



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CENTRO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA E GEOQUÍMICA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

QUALIDADE DA ÁGUA FREÁTICA E DO SOLO NA ÁREA
DESATIVADA DE UMA FÁBRICA DE IMUNIZANTES PARA
MADEIRA – ANANINDEUA/PA

Dissertação apresentada por:
GISELE CORRÊA DOS ANJOS

BELÉM
2005



Universidade Federal do Pará
Centro de Geociências
Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica

**QUALIDADE DA ÁGUA FREÁTICA E DO SOLO NA ÁREA
DESATIVADA DE UMA FÁBRICA DE IMUNIZANTES PARA
MADEIRA – ANANINDEUA/PA**

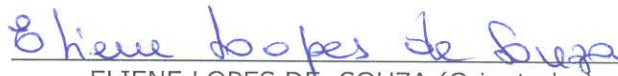
TESE APRESENTADA POR

GISELE CORRÊA DOS ANJOS

Como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em
Ciências na Área de GEOLOGIA.

Data de Aprovação: **06 / 05 / 2005**

Comitê de Tese:


ELIENE LOPES DE SOUZA (Orientador)


MÁRIA EUGÊNIA BOSCOV


RICARDO DE OLIVEIRA FIGUEIREDO

Belém

RESUMO

Imunizantes químicos à base de compostos organoclorados são amplamente utilizados pelas indústrias madeireiras da Região Metropolitana de Belém (RMB) para a preservação de madeira. Devido ao elevado potencial de contaminação ambiental e persistência desses produtos, realizou-se, no município de Ananindeua (RMB), na área desativada (há sete anos) de uma fábrica de imunizantes para madeira, um estudo visando avaliar a qualidade do solo e da água freática local. Em água, realizaram-se análises para endossulfam, heptacloro e DDT, além de outros organoclorados. Foram ainda analisados NH_4^+ , NO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} , além de medidas *in situ* de pH, condutividade elétrica e O_2 dissolvido. As amostras foram coletadas em 6 poços de monitoramento (sendo dois de abastecimento), durante cinco meses, distribuídos entre o período chuvoso (abril e maio/2004), seco (agosto e setembro/2004) e início do período chuvoso (janeiro/2005). Todos os poços monitorados captam água do Aquífero Barreiras. Em amostras de sedimentos da zona insaturada realizaram-se análises para compostos organoclorados, físico-químicas (pH, matéria orgânica e cátions trocáveis), granulométricas e mineralógicas. Os sedimentos, classificados como areia fina a média, são compostos predominantemente por quartzo e caulinita. Possuem pH ácido (4,6 a 5,1), baixa capacidade de troca de cátions (5,3 meq/100g) e baixos teores de matéria orgânica (1,2–0,03 %). As águas estudadas possuem características físico-químicas alteradas em relação aos padrões estabelecidos para as águas do Aquífero Barreiras, sem indícios de contaminação. Os valores máximos de pH (5,6), CE ($128 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) e nitrato ($26 \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) são próximos dos máximos encontrados em áreas com influência de resíduos domésticos, no município de Belém/PA. Não foram observadas, na maioria dos poços, mudanças significativas nos valores e concentrações dos parâmetros, durante os períodos de amostragem. Quanto aos compostos organoclorados, em água, os resultados das análises foram positivos para endossulfam e DDT, na área desativada da fábrica, e heptacloro, a jusante de uma pequena parte ativa da mesma. Diferente dos demais parâmetros analisados, os teores de endossulfam variaram significativamente com a sazonalidade. O teor médio de endossulfam total obtido na estação seca ($0,71 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) foi aproximadamente 3,7 vezes superior ao da estação chuvosa ($0,19 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$). Esses teores são consideravelmente mais elevados que os recomendados pela Resolução n° 357 do CONAMA para águas Classe 1 ($0,056 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), porém muito inferiores ao valor máximo permitido pela portaria 518 do Ministério da Saúde ($20 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$),

para águas de consumo humano. O DDT, detectado apenas no último mês de amostragem ($0,063 \mu\text{g.L}^{-1}$), também está presente em concentração muito superior à permitida pelo CONAMA ($0,002 \mu\text{g.L}^{-1}$) e inferior ao valor máximo permitido pela portaria 518 ($2 \mu\text{g.L}^{-1}$). Os teores de heptacloro foram em média $0,11 \mu\text{g.L}^{-1}$ no período seco e de $0,009 \mu\text{g.L}^{-1}$ no início do período chuvoso (janeiro/2005). No período seco suas concentrações também são superiores às permitidas pelas portarias vigentes (portaria 518: $0,03 \mu\text{g.L}^{-1}$; CONAMA: $0,01 \mu\text{g.L}^{-1}$). Assim como o endossulfam, os teores de heptacloro diminuíram cerca de duas vezes no período chuvoso. Observa-se que as concentrações dos organoclorados são influenciadas pelas variações sazonais, com os maiores teores detectados no período seco. No solo, detectou-se DDT e endossulfam nas proximidades dos poços contaminados, com teores variando, respectivamente, de $0,314$ a $0,011 \text{ mg.Kg}^{-1}$ e $0,161$ e $0,002 \text{ mg.Kg}^{-1}$, diminuindo com a profundidade. Tanto os teores de DDT quanto os de endossulfam estão abaixo dos valores de intervenção estabelecidos para o Estado de São Paulo (1 mg.Kg^{-1} para DDT) e no Canadá ($2,2 \text{ mg.Kg}^{-1}$ para DDT e $0,18 \text{ mg.Kg}^{-1}$ para endossulfam). As diferenças entre as características físico-químicas das águas estudadas e o padrão regional das águas do Barreiras se devem provavelmente à influência de fatores antrópicos, já que a área de estudo está inserida em uma área com condições precárias de saneamento. Não foi observada nenhuma relação entre o comportamento dos compostos organoclorados e os parâmetros físico-químicos analisados. A pequena espessura da zona não-saturada na área (6 - 1m), bem como suas características físico-químicas e sedimentológicas, não oferecem uma barreira eficaz à entrada de substâncias no aquífero livre. Apesar de o estudo ter se desenvolvido na parte desativada da fábrica, constatou-se que nessa área e adjacências a água do aquífero livre e o solo estão localmente contaminados por endossulfam, DDT e heptacloro, substâncias provenientes da antiga atividade ali desenvolvida. A produção dos imunizantes para madeira na área de estudo oferece risco ao meio ambiente, devido à elevada toxicidade e persistência das substâncias envolvidas em sua fabricação. Como o fluxo da água subterrânea está na direção das residências, a população vizinha à área, que consome água captada do aquífero livre, pode estar exposta aos organoclorados manipulados na fábrica. Recomenda-se que em estudos subseqüentes a água e o solo dessa área residencial sejam monitorados e que alguns produtos de degradação, como o sulfato de endossulfam e endossulfam diol, sejam analisados.

ABSTRACT

Chemicals products synthesized from chlorinated organic compounds are widely used as insecticides by the lumber industries of the Metropolitan Region of Belém (MRB). Due to the elevated potential of environmental contamination and the persistence of these products where disposed, a study was carried out in an abandoned chemical plant in the city of Ananindeua with the purpose of evaluating the quality of the local soil and groundwater. Water samples were analysed for endosulfan, heptachlor and DDT, in addition to other organochlorines. These samples were collected in 6 monitoring wells in April and May 2004 (rainy season), August and September 2004 (dry season) and January 2005 (beginning of the rainy season). Analyses of sediment samples of the unsaturated zone involved organochlorine concentrations, grain size, mineral composition and physico-chemical parameters (pH, organic matter and cation-exchange). The sediments, classified as fine to medium-grained sand, are predominantly composed of quartz and kaolinite. They presented acid pH (4.6 to 5.1), low cation-exchange capacity (5,3 meq/100g) and low organic matter amounts (0,03 to 1,2 %). In the water samples, endosulfan and DDT were detected, but heptachlor was present only in a small farm in the vicinity of the chemical plant. The average content of total endosulfan in the dry station (0,71 μ g/L) was approximately four times higher than that for the rainy season (0,19 μ g/L). Heptachlor concentrations averaged 0,11 μ g/L in the dry period and 0,009 μ g/L in the beginning of the rainy period, whereas DDT was detected only in the last month of sampling (0,063 μ g/L). Both endosulfam and heptachlor decreased to about half values in the rainy period. Concentrations of the organochlorines are influenced by the seasonal variations, the higher concentrations being observed in the dry period. Close to contaminated wells, the soil showed concentrations of DDT and endosulfan that decreased with depth, ranging from 0,314 to 0,011 mg/Kg and from 0,161 to 0,002 mg/Kg, respectively. The thickness of the unsaturated zone in the area (1 to 6m) as well as its physico-chemical and sedimentological characteristics do not act as an efficient barrier to the contaminant entrance in the unconfined aquifer. Although this study was greatly focused in the abandoned part of the plant, high (dangerous) levels of endosulfan, DDT and heptachlor were only found in the water of the unconfined aquifer and the soil of neighboring sites to where they migrated. Insecticide production in the study area offers risk to the environment, due to the high toxicity and chemical stability of many substances used in its manufacture. As the groundwater flows toward

a significant number of houses constructed near the plant, the population that consumes water from the unconfined aquifer are susceptible to be exposed to the organochlorines used in the chemical plant. It is recommended therefore that in subsequent studies the water and the soil of the residential area should be monitored and that other degradation products as endosulfan sulfate and endosulfan diol should be also analyzed.