

## XXXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO

### CONDIÇÃO DE QUALIDADE DOS SOLOS AGRÍCOLAS SOB CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR NAS BACIAS DOS RIOS PIRACICABA-CAPIVARI-JUNDIAÍ, ESTADO DE SÃO PAULO.

Elaine Cristina RUBY<sup>1</sup>, Rosângela Pacini MODESTO<sup>2</sup>, Mara Magalhães Gaeta LEMOS<sup>1</sup>

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental –

Setor de Qualidade do Solo e Vegetação<sup>1</sup> e Setor de Qualidade das Águas Subterrâneas<sup>2</sup>

e-mail: esse@cetesbnet.sp.gov.br

**INTRODUÇÃO:** A partir da Revolução Verde, os insumos agrícolas tiveram seu uso intensificado com o propósito de aumentar a produtividade das culturas. De acordo com Kabata-Pendias & Pendias[1] e Alloway[2], em solos de regiões com agricultura tecnificada, pequenas quantidades de metais contaminantes são freqüentes em concentrações inferiores a  $1\text{g kg}^{-1}$ . A CETESB[3] estabeleceu Valores Orientadores para Solos e Água Subterrânea para o Estado de São Paulo em 2001, atualizando-os em 2005 CETESB[4]. Estes valores foram definidos como: valores de referência de qualidade (VRQ), de prevenção (VP) e intervenção (VI). Os valores de referência de qualidade foram estabelecidos a partir de uma avaliação das características dos solos paulistas, em locais que ainda conservavam condições mais próximas das naturais. O valor de prevenção foi definido como a concentração no solo de uma determinada substância acima da qual podem ocorrer alterações prejudiciais à qualidade do solo. Este valor indica a qualidade de um solo capaz de sustentar as suas funções primárias, protegendo-se os receptores ecológicos. O valor de intervenção é a concentração de determinada substância no solo acima da qual existem riscos potenciais diretos e indiretos à saúde humana, considerado um cenário de exposição genérico. A CETESB, considerando a importância de conhecer a qualidade dos solos do Estado de São Paulo, tem realizado estudos regionais em solos de fragmentos de mata e de áreas agrícolas CETESB[5]. Este trabalho é parte do Projeto Definição de Critérios de Qualidade para Solos da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí - UGRHI 5. Atualmente, as áreas agrícolas nessa UGRHI são em grande parte ocupadas com o cultivo de cana-de-açúcar. O objetivo deste trabalho foi avaliar a condição de qualidade dos solos agrícolas sob o cultivo da cana-de-açúcar comparando as concentrações de elementos inorgânicos Sb, As, Ba, Cd, Pb, Co, Cu, Cr, Hg, Mo, Ni, Ag, Se, Zn, dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, pesticidas organoclorados e PCBs totais com os Valores Orientadores de Prevenção.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foram selecionadas vinte e oito áreas sob cultivo de cana-de-açúcar, utilizando uma matriz de 15km X 15km nas bacias dos rios Piracicaba-Capivari-Jundiá. As amostras foram coletadas em latossolos vermelhos (9 amostras) e vermelho-amarelos (5), argissolos vermelho-amarelos (12), neossolos litólicos (1) e nitossolos (1). Cada amostra foi composta por dez sub-amostras em uma área aproximada de um hectare. A profundidade de coleta foi de 0 a 20 cm. A extração dos elementos inorgânicos seguiu os procedimentos descritos no método EPA 3051[6]. As determinações das concentrações de Ba, Co, Cu, Cr, Mo, Ni, Ag, e Zn seguiram os procedimentos descritos no método 3120-B, de espectrometria ótica de emissão com plasma de argônio ICP/OES. As concentrações de antimônio, arsênio, cádmio, chumbo e selênio foram determinadas segundo o método 3113, de espectrometria de absorção atômica e forno de grafite. Para mercúrio utilizou-se o método 3112, de espectrometria de absorção atômica com geração de vapor frio, enquanto que para cianetos as análises foram realizadas por colorimetria com piridina/ácido barbitúrico (método 4500 – CN, itens B, C, E)[7]. Para a determinação de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos – PAH's utilizou-se o método EPA 8310 e para as demais substâncias orgânicas antrópicas o método EPA 8081B, descritos em SW846 – Test Methods for Evaluating Solid Waste[8]. Os parâmetros selecionados para análises físicas das amostras de solo foram: porcentagem de areia, silte e argila, utilizando-se de ensaio granulométrico realizado no Laboratório de Física de Solo do Instituto Agrônomo de Campinas - IAC[9].

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Foi realizada a comparação entre os Valores de Prevenção - VP e as concentrações encontradas para os elementos Sb, As, Ba, Cd, Pb, Co, Cu, Cr, Hg, Mo, Ni, Ag, Se, Zn e para as substâncias orgânicas detectadas nas amostras (Tabela 1).

Os solos avaliados, em geral, não apresentaram concentrações acima dos VPs, com exceção de três pontos, um para Co, Cu, Cr, Ni, antraceno e naftaleno, um para Co e Cu e outro para endrin e naftaleno.

Os resultados da análise granulométrica apresentam mediana da porcentagem de argila de 23,25%, o que significa que a maioria das amostras é de solo de textura média. Solos de textura média possibilitam a ocorrência de lixiviação de alguns elementos para as camadas mais profundas (20-40 cm; 40-60 cm). Assim, recomenda-se que em solos agrícolas com porcentagem de argila igual ou inferior a 35%, a camada de 20 a 40 cm seja também amostrada para a avaliação da qualidade desses solos e a prevenção de contaminação das águas subterrâneas.

**Tabela 1: Amplitude de variação das concentrações obtidas nas amostras de solos sob cultivo de cana em comparação com os Valores de Prevenção – VP**

Parâmetro	Unidade	Mínima-Máxima n=28	Nº amostras < LQ <sup>1</sup>	VP CETESB <sup>2</sup>	Nº amostras >VP
<b>Sb</b>	mg kg <sup>-1</sup>	<2,00 - 1,04	26	2	0
<b>As</b>	mg kg <sup>-1</sup>	<2,00 - 8,84	14	15	0
<b>Ba</b>	mg kg <sup>-1</sup>	3,5 - 125	0	150	0
<b>Cd</b>	mg kg <sup>-1</sup>	<0,10 - 0,17	26	1,3	0
<b>Pb</b>	mg kg <sup>-1</sup>	2,72 - 32,83	0	72	0
<b>Co</b>	mg kg <sup>-1</sup>	<2,00 – 39,6	15	25	2
<b>Cu</b>	mg kg <sup>-1</sup>	1,76 - 67,60	0	60	1
<b>Cr</b>	mg kg <sup>-1</sup>	2,7 - 121	0	75	1
<b>Hg</b>	mg kg <sup>-1</sup>	<0,10 - 0,31	27	0,5	0
<b>Mo</b>	mg kg <sup>-1</sup>	<2,00	28	30	0
<b>Ni</b>	mg kg <sup>-1</sup>	<2,00 - 40,4	6	30	1
<b>Ag</b>	mg kg <sup>-1</sup>	<1,0	28	2	0
<b>Se</b>	mg kg <sup>-1</sup>	<2,0 - 1,74	27	5	0
<b>Zn</b>	mg kg <sup>-1</sup>	3,57 - 82,5	0	300	0
<b>DDE</b>	µg kg <sup>-1</sup>	<2,20 - 6,3	27	21	0
<b>Hexacloro- benzeno</b>	µg kg	<0,50 – 1,0	27	3	0
<b>Endrin</b>	µg kg	<3,75 – 9,8	27	1	1
<b>Antraceno</b>	µg kg	<20,0 – 56,1	27	39	1
<b>Criseno</b>	µg kg	<20,0 – 21,7	27	8100	0
<b>Fenantreno</b>	µg kg	<20,0 - 373	24	3300	0
<b>Fluoranteno</b>	µg kg	<20,0 - 302	23	-	-
<b>Naftaleno</b>	µg kg	<30,0 - 346	24	120	2
<b>Pireno</b>	µg kg	<20,0 - 282	24	-	-

<sup>1</sup> LQ – limite de quantificação

<sup>2</sup> Valores Orientadores do Estado de São Paulo publicados pela CETESB em 2005[4]

Todos os resultados foram inferiores aos LQ para: Acenafteno, benzo(a)ntraceno, benzo(a)pireno, benzo(ghi)perileno, benzo(k)fluoranteno, dibenso(ah)antraceno, fluoreno, indeno 123cd)pireno, PCBs, aldrin, BHC (alfa, beta, delta e gama), dieldrin, endosulfan(I, II e sulfato), heptacloro, heptacloro epóxido, metoxiclor, DDD, DDT, toxapheno e clordano (cis e trans).

**CONCLUSÃO:** As concentrações dos elementos Sb, As, Ba, Cd, Pb, Co, Cu, Cr, Hg, Mo, Ni, Ag, Se, Zn e das substâncias orgânicas analisadas nas amostras dos solos das áreas selecionadas de cultivo de cana-de-açúcar estão, em sua maioria, abaixo dos Valores de Prevenção da CETESB, indicando que em geral não há comprometimento da qualidade do solo, com relação às substâncias avaliadas, de modo a colocar em risco suas funções primárias e os receptores ecológicos.

#### **REFERÊNCIAS:**

- [1]KABATA-PENDIAS,A., PENDIAS,H.(1984). *Trace elements in soils and plants*. Boca Raton:CRC Press, 315p.
- [2]ALLOWAY, B.J. (Ed.) (1990). *Heavy metals in soil*. Londres: Leicester Place, 339p.
- [3]CETESB. (2001) *Relatório de Estabelecimento de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo*. São Paulo : CETESB 101 p + apêndices
- [4] CETESB. (2005) Decisão de Diretoria nº 195-2005-E, de 23 de novembro de 2005. Dispõe sobre a aprovação dos Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo - 2005, em substituição aos Valores Orientadores de 2001, e dá outras providências. *Diário Oficial do Estado [de] São Paulo*, Poder Executivo, São Paulo, 3 dez. 2005. Seção 1, v. 115, n.227, p. 22-23. Retificação no DOE, 13 dez. 2005, v.115, n.233, p. 42.
- [5] CETESB. (2008) *Valores da condição da qualidade dos solos da bacia hidrográfica do Alto Tietê – UGRHI 6 e Região Metropolitana de São Paulo – RMSP*. São Paulo : CETESB, 70p.
- [6]U.S. Environmental Protection Agency (1994). Method 3051, Microwave Assisted Acid Digestion of Sediments, Sludges, Soils and Oil. Disponível em: <https://www.epa.gov/epaoswer/hazawaste/test/pdfs/3051.pdf>
- [7] APHA-AWWA-WEF. *Standard Methods for the examination of water and wastewater*. 20<sup>th</sup> ed. Washington (DC), 1998.
- [8]CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE,J.A.; VALADARES,J.M.A.S. , (1986) *Métodos de análise química e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas*. Campinas, IAC, 94p.