



## IV-076 - CORRELAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA E VARIÁVEIS INTERVENIENTE NA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA EM ATERRO SANITÁRIO

**Aldecy de Almeida Santos<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Sanitarista-Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso. Mestre em Física e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Mato Grosso. Doutorando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco.

**Welitom Ttatom Pereira da Silva<sup>(2)</sup>**

Engenheiro Sanitarista-Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso. Mestre em Ciências Florestais e Ambientais pela Universidade Federal de Mato Grosso. Doutorando da Universidade de Brasília.

**Shozo Shiraiwa<sup>(3)</sup>**

Licenciatura em Física pela Universidade de São Paulo. Mestre e Doutor em geofísica pela Universidade de São Paulo. Professor Associado na Universidade Federal de Mato Grosso.

**Ana Rubia de Carvalho Bonilha Silva<sup>(4)</sup>**

Engenheira Sanitarista-Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso. Mestranda em Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Mato Grosso.

**Nara Luisa Reis de Andrade<sup>(5)</sup>**

Engenheira Sanitarista-Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso. Mestre em Física Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso..

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Itatiaia, nº. 230 - Planalto - Cuiabá - Mato Grosso - CEP 78 058-799 - Brasil - Tel: +55  
Telefone: (65) 3653-4686 - e-mail: [aldecy\\_allmeida@yahoo.com.br](mailto:aldecy_allmeida@yahoo.com.br)

### RESUMO

A disposição e/ou operação inadequada de resíduos sólidos em aterros sanitários geram vários problemas ambientais, incluindo riscos de contaminação das águas superficiais e subterrâneas devido ao lixiviado produzido na decomposição dos resíduos, fato este, que pode acarretar sérias consequências ao meio ambiente e à saúde pública. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo correlacionar às análises da matéria orgânica (DQO e DBO<sub>5</sub>) com as variáveis de cor, turbidez, índice pluviométrico, coliformes totais e nível de lençol freático dos poços de monitoramentos na área do aterro sanitário. As amostras foram coletadas e conservadas em temperatura de 4°C e as análises realizadas nos laboratórios do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental e no Departamento de Química da Universidade Federal de Mato Grosso, no período de julho e setembro de 2007. As análises físico-químicas e exames bacteriológicos foram baseados nas recomendações do *Standard Methods for the Examinations of Water and Wastewater APHA-AWWA-WPCF (2000) 19ª edição*, e os resultados comparados com valores máximos preconizados pelos padrões estabelecidos pela Portaria nº. 518/04 do Ministério da Saúde. Os resultados obtidos no presente estudo sugerem que a matéria orgânica (DQO e DBO<sub>5</sub>) é inversamente proporcional ao índice pluviométrico, indicando que ao aumentar a precipitação, tende a diminuir a carga orgânica devido à infiltração e a diluição da água no lençol freático.

**PALAVRAS-CHAVE:** lixiviado, impermeabilização basal, água subterrânea, poços de monitoramento

### INTRODUÇÃO

A crescente problemática da produção de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) nas grandes cidades envolve vários aspectos, um deles é a disposição e/ou operação inadequada de resíduos sólidos em aterros sanitários, que estão gerando vários problemas ambientais, incluindo riscos de contaminação das águas superficiais e subterrâneas devido ao lixiviado produzido na decomposição dos resíduos, fato este, que pode acarretar sérias consequências ao meio ambiente e à saúde pública.

A técnica de aterros sanitários para disposição de resíduos sólidos é a mais difundida e aceita em todo mundo. Enquanto novas tecnologias de destino final não surgirem como alternativa viável, esta tecnologia é um constituinte essencial de qualquer sistema de manejo de resíduos sólidos.

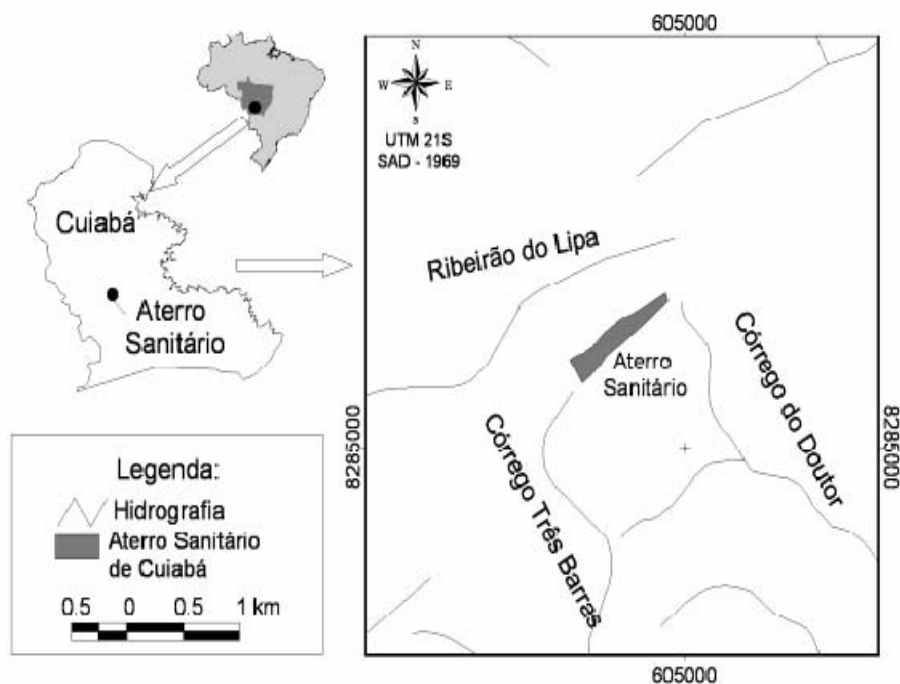
Um dos grandes problemas encontrados nos aterros sanitários está relacionado à impermeabilização da base destas instalações, ou seja, a possibilidade de ocorrência de contaminação das águas subterrâneas, além do comprometimento de aquíferos e reservas importantes de águas e do solo, devido à infiltração dos líquidos percolados.

A contaminação das águas subterrâneas pode ser evitada através de uma adequada impermeabilização do solo, utilizando-se geomembranas sintéticas e solos de baixa permeabilidade, além do controle tecnológico em campo.

Atualmente, visando à elaboração de ferramenta de rápida resposta, baixo custo e resultado confiável a correlação vem auxiliando na construção de modelos matemáticos confiáveis no monitoramento ambiental. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi correlacionar às análises da matéria orgânica (DQO e  $\text{DBO}_5$ ) com as variáveis de cor, turbidez, índice pluviométrico, coliformes totais e nível de lençol freático dos poços de monitoramentos na área do aterro sanitário de Cuiabá.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O aterro sanitário em estudo localiza-se no município Cuiabá, com uma área de aproximadamente 15,16 ha. Localiza-se a nordeste da área urbana, ao lado do Garimpo do Mineiro. A distância de aproximadamente 17 km do centro da cidade, e cerca de 7 km do bairro mais próximo (Jardim Paraíso II). A Figura 1 apresenta um fluxograma de localização da Central de Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos de Cuiabá, bem como corpos d'água circunvizinhos.



**Figura 1: Localização da Central de Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos de Cuiabá.**

No período de estudo, que compreendeu os meses de outubro de 2006 a outubro de 2007, foram analisados 4 (quatro) poços de monitoramento distribuídos estrategicamente pela área do aterro. Para tanto, o procedimento de amostragem foi realizado de acordo com a NBR 13.895/97.

Na Figura 2 encontra-se apresentada a realização de coleta de água subterrânea.



**Figura 2 – Realização de coleta de água subterrânea.**

As análises físico-químicas e exames bacteriológicos realizados foram de cor, Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5</sub>), turbidez e coliformes totais (CT). As amostras foram coletadas com frascos de um litro para análises físico-químicas, enquanto para as análises bacteriológicas foram utilizados frascos de 250mL esterilizados. Também foi monitorado o Índice Pluviométrico (IP) e o Nível do Lençol Freático (NLF).

Buscou-se preservar as amostras conservando-as em temperatura de 4°C até a fase de análises em laboratório, realizadas no Departamento de Engenharia Sanitária e Departamento de Química da Universidade Federal de Mato Grosso no período de março de 2006 a outubro de 2007.

As análises bacteriológicas e físico-químicas das águas subterrâneas foram baseadas nas recomendações do *Standard Methods for the Examinations of Water and Wastewater APHA-AWWA-WPCF (1995) 19ª edição*, e os resultados comparados com valores máximos preconizados pela Portaria nº. 518/04 do Ministério da Saúde.

De posse dos resultados de qualidade da água subterrânea iniciou-se as atividades de tabulação de dados, análise de correlação e discussão. Como ferramentas a realização das análises estatísticas foram utilizando *Microsoft Excel* e o *Software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)*.

A análise de correlação de *Pearson*, comumente utilizada com o objetivo de busca de associações entre variáveis, é um indicador de relação linear entre duas variáveis intervalares. Segundo Martins (2002), este coeficiente se trata de uma medida de relação que independe das unidades de medida, normalmente representado por  $r$  assume apenas valores entre -1 e 1, sendo que:

- $r = 1,00$ : indica uma correlação perfeita positiva entre as duas variáveis;
- $r \geq 0,70$ : indica uma forte correlação imperfeita e positiva;
- $r = 0,00$ : indica que as duas variáveis não dependem linearmente uma da outra;
- $r \leq -0,70$ : indica uma forte correlação imperfeita e negativa;
- $r = -1,00$ : indica uma correlação perfeita negativa entre as duas variáveis.

O coeficiente de correlação de *Pearson* calcula-se segundo a seguinte fórmula:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}, \quad \bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i, \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n y_i$$

Onde:  $x_1, x_2, \dots, x_n$  e  $y_1, y_2, \dots, y_n$  são os valores medidos de ambas as variáveis  $x$  e  $y$ .

**RESULTADOS**

Os resultados da análise de correlação estão apresentados nas Tabelas 1, 2, 3 e 4, para os poços 1, 2, 3 e 4 respectivamente.

**Tabela 1: Resultado de correlação no poço P1.**

Variáveis	DQO	DBO <sub>5</sub>	Cor	Turbidez	C.T	IP	NLF
DQO	1	0,864**	0,726**	0,704**	0,793**	-0,574*	0,078
DBO <sub>5</sub>	0,864**	1	0,898**	0,839**	0,894**	-0,542	-0,063
Cor	0,726**	0,898**	1	0,958**	0,795**	-0,659**	-0,326
Turbidez	0,704**	0,839**	0,958**	1	0,655*	-0,685**	-0,187
C.T.	0,793**	0,894**	0,795**	0,655*	1	-0,448	-0,274
IP	-0,574*	-0,542	-0,659*	-0,685**	-0,448	1	0,904
NLF	0,078	-0,063	-0,326	-0,187	-0,274	0,904	1

\* Nível de significância 0,05; \*\* Nível de significância 0,01

**Tabela 2: Resultado de correlação no poço P2**

Variáveis	DQO	DBO <sub>5</sub>	Cor	Turbidez	C.T	IP	NLF
DQO	1	0,949**	0,979**	0,961**	-0,329	-0,800**	0,917**
DBO <sub>5</sub>	0,949**	1	0,957**	0,977**	-0,333	-0,675*	0,858**
Cor	0,979**	0,957**	1	0,935**	-0,336	-0,750**	0,881**
Turbidez	0,961**	0,977**	0,935**	1	-0,291	-0,717**	0,895**
C.T	-0,329	-0,333	-0,336	-0,291	1	0,554*	-0,444
IP	-0,800**	-0,675*	-0,750**	-0,717**	0,554*	1	-0,909 **
NLF	0,917**	0,858**	0,881**	0,895**	-0,444	-0,909 **	1

\* Nível de significância 0,05; \*\*Nível de significância 0,01

**Tabela 3: Resultado de correlação no poço P3.**

Variáveis	DQO	DBO <sub>5</sub>	Cor	Turbidez	C.T	IP	NLF
DQO	1	0,919**	0,900**	0,374	-0,328	-0,901**	0,889**
DBO <sub>5</sub>	0,919**	1	0,770**	0,155	-0,423	-0,822**	0,875**
Cor	0,900**	0,770**	1	0,499	-0,122	-0,925**	0,810**
Turbidez	0,374	0,155	0,499	1	0,710*	-0,441	0,282
C.T	-0,328	-0,423	-0,122	0,710*	1	0,190	-0,460
IP	-0,901**	-0,822**	-0,925**	-0,441	0,190	1	-0,914**
NLF	0,889**	0,875**	0,810**	0,282	-0,460	-0,914**	1

\* Nível de significância 0,05; \*\* Nível de significância 0,01

**Tabela 4: Resultado de correlação no poço P4.**

Variáveis	DQO	DBO <sub>5</sub>	Cor	Turbidez	C. T	IP	NLF
DQO	1	0,935**	0,885**	0,824**	-0,510	-0,935**	0,893**
DBO <sub>5</sub>	0,935**	1	0,860**	0,858**	-0,410	-0,863**	0,859**
Cor	0,880**	0,860**	1	0,745**	-0,611	-0,880**	0,853**
Turbidez	0,824**	0,858**	0,745**	1	-0,328	-0,763**	0,907**
C. T	-0,510	-0,410	-0,611	-0,328	1	0,532	-0,475
IP	-0,935**	-0,863**	-0,88**	-0,763**	0,532	1	-0,913**
NLF	0,893**	0,859**	0,853**	0,907**	-0,475	-0,913**	1

\* Nível de significância 0,05; \*\* Nível de significância 0,01



A matéria orgânica (DQO e  $\text{DBO}_5$ ) e as variáveis físicas (cor e turbidez), obtidos dos poços de monitoramento P1, P2 e P4, apresentaram em sua maioria fortes correlações, com exceção do poço P3, conforme podemos observar nas Tabelas 1 a 4.

A forte correlação entre as variáveis de cor e turbidez com a DQO indica que o poço possui grande quantidade de material não degradável biologicamente e quando a correlação é maior com a  $\text{DBO}_5$ , há maior quantidade de material biodegradável no poço.

A correlação entre DQO e  $\text{DBO}_5$  com os coliformes totais foi fraca. O único poço, onde a correlação foi forte (P1, também foi positiva, como era de se esperar dado que onde há fortes demandas bioquímicas de oxigênio deve haver presença de coliformes).

Por outro lado, os valores negativos para as correlações estatísticas entre as  $\text{DBO}_5$  e DQO e o índice pluviométrico indicam que quando há aumento de precipitação há diminuição da concentração de matéria orgânica devido a sua infiltração e diluição pela água do aquífero freático.

Na Tabela 1, a correlação entre matéria orgânica e o nível do aquífero freático não apresentou dados consistentes, devido ao pequeno tamanho da amostra neste poço.

Na Tabela P3, encontrou-se uma fraca correlação entre matéria orgânica e as variáveis turbidez e coliformes totais, este fato se deve a estabilização dos resíduos da Célula 1 desativada.

## CONCLUSÕES

Observou-se no estudo que a matéria orgânica (DQO e  $\text{DBO}_5$ ) é inversamente proporcional ao índice pluviométrico, indicando que ao aumentar a precipitação, tende a diminuir a carga orgânica devido à infiltração e a diluição da água no lençol freático.

Os poços monitorados apresentaram resultados de matéria orgânica (DQO e  $\text{DBO}_5$ ) elevados em todos os poços de monitoramento indicando possível contaminação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13.895. Construção de poços de monitoramento e amostragem, Rio de Janeiro 1997.
2. APHA, AWWA, WPCFC. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Eds. L.S. CLERCERI, A.E. GREENBERG, R.R. TRUSSEL, 19th edition, Washington, USA, Ed. APHA. (1995).
3. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria MS n.º 518/2004 / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação - Geral de Vigilância em Saúde Ambiental – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005. 28p.
4. MARTINS, G.A. Estatística geral e aplicada. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.