

XII-104 – INDICADORES AMBIENTAIS PARA VERIFICAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO DO LENÇOL FREÁTICO POR EFLUENTES DA INDÚSTRIA DA MANDIOCA

José Luiz Rocha Oliveira⁽¹⁾

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI).

Alan Henn

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI).

Álvaro José Back

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre em Irrigação e Drenagem pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI). Professor do Programa de Pós-Graduação da Universidade do Extremo Sul Catarinense (PPGCA/UNESC).

Endereço⁽¹⁾: Rod. Admar Gonzaga, 1347 – Itacorubi – Florianópolis – SC – CEP: 88.034-901 – Brasil – Tel: (48)3665-5156 – e-mail: joseoliveira@epagri.sc.gov.br

RESUMO

Atualmente, poucos são os estudos e pesquisas em torno do lançamento de efluentes da indústria da mandioca como possível poluidor do solo e do lençol freático. No entanto, pouco se sabe, dentro do contexto ambiental, se este fertilizante é ou não um potencial poluidor dos recursos naturais disponíveis para agricultura. O presente trabalho tem como objetivo avaliar indicadores ambientais para verificação de contaminação do lençol freático por efluentes da indústria da mandioca. O estudo foi realizado em um poço piezométrico instalado em uma área próxima a uma agroindústria processadora de mandioca, no município de Sombrio, localizado no sul de Santa Catarina. O poço piezométrico foi construído segundo as normas da ABNT. A coleta de amostras e sua periodicidade foi realizada da seguinte forma: - As coletas das amostras de águas subsuperficiais foram realizadas antes, durante e depois da safra anual da mandioca, normalmente, de maio a agosto; - Já as amostras de efluente bruto e de solo foram realizadas de acordo com a necessidade ao longo do período de estudo; - Antes de iniciar o período de aplicação do efluente/fertilizante, foram realizadas 03 (três) coletas quinzenais. As análises das águas subsuperficiais e dos efluentes consideram os seguintes indicadores: profundidade do lençol freático, temperatura, pH, condutividade elétrica, salinidade, turbidez, alcalinidade total, oxigênio consumido, cálcio, cianeto livre, cianeto total, cobre, fósforo, dureza total, ferro dissolvido, manganês, alumínio, zinco, cloretos, nitrogênio total, nitratos, potássio, sólidos sedimentáveis, sólidos dissolvidos e sólidos totais. Analisando os resultados obtidos com os dos parâmetros previstos para consumo humano da Resolução CONAMA nº 396/2008, com exceção do parâmetro alumínio, que teve 13 dos 15 resultados maiores que 0,2 mg/L, todos os outros constantes na Resolução (cianeto total, cloreto, cobre, ferro, manganês, nitrato e zinco) obtiveram em todas as coletas valores menores que os valores preconizados ou não detectados (nd) pelo procedimento analítico em laboratório. Os resultados encontrados para os parâmetros analisados servem como indicadores ambientais no que concerne a aplicação no solo dos efluentes oriundos do processamento da mandioca e o monitoramento mais detalhado contribui para a geração de informações ambientais para tal atividade. Os resultados apresentados não configuram poluição na água subterrânea causada pela aplicação do efluente no solo.

PALAVRAS-CHAVE: Poços Piezométricos, Água Subterrânea, Monitoramento.

INTRODUÇÃO

Atualmente, poucos são os estudos e pesquisas em torno do lançamento de efluentes da indústria da mandioca como possível poluidor do solo e do lençol freático. Alguns estudos nesta área investigam colunas de diferentes tipos de solos e seu comportamento quanto a aplicação de diferentes concentrações deste tipo de efluente como fertilizante agrícola.

No entanto, pouco se sabe, dentro do contexto ambiental, se este fertilizante é ou não um potencial poluidor dos recursos naturais disponíveis para agricultura. Além disso, a falta de informações nessa área vem comprometendo o licenciamento ambiental da atividade, o que acarreta em perdas econômicas e sociais para o setor produtivo.

Neste contexto, o presente estudo contribui com lacunas existentes e, principalmente, com o uso deste fertilizante visando uma atividade agrícola sustentável, gerando informações para preservação do meio ambiente por meio do monitoramento de indicadores ambientais.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar indicadores ambientais para verificação de contaminação do lençol freático por efluentes da indústria da mandioca.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em um poço piezométrico instalado em uma área próxima a uma agroindústria processadora de mandioca, no município de Sombrio, localizado no sul de Santa Catarina (Figura 1).



Figura 1: Localização do poço monitorado.

Para a escolha da área do estudo de caso foi necessário atender os seguintes itens: - Escolher uma área que não tenha recebido efluente de origem agrícola nos últimos seis meses; - O perfil litológico no local escolhido deverá apresentar, preferencialmente, solo arenoso; - O relevo da área de monitoramento, deverá ser plano, com tolerância máxima de 2% de declividade; e - A bordadura da área circular (com poço piezométrico central), onde será realizado o monitoramento, deverá ser obrigatoriamente, distante 50 metros de fontes ou poços de água utilizada para consumo humano.

Para a aplicação do efluente, com fins de fertilização do solo, levou-se em consideração: - respeitar a limitação da dose máxima de 400 m³/ha/ano de água vegetal (manipueira mais a água da lavagem da massa) a ser aplicada como fertilizante; - O sistema de distribuição do efluente como fertilizante deverá ser homogêneo dentro de uma área circular com diâmetro de 60 metros cujo centro será o poço piezométrico instalado; e - Utilização de "canhão aspersor de reversão lenta" como sistema de irrigação e/ou aplicação do efluente (fertilizante) sobre o solo, visando uma distribuição homogênea do líquido sobre a área de monitoramento.

O poço piezométrico foi construído segundo as normas da ABNT. A coleta de amostras e sua periodicidade foi realizada da seguinte forma: - As coletas das amostras de águas subsuperficiais foram realizadas antes, durante e depois da safra anual da mandioca, normalmente, de maio a agosto; - Já as amostras de efluente bruto e de solo foram realizadas de acordo com a necessidade ao longo do período de estudo; - Antes de iniciar o período de aplicação do efluente/fertilizante, foram realizadas 03 (três) coletas quinzenais.

Todas as análises físico-químicas das amostras de águas subsuperficiais e dos efluentes foram realizadas conforme o “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”.

As análises das águas subsuperficiais e dos efluentes consideram os seguintes indicadores: profundidade do lençol freático, temperatura, pH, condutividade elétrica, salinidade, turbidez, alcalinidade total, oxigênio consumido, cálcio, cianeto livre, cianeto total, cobre, fósforo, dureza total, ferro dissolvido, manganês, alumínio, zinco, cloretos, nitrogênio total, nitratos, potássio, sólidos sedimentáveis, sólidos dissolvidos e sólidos totais. Todos esses parâmetros servirão para análises e avaliações a fim de responder o objetivo do estudo.

Foram realizadas duas coletas como caracterização do efluente bruto para a verificação do potencial de tratamento no solo. O efluente foi aplicado na área do poço em junho de 2012 e julho de 2013, correspondendo a um volume da ordem de 200 m³ em cada um dos meses de aplicação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Poço Piezométrico

A Tabela 1 apresenta os resultados das coletas e os valores máximos permitidos (VMP) para consumo humano segundo a Resolução CONAMA nº 396/2008.

Tabela 1: Resultados do monitoramento do poço piezométrico

| Data | Alcalinidade total | Alumínio | Cálcio | Cloreto | Cobre | Condutividade elétrica | DQO | Dureza | Ferro solúvel | Fósforo total | Manganês solúvel | Nitrato |
|------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------------------------|
| # | mg.L ⁻¹ CaCO ₃ | mg.L ⁻¹ | mg.L ⁻¹ | mg.L ⁻¹ | mg.L ⁻¹ | µS.cm ⁻¹ | mg.L ⁻¹ | mg.L ⁻¹ | mg.L ⁻¹ | mg.L ⁻¹ | mg.L ⁻¹ | mg.L ⁻¹ N-NO ₃ |
| VMP* | | 0,2 | | 250 | 2 | | | | 0,3 | | 0,1 | 10 |
| 14/05/2012 | 6,99 | 0,19 | nd | 9,20 | nd | 79,1 | 18,8 | 20,4 | nd | 0,050 | 0,050 | 0,35 |
| 23/05/2012 | 4,66 | 0,27 | 2,0 | 11,34 | nd | 64,9 | 6,5 | 20,4 | nd | 0,045 | nd | 0,35 |
| 14/06/2012 | 4,66 | 0,44 | 1,0 | 7,80 | nd | 66,5 | 8,3 | 18,4 | nd | nd | nd | 4,50 |
| 21/06/2012 | 9,32 | 0,41 | nd | 9,93 | nd | 66,3 | 3,7 | 14,3 | nd | 0,045 | 0,070 | 4,10 |
| 03/07/2012 | 4,66 | 0,34 | 2,0 | 9,93 | nd | 57,4 | 15,9 | 20,4 | nd | 0,045 | 0,090 | 3,17 |
| 01/08/2012 | 4,66 | 0,55 | 1,0 | 10,64 | nd | 65,0 | 2,4 | 10,2 | nd | 0,007 | 0,008 | 1,96 |
| 03/09/2012 | 6,99 | 0,52 | nd | 9,22 | nd | 60,3 | 2,8 | 10,2 | nd | 0,016 | 0,008 | 2,30 |
| 09/10/2012 | 4,66 | 0,53 | 2,0 | 11,34 | nd | 60,9 | 8,7 | 12,0 | nd | 0,007 | nd | 2,53 |
| 04/12/2012 | nd | 0,30 | nd | 10,64 | nd | 53,8 | 14,6 | 16,0 | 0,009 | 0,016 | nd | 0,05 |
| 06/02/2013 | 4,66 | 0,52 | 1,0 | 10,64 | nd | 69,7 | 22,3 | 12,0 | nd | 0,007 | nd | 2,65 |
| 09/04/2013 | 2,33 | 0,42 | 1,0 | 12,76 | nd | 63,0 | 1,5 | 12,0 | 0,05 | 0,007 | nd | 1,15 |
| 30/07/2013 | 4,66 | 0,43 | 1,0 | 12,76 | nd | 56,1 | nd | 12,0 | 0,06 | 0,016 | nd | 1,15 |
| 18/09/2013 | 2,33 | 0,59 | 1,0 | 14,18 | nd | 62,1 | 10,6 | 12,0 | 0,04 | 0,016 | nd | 0,73 |
| 18/02/2014 | 6,99 | 0,52 | 1,0 | 14,18 | nd | 66,3 | 20,0 | 10,8 | 0,04 | 0,007 | 0,05 | 1,05 |
| 07/04/2014 | 25,63 | 0,10 | 2,0 | 9,22 | nd | 96,0 | 44,0 | 32,4 | 0,3 | 0,026 | nd | 0,26 |
| Data | Nitrogênio total | Potássio | pH | Sólidos Dissolvidos | Sólidos totais | Sólidos sedimentáveis | Turbidez | Zinco | Salinidade | Temperatura | Cianeto livre | Cianeto total |
| # | mg.L ⁻¹ | mg.L ⁻¹ | # | mg.L ⁻¹ | mg.L ⁻¹ | mL.L ⁻¹ | NTU | mg.L ⁻¹ | ppt | °C | µg.L ⁻¹ | µg.L ⁻¹ |
| VMP* | | | | 1000 | | | | 5 | | | | 70 |
| 14/05/2012 | 4,38 | 2 | 5,77 | 76 | 523 | <0,1 | 299 | nd | nd | 22,5 | 8,22 | 28,76 |
| 23/05/2012 | nd | 2 | 5,46 | 52 | 78 | <0,1 | 12 | nd | nd | 22,1 | 30,28 | 30,28 |
| 14/06/2012 | 10,83 | 2 | 4,87 | 57 | 63 | <0,1 | 1 | nd | nd | 22,5 | 15,07 | 21,91 |
| 21/06/2012 | nd | 2 | 4,47 | 60 | 64 | <0,1 | 10 | nd | nd | 21,5 | 16,59 | 18,87 |
| 03/07/2012 | 6,02 | 2 | 4,63 | 85 | 91 | <0,1 | 4 | nd | nd | 21,1 | 12,78 | 18,11 |
| 01/08/2012 | 4,81 | 2 | 4,58 | 63 | 65 | <0,1 | 1 | nd | nd | 20,8 | 8,98 | 15,83 |
| 03/09/2012 | 1,20 | 2 | 4,22 | 47 | 68 | 0,1 | 1 | nd | nd | 20,0 | 12,02 | 12,02 |
| 09/10/2012 | 1,20 | 1 | 4,54 | 58 | 66 | <0,1 | 5 | nd | nd | 21,0 | 5,93 | 8,98 |
| 04/12/2012 | 1,16 | 2 | 4,41 | 41 | 194 | 1,1 | 60 | nd | nd | 22,3 | 10,50 | 12,02 |
| 06/02/2013 | 3,48 | 2 | 4,44 | 54 | 70 | <0,1 | 8 | nd | nd | 23,8 | 0,61 | 2,13 |
| 09/04/2013 | 2,32 | 2 | 4,74 | 82 | 97 | <0,1 | 5 | nd | nd | 23,4 | 3,65 | 5,17 |
| 30/07/2013 | 1,18 | 2 | 4,34 | 60 | 69 | <0,1 | 6 | nd | nd | 22,1 | 10,50 | 13,54 |
| 18/09/2013 | 8,24 | 2 | 3,67 | 87 | 89 | <0,1 | 6 | nd | nd | 18,8 | 4,41 | 7,46 |
| 18/02/2014 | 1,16 | 2 | 4,59 | 79 | 91 | <0,1 | 15 | nd | nd | 22,4 | 2,89 | 5,17 |
| 07/04/2014 | 2,33 | 4 | 5,13 | 483 | 549 | <0,1 | 157 | nd | nd | 22,9 | 2,13 | 2,89 |

*Valor Máximo Permitido (VMP) para consumo humano – Resolução CONAMA nº 396/2008

Analisando os resultados obtidos com os dos parâmetros previstos para consumo humano da Resolução CONAMA nº 396/2008, com exceção do parâmetro alumínio, que teve 13 dos 15 resultados maiores que 0,2 mg/L, todos os outros constantes na Resolução (cianeto total, cloreto, cobre, ferro, manganês, nitrato e zinco) obtiveram em todas as coletas valores menores que os valores preconizados ou não detectados (nd) pelo procedimento analítico em laboratório.

A profundidade média do lençol freático foi de 3,7±0,32 m. Essa camada de solo pode ter favorecido a degradação do efluente. Mesmo após as aplicações de efluente, o comportamento da qualidade da água não apresentou variação que possa ser associada a contaminação pelo efluente, pois não é observada uma tendência ao longo do período, já que os valores variam de coleta para coleta, sem seguir um comportamento padrão.

Efluente Bruto

Tabela 2: Caracterização do efluente bruto

| Data | DBO | DQO | Fósforo total | Nitrogênio total | Potássio | pH | Sólidos Dissolvidos | Sólidos totais | Sólidos sedimentáveis | Temperatura | Cianeto livre | Cianeto total |
|------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------|---------------------|--------------------|-----------------------|-------------|--------------------|--------------------|
| # | mg.L ⁻¹ | mg.L ⁻¹ | mg.L ⁻¹ | mg.L ⁻¹ | mg.L ⁻¹ | # | mg.L ⁻¹ | mg.L ⁻¹ | mL.L ⁻¹ | °C | µg.L ⁻¹ | µg.L ⁻¹ |
| 01/08/2012 | 4000 | 12985,1 | 63,94 | 233,48 | 450 | 4,47 | 4721 | 9153 | 100 | 23,0 | 13056 | 13665 |
| 30/07/2013 | * | 4934 | 54,68 | 155,46 | 260 | 4 | 2608 | 4357 | 54 | 20,6 | 11780 | 11930 |

*Aparelho de BDO apresentou defeito

Comparando os valores de concentrações dos parâmetros do efluente bruto (e admitindo que sua característica não varie significativamente ao longo do tempo, já que a matéria prima e a água utilizada no processo não se alteram) com os das amostras da água do poço piezométrico, é possível notar que a aplicação do efluente não

alterou a qualidade da água subterrânea. Os valores do efluente bruto são muito superiores aos da água subterrânea.

CONCLUSÕES

Os resultados encontrados para os parâmetros analisados servem como indicadores ambientais no que concerne a aplicação no solo dos efluentes oriundos do processamento da mandioca e o monitoramento mais detalhado contribui para a geração de informações ambientais para tal atividade. Embora os resultados apresentados não configurem poluição na água subterrânea causada pela aplicação do efluente no solo, ainda assim, recomenda-se a continuidade do monitoramento para confirmar os resultados preliminares apresentados e propor novos estudos na área.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo financiamento da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA – American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20 ed. Washington: APHA-AWWA-WEF. 1998.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15492: 2007; NBR 15495-1: 2007 Versão Corrigida: 2009; NBR 15495-2: 2008 e NBR 13895: 1997
3. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 396 de 03 de abril de 2008.