



Atributos de qualidade da água subterrânea como indicadores de mudanças no uso do solo

Lucilia Maria Parron⁽¹⁾; Jorge Enock Furquim Werneck Lima⁽²⁾; Luziane Franciscon⁽³⁾

- (1) Pesquisadora Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, Km 111, Colombo, PR, CEP 83411-000 lucilia@cnpf.embrapa.br (apresentador do trabalho); (2) Pesquisador Embrapa Cerrados, Km 18 BR020, Planaltina, DF, CEP 73310-970; (3) Analista Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, Km 111, Colombo, PR, CEP 83411-000 luziane@cnpf.embrapa.br Fontes financiadora: processo CNPq n.478556/2004-7

RESUMO: Neste estudo examinou-se a variação espacial da qualidade da água subterrânea em função do uso da terra nos respectivos locais de 38 poços piezométricos instalados na Bacia Experimental do Alto Rio Jardim (BEARJ). A avaliação foi efetuada com base na análise de 11 parâmetros físico-químicos medidos em amostras de água coletadas nos poços instalados em áreas sob as seguintes coberturas vegetais: horticultura, produção de grãos, pastagens e vegetação natural de Cerrado. Foram realizadas seis coletas de água em cada poço, no período entre outubro de 2006 e julho de 2007. Utilizando-se análise de variância, pode-se observar que a condutividade elétrica, o pH e as concentrações de Na^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , RCO_3^- e NO_3^- nos poços em áreas de horticultura são significativamente maiores do que naqueles que estão em áreas de Cerrado. Em relação ao NO_3^- , não há indicativo de que o lençol freático esteja sendo contaminado pela lixiviação desse nutriente. Conclui-se que, no caso da BEARJ, bacia hidrográfica representativa do bioma Cerrado, os atributos químicos da água subterrânea podem ser utilizados como indicadores ambiental de mudanças no uso do solo.

Palavras-chave: bioma Cerrado, cromatografia iônica, indicadores ambientais

INTRODUÇÃO

Nas águas subterrâneas naturais, a maioria das substâncias dissolvidas encontra-se em estado iônico (Custo dio e Llamas, 1983), sendo que alguns dos íons possuem concentrações superiores a 1 mg L⁻¹, como o cloreto (Cl⁻), o sulfato (SO_4^{2-}), o bicarbonato (RCO_3^-), o sódio (Na^+), o cálcio (Ca^{+2}) e o magnésio

(Mg^{+2}), enquanto outros aparecem, normalmente, em menores concentrações, como o nitrato (NO_3^-), os carbonatos (CO_3^{2-}), o potássio (K^+) e o ferro (Fe^{+2}). Dependendo de características específicas do meio físico as concentrações desses íons podem ser alteradas em relação à normalidade e, além disso, alterações decorrentes do uso da terra podem introduzir elementos ao ambiente, alterando também a qualidade de águas superficiais e subterrâneas. Por isso, atributos químicos da água subterrânea podem ser utilizados como indicadores para a avaliação de impactos ambientais decorrentes do desenvolvimento de atividades antrópicas (Berger, 1996). Este trabalho objetivou a avaliação do uso de parâmetros de qualidade da água de poços piezométricos como indicadores de mudança no uso do solo na Bacia Experimental do Alto Rio Jardim (BEARJ), no Distrito Federal, onde as principais atividades agrícolas são o cultivo de grãos (soja, milho e algodão), a pecuária (pastagens) e a produção de hortaliças.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo - O trabalho foi realizado na Bacia Experimental do Alto Rio Jardim (BEARJ) (15°40' e 16°02' W e 47°20' e 47°40'S), no Distrito Federal, em área com cerca de 105 km², cujas águas vertem para o Rio Preto, afluente do Rio Paracatu, importante contribuinte do Rio São Francisco. Em função de suas características físicas (clima, ehuvas, solos, geologia e relevo) e de uso, a área de estudo pode ser considerada como uma bacia representativa de regiões agrícolas do bioma Cerrado (Lima et al. 2008) (Figura 1). A precipitação média anual de cerca de 1.470 mm, apresentando dois períodos bem distintos, um seco, que vai de abril a setembro, e

XVIII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil

outro úmido, que vai de outubro a março. Cerca de 75% da BEARJ é coberta por Latossolos e 16% por Cambissolos, sendo o restante é repartido entre as classes Plintossolo, Gleissolo, Neossolo Quartzarênico e, ainda, uma pequena parcela de Afloramentos de Rocha (Lima et al. 2008). Aproximadamente 80% da BEARJ são utilizados para o desenvolvimento de atividades agropecuárias, restando apenas 20% de áreas de Cerrado e mata ciliar (Lima et al. 2007).

Amostragem e análises físico-químicas da água -

Para coleta de amostras de água do lençol freático, foram selecionados trinta e oito piezômetros na área de estudo, nos quais a profundidade do nível da água varia entre 1 e 20 metros da superfície. Foram realizadas seis coletas de água nos meses outubro e novembro de 2006 e janeiro, março, maio e julho de 2007. Para cada coleta foram determinados em campo, em amostras não filtradas, pR e condutividade elétrica (CE), utilizando medidor multiparâmetros (Hach, sension 156). A alcalinidade foi determinada por titulação com ácido sulfúrico 0,02 N. As concentrações de RCO_3^- (peso molar = 61 g eq⁻¹) foram calculadas a partir da alcalinidade ($\text{mg CaCO}_3\text{L}^{-1} \times 0,61$). Os procedimentos de preservação da amostra e metodologias analíticas adotados obedeceram aos critérios adotados pela APRA (1995). Em amostras filtradas em membrana de 0,45 μm foi determinada a concentração de ânions e cátions por cromatografia iônica (Metrohm IC 761). Para ânions (SO_4^{2-} e Cl^- e NO_3^-) foi utilizada coluna Metrosep A Supp5-100 e para cátions (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ e K^+) a coluna Metrosep C2. Fósforo total (Ptotal) foi determinado pelo método colorimétrico de ácido ascórbico (APRA, 1995).

Tratamento dos dados - Os dados foram submetidos à análise de componentes principais para identificar os padrões de variáveis que mais influenciam as características físico-químicas da água. Os dados também foram agrupados quanto ao uso do solo (Cerrado, horticultura, cultura de grãos e pastagens) e submetidos à análise de variância (ANOVA). As médias foram comparadas pelo teste de Tukcy ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de CPs indicaram que 52% da variação no conjunto de dados foi explicado pelos componentes pR, CE, RCO_3^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} e Na^+ . O segundo grupo formado por SO_4^{2-} e NO_3^- , explicaram

18% da variação (Tabela 1). As análises de variância mostraram que as características físico-químicas da água subterrânea são distintas em função do uso da terra. Nas áreas onde há a prática de horticultura convencional, os valores de pR, CE, e as concentrações de Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , RCO_3^- e NO_3^- (Tabela 2) são significativamente maiores ($p < 0,05$) do que nas área de Cerrado conservado. Para as áreas de cultura de grãos e pastagens os valores são superiores aos do Cerrado, para todas as variáveis, contudo essa diferença não é significativa ($p < 0,05$), exceto para SO_4^{2-} nas pastagens. Em relação ao NO_3^- que é um ânion muito móvel e que pode ser removido com facilidade das camadas superiores do solo para a água (Bower, 1978), não há indicativo de que o aquífero esteja recebendo contaminação pela lixiviação desse nutriente, já que a água subterrânea é caracterizada como sendo contaminada quando as concentrações estão acima de $10 \text{ mg NO}_3^- \text{ L}^{-1}$ (Brasil, 2005) e, portanto, as concentrações de NO_3^- na água subterrânea da BEARJ atendem às normas que regem os padrões de potabilidade da água.

Em solos arenosos, Banaszuk et al. (2005) encontraram $161 \text{ mg NO}_3^- \text{ L}^{-1}$ em água subterrânea sob culturas de grãos e $0,4 \text{ mg NO}_3^- \text{ L}^{-1}$ sob matas ciliares. As baixas concentrações de NO_3^- encontradas na BEARJ podem estar associadas à alta retenção de nutrientes nos solos, onde predomina a fração argila.

A aplicação de fertilizantes minerais, associada à prática de irrigação na horticultura e culturas de grãos, provavelmente foi a principal fonte da entrada de nutrientes nesses sistemas. Por estar numa bacia hidrográfica predominantemente agrícola, poder-se-ia esperar que ocorresse escoamento superficial e subsuperficial de nutrientes (Stutter et al. 2006), de áreas agrícolas para as áreas não agrícolas e, portanto, as concentrações de nutrientes fossem semelhantes para todos os poços. Contudo, os dados obtidos nos poços presentes em área de Cerrado apresentam valores inferiores aos demais para a maior parte dos parâmetros analisados e seguem o mesmo padrão dos obtidos por Resende (2001) em Cerrado *sensu strictu* em área de Reserva Ecológica.

Os resultados mostraram que atributos de qualidade de água subterrânea podem ser utilizados como indicadores de mudanças no uso do solo, pois os componentes químicos da água subterrânea tendem a refletir as modificações no solo e na vegetação.

XVIII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA
Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil

CONCLUSÕES

- Condutividade elétrica (CE), pH e as concentrações de Na^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , HCO_3^- e NO_3^- foram maiores nos poços subterrâneos em áreas de horticultura, em relação a áreas conservadas de Cerrado,
- As concentrações de NO_3^- na água subterrânea da Bacia Experimental do Alto Rio Jardim (BEARJ) atendem às normas que regem os padrões de potabilidade da água,
- Propriedades físico-químicas da água subterrânea podem ser utilizadas como indicadores de mudanças no uso do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICANPUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19ª ed. Washington DC, American Water Works Association and Water Environment Federation, 1995. 1268p.

BANASZUK, P.; WYSOCKA-CZUBASZEK, A; KONDRA TIUK, P. Spatial and temporal patterns of groundwater chemistry in the river riparian zone. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 107: 167-179,2005.

BERGER AR. The geoindicators concept and its application: an introduction. In: BERGER, A; IAMS, W.. (Eds.). *Geoindicators: assessing rapid environmental changes in earth systems*. Rotterdam, Balkema, 1996. p.I-14.

BOWER, H. *Groundwater hidrology*. New York: McGraw-Hill Book Company, 1978. 480 p.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n° 357, de 17 de março de 2005. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Seção 1. Brasília, DF, 17 de março de 2005. p.58-63.

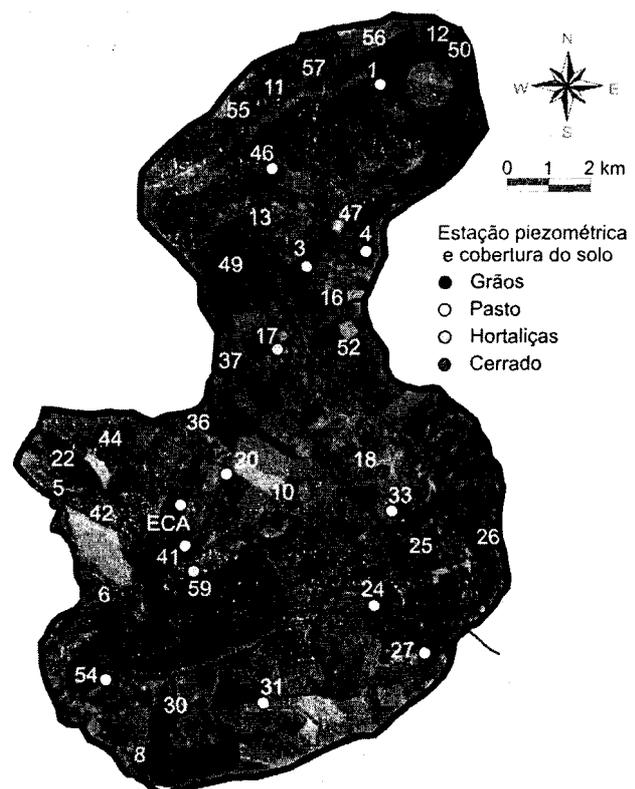
CUSTOMO, E.; LLAMAS, M. R. *Hidrología Subterránea - tomo 1*. Barcelona ,Omega, 1983. 1135p.

LIMA, J.E.F.W.; EID, N.J.; SILVA, E.M. da.; MARTINS, E.S.; LOPES, W.T.A; KOIDE, S. Estimativa da taxa média anual de erosão na Bacia Experimental do Alto Rio Jardim - DF. In: *SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS*, 17. São Paulo, 2007. Anais. São Paulo, ABRH, 2007. CD-ROM.

LIMA, J.E.F.W.; SILVA, E.M. da; KOIDE, S. Implantação de unidade de monitoramento intensivo para apoio a estudos hidrológicos em área de Cerrado: a Bacia Experimental do Alto Rio Jardim - DF. In: *SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO SUL-Sudeste*, 2. Rio de Janeiro, 2008. Anais. Porto Alegre, ABRH, 2008. CD-ROM.

RESENDE, J.C.F. A ciclagem de nutrientes em áreas de Cerrado e a influência de queimadas controladas. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, Brasília, 2001. 121p.

STUTTER, M.I.; DEEKS, LX.; LOW, D.; BILLET, M.F. Impact of soil and groundwater heterogeneity on surface water chemistry in an upland catchment. *Journal of Hydrology*, 318: 103-120,2006.



XVIII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA
Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil

Figura 1. Bacia hidrográfica do Rio Jardim, com localização dos piezômetros nos vários tipos de cobertura do solo.

Tabela 1. Análise de componentes principais: correlação entre os componentes e as variáveis originais, comunalidades, autovalores, variância explicada e acumulada.

	F1	F2	F3	comunalidades
Na	0,742	-0,121	0,236	0,621
K	0,277	0,377	0,735	0,758
Ca	0,897	0,135	0,115	0,836
Mg	0,876	0,117	0,018	0,781
Cl	0,164	0,030	0,887	0,815
HCO ₃	0,941	0,090	0,148	0,915
SO ₄	0,221	0,863	0,028	0,794
pH	0,913	0,206	0,282	0,956
NO ₃	0,806	0,010	0,133	0,668
autovalores	5,245	1,764	1,031	
Var. expl. (%)	52,453	17,635	10,305	
Var. acum. (%)	52,453	70,088	80,394	

Tabela 2. Caracterização físico-química da água subterrânea obtida em piezômetros instalados na Bacia Experimental do Alto Rio Jardim (dados médios de seis coletas realizadas entre outubro de 2006 a julho de 2007).

uso do solo	nº de piezômetros	P _{total} (mg L ⁻¹)	NO ₃ ⁻ (mg L ⁻¹)	SO ₄ ⁻ (mg L ⁻¹)	HCO ₃ ⁻ (mg L ⁻¹)	Cl ⁻ (mg L ⁻¹)	Mg ⁺² (mg L ⁻¹)	Ca ⁺² (mg L ⁻¹)	K ⁺ (mg L ⁻¹)	Na ⁺ (mg L ⁻¹)	CE (uS cm ⁻¹)	pH
Cerrado	4	0,01(0) a	0,2(0,1) a	0,1(0,1) a	2,5(0,8) a	0,5(0,1) a	0,1(0,1) a	0,8(0,2) a	0,3(0,1) a	0,4(0,1) a	7,5(1,7) a	5,4(0,1) a
horticultura	5	0,02(0) a	0,6(0,1) b	0,4(0,1) ab	7,5(0,8) b	0,5(0,1) a	0,4(0,1) b	1,9(0,2) b	0,6(0,1) a	0,9(0,1) b	17,4(1,6) b	5,9(0,1) b
cultura de grãos	20	0,02(0) a	0,3(0,1) ab	0,2(0,1) ab	4,6(0,4) a	0,4(0,1) a	0,2(0,0) a	1,2(0,1) a	0,5(0,1) a	0,6(0,1) ab	11,5(0,8) a	5,6(0,0) a
pastagens	9	0,03(0) a	0,4(0,1) ab	0,3(0,1) b	3,7(0,5) a	0,4(0,1) a	0,2(0,0) a	1,1(0,2) a	0,4(0,1) a	0,8(0,1) ab	10,3(1,1) a	5,6(0,1) a