

CENTRO DE ESTATÍSTICA APLICADA – CEA – USP
RELATÓRIO DE CONSULTA

TÍTULO DO PROJETO: “Avaliação da eficiência de um “wetland” no controle da poluição dos solos e das águas por metais pesados – o caso do Plumbum no Estado da Bahia”

PESQUISADOR: José Ângelo Sebastião Araujo dos Anjos

ORIENTADOR: Professor Doutor Luis Enrique Sánchez

INSTITUIÇÃO: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

FINALIDADE DO PROJETO: Doutorado

PARTICIPANTES DA ENTREVISTA: José Ângelo Sebastião Araujo dos Anjos
Luis Enrique Sánchez
Rinaldo Artes
Antonio Carlos Pedroso de Lima
Alexandre Ribeiro Leichsenring

DATA: 10/10/2000

FINALIDADE DA CONSULTA: Sugestões para armazenamento em banco de dados e análise de dados

RELATÓRIO ELABORADO POR: Alexandre Ribeiro Leichsenring

1. INTRODUÇÃO

O estudo em questão se apresenta como continuidade do projeto “Estratégias para Remediação de um Sítio Contaminado por Metais Pesados: o Caso da Plumbum Mineração e Metalurgia Ltda.”. Esse projeto teve por objetivo caracterizar, avaliar e propor uma técnica de remediação para o sítio, isto é uma técnica de descontaminação do local - no caso, os “wetlands”. No sítio mencionado, localizado no Recôncavo Baiano, foram efetuados depósitos de resíduos industriais pela referida empresa de mineração. A acumulação dos resíduos forma hoje um barramento, e a água proveniente de precipitações percola a superfície dessa barragem, carregando consigo metais pesados e insurgindo numa zona alagadiça existente à jusante do barramento da escória, onde parte dos metais fica retida.

O presente estudo visa avaliar a distribuição e o comportamento dos metais pesados nas águas e solos superficiais dessa zona alagadiça, ponderando-se a correlação existente entre o pH da chuva e a concentração dos metais nessas águas e solos.

2. DESCRIÇÃO DO ESTUDO E DAS VARIÁVEIS

No intuito de se medir a concentração dos metais e os parâmetros de qualidade da água que serão enumerados adiante, as amostras serão retiradas de dois pontos da área alagadiça: o primeiro, no ponto de insurgência da água após atravessar o barramento; o outro, após atravessar a zona alagadiça, no ponto em que a água é recolhida pelo sistema de escoamento, que a leva para o estuário local. Ainda está em discussão, entretanto, a possibilidade de se realizar a coleta num terceiro ponto, intermediário entre o local de insurgência e de vazão.

A coleta de dados será realizada num período de doze meses, durante o qual serão coletadas semanalmente, amostras nos dois (ou três) pontos escolhidos.

A caracterização das águas superficiais se dará através da mensuração das seguintes variáveis:

- Potencial hidrogeniônico (pH) – sem unidade ;

- Potencial de óxido-redução (Eh) – mV ;
- Condutividade – mhos/cm;
- Salinidade - %;
- Oxigênio dissolvido (OD) – mg/L;
- Temperatura – ° C.

As medições dessas variáveis serão efetuadas com auxílio de um medidor portátil de qualidade de água. Também será medido o pH da chuva.

Já a mensuração da concentração dos metais será efetuada por meio da análise química laboratorial das amostras de solo. Os metais de interesse para a análise são listados a seguir.

- Chumbo – mg/L;
- Cádmio – mg/L;
- Zinco – mg/L;
- Ferro – mg/L;
- Manganês – mg/L.

Com essas quantidades mensuradas, que caracterizam o nível de contaminação da água, o interesse é determinar qual relação existe entre essas quantidades e o pH da água da chuva.

3. SUGESTÕES DO CEA

3.1. Banco de dados

O CEA sugeriu ao pesquisador que armazenasse seus dados, conforme mostrado na Tabela 3.1, isto é, reservando as colunas às variáveis, fazendo com que cada linha corresponda a uma unidade observacional, ou seja, às medidas observadas em uma determinada semana. Esse método pode ser facilmente implementado utilizando-se programas como Excel ou Access e é bastante adequado ao formato exigido pelos pacotes de análise estatística para leitura dos dados.

Tabela 3.1 – Exemplo de organização do banco de dados

Semana	pH	Eh (mV)	Salinidade (%)	Temperatura (° C)	Chumbo (mg/L)	Cádmio (mg/L)	Ferro (mg/L)	Manganês (mg/L)	...
1	5,0	X	A	23,2	5,0	2,3	23,0	5,4	...
2	3,9	Y	B	65,9	4,6	3,1	16,1	2,1	...
3	4,2	Z	C	16,7	3,6	3,5	20,2	3,1	...
...

3.2. Análise de dados

Por se tratarem de dados coletados periodicamente, a análise mais recomendada, é a que considera os dados como uma série temporal.

O ajuste de um modelo de séries temporais para os dados deve levar em conta a presença, neste estudo, de variáveis que sofrem efeitos sazonais, característico de variáveis ambientais.

Além disso, no caso particular de se avaliar a correlação do pH da chuva com o nível de metais pesados no solo, existe um fator de complexidade causado pelo fato de que uma possível interferência do pH no teor de metais pode não ser observado instantaneamente, mas num determinado intervalo de tempo.

Entretanto, a constatação de uma correlação qualquer entre as variáveis, não garante a existência de uma relação de causa e efeito entre elas. Em outras palavras, o fato de observar-se que altos valores de pH estão relacionados com altos teores de metais não implica que o segundo seja consequência do primeiro, ou vice-versa. Sugere-se então, realizar uma análise de causalidade entre essas variáveis (Morettin e Tolo, 1989).

A análise de causalidade consiste em avaliar se a previsão de uma variável aleatória Y é mais precisa quando usamos informações sobre uma outra variável (“preditora”) X. Dizemos que X causa Y se a previsão de Y é mais precisa quando usamos as informações sobre X, do que quando tais informações não são utilizadas.

Para elucidar a associação entre X e Y poderíamos usar como ferramenta a função de correlação cruzada (Morettin e Tolo, 1989). Com essa função, investiga-se a

correlação existente entre os valores de X e os valores de Y, estes últimos observados num determinado intervalo de tempo depois de obtidas as observações de X. Neste estudo, especificamente, poderíamos investigar a correlação entre o pH da chuva numa semana e a quantidade de metais pesados k semanas depois. Calcula-se o valor dessa função para todos os intervalos de tempo, e verifica-se para qual k essa correlação é maior.

Porém, inferências baseadas em correlações cruzadas podem conduzir a resultados distorcidos, se não consideramos as sazonalidades e tendências próprias a cada uma dessas variáveis. Assim, deve-se ajustar modelos de séries temporais a X e Y (Morettin e Toloi, 1987), e então conduzir um estudo de correlações cruzadas entre os resíduos desses modelos (Haugh, 1976).

Os modelos de análise aqui sugeridos apresentam uma certa complexidade e recomenda-se que o projeto seja encaminhado para análise no CEA.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MORETTIN, P.A. & TOLOI, C.M.C. (1989). **Modelos de Funções de Transferência**. 3ª Escola de Séries Temporais e Econometria. São Paulo: ABE/SBE. 166p.

MORETTIN, P.A. & TOLOI, C.M.C. (1987). **Previsão de Séries Temporais**. 2.ed. São Paulo: Atual Editora. 439 p.

HAUGH, L. (1976). Checking the Independence of Two Covariance Stationary Time Series: A Univariate residual Cross-correlation Approach. **Journal of the American Statistical Association**, 71, 378-385.