

AVALIAÇÃO DA POSSÍVEL PRESENÇA DE DEFENSIVOS PARA MADEIRA NO AQUÍFERO LIVRE EM ÁREA INDUSTRIAL NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM

Aline Souza Sardinha¹ & Eliene Lopes de Souza²

Resumo - Neste trabalho foi realizado um estudo de caso no município de Ananindeua, Região Metropolitana de Belém, em área onde até recentemente eram produzidos defensivos para madeira. O principal objetivo foi avaliar, na água freática e na zona insaturada, a possível presença dos compostos organoclorados 1,1-di-(clorofenil)-2,2,2 tricloroetano (DDT), hexaclorociclohexano (HCH) e heptacloro, utilizados por algumas empresas locais para a conservação da madeira. Na água do aquífero livre, coletada em poços de monitoramento, e em todo o perfil da zona insaturada, não se detectou a presença dos compostos investigados. Entretanto, cabe ressaltar que o limite de detecção do método utilizado para as análises da zona insaturada (1,2 µg/kg.) foi superior a valores de intervenção estabelecidos em alguns países. Levando-se em consideração que pouco se conhece sobre o comportamento das substâncias analisadas em solos de regiões com clima quente e úmido e taxa de precipitação elevada, alguns metabólitos desses compostos, bem como outras substâncias tóxicas, podem estar presentes nos meios estudados. Essa possibilidade, associada à elevada vulnerabilidade do aquífero freático à contaminação, aponta para a necessidade de estudos mais detalhados na área industrial enfocada.

Abstract - A case study was accomplished in the industrial district of Ananindeua, Metropolitan Area of Belém, in area where until recently they wood's pesticide were produced. The main objective was to evaluate, the possible presence in the freatic water and in the insaturated zone, of the organochlorines 1,1,1-trichloro-2,2-bis(4-chlorophenyl)ethane (DDT), hexachlorocyclohexane (HCH) and heptachlor, used by some local companies for wood's conservation. In the water table aquifer water, collected in monitoring wells, and in the whole profile of the insaturated zone, the presence of the investigated substances was not detected. However, detection's limit of the method used for the analyses of the insaturated zone (1,2 µg/kg.) is superior than that established for intervention values in some countries. Considering that the behavior of the substances analyzed in

¹ Curso de pós-graduação em Geologia e Geoquímica/Centro de Geociências-UFGA, Av. Augusto Corrêa s/n, 211-1393, aline.sardinha@ig.com.br

² Professora do Centro de Geociências da UFGA, Av. Augusto Corrêa s/n, 211-1393, eliene@interconnect.com.br

soils of areas with hot and humid climate and high precipitation rate is not well know, some metabolites of the pesticides investigated, as well as other toxic substances, could possibly be present in the studied area. This point, associated to the high vulnerability of the water table , points for the need of more detailed studies in the focused industrial area.

Palavras-Chave - aquífero livre; organoclorados; madeiras.

INTRODUÇÃO

A produção, comercialização, transporte e manuseio de preservativos de madeira pouco difere de outras substâncias tóxicas utilizadas na agropecuária. Logo, as restrições impostas aos agrotóxicos atingiram também os preservativos de madeira, principalmente os organoclorados.

A presença de compostos organoclorados no meio ambiente representa riscos à saúde populacional e ambiental por vários motivos. Entre estes destacam-se as suas persistências prolongadas, que levam à contaminação do solo e águas, e seus efeitos tóxicos, mesmo em baixas concentrações, por serem substâncias bioacumulativas (persistem por muito tempo nos tecidos de seres vivos expostos) e biomagnificantes (se acumulam em maior concentração nos seres do topo da cadeia alimentar, entre os quais o próprio homem).

O setor madeireiro representa uma significativa atividade industrial no Norte do Brasil, segundo a Associação Brasileira dos Exportadores de Madeira (AIMEX. 2002. [1]), o Pará exportou no ano de 2002, 312.674 m³ de madeira e, de acordo com Gavioli (2003. [2]), dados da Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente (Abimci) mostram que de janeiro a outubro de 2003, o Brasil exportou US\$ 2,1 bilhões, aproximadamente 15,9% mais que no mesmo período de 2002, sendo que a Região Norte representa 70% do montante dessas exportações. Grande parte dessa madeira exportada provavelmente é preservada quimicamente do ataque de fungos e térmitas, pois a exigência da qualidade do produto para exportação usualmente implica na sua preservação química.

Dependendo do tipo de madeira, são aplicados cupinícidas e/ou fungicidas para seu posterior beneficiamento. Segundo Santana (2002. [3]), o ataque de insetos chega a danificar 15% da madeira estocada nos pátios das serrarias e o ataque de fungos, além de manchar, mofa a madeira já serrada. Deste modo, alguns compostos organoclorados são aplicados para conservação da madeira.

Os poluentes orgânicos persistentes (POPs) podem ser transportados a longas distâncias, e causar danos em áreas distantes daquelas em que foram aplicados. Segundo Batalha (1998. [4]), quando em contato com o solo, os organoclorados desequilibram a ecologia deste, eliminando os organismos vivos e com isto alterando o ciclo biogeoquímico da matéria orgânica e de outros nutrientes.

Face aos riscos que a utilização dos POPs representa para o meio ambiente, faz-se necessário um melhor conhecimento da sua forma de dispersão nos recursos hídricos sob condição de clima quente e úmido, uma vez que a maior parte de estudos sobre esses produtos foram realizados em regiões de clima temperado. Além disso, as características naturais dos solos e das águas superficiais e freáticas da área enfocada podem desempenhar um papel significativo na solubilidade e/ou persistência dos organoclorados. Por este motivo, o presente trabalho é de extrema relevância, uma vez que avalia a presença de compostos organoclorados em solos e águas freáticas em área onde são produzidos defensivos para madeira, além de outros produtos químicos.

Cabe ressaltar que estudos sobre qualidade da água e dos solos em indústrias de pesticidas são relativamente recentes no Brasil, destacando-se o trabalho desenvolvido por Cunha (1997. [5]) em áreas do complexo industrial pertencente às Indústrias Matarazzo (desativada), localizada em São Caetano do Sul (São Paulo). Essas indústrias processavam diversos produtos químicos, entre eles o hexaclorociclohexano.

OBJETIVOS

Os principais objetivos do trabalho foram:

- a) Identificar quais produtos químicos são aplicados pelas indústrias do setor madeireiro para o beneficiamento de madeira, considerando-se aquelas implantadas nos distritos industriais de Ananindeua e Icoaraci, na Região Metropolitana de Belém;
- b) Avaliar a possível presença dos compostos organoclorados 1,1-di-(clorofenil)-2,2,2-tricloroetano (DDT), hexaclorociclohexano (HCH) e heptacloro na água do aquífero livre e na zona insaturada em área industrial selecionada, no município de Ananindeua;

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A área onde foi realizado o levantamento das madeiras e dos produtos por elas utilizados pertence à Região Metropolitana de Belém (RMB), composta pelos municípios de Belém, Ananindeua, Marituba, Benevides e Santa Bárbara.

A localização dos distritos industriais de Ananindeua e Icoaraci é mostrada na figura 1.

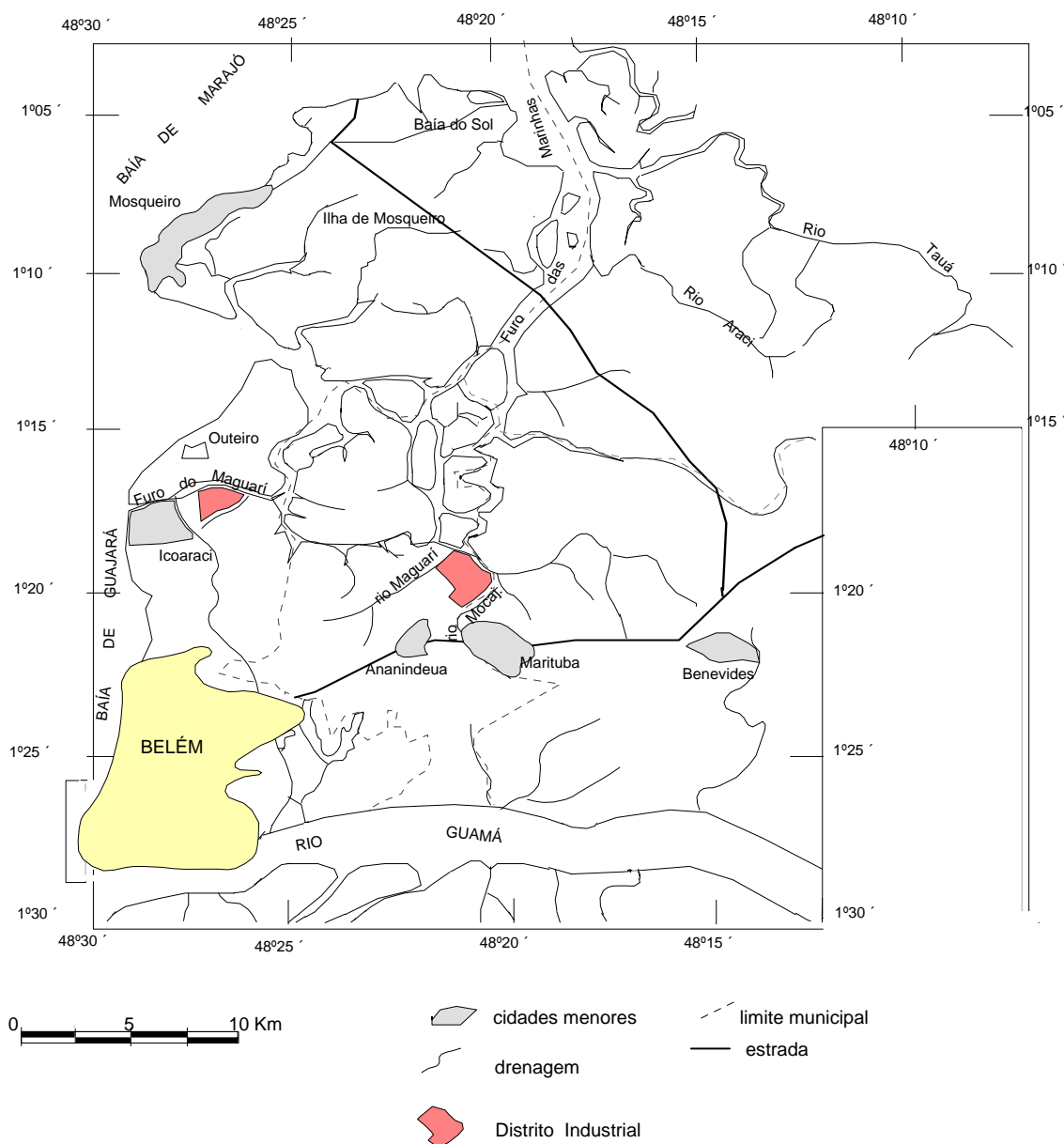


Figura 1 - Localização dos distritos industriais de Ananindeua e Icoaraci, na Região Metropolitana de Belém. Modificado de Sauma Filho (1996. [6]).

A Região Metropolitana de Belém (RMB) é caracterizada por clima quente e úmido com precipitação média anual alcançando 2.834 mm. A temperatura média é de 25 °C no período chuvoso (de janeiro a junho) e 26 °C no período menos chuvoso ou seco (de julho a dezembro) (IDESP. 1990. [7]). Os tipos de solo presentes são Latossolo amarelo, Laterita hidromórfica, Concrecionário laterítico, Podzol hidromórfico, hidromórfico gleizado, areia quartzosa e áreas aterradas.

Na RMB, as formações aquíferas são constituídas por sedimentos superficiais do Quaternário, do Grupo Barreiras, que afloram em muitos locais, e da Formação Pirabas, que ocorre sotoposta aos sedimentos do Grupo Barreiras (TANCREDI. *et al.* 1980. [8]).

No contexto deste trabalho os aquíferos de interesse são os constituídos pelos sedimentos do Quaternário que têm distribuição espacial irregular, com zonas formadas por níveis arenosos de

granulometria fina a média, principalmente por desagregação do Grupo Barreiras. Os poços localizados nesta unidade são, em geral, utilizados para o abastecimento em residências, com profundidade média de cerca de 20 m e capacidade específica que, de acordo com SEICOM (1995) (*apud* Lima. 2003. [9]), é de 2,4 m³/h/m com oito horas de bombeamento contínuo. Devido aos aspectos construtivos dos poços (pois em grande parte são escavados manualmente, já que se trata de perfurações rasas) e à constituição litológica desses aquíferos, os mesmos apresentam elevada vulnerabilidade à contaminação, principalmente por infiltração de efluentes de fossas, combustíveis, entre outros.

LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

De acordo com as informações repassadas pelas indústrias visitadas foram identificados diversas substâncias aplicadas para a preservação de madeira. Dentre estas foram enfatizadas o DDT (1,1-di-(clorofenil)-2,2,2 tricloroetano), o hexaclorociclohexano (1,2,3-4,5,6-hexaclorociclohexano) e o heptacloro (1,4,5,6,7,8,8-heptacloro-3a,4,7,7a-tetrahidro-4,7 endometanoindeno), pertencentes ao grupo dos inseticidas.

Conforme sua natureza química, os inseticidas são classificados como organoclorados, organofosforados, carbamatos e piretróides. Neste estudo, os inseticidas de interesse pertencem ao grupo dos organoclorados.

Diversos compostos levantados junto às indústrias madeireiras estão classificados como poluentes orgânicos persistentes (POPs) e estão entre os doze “sujos”, eleitos em 2001 na Convenção de Estocolmo como prioritários para controle ou eliminação, assinada por mais de cem países. Este ano o documento gerado na Convenção entrou em vigor com a ratificação do 50º país. No Brasil, a Convenção de Estocolmo foi ratificada no dia 5 de maio de 2004 pelo Senado. Entretanto, o país deixou o heptacloro na lista de exceções, o que significa que, por algum tempo, essa substância ficará fora das discussões ou dos planos de ação.

O DDT técnico consiste em uma mistura de vários compostos, sendo o p,p'-DDT seu componente principal. Este último sofre degradação no meio ambiente ou no corpo, principalmente para p,p'-DDE. A Agência Internacional para Pesquisa de Câncer (IARC) classificou o p,p'-DDT como possivelmente carcinogênico para humanos (grupo 2B) e o Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos Estados Unidos o considera como “provável candidato a carcinógeno humano” (DHHS. 1998 *apud* LABUNSKA. *et a.* 2000. [10]). O p,p'-DDE, causa diminuição da espessura da casca de ovos de pássaros, resultando em ovos quebrados ou na morte dos embriões, pela desidratação. Para indivíduos que não trabalham com o DDT, a alimentação é a principal fonte de exposição.

Em relação ao Hexaclorociclohexano, também conhecido como HCH ou lindano, é uma substância que possui cinco isômeros (α , β , γ , δ , e ϵ) dos quais o mais ativo é o γ , também denominado lindano (em homenagem a seu descobridor, Van Den Linden). O HCH comercial possui 10-13% de isômero γ (LEPAGE. *et al.* 1986. [11]).

No Brasil, poucos casos de contaminação por HCH são conhecidos. Um destes ocorreu no município de Duque de Caxias (RJ), nas imediações da Cidade dos Meninos, onde estudos recentes (Feema. 1997 *apud* Cunha. 1997. [5]) indicam a existência de aproximadamente 15.000 m³ de solo contaminado, com uma concentração média superior a 100 mg/kg, sendo a concentração máxima observada de 3.500 mg/kg. Outro caso conhecido é no município de São Caetano do Sul (SP), onde havia um complexo industrial pertencente às Indústrias Reunidas Francisco Matarazzo (IRFM), que produzia o HCH técnico dentre outros compostos. Em 1987, a Curadoria de Acidentes de Trabalho do Ministério Público entrou com uma ação civil criminal contra a Matarazzo, estabelecendo a indenização para onze casos de contaminação por benzeno (matéria-prima do HCH), inclusive um fatal.

Quanto ao heptacloro, em alguns países é usado unicamente no tratamento da madeira, embora já tenha sido utilizado contra pragas do algodoeiro, gafanhotos, no combate à malária e para combater fungos nas árvores. É um pesticida de uso restrito ao tratamento de algumas sementes, tendo sido banido no Primeiro Mundo como parasiticida, em alguns casos há mais de 25 anos, e está fora de comercialização em vários países. É altamente persistente no meio, com uma meia-vida de dois anos no solo. Nos mamíferos, o heptacloro é metabolizado em epóxi de heptacloro.

Um caso de utilização do heptacloro no Estado do Pará foi relatado por Zaghetto (2003. [12]), em um jornal local, que atentava para o uso desse inseticida em madeiras de Marabá, flagradas pela fiscalização do Ibama. Segundo a reportagem, a utilização do produto não obedece sequer aos cuidados mínimos, pois a manipulação é feita a céu aberto, sem proteção do trabalhador (este adiciona o heptacloro à cola com a mão, sem o auxílio de luvas ou máscara para proteção contra inalação). Além disso, as madeiras não adotam cuidados visando prevenir a contaminação dos solos e dos recursos hídricos por esse produto.

O DDT, o HCH e o heptacloro possuem toxicidade semelhante e, em geral, acumulam-se nos tecidos gordurosos, afetando mais os animais do topo da cadeia alimentar. São considerados carcinogênicos (causam câncer), teratogênicos (causam malformações estruturais no feto, baixo peso e/ou disfunções metabólicas e biológicas) e mutagênicos (causam anomalias em descendentes de gerações anteriormente expostas). De acordo com estudos de Lowe, 1964 (*apud* Batalha. 1998. [4]), entre as doenças que esses compostos provocam estão distúrbios dermatológicos, hepáticos, renais, respiratórios, imuno-depressivos, reprodutivos, cardíacos, neuro-comportamentais e hormonais.

De acordo com Weber (*apud* Melo e Azevedo. 1997. [13]), o comportamento do pesticida no solo e na água é regulado por propriedades do composto como reatividade, solubilidade em água, pressão de vapor e retenção no solo.

Segundo Melo e Azevedo (1997. [13]), os hidrocarbonetos clorados são retidos em baixa ou alta quantidade e apresentam meia-vida variável no solo. A relação entre retenção no solo e solubilidade em água difere entre as várias famílias dos grupos químicos, dependendo das propriedades de ionização e tipos de grupo funcionais presentes. De acordo com estudos realizados por Somasundaram e Coats (*apud* Melo e Azevedo. 1997. [13]), os produtos de degradação (metabólitos) de alguns pesticidas são capazes de induzir a degradação acelerada de seus produtos primários. Alguns microorganismos são hábeis na utilização de certos pesticidas como única fonte de carbono.

A tendência dos pesticidas à lixiviação está intimamente relacionada com seu potencial de sorção. Molécula fortemente sorvida não se movimenta no sentido descendente do perfil. Assim, condições que favorecem a sorção desfavorecem a lixiviação. Além desses processos, na zona do solo também ocorrem efetivamente volatilização e degradação bioquímica (BRADY, 1983 *apud* LIMA. 2003. [9]).

MÉTODOS

Inicialmente obteve-se na Companhia de Desenvolvimento Industrial do Pará (C.D.I./ PA) o cadastro das madeireiras situadas nos distritos industriais de Ananindeua e Icoaraci, selecionando-se algumas para se tentar obter informações sobre a utilização de produtos para conservação de madeira. Das empresas visitadas apenas três informaram que faziam uso de produtos químicos para conservar a madeira, todos eles classificados como compostos organoclorados.

Infelizmente, as tentativas de se obter autorização visando à realização de estudos detalhados (perfurações de poços de monitoramento, amostragem da zona não saturada) nos domínios das empresas visitadas foram infrutíferas. Dessa forma, optou-se por realizar um estudo de caso em uma área onde até recentemente eram fabricados diversos produtos químicos utilizados para a preservação de madeira, comercializados principalmente no mercado local. Na seleção dessa área também se levou em conta o fato da mesma encontrar-se em área residencial, tornando extremamente importante estudos da qualidade da água freática, uma vez que os moradores da área se auto-abastecem por meio de poços rasos, captando essa água.

Na área selecionada para estudo foram construídos dois poços de monitoramento. Esses poços, denominados de P1 e P2, foram perfurados com trado manual de diâmetro 100 mm. As amostras da zona insaturada foram coletadas durante a perfuração do poço de monitoramento P1.

Foram coletadas nove amostras, de metro em metro, ou em intervalos menores quando foram observadas mudanças litológicas. O material referente a cada intervalo de amostragem foi disposto em um recipiente de plástico, previamente limpo. No recipiente, cada amostra foi quarteada até se obter cerca de 200 g. As amostras coletadas foram acondicionadas em frascos âmbar e mantidas sob refrigeração, sendo enviadas para o laboratório Bioagri Ambiental (SP), onde foram analisadas para Hexaclorociclohexano, Lindano e Heptacloro. As análises foram feitas pelo método de cromatografia gasosa- espectrometria de massas (SVOC's – sólidos -: SMEWW6410B *Extraction Liquid/ Liquid*- GC/MS). De acordo com esse método, os limites de detecção para esses três compostos é de 1,2 µg/kg.

As amostras de água foram coletadas no início do período chuvoso, época em que normalmente ocorre uma intensa lixiviação de materiais (produtos químicos) possivelmente presentes no solo. A amostragem foi realizada em quatro pontos, situados nos domínios da empresa avaliada: nos poços de monitoramento P1 e P2, em um poço desativado (P3) e no poço utilizado para o abastecimento (P4). As amostras foram coletadas com amostrador de polietileno e acondicionadas em frascos de vidro âmbar de 1l e imediatamente levadas ao Instituto Evandro Chagas, onde foram analisados Gama-HCH, Heptacloro, pp'-DDE, pp'-DDD e pp'-DDT, através do método de cromatografia gasosa pelo detector de captura gasosa (CG-ECD). Para essas cinco substâncias, os limites de detecção do método analítico utilizado são de 1,736, 1,297, 1,113, 1,642, 1,427 µg/l x 10⁻³, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises químicas realizadas no perfil da zona insaturada não detectaram a presença de DDT, lindano e heptacloro em nenhuma das amostras estudadas. Resultado similar foi obtido na água dos quatro poços estudados, onde os teores dos produtos analisados também se mostraram inferiores aos seus respectivos limites de detecção.

Diante dos resultados obtidos deve-se levar em conta que pouco se conhece sobre o comportamento das substâncias analisadas em solos de regiões com clima quente e úmido, com taxa de precipitação elevada. Assim, há a possibilidade dos organoclorados aqui estudados terem se transformado em metabólitos que não foram analisados. Desse modo, não podemos afirmar que a área estudada esteja livre da presença de substâncias tóxicas.

Vale ressaltar que, durante o levantamento bibliográfico feito neste trabalho, não foram encontrados estudos sobre a degradação de pesticidas em solos da região norte do Brasil. Trabalhos dessa natureza estão concentrados sobretudo em países ou em regiões de clima temperado, onde as

características dos solos podem ser significativamente diferentes daquelas que caracterizam os das regiões de clima equatorial.

Somente no final da década de 90 a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), passou a realizar pesquisas em solos e águas subterrâneas para estabelecer valores limites para esses compostos, no Estado de São Paulo. Para o DDT e lindano, a CETESB (Casarini. 2001. [14]) estabelece valores de referência de $0,0025 \times 10^{-3}$ e $0,00125 \times 10^{-3}$ $\mu\text{g}/\text{kg}$, respectivamente, não havendo um valor de alerta estabelecido. Quanto aos valores de intervenção, para os dois compostos foram definidos $0,5 \times 10^{-3}$, $1,0 \times 10^{-3}$ e $5,0 \times 10^{-3}$ $\mu\text{g}/\text{kg}$, para áreas agrícolas, residenciais e industriais, respectivamente. Tendo em vista esses valores de intervenção, constata-se que o limite de detecção do método analítico utilizado ($1,2 \mu\text{g}/\text{kg}$.) não se mostrou satisfatório. Um exemplo disso seria uma situação em que os teores fossem de $1 \mu\text{g}/\text{kg}$. Em tal situação já estaria configurada a necessidade de uma intervenção na área, já que a indústria está inserida em uma área residencial. Por outro lado, de acordo com o limite de detecção do método de análise adotado, um teor de $1 \mu\text{g}/\text{kg}$ não poderia ser quantificado.

Com relação ao heptacloro, este não foi incluído na relação dos compostos com valores orientadores, da CETESB. A Lista de Berlim (CETESB. 1997. [15]), estabelece apenas valores de remediação para pesticidas totais, em diferentes situações. Em áreas de proteção de qualidades das águas, áreas de proteção agrícola, áreas de vale e de topografia elevada os valores estabelecidos são de $0,5 \times 10^{-3}$, $0,25 \times 10^{-3}$, 1×10^{-3} e 2×10^{-3} $\mu\text{g}/\text{kg}$, respectivamente. Trata-se de valores, em sua maior parte, inferiores ao limite de detecção do método analítico empregado neste trabalho ($1,2 \mu\text{g}/\text{kg}$).

No que se refere às águas para consumo humano, a portaria 518 do Ministério da Saúde (2004. [16]), estabelece valores máximos permitidos para os compostos analisados. No que concerne ao gama-HCH (lindano), o valor estabelecido é de $2 \mu\text{g}/\text{l}$, sendo que nas amostras avaliadas os teores se mostraram inferiores a $1,736 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{l}$. Quanto ao heptacloro, a Portaria determina $0,03 \mu\text{g}/\text{l}$, enquanto que nas amostras estudadas o valor se mostrou inferior a $1,297 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{l}$. Em relação ao DDT e isômeros, a Portaria estabelece $2 \mu\text{g}/\text{l}$ e nas amostras analisadas as concentrações foram inferiores a $1,113$, $1,642$ e $1,427 \mu\text{g}/\text{l}$, para pp'-DDE, pp'-DDD e pp'-DDT, respectivamente. Diante do exposto, pode-se afirmar que, em relação aos parâmetros analisados, a água freática se encontra dentro dos padrões de potabilidade.

Com base nos resultados obtidos as possibilidades que surgem são, principalmente:

- Os produtos analisados não eram fabricados ou processados na indústria avaliada;
- Os produtos eram fabricados/manuseados mas não eram lançados no solo da área;
- Os efluentes gerados na fabricação/processamento dos produtos eram lançados no solo, mas sofreram processos de degradação na zona insaturada, transformando-se em outras substâncias ainda não analisadas. Evidencia-se, portanto, a necessidade da continuidade dos estudos

iniciados neste trabalho, procurando-se detectar alguns dos produtos de degradação dos pesticidas já analisados. É igualmente importante investigar outros pesticidas além dos já estudados neste trabalho.

CONCLUSÕES

Embora a indústria madeireira seja de extrema importância econômica para a região Norte, o beneficiamento de madeira requer a utilização de produtos químicos tóxicos para a sua preservação. Entre esses produtos, destacam-se alguns dos denominados poluentes orgânicos persistentes (POPs).

Na RMB existem várias indústrias tratando a madeira com produtos organoclorados, incluindo alguns proibidos por lei, devido aos riscos que oferecem para a saúde humana e para o meio ambiente. Assim sendo, fica evidente a necessidade de estudos nessas áreas com o objetivo de analisar os teores de produtos organoclorados no solo e na água freática.

Embora os organoclorados analisados neste trabalho (DDT, HCH e Heptacloro) não tenham sido detectados, nem na zona insaturada nem na água freática de uma fábrica de produção de defensivos para madeira, isto não implica que a área não esteja contaminada por outros produtos químicos, também de elevada toxicidade.

Há grande possibilidade dos produtos analisados terem sofrido degradação na zona insaturada, devido à dinâmica do ecossistema dessa zona, o que torna provável a transformação desses em substâncias ainda não analisadas.

A área industrial avaliada apresenta uma vulnerabilidade à contaminação elevada de modo que a água freática pode ser atingida por contaminantes químicos móveis, com relativa facilidade. Esse fato reforça a importância de se avaliar outras substâncias tóxicas no solo e água subterrânea dessa área.

As pesquisas sobre a degradação de pesticidas se concentram principalmente em países de clima temperado onde foram estabelecidos valores limites para a presença desses compostos em solo e águas subterrâneas. No Brasil, essas pesquisas são incipientes e se concentram na região sudeste que também possui características diferentes do norte do Brasil, evidenciando-se, portanto, a necessidade de pesquisas locais.

Cabe ainda ressaltar que, em Ananindeua, além da indústria estudada e de várias madeireiras, também estão instaladas diversas empresas com grande potencial de contaminação ambiental. Entre estas, se destacam as indústrias de emulsão asfáltica, uma fábrica de plástico e uma indústria química, ambas em atividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ASSOCIAÇÃO das indústrias exportadoras de madeira do Estado do Pará (AIMEX). Disponível em: <http://www.aimex.com.br/>. Acesso em: 19/12/2003.
- [2] GAVIOLI, Flávia. Perspectiva para o setor madeireiro. Disponível em: <http://www.netmarinha.com.br/noticias.asp?Id=4574>. Acesso em: 22/12/2003.
- [3] SANTANA, Antônio Cordeiro de. 2002. A competitividade sistêmica das empresas de madeireira da Região Norte. Belém- Pa. Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. 304p.
- [4] BATALHA, Bem-Hur Luttemback. 1998. Controle de Qualidade de Água para Consumo Humano: Bases Conceituais e operacionais/ Bem Hur Luttembarck Batalha (e) Antônio Parlatorre. São paulo : CETESB198 P.
- [5] CUNHA, Rodrigo C. de A. 1997. Avaliação de riscos em áreas contaminadas por fontes industriais desativadas- estudo de caso. São Paulo. Universidade de São Paulo. 152 p. Tese de Doutorado (Instituto de Geociências).
- [6] SAUMA FILHO, M. 1996. As águas subterrâneas de Belém e adjacências: influência da Formação Pirabas e parâmetros físico-químicos para medidas de qualidade. Belém. Universidade Federal do Pará. 128 p. Tese (Mestrado em Geoquímica).
- [7] IDESP- PARÁ 1990 Anuário Estatístico do Estado do Pará. Belém, IDESP / Coordenadoria de documentação e Informação. V 11. p: 481-910.
- [8] TANCREDI, A.C.F.N.S. *et al.* 1980. Projeto reconhecimento dos recursos naturais da Região Metropolitana de Belém. Belém, SEPLAN/CODEM/IDESP.79p.
- [9] LIMA, L. M. 2003. Avaliação experimental da mobilidade do dimetoato na zona não saturada, em áreas de agricultura intensiva na Bacia Hidrográfica do igarapé Cumaru, município de Igarapé-Açu- PA. Dissertação de Mestrado em geologia e hidrogeologia. (2003).
- [10] LABUNSKA, I., STRINGER, R. e BRIGDEN, K. 2000. Poluição por metais e compostos orgânicos associada à unidade da Bayer em Belford Roxo, Rio de Janeiro, Brasil. Laboratórios de Pesquisa do Greenpeace, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade de Exeter, Exeter, Reino Unido. Dezembro de 2000. Nota Técnica: 23/00. Disponível em: <http://www.greenpeace.org>. Acesso em: 14/04/2003.
- [11] LEPAGE, Ennio S. *et al.* 1986. Manual de preservação de madeiras, vol I e II. São Paulo.701p.
- [12] ZAGHETTO, S. Heptacloro é ameaça à saúde do Pará. O LIBERAL, Belém, 26/10/2003. Atualidades, p.9.
- [13] MELO, I.S. de; AZEVEDO, J.L. 1997. Microbiologia Ambiental. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1997, 440P.
- [14] CASARINI, Dorothy C. P *et al.* 2001. Relatório de estabelecimento de valores orientadores para solos e águas subterrâneas no estado de São Paulo. São Paulo CETESB, 2001.

- [15] CETESB. 1997. Estabelecimento de Padrões de Referência de Qualidade e Valores de Intervenção para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo. Relatório Parcial- São Paulo, set/ 1997.
- [16] BRASIL, Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Ministério da Saúde, Brasília.