

## 1. MÉTODOS

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

Semestralmente são realizadas coletas nos pontos definidos para a rede de monitoramento deste projeto e durante essas coletas, os seguintes parâmetros são determinados *in loco* utilizando-se sonda multiparamétrica portátil: temperatura, condutividade, pH, sólidos totais dissolvidos e oxigênio dissolvido.

As amostras coletadas são encaminhadas para análises laboratoriais e os resultados 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)<sup>1</sup> mostra a classificação das amostras quanto seus íons dominantes, plotando as proporções dos cátions principais ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Na}^{++}$  e  $\text{K}^{+}$ ) e dos ânions principais ( $\text{HCO}^{3-}$ ,  $\text{Cl}^{-}$ ,  $\text{SO}_4^{-}$ ) em dois diagramas triangulares respectivos, e combinando as informações dos dois triângulos em um losango situado entre os mesmos (LUCENA *et al.*, 2004)<sup>2</sup>. 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

O **Quadro 1** apresenta a 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.

---

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

<sup>2</sup> 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	

Considerando a Portaria N° 2914/2011, para a cor aparente é estabelecido um VMP de 15 uH como padrão de aceitação para consumo humano. 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 (VMP é de 5 UT) da água se deve à presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem a sua transparência. 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).

Geralmente, em águas brutas e tratadas, 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 N° 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)<sup>3</sup>.

A dureza da água é diretamente influenciada pela concentração dos íons de cálcio e magnésio, na a qual segundo anexo X da Portaria do Ministério da Saúde N° 2914/2011 o limite de dureza total = 500 mg/L.

A Resolução CONAMA N° 20/1986, que “estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional”, estipula os valores de fosfato.

Segundo Santos (2000)<sup>4</sup>, 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 (NH<sub>3</sub>)→ Nitrito (NO<sub>2</sub>) → Nitrato (NO<sub>3</sub>). De acordo com MUELLER & HELSEL (2001)<sup>5</sup> e SINGH *et al.* (2005)<sup>6</sup>, 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

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

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

<sup>5</sup> 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).

<sup>6</sup> 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)<sup>7</sup>. 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.

---

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