

XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

VII FENÁGUA - Feira Nacional da Água

XVIII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO AQUÍFERO SEDIMENTAR DO ESTADO DA BAHIA UTILIZANDO OS ÍNDICES DE QUALIDADE IQNAS E CCME WQI

Iara Brandão de Oliveira¹; Rosa Alencar Santana de Almeida²; Francisco Inácio Negrão³; Magda Beretta⁴

Resumo – Este trabalho avaliou a qualidade da água subterrânea em aquífero sedimentar do Estado da Bahia utilizando dois índices de qualidade: IQNAS e CCME WQI. A formulação do IQNAS foi baseada na metodologia do índice de qualidade da NSF (WQI/NSF) para as águas superficiais. O índice CCME WQI, construído pelo CCME para as águas superficiais, é baseado na combinação de três fatores: alcance do impacto causado por uma não conformidade, frequência da não conformidade e amplitude da não conformidade, ou seja, desvio entre o valor não conforme e o valor esperado. O IQNAS utiliza seis parâmetros fixos; enquanto o CCME WQI não estabelece os parâmetros, nem a quantidade deles, todavia recomenda que, no mínimo, quatro parâmetros sejam amostrados pelo menos quatro vezes na região estudada. Para atender os requisitos dos dois índices, foram utilizadas amostras que contemplam as seis análises exigidas pelo IQNAS, com pelo menos quatro coletas por aquífero. Para a maioria das amostras, os resultados indicaram a convergência dos dois índices, apontando para a adequação do CCME WQI ao compartimento subterrâneo. Uma não convergência encontrada foi atribuída ao procedimento estabelecido para atribuição de notas aos parâmetros: um método contínuo (IQNAS) e um método por exclusão (CCME WQI).

Abstract – This paper evaluated the groundwater quality of a State of Bahia's sedimentary aquifer using two quality indices: IQNAS and CCME WQI. The IQNAS formulation was based on the surface water quality index constructed by the NSF (WQI/NSF). The CCME WQI, developed by the CCME, for surface waters, is based on a combination of three factors: range of a non-compliance impact, frequency of a non-compliance occurrence, and amplitude of a non-compliance, i.e., the difference between the value non-conform and the expected value. The IQNAS uses six fixed parameters, while the CCME WQI does not set the parameters, or its quantity, however, recommends that a minimum of four parameters are sampled at least four times in the studied

¹ Graduada em Física (UFBA, 1977), Mestre em Geofísica Aplicada (UFBA, 1984), Doutora em Engenharia Ambiental (Universidade de Michigan, 1995). Professora Adjunto IV – UFBA. Departamento de Engenharia Ambiental, UFBA, Rua Aristides Novis, 2, Federação, 40210-630, (71) 3283-9795 - e-mail: oliveira@ufba.br

² Graduada em Engenharia Civil (UFBA, 1979), Mestre em Engenharia Ambiental (UFBA, 2007), Doutoranda do PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA E AMBIENTE (CIEnAm, UBA). Professora - UFRB, Rua Amazonas, 845 Apto. 202 – Pituba – Salvador – Bahia – CEP 41830.380. Tel (71) 2401431 – Celular (71) 9962-8114 - e-mail: ralencar@ufrb.edu.br

³ Graduado em Geologia (UFBA, 1975), Mestre em Recursos Minerais e Hidrogeologia (USP, 1987), Doutor em Hidrogeologia (Universidade da Corunã - Espanha, 2008). Companhia de Engenharia Ambiental da Bahia – CERB e-mail: hidroambiental@gmail.com.

⁴ Graduada em Química (UFRGS, 1984), Mestre em Ecologia (UFRGS, 1992), Doutora em Química Analítica Ambiental (Universidade Federal da Bahia, 2000). Professora Adjunto IV – UFBA. Departamento de Engenharia Ambiental, UFBA, Rua Aristides Novis, 2, Federação, 40210-630, (71) 3283-9454 - e-mail: mberetta@ufba.br

region. To meet the requirements for both indices, samples with the six analyzes required by IQNAS were used, with a minimum of four samples per aquifer. For the most part, the results indicated the convergence of the two indices, thus, the suitability of the CCME WQI to evaluated groundwater quality. One non-convergence was attributed to the procedure to grade the parameters: continuous method (IQNAS) and a method by exclusion (CCME WQI).

Palavras-Chave – Índice de Qualidade de Água, IQNAS, CCME WQI.

1. INTRODUÇÃO

São recentes as iniciativas para avaliação da qualidade da água subterrânea utilizando índices, como um método simplificado de comunicar a qualidade da água ao público em geral. Para as águas superficiais, entretanto, esta prática remonta a década de 60 (Horton, 1965). Um dos primeiros índices nacionais para a avaliação da qualidade das águas subterrâneas (IQNAS) foi desenvolvido em 2004 (Oliveira et. al. 2007), baseado na metodologia utilizada pela *National Sanitation Foundation* para o índice de qualidade das águas superficiais (WQI/NSF), também adotado para o IQA-CETESB (Porto, 1991). Um novo índice de qualidade para as águas superficiais (CCME WQI) foi desenvolvido pelo *Canadian Council of Ministers of the Environment* (CCME, 2011). Na tentativa de adaptar esse índice para as águas subterrâneas, este trabalho utilizou os dois índices, IQNAS e WQI CCME, na avaliação comparativa da qualidade das águas de um aquífero sedimentar do Estado da Bahia, circunscrito na XI Região de Planejamento e Gestão das Águas do Estado da Bahia (XI - RPGA do Recôncavo Norte).

2. OBJETIVO

Testar a aplicabilidade do CCME/WQI, originalmente desenvolvido para as águas superficiais, ao compartimento subterrâneo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O índice IQNAS utiliza seis parâmetros: cloreto, pH, resíduos totais, dureza, flúor, e nitrato, para avaliar a qualidade das águas subterrâneas dos domínios hidrogeológicos do Estado da Bahia. A formulação matemática é dada pelo produto da nota de qualidade (Q_i) de cada parâmetro, elevado ao peso atribuído a cada um deles (w_i):

$$IQNAS = \sum_{i=1}^n Q_i^{w_i}$$

Equação (1)

A escala de notas e de qualidade do IQNAS é dada por: de 80 a 100 (qualidade ótima), de 52 a 79 (boa), de 37 a 51 (aceitável), de 0 a 36 (imprópria).

O índice CCME WQI é baseado em uma combinação de três fatores, cada um variando na escala de zero a 100. O primeiro fator (F1) é dado pela porcentagem das variáveis que estiveram não conformes em relação aos teores exigidos; o segundo fator (F2) é dado pela porcentagem de amostras individuais cujos parâmetros não atenderam à meta estabelecida; e o terceiro fator (F3) é dado pela diferença entre o valor observado e o valor desejado. O índice é calculado pela equação a seguir:

$$CCMEWQI = 100 - \left(\frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^2}}{1,732} \right)$$

Equação (2)

Os valores calculados são divididos em cinco categorias, conforme mostrado na tabela 1.

Tabela 1- Escala de Categorias do CCME WQI

Categoria	Faixa de valor	Qualidade da Água	Ameaça de Impacto	Condições da Água
Excelente	95-100	Protegida	Ausente	Muito próximas aos níveis naturais
Bom	80-94	Protegida	Pequeno grau	Raramente divergem dos níveis naturais ou desejáveis.
Mediana	65-79	Normalmente é protegida	Ocasionalmente ameaçada ou danificada	Às vezes afastam-se dos níveis naturais ou desejáveis.
Marginal	45-64	Frequentemente ameaçada ou prejudicada	Frequentemente ameaçada ou prejudicada	Frequentemente afastam-se dos níveis naturais ou desejáveis.
Ruim	0-44	Quase sempre ameaçada ou prejudicada	Quase sempre ameaçada ou prejudicada	Geralmente afastam-se dos níveis naturais ou desejáveis

Fonte: CCME, 2001

4. RESULTADOS

A Figura 1 apresenta as escalas de notas para os índices IQNAS e CCME WQI.

NOTAS	0	19	20	36	37	44	45	51	52	64	65	79	80	94	95	100	
CCME	RUIM						MARGINAL			MEDIANA	BOM	EXCELENTE					
IQNAS	IMPRÓPRIA			ACEITÁVEL			BOM			ÓTIMA							

Figura 1 – Notas e escalas de qualidade para os índices IQNAS e CCME WQI

Analisando as escalas de notas do CCME WQI, percebe-se que esta é mais restritiva que a escala do IQNAS, e, portanto, pode resultar numa classificação indicando uma menor qualidade para as águas subterrâneas.

A Tabela 2 apresenta os resultados de qualidade para os dois índices. Nessa tabela, o número de amostras, refere-se ao número de poços tubulares perfurados nas localidades da XI RPGA:

Tabela 2 – Índices de Qualidade por Município da XI - RPGA do Recôncavo Norte

Município	Amostras	IQNAS		WQI - CCME	
Água Fria	4	65,68	BOA	78,10	Mediana
Biritinga	6	76,12	BOA	100,00	Excelente
Camaçari	35	84,21	ÓTIMA	100,00	Excelente
Entre Rios	5	72,12	BOA	67,78	Mediana
Inhambupe	19	74,27	BOA	80,72	Bom
Santo Amaro	4	79,01	BOA	90,08	Bom
São Sebastião do Passé	12	77,72	BOA	80,67	Bom
Sátiro Dias	16	74,74	BOA	70,88	Mediana
Simões Filho	21	83,11	ÓTIMA	86,28	Bom

Os resultados indicaram boa convergência entre os dois índices, para a maioria das amostras, apontando para a adequação do CCME WQI ao compartimento subterrâneo. A não convergência encontrada nas águas de Biritinga (as escalas indicadas não se interceptam) resulta, provavelmente, do procedimento adotado para atribuição de notas. Enquanto para o IQNAS o método é contínuo, através de uma curva de qualidade; o método do CCME WQI funciona por exclusão (acima ou abaixo do padrão), ficando insensível, caso o parâmetro esteja pouco menor, ou, muito menor que o limite máximo estabelecido.

5. CONCLUSÕES

Os resultados apontam para a adequação do CCME WQI ao compartimento subterrâneo. Entretanto, devem ser testadas amostras de água subterrânea de outros domínios hidrogeológicos do Estado da Bahia, para melhor análise da adequação do método. O CCME WQI tem uma vantagem inerente ao método que é a não fixação dos parâmetros, nem da quantidade deles para o cálculo do índice.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CCME-Canadian Council of Ministers of the Environment. 2001. Canadian water quality guidelines for the protection of Water Quality Index 1.0, User's Manual. In: Canadian environmental quality guidelines, 1999, Canadian Council of aquatic life: CCME, Winnipeg. Disponível em http://www.ccme.ca/assets/pdf/wqi_usermanualfctsht_e.pdf Acesso em 10. Jan. 2011.

HORTON, R. K., An index-number system for rating water quality. Journal of Water Pollution Control Federation. 37(3):300-306. 1965.

OLIVEIRA I. B., Negrão. F. I. e Silva A. G. L. S. Mapeamento dos aquíferos do Estado da Bahia utilizando o Índice de Qualidade Natural das Águas Subterrâneas – IQNAS, 2007 Revista Águas Subterrâneas, v.21, n.1, p.123-137. Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. www.abas.org

PORTO, R. L. L. Estabelecimento de parâmetros de controle da poluição. In: PORTO, R. L. L., BRANDO, S. M., CLEARY, R. W. et al., Hidrologia ambiental. São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, ABRH, 1991.