

Mapeamento de contaminação de resíduos industriais pelo método eletromagnético indutivo.

Luiz Fernando Jorge da Cunha ¹
Shozo Shiraiwa. ².

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso- UNEMAT
Av. São João 252 - Caixa Postal
78.200.000 – Cáceres, MT, Brasil
engeda@terra.com.br

² Universidade Federal de Mato Grosso-UFMT
ICET/UFMT, Av. Fernando Corrêa S/N
78.060.900- Cuiabá, MT, Brasil
shozo@cpd.ufmt.br

Resumo: Este artigo apresenta o trabalho de pesquisa realizado na cidade de Várzea Grande para avaliação de possíveis danos que possam estar ocorrendo ao ambiente, resultantes da não utilização de técnicas adequadas para o depósito de resíduos industriais.

Palavras-chave: Hidrogeologia , contaminação, curtume.

Abstract: This article presents the work of research carried through in the Várzea Grande city for evaluation of possible damages that can be occurring to the environment, resultants of not the use of techniques adjusted for the deposit of industrial.

Key Words: Hidrogeology, contamination, tannery.

1. Introdução

O Brasil é um dos cinco maiores produtores de peles bovinas do mundo com a posição de liderança entre os países da América Latina, com 4,5 % da produção mundial, contudo não consegue ter a mesma performance quando diz respeito a produção de couros acabados.

Segundo a revista Courobusiness de julho/2000, o Brasil já a época exportava 15 milhões de couros/ano, dos quais 2/3 em média, em couros no estágio Wet-blue, de baixa agregação de valor. Ainda segundo a mesma revista 80% da poluição gerada na indústria do couro ocorre na fase de industrialização *Wet-Blue*, com o Brasil exportando matéria prima limpa e desvalorizada e ficando com o ônus da poluição.

Com o maior rebanho bovino do país, estimado em mais de 20 milhões de cabeças, Mato Grosso vem aumentando gradativamente a sua participação na atividade industrial do processo de curtimento de peles. Contudo apesar desse aumento receber até o incentivo do Governo Estadual com o estabelecimento de uma cadeia produtiva do couro, a disposição dos resíduos proveniente desta atividade no solo vem sendo realizada de maneira sem parâmetros de controle considerando as especificidades locais. As novas e modernas indústrias de processamento tem seguido normas gerais mas pouco se avançou na adequação local.

“Os parâmetros de poluição da industria de couros acabados tipo vaqueta, por tonelada de peles processadas são: 75 a 90 kg de demanda bioquímica de oxigênio (DBO); 200 a 260 kg de demanda química de oxigênio (DQO); 140 kg de sólidos em suspensão; 12,6 kg de nitrogênio total; 9,0 kg de Sulfetos; 5,0 kg de cromo total e 55 m³ de águas residuárias”(Koetz et al.(1994).

Segundo Elis (2003), a contaminação das águas subterrâneas esta relacionada a forma de disposição dos resíduos e efluentes e a falta de um planejamento sobre a seleção de área adequada, levando-se em consideração essencialmente três constituintes geológicos: propriedades dos solos que os qualifiquem para material de cobertura das células de resíduos; condições de drenagem superficial dos terrenos e condições de drenabilidade de solos e rochas.

Neste trabalho investigou-se duas áreas destinadas a receber os resíduos oriundos do processo industrial do tratamento do couro até a etapa *Wet-Blue* descartados no terreno, procurando monitorar a sua mobilidade e possibilidade de poluição do lençol freático. Para a execução do trabalho foi empregado o método de caminhamento eletromagnético indutivo e caminhamento elétrico..

2. Objetivo

Verificar se o acondicionamento de resíduos industriais provenientes da industrialização do couro estavam comprometendo a qualidade da água subterrânea e fazer um mapeamento da direção da propagação da pluma de contaminação.

3. Material e Métodos

A área localizada no município de Várzea Grande foi utilizada por aproximadamente 10 anos por uma indústria de curtimento de peles até o estagio conhecido como *Wet-Blue*, para servir de depósito de rejeitos sólidos da referida indústria. No local foram abertas valas para deposição dos rejeitos com aproximadamente dois x 50 m com 3 m de profundidade, tendo o seu fundo e paredes laterais sido revestido com manta impermeável procurando isolar o material ali depositado do contato com o solo.

Os métodos geofísicos de investigação do subsolo utilizados foram o eletromagnético indutivo e o caminhamento elétrico. O método eletromagnético indutivo foi realizado com equipamento EM-34, de operação simples e rápida, compostos de duas bobinas, uma de emissão e outra de recepção. A bobina transmissora alimentada por uma corrente alternada de frequência máxima de 6,4 Khz, emite um campo magnético primário H_p , que induz em subsuperfície ao penetrar nas rochas, uma corrente elétrica, que por sua vez acabam gerando um campo eletromagnético secundário H_s . A combinação destes dois campos é medido pela bobina receptora. A relação dos módulos dos campos primário e secundário é $H_s = k.H_p$, onde k depende da frequência do campo, da permeabilidade elétrica do material no vácuo, do espaçamento entre as bobinas e da condutividade elétrica do meio. A leitura no equipamento é feita diretamente em mS/m (miliSiemens por metro) isto é, a condutividade elétrica do meio.

As medidas foram feitas com o plano bobinas na horizontal e na vertical. O alcance do campo verificado na vertical na perpendicular ao solo com alcance aproximado de 150% do tamanho dos cabos empregados nos ensaios. As medidas que foram registradas como verticais, foram feitas com as bobinas posicionadas na vertical tendo sido o campo verificado na horizontal com isso reduzindo o seu alcance em aproximadamente 75% do tamanho dos cabos.

No caso do caminhamento elétrico, foram feitas medidas de resistividade aparente, com arranjo dipolo-dipolo, através de um resistivímetro, ligado a dois eletrodos de corrente e dois eletrodos de potencial, em que eram lidos no aparelho as resistividades aparentes das diferentes camadas constituintes do meio.

4. Resultados e Discussão

A Figura 1 mostra a areado depósito em Várzea Grande, MT.

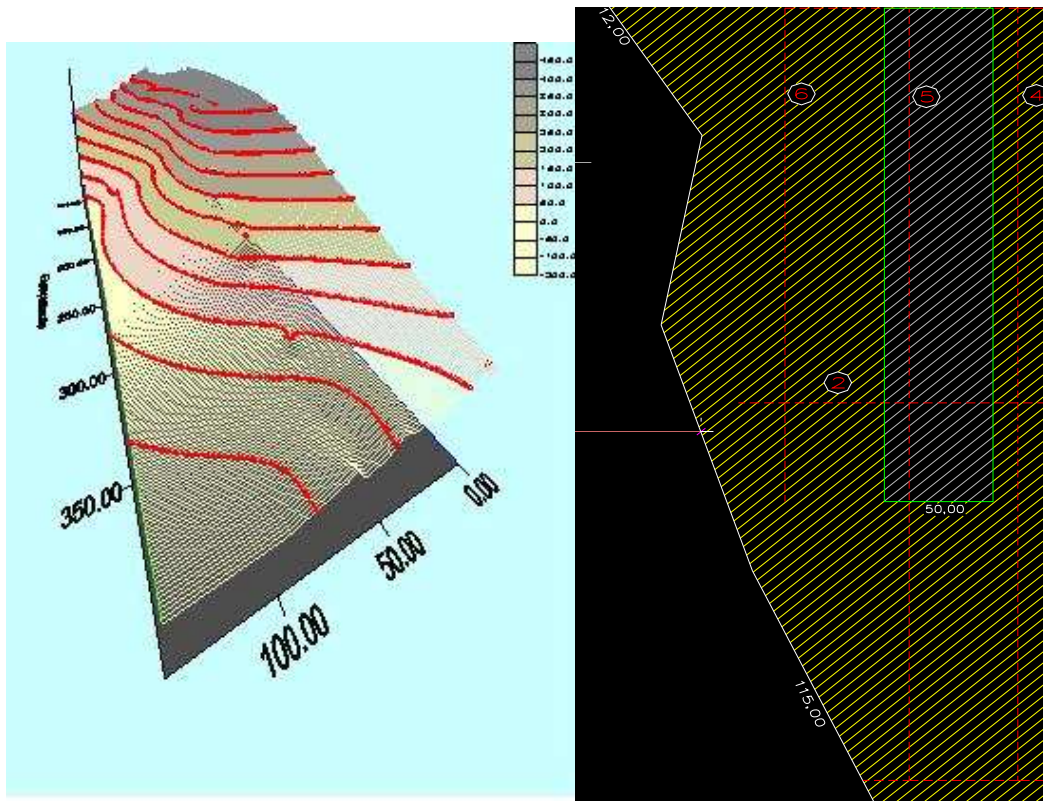


Figura 1. Mapa da área do depósito localizado na cidade de Várzea Grande, tendo ao lado altímetria do terreno.

O ensaio da linha zero (eletromagnético indutivo), 445 m de comprimento foi realizado com as bobinas posicionadas tanto na horizontal como também na vertical ligadas através de cabos com 10 e 20 m de extensão que permitiram investigar camadas com 7,5m ,15m e 30m de espessura do subsolo, com os pontos de medidas espaçados de 5m nos primeiros 200 m e nos 245 m restantes os pontos foram espaçados de 10 m.

Na linha zero (**Figura 2**) que esta situada ao longo da rua que margeia a área de depósito, a profundidade teórica de 7,5 m verifica-se indicadores de condutividade menores do que os encontrados em maior profundidade. Entre a posição 70 e 230 m verificou-se uma região um pouco mais acentuada de condutividade tanto a nível de 15 m como a 30 m de profundidade possivelmente pela influencia da migração transversal de sais provenientes das valas de resíduos no lençol freático.

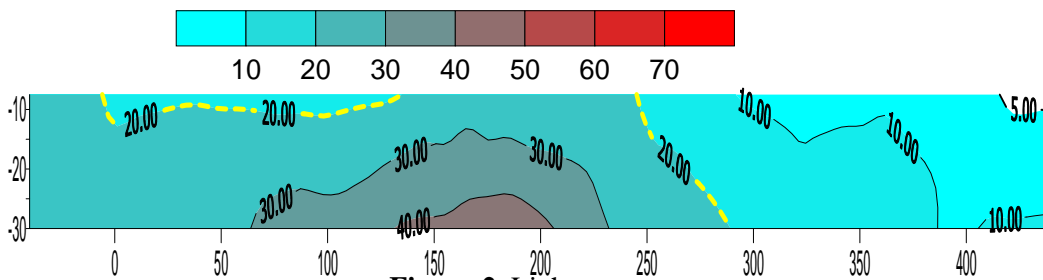


Figura 2. Linha zero.

Na observação das três linhas longitudinais (**Figura 3**) situadas já dentro da área do depósito, verifica-se uma maior acentuação dos níveis de condutividade aparente a medida que estas linhas se aproximam da localização das valas. A linha 4 e 5 indica claramente uma

propagação do fluxo proveniente das valas no sentido da superfície para o interior do terreno chegando até a atingir condutividade aparente de 50 mS/m a profundidade de 60 m em alguns trechos, enquanto no final destas linhas registramos condutividade aparente ao redor de 10 mS/m, tanto na superfície como em maiores profundidades, dando nos um perfil do que poderia ser um indicador do background da região.

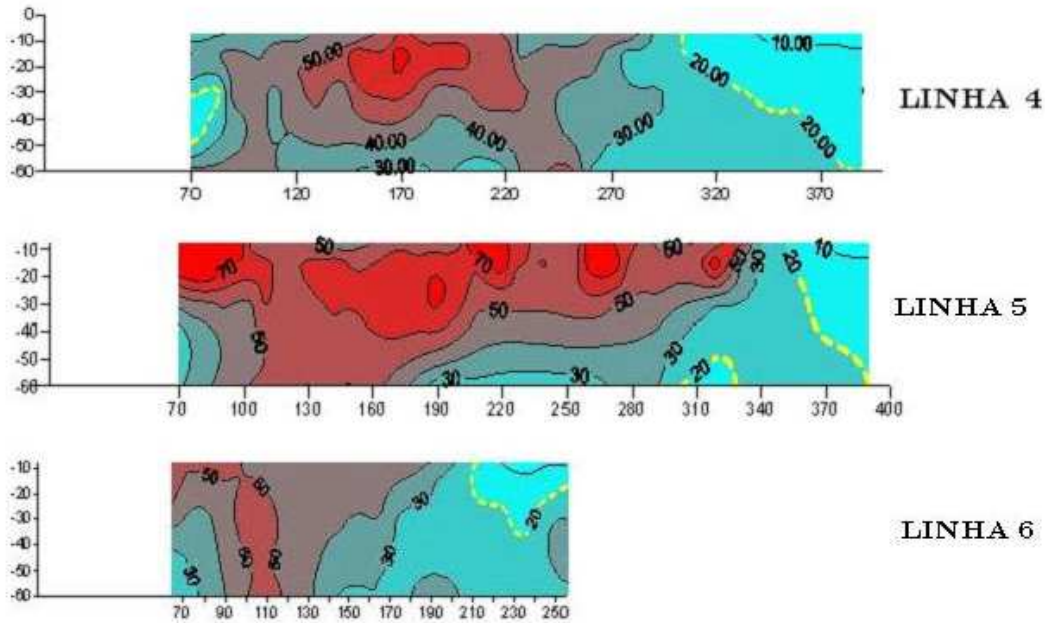


Figura 3. Linhas 4,5 e 6.

Se avaliarmos as linhas de investigação traçadas no sentido transversal a área EW (Figura 4), verificamos mais uma vez a ocorrência de altos valores de condutividade próximos a superfície na região onde estão situadas as valas entre as linhas 1 e 2 ao passo que na linha 3 numa posição a jusante do terreno os valores de condutividade aparente em todos os níveis não chegaram a ultrapassar os 10 mS/m, o que vem a confirmar a nossa suposição de que a propagação da pluma de contaminação deve estar se desenvolvendo no sentido NS .

Se voltarmos a analisar a linha zero (Figura 2) verificamos também que entre as posições 70m e 230m EW justamente na região cortada pelas linhas 1 e 2 NS os valores de condutividade são mais acentuados em relação aos valores de background da área.

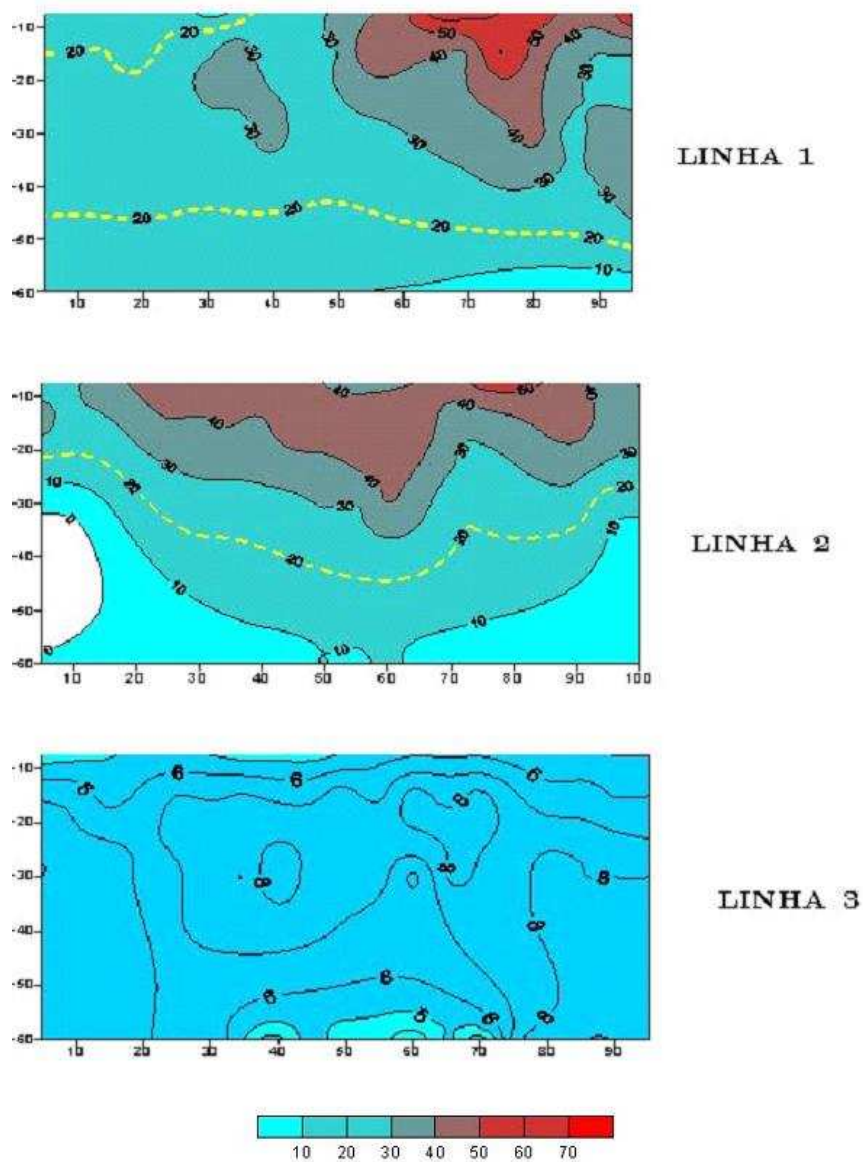


Figura 4. Linhas 1, 2 e 3.

A observação dos mapas de superfície gerados para análise tanto em planta na (**Figura 5**) como numa simulação da superposição das camadas do terreno (**Figura 6**) numa visão espacial das profundidades teóricas investigadas utilizando-se das ferramentas da geoestatística condicionando ao comportamento de variáveis regionalizadas na “Krigagem Ordinária” obtivemos um perfil de propagação da pluma de contaminação se expandindo no sentido NS, transversal a extensão maior da área e em direção ao córrego existente nas proximidades .

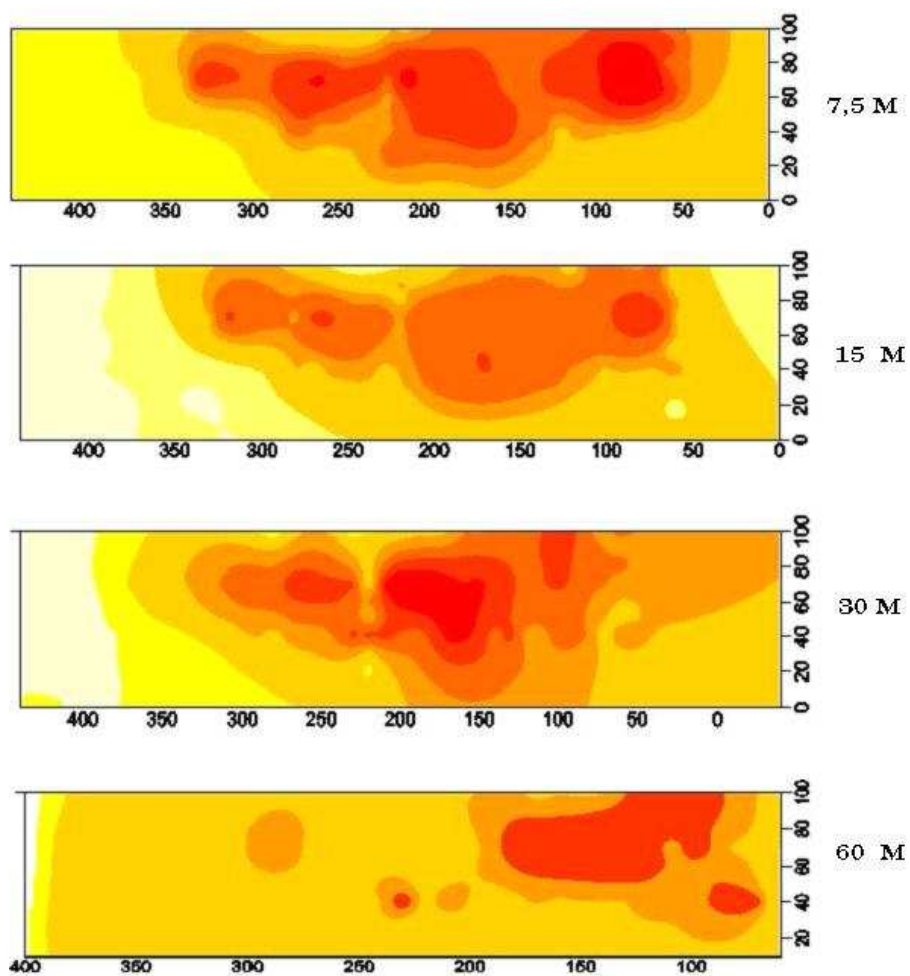


Figura 5. Mapas de condutividade aparente de área de depósito de resíduos de curtume em Várzea Grande nos níveis teóricos respectivos de 7,5 m; 15m ;30m e 60 m.

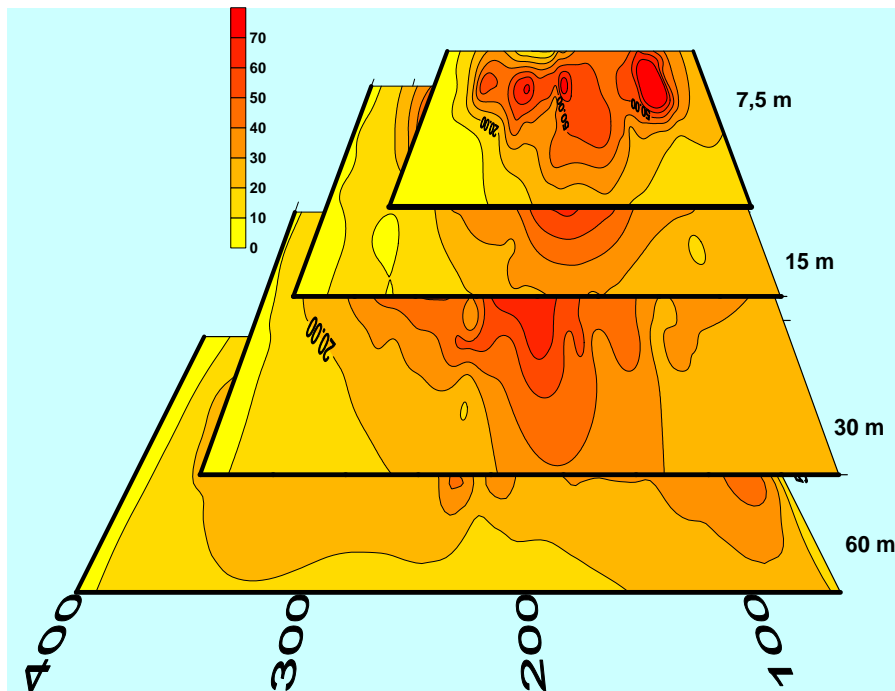


Figura 6. Superposição das camadas do terreno.

Segundo Lannes (2002), em estudo desenvolvido nesta mesma área de resíduos em 1999, através de análises física e químicas com 6 poços de monitoramento fica evidenciado a indicação de uma contaminação da área com maior intensidade por sais na região próxima a extremidade direita (início linha zero) paralela a estrada no chamado poço de monitoramento de N° 01 com teor médio de cromo em 4,67 mg/l verificado em outubro de 1999. Estas informações vem confirmar os ensaios de Geofísica em que apresentam condutividade acentuada entre as linhas 1 e 2 (em que as valas estão compreendidas) e mesmo estando em posição a montante do terreno a linha 1(extremidade direita) ainda apresentou condutividade em média 27,1 mS/m bem superior a extremidade esquerda que apresentou condutividade média de 8,0 mS/m a 15m profundidade e 9,9 mS/m a 30m de profundidade. Além do desnível natural do terreno já existente a época da destinação do local para depósito de resíduos, verifica-se que o posterior aterro das valas foi realizado de forma irregular configurando um terreno bastante acidentado, contribuindo para acentuar ainda mais os efeitos das precipitações pluviométricas sobre o solo, onde já podemos verificar sulcos e erosões solapando as primeiras camadas de aterro e deixando restos de resíduos aflorantes bem como retalhos de mantas que deveriam servir para impermeabilização das valas.

5. Conclusões

Verifica-se que a implantação de plantas industriais do tratamento do couro, devem atender a legislação referente ao tipo de processo industrial, como as NBR 8418 que trata da apresentação de Projetos de aterros de resíduos Industriais perigosos, como também da NBR 10157 que trata de aterros de resíduos perigosos- Critérios para projeto, construção e operação. Além disso em termos de legislação na área de recursos hídricos vem sendo obtido grande avanço no Brasil nos últimos anos culminando com a criação da lei N° 9433 de 01/1997 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e da lei 9984 de 07/2000 que criou a ANA- Agência Nacional de Águas. Na mesma direção o Governo de Mato

Grosso criou através de decreto N° 6945 de 11/1997 regulamentação que dispõem sobre a política estadual de Recursos Hídricos.

A simples interdição da área localizada no depósito de Curtume de Várzea Grande pode não estar surtindo efeito, pois apesar da lenta velocidade do fluxo do lençol freático, possivelmente parte daquela região já esta com o lençol freático comprometido para a utilização da água se não for feito um tratamento mais apurado no sentido de estar livre da presença de metais pesados.

“Constata-se também que tecnologias de controle da poluição voltadas para o controle aplicado apenas no fim da linha de produção, comumente conhecidas como “end-of-pipe”, produzem resíduos (lama das ETE’s, filtros de ar, etc), os quais lançados de forma descontrolada em aterros sanitários agravam a poluição do solo, do lençol freático ou ainda dos corpos hídricos”, Santos (2002)..

O cumprimento da legislação nos termos colocados nas referidas normas e leis é o mínimo que a sociedade poderia exigir em termos de responsabilidade social e desenvolvimento sustentável. Existem ainda processos mais avançados de reutilização dos efluentes, criando-se um circuito fechado com uma mínima produção de resíduos que tornaria o processo muito mais limpo contudo de custos muito mais elevado , como o caso da utilização de nanofiltros.

A utilização de resíduos indústrias como da industria do couro também em áreas agrícolas, tem trazido não só benefícios como também preocupações, devido a presença do cromo e do acúmulo de nitrato na água e no solo. Acima de tudo, face a todas as considerações propostas no presente trabalho, o problema ambiental específico da industria do couro, passa necessariamente por uma visão a nível político de país, pois mais de 70% dos quase 35 milhões da produção de couros do Brasil é destinada ao mercado exterior na forma de “Wet Blue” recebendo ainda incentivos fiscais para incremento do comércio. Sabendo-se que mais de 80% da poluição gerada na industria do couro ocorre na 1º fase da industrialização (Wet Blue), o Brasil fica com a pior parte exportando matéria prima limpa e desvalorizada e ficando com o ônus da poluição. Como contrapartida temos desemprego no Brasil e geração de emprego em países concorrentes além de perdas cambiais escandalosas.

6. Referências

Elis, V.R. **Geofísica Aplicada ao Estudo da Poluição de Solos e Águas Subterrâneas** . V Escola de Verão de Geofísica- IAG/USP- São Paulo-SP, 2003.

Koetz , P. R.; FARIA,O.L.V.; NUNES, W. **Tratamento de Efluentes Homogeneizados de curtume por digestão anaeróbia em reatores de fluxo ascendente.**- Rev. Brás de Agrocência, V.1 n 1 Jan-Abr.,1995.

Lannes, S., **Avaliação da qualidade da água subterrânea na área de disposição do lodo proveniente do curtume Berto S/A- Várzea Grande/MT.** Dissertação de Mestrado. Instituto de Saúde Coletiva. UFMT. Cuiabá-MT.

McNeill, J.D. **Electromagnetics terrain conductivity measurement at low induction numbers.** Tech. Note TN-6, Geonics Ltd, Mississauga, Ont., Canadá.

Santos, M.O.R.M **O Impacto da Cobrança Pelo Uso da Água no Comportamento do Usuário.** Tese de D.Sc.,COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ,Brasil, 2002.