolutas.

1.1. BASE LEGAL PARA AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

A comparação de valor máximo permitido (VMP) de parâmetros de qualidade da água para consumo humano, estabelecidos pela Portaria Nº 2914/2011; pela Portaria Nº 518/2004 e pela Resolução CONAMA Nº 396/2008 é apresentada no **Quadro - 1**.

¹ PIPER, A.M. 1944. A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analysis. Transactions American Geophysical Union, p. 914-923.

² LUCENA, L.F.R.; ROSA FILHO, E.F.; BITTENCOURT, A.V. L. 2004. Características Hidroquímicas do Aquífero Barreiras no Âmbito do Setor Oriental da Bacia do Rio Pirangi - RN. Revista Águas Subterrâneas. Curitiba – PR 18 (18): 29-38.

Quadro - 1 – Comparação de valor máximo permitido (VMP) de parâmetros de qualidade da água para consumo humano, estabelecidos pela Portaria N° 2914/2011; pela Portaria N° 518/2004 e pela Resolução CONAMA N° 396/2008

PARÂMETRO		UNIDADE	VALOR MÁXIMO PERMITIDO (VMP)		
			PORTARIA N° 2.914/2011	PORTARIA N° 518/2004	RESOLUÇÃO CONAMA N° 396/2008
Padrão Microbiológico	Coliformes Fecais	P/A em 100 mL	Ausente	Ausente	Ausente
Inorgânicas que representam risco à saúde	Arsênio	µg/L	10	10	10
	Cádmio	µg/L	5	5	5
	Chumbo	µg/L	10	10	10
	Cobre	µg/L	2.000	2.000	2.000
	Cromo	µg/L	50	50	50
	Mercúrio	µg/L	1	1	1
	Níquel	µg/L	70		20
	Nitrato	µg/L	10.000	10.000	10.000
	Nitrito	µg/L	1.000	1.000	1.000
Orgânicas que representam risco à saúde	Benzeno	µg/L	5	5	5
Padrão de aceitação de consumo	Alumínio	µg/L	200	200	200
	Amônia	mg/L	1,5	1,5	
	Cloreto	µg/L	250.000	250.000	250.000
	Ferro	µg/L	300	300	300
	Manganês	µg/L	100	100	100
	Sódio	µg/L	200.000	200.000	200.000
	Sólidos Dissolvidos Totais	µg/L	1.000.000	1.000.000	1.000.000
	Sulfato	µg/L	250.000	250.000	250.000
	Sulfeto de Hidrogênio	mg/L		0,05	
	Turbidez	UT	5	5	
	pH		6,0 – 9,5	6,0 – 9,5	
	Cor	uH (Pt/Co)	15	15	
	Etilbenzeno	µg/L	200	200	200
	Tolueno	µg/L	170	170	170
Xilenos	µg/L	300	300	300	

A Portaria N° 2914/2011 estabelece um VMP de 15 uH como padrão de aceitação para consumo humano para a cor aparente. A cor da água é proveniente da matéria orgânica como, substâncias húmicas, taninos e também por metais como o ferro e o manganês e resíduos industriais fortemente coloridos.

Para a turbidez da água, que se deve à presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem a sua transparência, o VMP é de 5 UT de acordo com a Portaria N° 2914/2011. Pode ser provocada ainda pela presença de algas, plâncton, matéria orgânica e muitas outras substâncias como o zinco, ferro, manganês e areia, resultantes do processo natural de erosão ou de despejos domésticos e industriais. Dependendo de sua natureza, a água com turbidez elevada forma flocos pesados que decantam mais rapidamente do que água com baixa turbidez. Outra desvantagem, é

que a desinfecção pode ser dificultada pela proteção que pode dar aos microrganismos no contato direto com os desinfetantes (é um indicador sanitário).

Em águas brutas e tratadas, geralmente, os cloretos estão presentes (na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio) em concentrações que podem variar de pequenos traços até centenas de mg/L. De acordo com a Portaria Nº 2914/2011, para água potável o VMP é de 250 mg/L. Concentrações altas de cloretos podem restringir o uso da água em razão do sabor que eles conferem e pelo efeito laxativo que eles podem provocar. Os métodos convencionais de tratamento de água não removem cloretos. A sua remoção pode ser feita por desmineralização (deionização) (Fundação Nacional de Saúde, 2009)³.

A concentração dos íons de cálcio e magnésio influencia diretamente na dureza da água, a qual segundo anexo X da Portaria do Ministério da Saúde Nº 2914/2011 o limite de dureza total = 500 mg/L.

Os valores de fosfato são estipulados pela Resolução CONAMA Nº 20/1986, a qual “estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional”.

Segundo Santos (2000)⁴, se o valor do nitrato for acima de 5,0 mg/L, pode ser indicativo de contaminação por atividade antrópica. O nitrogênio ocorre em diversas formas e estados de oxidação. No meio aquático pode ser encontrado nas seguintes formas: Nitrogênio orgânico (NO) → Nitrogênio amoniacal (NH₃) → Nitrito (NO₂) → Nitrato (NO₃). De acordo com MUELLER & HELSEL (2001)⁵ e SINGH *et al.* (2005)⁶, o nitrato na água subterrânea acima de cerca de 5 mg/L indica a ocorrência de alguma fonte antrópica, podendo estar relacionada às fontes pontuais (esgotos) ou difusas (resíduos da agricultura).

Na legislação não há limites estabelecidos para a alcalinidade, que não possui um significado sanitário para água potável. Porém, tal parâmetro afeta no sabor da água, e está relacionado com o pH e o teor de gás carbônico na água (**Quadro - 2**).

Quadro - 2 – Relação entre pH e tipo de alcalinidade

Faixa de pH	Tipo de Alcalinidade
pH > 9,4	Hidróxidos e Carbonatos
pH entre 8,3 e 9,4	Carbonatos e Bicarbonatos
pH entre 4,4 e 8,3	Apenas Bicarbonatos

³ Brasil. Fundação Nacional de Saúde. 2009. Manual prático de análise de água. 3ª ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde.

⁴ SANTOS, A. C. N. 2000. Noções de Hidroquímica In: Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. 2.ª edição. Fortaleza: CPRM/REFO, LA.

⁵ MUELLER, D.K.; HELSEL D.R. 2001 Nutrients in the nation's waters - too much of a good thing. Washington: Geological Survey. 24 p. (Circular, 1136).

⁶ SINGH, K.P.; SINGH, V.K.; MALLIK, A.; BASANT, N. 2005. Distribution of nitrogen species in groundwater aquifers of an industrial area. Environment Geochemistry and Health, Amsterdam 28 (5): 473-485.

O oxigênio dissolvido é essencial para a manutenção do equilíbrio no ambiente aquático. Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do OD nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução de sua concentração no meio. Nas águas subterrâneas pode estar em pequena quantidade, já que maior parte do ar dissolvido é consumido na oxidação da matéria orgânica durante a percolação da água na zona de aeração. Mas embora esteja presente em concentrações muito baixas, por não estar em contato direto com a atmosfera, sua medição pode auxiliar na compreensão do comportamento das espécies presentes.

A DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) mede a quantidade de oxigênio necessária para consumir a matéria orgânica contida na água mediante processos bioquímicos aeróbicos. É uma indicação indireta do carbono orgânico biodegradável (TONANI, 2010)⁷. A DQO (Demanda Química de Oxigênio) é a medida da capacidade da água em consumir oxigênio durante a oxidação química da matéria orgânica, sendo, portanto uma indicação indireta da matéria orgânica presente.

A água potável deve estar livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal e não deve conter microrganismos patogênicos. Os indicadores de contaminação fecal, tradicionalmente aceitos, pertencem a um grupo de bactérias denominadas coliformes, sendo seu principal a *Escherichia coli*. A razão da escolha desse grupo de bactérias como indicador de contaminação da água deve-se aos seguintes fatores:

- Estão presentes nas fezes de animais de sangue quente, inclusive os seres humanos;
- Sua presença na água possui uma relação direta com o grau de contaminação fecal;
- São facilmente detectáveis e quantificáveis por técnicas simples e economicamente viáveis, em qualquer tipo de água;
- Possuem maior tempo de vida na água que as bactérias patogênicas intestinais, por serem menos exigentes em termos nutricionais, além de ser incapazes de se multiplicarem no ambiente aquático; e,
- São mais resistentes à ação dos agentes desinfetantes do que os germes patogênicos.

⁷ TONANI, CAROLINA FRANCISCO. 2010. Avaliação da biodegradabilidade aeróbia de resíduo de origem fecal / Carolina Francisco Tonani. – 1984-T663a. 90 f.