



II Workshop Internacional de Inovações  
Tecnológicas na Irrigação

&  
I Simpósio Brasileiro sobre o uso  
Múltiplo da Água

10 a 13 de junho de 2008

Fortaleza - CE

## DINÂMICA DOS ÍONS FÓSFORO E NITRATO NO LENÇOL FREÁTICO DO DISTRITO IRRIGADO BAIXO ACARAÚ, CEARÁ<sup>1</sup>

Deodato do Nascimento Aquino<sup>2</sup>, Eunice Maia de Andrade<sup>3</sup>, Marcos Amauri Bezerra  
Mendonça<sup>4</sup> e Francisco Antonio de Oliveira Lobato<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Parte da Dissertação de mestrado apresentada pelo primeiro autor ao do Depto. de Engenharia Agrícola, CCA/UFC.

<sup>2</sup> Engº Agrº; M. Sc, CCA/UFC, Fortaleza – CE. deoagro@yahoo.com.br. Senador Pompeu, Ce. CEP: 63600-000.

<sup>3</sup> Engo. Agro, Ph.D., Profº do Depto. de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, Fortaleza – CE.

<sup>4</sup> Estudante de Agronomia, bolsista do CNPq, Depto. de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, Fortaleza.

**RESUMO:** O objetivo desse trabalho foi avaliar a dinâmica dos íons fósforo ( $\text{PO}_4^{-3}$ ) e nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) em águas subterrâneas do Perímetro Irrigado Baixo Acaraú. As amostras foram coletadas mensalmente em 10 poços por 27 meses (dez/03 a nov/05, nov/06, mar e mai/07). A comparação das concentrações médias dos íons para cada poço foi avaliada pelo teste “t” ao nível de significância de 1%. A variabilidade espacial foi mapeada dos elementos através do software Golden Surfer 7.0. Os resultados mostraram que o  $\text{PO}_4^{-3}$  apresentou concentrações superiores ao limite mínimo recomendado para consumo humano ( $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ ) em todos os poços. O  $\text{NO}_3^-$  apresentou concentrações acima do limite para consumo humano ( $10 \text{ mg L}^{-1}$ ) nos poços P1 e P6. Este íon foi o que apresentou maior variabilidade espacial, além de apresentar uma tendência de aumento durante o período estudado.

**Palavras-Chave:** lençol freático, variabilidade espacial, percolação

## PHOSPHORS AND NITRATE DYNAMICS IN THE WATER TABLE OF BAIXO ACARAÚ IRRIGATED, CEARÁ, BRAZIL

**ABSTRACT:** The aim of this work was to assess phosphors ( $\text{PO}_4^{-3}$ ) and nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) dynamic in water table of the Baixo Acaraú Irrigated District. Samples were collected, monthly, in 10 shallow well during 27 months (from Dec/03 to Nov/05, Nov/06, March and May/07). The average of ion concentrations for each well was assessed by “t” test with a 1% of significant level. The spatial variability of ions was mapped using software Golden Surfer 7.0. Results showed that  $\text{PO}_4^{-3}$  concentrations were upper to the human consume limit ( $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ ) to all wells. In relation to  $\text{NO}_3^-$ , only two wells presented concentrations up to the human consume limit ( $10 \text{ mg L}^{-1}$ ), but a increased tendency were observed during the studied period.

**Key Words:** water table, spatial variability, percolation

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das civilizações sempre ocorreu tendo como suporte os recursos naturais. No entanto, nos últimos anos, a importância da água e do solo se torna cada vez mais evidente, tanto pela sua escassez como pela larga demanda. O crescimento populacional promove um uso dos solos agricultáveis, o que vem impulsionando o uso da irrigação, não só para complementar as necessidades hídricas das regiões úmidas, mas também para tornar produtivas as regiões áridas e semi-áridas do globo, que constituem cerca de 55% de sua área continental total. Uma das maiores consequências ambientais da agricultura intensiva pode ser a degradação da qualidade das águas (Feng et al., 2005). Esta degradação atinge águas superficiais e subterrâneas, pelos aportes agrícolas (agrotóxicos, adubos minerais e aplicação de resíduos orgânicos), sendo o nitrato o poluente de ocorrência mais frequente nas águas subterrâneas. Grandes concentrações destes íons podem ocorrer, quando há lançamento de material orgânico ou, então, aplicação excessiva de fertilizantes nitrogenados no solo (Muñoz-Carpena et al., 2002; Toledo; Nicolella, 2002). O nitrato é a principal forma de nitrogênio associada à contaminação da água pelas atividades agropecuárias. Além do uso de fertilizantes agrícolas e criação de animais, o sistema de saneamento in situ, quer por tanques sépticos ou fossas rudimentares constituem outra importante fonte de nitrato nas águas do lençol freático (Merten; Minella, 2000; Varnier; Hirata, 2002). Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a dinâmica dos íons fósforo e nitrato em águas subterrâneas do Distrito Irrigado Baixo Acaraú, estado do Ceará.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área definida como objeto deste estudo foi o Distrito Irrigado do Baixo Acaraú (DIBAU), Estado do Ceará. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da área é do tipo Aw', com precipitação média anual de 960 mm. Os solos são classificados como Neossolo Flúvico, Argissolo e Neossolo Quartzarênico. Todos os pontos amostrados, em um total de 10 (Figura 1) são poços cujas águas são utilizadas para consumo humano, sendo que os poços P4 e P5 estão sob a influência direta do manejo e práticas de irrigação. Para se avaliar as alterações do  $\text{PO}_4^{3-}$  e do  $\text{NO}_3^-$  nas águas subterrâneas do DIBAU, realizou-se coletas, mensais, durante um período de 27 meses (dez./2003 a nov./2005, nov./2006, mar. e maio/2007), sendo as análises realizadas no Laboratório de Água/Solo Embrapa Agroindústria Tropical. Os valores médios dos íons para os 10 poços foram submetidos à análise de teste de média e confrontados pelo

teste t (1%). Também se confeccionou mapas de variabilidade espacial utilizando o software Golden Surfer 7.0.

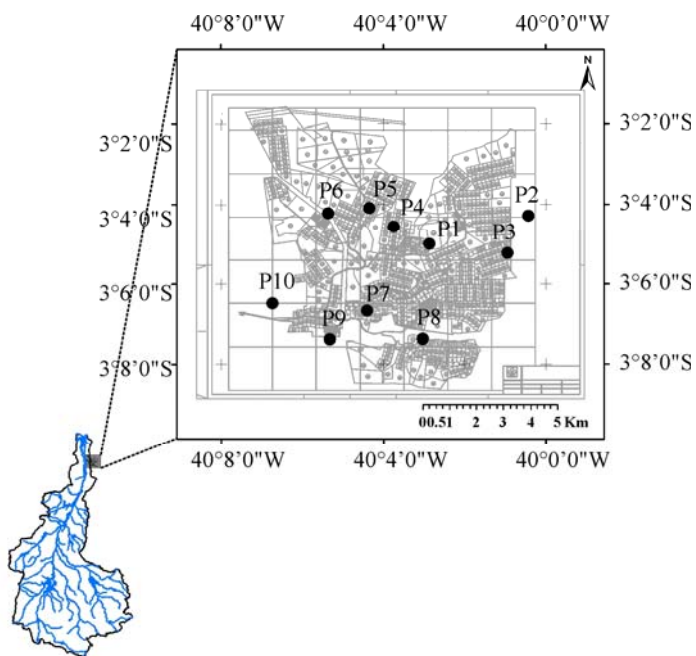


Figura 1 - Localização do DIBAU na bacia hidrográfica do rio Acaraú

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

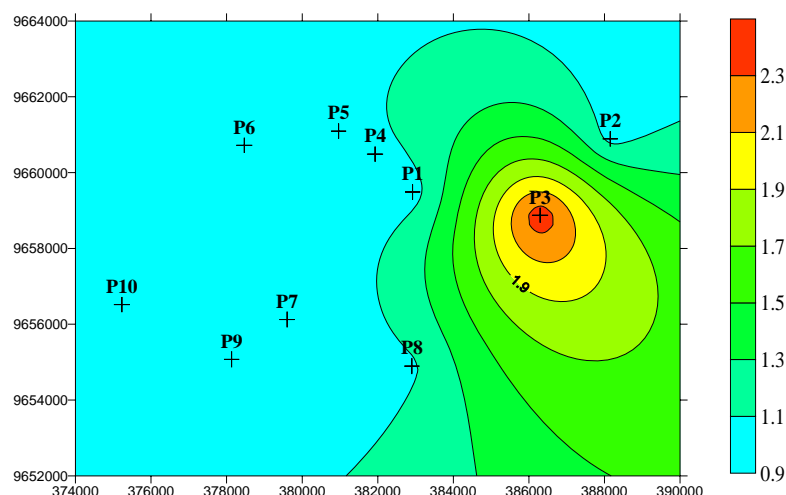
A concentração média do  $\text{PO}_4^{-3}$  e do  $\text{NO}_3^-$  estão presentes na Tabela 1. Em todos os poços analisados, as águas mantiveram os valores de fósforo com pouca variação não havendo diferença significativa ao nível de 1% entre as médias (Tabela 1). A variabilidade espacial do mesmo é apresentada na Figura 2. Os valores médios das concentrações do  $\text{PO}_4^{-3}$  presente nas águas dos poços encontram-se acima do valor limite estabelecido como padrão de potabilidade da Resolução 357/05 do CONAMA ( $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ ). Em termo absoluto, o poço que apresentou as maiores concentrações de fósforo foi o P3 ( $2,45 \text{ mg L}^{-1}$ ), encontrando-se 2440% acima dos limites estabelecidos pelo CONAMA. Toledo e Nicolella (2002), avaliando das águas de uma microbacia em Guairá-SP, encontraram valores médios bem abaixo dos encontrados neste estudo, ( $0,044 \text{ mg PO}_4^{-3} \text{ L}^{-1}$ ). Acredita-se que as elevadas concentrações de fósforo registradas sejam devido às condições de conservação em que se encontrava o mesmo, ausência total do revestimento e da mureta na vala do poço, ficando o mesmo, totalmente, vulnerável à contaminação pontual por resíduos superficiais.

Tabela 1 - Valores médios do  $\text{PO}_4^{-3}$  e  $\text{NO}_3^{-}$  para as águas do lençol freático no DIBAU

Íons	Poços de coletas									
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
$\text{PO}_4^{-3}$ ( $\text{mg L}^{-1}$ )	1,00 a	1,03 a	2,45 a	1,07 a	1,07 a	1,08 a	1,00 a	1,06 a	1,05 a	1,03 a
$\text{NO}_3^{-}$ ( $\text{mg L}^{-1}$ )	48,57 a	2,93 ef	1,88 f	6,10 c	5,36 cd	15,14 b	3,49 de	2,26 f	0,59 f	3,24 e

Limite do fósforo:  $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ ; limite do nitrato:  $10 \text{ mg L}^{-1}$ ; As médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo Teste T a 1% de probabilidade.

A condição indesejável dos teores de fósforo nos poços estudados pode ser atribuída ao sistema de coleta de esgotos através de fossas ou sumidouros da grande maioria das residências do DIBAU, sendo os mesmos lançados pelos esgotos diretamente no aquífero livre. A fonte antropogênica é oriunda dos despejos domésticos e industriais, detergentes e fertilizantes (Von Sperling, 1996). As altas concentrações de fósforo nas águas podem advir também de processos de lixiviação. A água percolada pode estar transportando esse elemento da superfície para camadas subjacentes e conseqüentemente para o lençol freático. Esta hipótese é pouco provável, pois o uso de fertilizantes pelos agricultores na região é mais intenso na área onde se localiza P4 e P5, área que está sendo efetivamente irrigada. As concentrações de fósforo nesses poços são inferiores às encontradas no P3, apesar de não diferirem estatisticamente entre si ao nível de 1% pelo Teste T (Tabela 1).


Figura 2 - Mapa de variação do fósforo ( $\text{mg L}^{-1}$ ) das águas do lençol freático do Baixo Acaraú

Em relação ao nitrato, pode-se observar pela Tabela 1 que de todos os poços estudados até o mês de novembro de 2006, apenas o P1 ( $48,57 \text{ mg L}^{-1}$ ) e o P6 ( $15,14 \text{ mg L}^{-1}$ ) apresentam concentrações médias de nitrato acima dos valores estabelecidos pela Resolução 357/05 do CONAMA para uso no consumo humano ( $10 \text{ mg L}^{-1}$ ). Essas concentrações diferiram entre si e

entre os poços ao nível de significância de 1% pelo teste T (Tabela 1). A variabilidade espacial dos valores médios de nitrato pode ser vista na Figura 3. Estudos evidenciam de forma bastante clara que a presença de fossas sépticas, e às vezes abertas, nas proximidades de poços, aliada à falta de proteção sanitária nestes, é uma das causas de contaminação por nitrato (Varnier; Hirata, 2002; Merten; Minella, 2000).

Quando comparado com os demais poços, com exceção do P1 e P6, observa-se que os poços localizados na área irrigada, P4 e P5, apresentaram os valores médios mais elevados de nitrato nas águas: 6,10 e 5,36 mg de  $\text{NO}_3^- \text{L}^{-1}$ , respectivamente. Apesar dos valores médios estarem abaixo do limite máximo estabelecido pela Resolução 357 do CONAMA, são concentrações preocupantes, pois as últimas 3 coletas apresentaram uma tendência crescente de valores muitos acima dos limites máximos aceitáveis pela legislação (Figura 4). Os poços P4 e P5 (área irrigada) apresentam uma predisposição natural à contaminação da água pelo  $\text{NO}_3^-$  em decorrência da predominância da textura arenosa ao longo de todo perfil do solo.

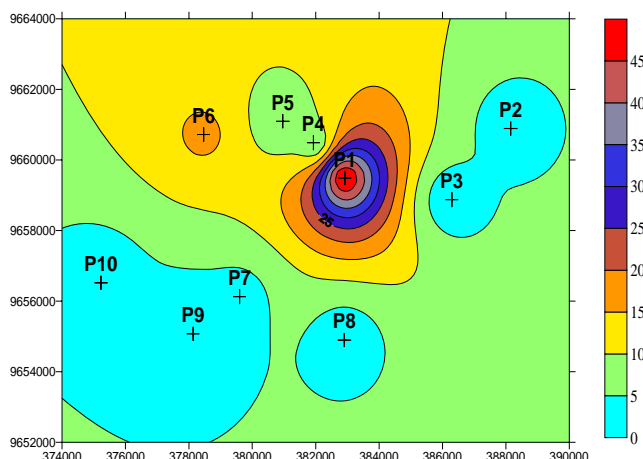


Figura 3 - Mapa de variação do  $\text{NO}_3^-$  ( $\text{mg L}^{-1}$ ) nas águas do lençol freático do Baixo Acaraú

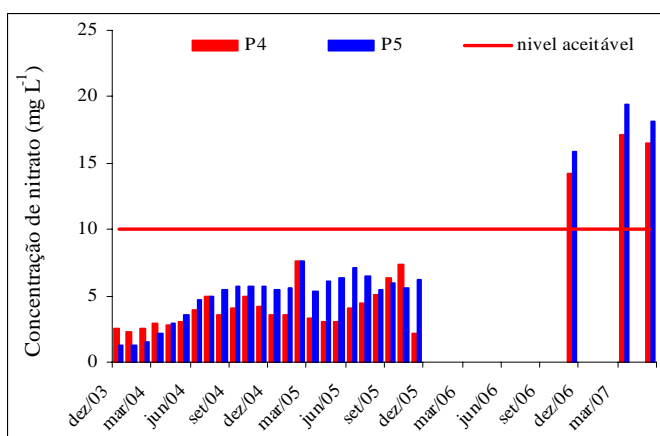


Figura 4 – Concentrações de nitrato no lençol freático em campo irrigado do DIBAU, Ceará.

Analisando-se a figura supracitada observa-se uma adição com efeito acumulativo do nitrato nas águas do lençol freático durante todo o período estudado. Acredita-se que o acúmulo excessivo dessa substância seja decorrente da aplicação dos fertilizantes nitrogenados empregados na agricultura irrigada. Um elevado acúmulo de nitrato nas águas do freático de campos irrigados foi, também, observados por Muñoz-Carpena et al. (2002) nas Ilhas Canárias, Espanha e Feng et al., 2005 em áreas do Distrito de Irrigação Hetao, China.

## CONCLUSÕES

Em relação aos elementos considerados nessa pesquisa, todos os poços apresentaram águas com qualidade inadequada para consumo humano;

O elemento fósforo apresentou concentrações superiores ao recomendado em todos os poços monitorados;

A adição excessiva de nitrato às águas dos dois poços inseridos em campos irrigados mostra a necessidade de uma mudança no manejo da irrigação empregado DIBAU;

O nitrato apresentou a maior variabilidade espacial entre os elementos estudados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FENG Z. Z. et al. Soil N and salinity leaching after the autumn irrigation and its impact on groundwater in Hetao Irrigation District, China. **Agricultural Water Management**. v.71, p.131–143, 2005.
- MERTEN, G.H.; MINELLA, J.P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia. e Desenvolvimento Rural Sustentável**. Porto Alegre, v.3, n.4, p.33-38, 2000.
- MUÑOZ-CARPENA, R. M. et al. Nitrogen evolution and fate in a Canary Islands (Spain) sprinkler fertigated banana plot. **Agricultural Water Management**, v.52, p.93–117, 2002.
- TOLEDO, L.G.; NICOLELLA. Índice da qualidade da água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 181-186, jan./mar., 2002.
- VARNIER, C.; HIRATA, R. Contaminação da água subterrânea por nitrato no parque ecológico do Tietê - São Paulo, Brasil. **Revista Águas Subterrâneas**, Paraná, n.16, p.97-104, maio 2002.
- VON SPERLING, M. **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFMG, 1996.