

Avaliação da Contaminação por Pesticidas Organoclorados em Recursos Hídricos do Estado de Goiás

Maria Isabel Ribeiro Alves, Nelson Roberto Antoniosi Filho

Laboratório de Métodos de Extração e Separação (LAMES), Instituto de Química, UFG
isaribeiroalves@yahoo.com.br, nelson@quimica.ufg.br

Leandro Gonçalves Oliveira

Instituto de Ciências Biológicas, UFG

Sandra Teresinha de Farias Furtado

Instituto de Química, UFU

Recebido: 19/03/09 - revisado: 02/10/09 - aceito: 09/02/10

RESUMO

Pesticidas organoclorados são substâncias persistentes no meio ambiente e bioacumulativos na cadeia alimentar. Estas substâncias causam diversos efeitos à fauna, à flora e à saúde humana, precisando por isso de monitoramento. Neste trabalho são determinados os níveis de pesticidas organoclorados em recursos hídricos do estado de Goiás, o qual possui várias reservas de preservação do bioma Cerrado e bacias hidrográficas importantes. A amostragem consiste de água superficial e abrange os mananciais de todo o estado. Verificou-se que em todas as regiões do estado de Goiás ocorreram níveis altos de pesticidas organoclorados nos recursos hídricos e as regiões mais contaminadas são também as regiões que estão mais impactadas na degradação do Cerrado devido à intensa atividade agrícola.

Palavras-chave: pesticidas organoclorados, recursos hídricos, monitoramento ambiental.

INTRODUÇÃO

Pesticidas organoclorados são substâncias orgânicas que possuem como principal característica a persistência no ambiente, tendo uma meia vida longa em solos, sedimentos, ar e biota. São compostos lipofílicos, o que os tornam bioacumulativos na cadeia alimentar e possuem grande estabilidade físico-química, não sendo voláteis à temperatura ambiente (Baird, 2002). Assim, devido a estas características, desde o início dos anos 1970 o uso de pesticidas organoclorados tem sido progressivamente restringido à aplicações específicas em diversos países (Tordoir *et al.*, 1994).

Esta classe de pesticidas têm sido relacionada à diversos efeitos sobre a saúde humana (Kelse *et al.*, 1995; Kavlock *et al.*, 1996; Sharpe, 1995) tais como, interrupção endócrina e efeitos reprodutivos. Além destes, efeitos neurotóxicos devido à exposição aos pesticidas organoclorados são reportados (Suñol *et al.*, 1998; Bloomquist, 1992). São classificados como carcinogênico, sendo que uma quantidade significativa de organoclorados tem sido detec-

tada em certos tecidos cancerosos (Krieger *et al.*, 1994; Falck *et al.*, 1992). Assim, justifica-se a importância do monitoramento dos níveis destas substâncias em cursos de água, lençóis freáticos e água de consumo humano.

O uso de pesticidas no Brasil, assim como o controle de sua presença no meio ambiente, é normatizado pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) e pelo CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). A Resolução do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) nº357 de março de 2005 preconiza o nível máximo permitido para pesticidas organoclorados em recursos hídricos. Nesta resolução, o nível máximo de pesticidas organoclorados permitidos em água superficial variam de 0,001 µg/L à 20 µg/L, dependendo do pesticida, para rios de classe 3.

No Brasil, a presença de pesticidas organoclorados em recursos hídricos tem sido monitorada através de trabalhos realizados em centros de pesquisas nas universidades. A ocorrência de compostos organoclorados é reportada em tecidos de peixes no litoral paulista (Yogui, 2002) e em águas fluviais no

município de Viçosa, em Minas Gerais (Chagas, 1999).

Na região Centro-Oeste, no estado do Mato Grosso, no município de Primavera do Leste, localizado na divisão de águas da bacia do Alto Araguaia e Araguaia-Tocantins, foi realizado uma análise dos pesticidas que apresentavam potencial risco de contaminação de águas subterrâneas e superficiais para consumo humano (Dores e Freire, 2001). Os autores verificaram que pesticidas tais como atrazina, metolactor, simazina, metonil e metribuzina são os principais contaminantes de água subterrânea e água superficial.

No estado de Goiás, o Laboratório de Análises de Água da SANEAGO desenvolve análises de detecção somente para pesticidas organofosforados e carbamatos, através de um método enzimático (Santo, 1997). Os níveis de pesticidas são verificados através da inibição da enzima acetilcolinesterase, sendo que o aumento da porcentagem de inibição da atividade enzimática varia linearmente com o aumento da concentração de resíduos de pesticidas organofosforados e carbamatos. Até 2005, não havia sido realizado qualquer estudo de monitoramento dos níveis de pesticidas organoclorados nos mananciais do estado de Goiás.

CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO

O estado de Goiás localiza-se no centro do país, e o relevo é caracterizado por grandes planaltos e chapadas. A determinação dos níveis de pesticidas organoclorados no estado de Goiás é de extrema importância, pois a hidrografia goiana é composta por cursos fluviais que correm para todas as regiões do Brasil, sendo a região do Planalto Central a mais importante dispersora de águas da rede hidrográfica brasileira.

A rede hidrográfica de Goiás é formada pelas bacias do Amazonas, do São Francisco e do Paraná. Quatro grandes rios drenam o território goiano: o rio Araguaia (área da bacia = 86.109 km²) no noroeste; o rio Tocantins (área da bacia = 102.120,6 km²) no norte e nordeste; o rio Paranaíba – bacia do Paraná (área da bacia = 149.488 km²) no sul e os afluentes do São Francisco (área da bacia = 3.400 km²) na região leste (Rocha *et al.*, 2008).

A vegetação característica do estado é o bioma Cerrado e aqui se localizam importantes reservas de preservação ambiental, tais como o Parque

Nacional das Emas, no sul do estado, a Chapada dos Veadeiros, no norte do estado, a Serra dos Pirineus, na região leste, e a Serra de Caldas, na região sudeste, entre outros importantes parques de preservação do bioma cerrado.

Com relação ao uso do solo no território goiano, 39,1% são ocupados com pastagens e 15,22% com agricultura, sendo que na região sul e central estão os municípios com maior atividade agrícola e na região noroeste as maiores áreas de pastagens (Godinho, 2008). Nestas regiões o uso de pesticidas é intenso e excessivo, gerando grandes impactos ambientais tais como a contaminação de águas superficiais e subterrânea.

As principais culturas plantadas no estado são a soja, o milho, o algodão, o arroz e o feijão, com uma produção agrícola estimada em mais de onze milhões de toneladas de grãos em 2005, segundo dados da Agência Rural do Estado de Goiás sendo que soja e milho são responsáveis por quase 90% desta produção.

Com uma atividade agrícola tão intensa, a devastação da vegetação nativa tornou-se um problema enorme. A área do bioma Cerrado desmatada no estado de Goiás é de 22%, com uma estimativa de desmatamento para os próximos anos de 58 mil km² (Galinkin, 2003). Os remanescentes de vegetação nativa correspondem a 37%. Neste panorama, a região mais preservada do estado é a região nordeste, na qual municípios como Teresina de Goiás, Cavalcante e Colina do Sul possuem quase 90% de vegetação nativa remanescente. Em contrapartida, na região sul e central estão os municípios com menores índices de cobertura vegetal nativa, como Rio Verde (9,02%) e Santa Helena de Goiás (1,7%) (Godinho, 2008).

Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar um diagnóstico dos níveis de pesticidas organoclorados presentes nos cursos de água do estado de Goiás. Para isso, a amostragem foi extensa, abrangendo todas as regiões do estado e assim, traçar um perfil do nível de contaminação das bacias hidrográficas goianas.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Amostragem

A coleta consistiu de água superficial coletada pela companhia SANEAGO (Saneamento do Estado de Goiás) em cursos d'água em todas as regiões do estado de Goiás, entre Maio de 2005 e Janeiro de 2006. O mapa apresentado na Figura 1

mostra detalhadamente os municípios onde foram coletadas as amostras de água. O total de amostras foi de 174, correspondente a 167 municípios que tiveram seus recursos hídricos monitorados com relação aos pesticidas organoclorados.

Com esta ampla amostragem foi possível realizar a avaliação comparativa da presença de pesticidas organoclorados em regiões de maior uso agrícola, em que o bioma Cerrado está mais devastado, com as regiões que ainda possuem remanescentes do Cerrado, e assim fazer um diagnóstico de contaminação deste bioma no estado de Goiás. Não foram realizados estudos de sazonalidade climática pelo fato da amostragem ter sido feita em apenas oito meses, obedecendo às necessidades da companhia responsável pela amostragem. Também não foi realizado estudo da influência de cultivos dada a grande amplitude da área de amostragem, e devido também ao fato do uso de solo no Cerrado goiano ter variado muito nas últimas décadas, sendo comum a alternância de atividades agrícolas e pecuárias.

Metodologia Analítica

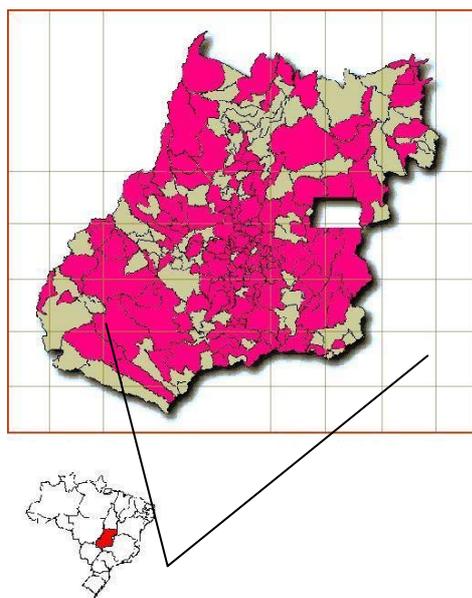


Figura 1 - Municípios do Estado de Goiás (em destaque), onde foram realizadas as coletas de amostras de água de rio e água tratada.

As amostras de água superficial foram analisadas por cromatografia gasosa de alta resolução com detecção por captura de elétrons (HRGC-ECD). O método de extração e pré-concentração

dos analitos foi a extração líquido-líquido, com n-hexano como solvente de extração, na proporção de 20 mL de amostra para 2 mL de n-hexano. As amostras foram deixadas sob agitação por 2h em agitador do tipo orbital Vibrax VXR IKA® (Alves, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Do total de amostras, 63 apresentaram níveis de pesticidas organoclorados acima da concentração máxima permitido pela resolução 357 do CONAMA, o que corresponde a 36,2% das amostras.

O gráfico da Figura II apresenta quais foram os pesticidas organoclorados detectados nesses 63 municípios e a frequência com que estes apareceram como contaminantes ambientais. Desta forma, os pesticidas organoclorados detectados no estado de Goiás foram aldrin, mirex, DDT, lindano, clordano, hexaclorobenzeno, endrin, DDE, e metoxicloro. Os pesticidas detectados em um maior número de mananciais foram aldrin e mirex, sendo que estes dois pesticidas foram detectados em mais da metade dos municípios. O aldrin foi detectado em 40 municípios (62,5% dos municípios), dos 63 que apresentaram contaminação por pesticidas organoclorados. Lindano, HCB, DDT e clordano foram detectados em mais de cinco por cento dos municípios e endrin, DDE e metoxicloro em menos de 5% dos mananciais.

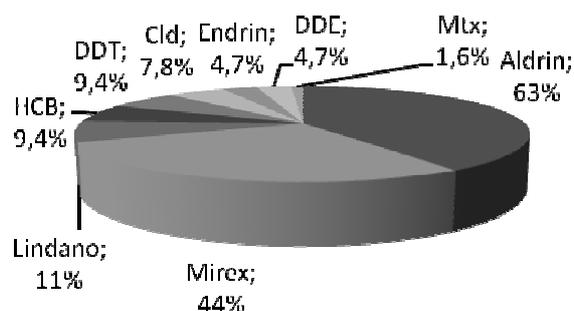


Figura 2 - Percentual de mananciais do estado de Goiás contaminados por pesticidas organoclorados em 2005/2006 (Clid: clordano; Mtx: metoxicloro).

Para especificar o nível de contaminação dos mananciais nas diferentes regiões do estado de Goiás, nos próximos tópicos são apresentadas as

idades que apresentaram ocorrência de contaminação por pesticidas organoclorados em seus mananciais e gráficos mostrando os pesticidas organoclorados detectados em níveis acima da legislação ambiental brasileira na região norte, sul, leste, oeste e central do estado de Goiás e com qual frequência esses pesticidas foram encontrados.

Região Central

Nesta região 23 mananciais apresentaram níveis de concentração de pesticidas organoclorados acima do nível máximo permitido pela Resolução 357 do CONAMA, sendo eles: Córrego Boa Esperança (Anicuns); Córrego das Lages (Aparecida de Goiânia); Córrego Veredas (Aragoiânia); Córrego Dois Irmãos (Avelinópolis); Ribeirão Boa Vista (Aurilândia); Córrego Extremo (Barro Alto); Córrego Cachoeira (Brazabrantes); Rio do Peixe (Caturai); Córrego Capoeirão (Damolândia); Ribeirão Sozinha (Goianápolis); Córrego Grimpas (Hidrolândia); Rio Meia Ponte (Inhumas); Rio Parí (Jaraguá); Córrego dos Boys (Leopoldo de Bulhões); Córrego Buriti (Nazário); Córrego dos Gonçalves (Ouro Verde); Rio Novo (Rubiataba); Córrego Água Limpa (Santa Bárbara); Córrego Santa Rosa (Santa Rosa); Ribeirão Santana (São Luiz de Montes Belos); Ribeirão Cerrado (Sanclerlândia); Córrego Boa Vista (Taquaral).

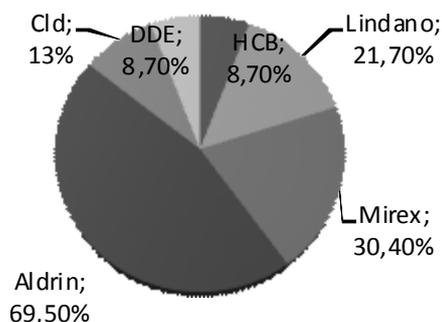


Figura 3 - Percentual de mananciais na Região Central do estado de Goiás contaminados por pesticidas organoclorados em 2005/2006 (Cld: clordano).

O gráfico da Figura III apresenta quais foram os pesticidas organoclorados detectados nesses 23 municípios e a frequência que estes apareceram

como contaminantes ambientais, sendo detectados em níveis acima do valor máximo permitido pela legislação brasileira. Verificou-se que aldrin, mirex e lindano foram os pesticidas detectados em um maior número de locais, sendo que aldrin foi detectado em 69,5% dos locais de amostragem com níveis em não conformidade.

Os níveis de concentração de pesticidas organoclorados detectados estão apresentados na Tabela I. Níveis altíssimos destes compostos foram quantificados, sendo que em alguns mananciais as concentrações determinadas são até cem vezes a Concentração Máxima Permitida (CMP), especificada pela legislação brasileira.

Tabela 1 - Níveis de contaminação por pesticidas organoclorados na Região Central do estado de Goiás em 2005/2006.

Pesticidas Organoclorados	Níveis de concentração detectados ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	Nível máximo permitido (CONAMA nº 357) ($\mu\text{g.L}^{-1}$)
Aldrin	0,0061-0,021	0,005
Clordano	0,041-0,16	0,04
DDE	0,002-0,032	0,002
Hexaclorobenzeno	0,0092-0,19	0,0065
Lindano	0,021-0,14	0,02
Mirex	0,0016-0,067	0,001

Região Sul

Nesta região vários municípios apresentaram mananciais com níveis de pesticidas organoclorados em não conformidade com a legislação. São eles: Córrego da Comprida (Acreúna); Ribeirão das Antas (Buriti Alegre); Ribeirão Bom Jesus (Bom Jesus de Goiás); Ribeirão Campo Alegre (Campo Alegre); Rio do Peixe (Doverlândia); Córrego Guariroba (Edealina); Córrego Lageado (Goiatuba); Córrego Dantas (Indiara); Córrego Pindaíba (Inaciolândia); Ribeirão Vai-e-vem (Ipameri); Córrego Pimentinha (Itarumã); Ribeirão Santa Maria (Itumbiara); Rio Claro (Jataí); Ribeirão Santa Bárbara (Joviânia); Rio Araguaia (Luiz Alves); Córrego da Vertente (Maurilândia); Córrego Pipoca (Morrinhos); Córrego Capão Grande (Nova Aurora); Córrego da Lagoa (Ouvidor); Córrego da Raiz (Palmeiro); Córrego Alemão (Palmeiras de Goiás); Ribeirão Dourados (Professor Jamil); Ribeirão Lage / Ribeirão Abóbora (Rio Verde); Rio São Tomaz (Santa

Helena de Goiás); Rio Araguaia (Santa Rita do Araguaia).

Na região sul, 26 mananciais apresentaram altos índices de pesticidas organoclorados, sendo que os pesticidas detectados em altos níveis foram aldrin, mirex, DDT, hexaclorobenzeno, endrin, metoxicloro e DDE, nos percentuais apresentados no gráfico da Figura IV. Nesta região, aldrin, mirex e DDT foram os pesticidas organoclorados detectados em um maior número de mananciais. Os níveis em que foram detectados estão apresentados no gráfico da Tabela II. Os dados demonstram que DDE, mirex, HCB, DDT e endrin foram detectados em níveis de até cem vezes a concentração máxima permitida pela legislação brasileira, demonstrando assim o nível de contaminação das águas superficiais desta região de Goiás.

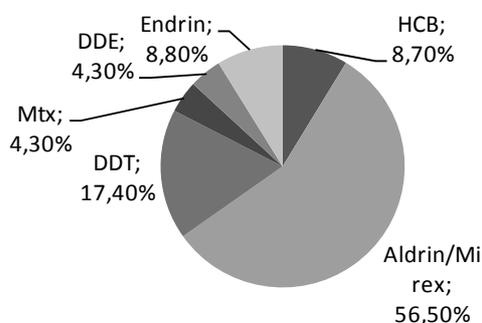


Figura 4 - Percentual de mananciais na Região Sul do estado de Goiás contaminados por pesticidas organoclorados em 2005/2006

Tabela 2 - Níveis de contaminação por pesticidas organoclorados na Região Sul do estado de Goiás em 2005/2006.

Pesticidas Organoclorados	Níveis de concentração detectados ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	Nível máximo permitido (CONAMA nº 357) ($\mu\text{g.L}^{-1}$)
Aldrin	0,0050-0,0082	0,005
DDE	0,0020-0,18	0,002
DDT	0,0072-0,027	0,002
Endrin	0,0040-0,016	0,004
HCB	0,019-0,026	0,0065
Metoxicloro	0,030-0,34	0,03
Mirex	0,0064-0,10	0,001

Região Oeste

Nesta região, mirex foi detectado em 50% dos municípios (Figura V), seguido de aldrin (30%). Os pesticidas detectados em concentrações muito superiores ao valor máximo permitido são endrin, DDT e mirex (Tabela III). Na região oeste foram detectados pesticidas organoclorados em níveis altos num total de dez municípios, sendo eles: Córrego Cambuí (Araguapaz); Rio Vermelho (Aruanã); Córrego Lageado (Arenópolis); Lago Tigre (Britânia); Córrego Grande (Fazenda Nova); Córrego do Vaz (Israelândia); Córrego Palmeiras (Itapirapuã); Córrego Santo Antônio (Ivolândia); Córrego Bocaína (Novo Brasil); Córrego do Ouro (São Miguel do Araguaia).

Tabela 3 - Níveis de contaminação por pesticidas organoclorados na Região Oeste do estado de Goiás em 2005/2006.

Pesticidas Organoclorados	Níveis de concentração detectados ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	Nível máximo permitido (CONAMA nº 357) ($\mu\text{g.L}^{-1}$)
Aldrin	0,0076-0,025	0,005
Clordano	0,050	0,04
DDT	0,077-0,10	0,002
Endrin	0,070	0,004
HCB	0,011-0,04	0,0065
Lindano	0,065	0,02
Mirex	0,013-0,024	0,001

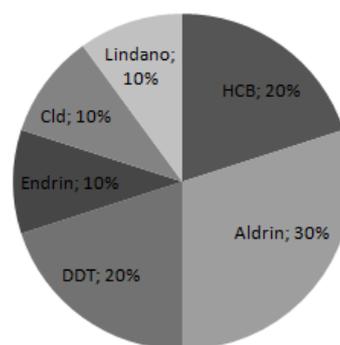


Figura 5 - Percentual de mananciais na Região Oeste do estado de Goiás contaminados por pesticidas organoclorados em 2005/2006

Região Norte

Nesta região três municípios estão com seus mananciais contaminados com altos níveis de pesticidas organoclorados, sendo eles: Campos Belos, Formoso e Montividiu do Norte. Nos mananciais destas cidades somente foi detectado aldrin, em níveis que vão de 0,0059 µg/L até 0,0240 µg/L.

Região Leste

Nesta região somente os mananciais dos municípios de Planaltina e Luziânia estão contaminados com altos níveis de pesticidas organoclorados, tendo sido os pesticidas aldrin e mirex nas concentrações de $0,014 \pm 0,000013$ µg/L e $0,008 \pm 0,000012$ µg/L.

COMENTÁRIOS SOBRE A CONTAMINAÇÃO DE MANANCIAIS DE GOIÁS POR PESTICIDAS ORGANOCORADOS

Os dados apresentados mostram que é preocupante a contaminação dos recursos hídricos no estado de Goiás por pesticidas organoclorados (Figura VIA), principalmente nas regiões central, sudeste e oeste. Estas regiões possuem mananciais contaminados com maior variedade de pesticidas organoclorados. É importante salientar que as áreas contaminadas com pesticidas organoclorados correspondem aos locais de maior devastação do cerrado, como é mostrado no mapa da Figura VIB, o qual apresenta as principais áreas com vegetação remanescente do Cerrado em Goiás. Um exemplo é a Serra da Mesa no noroeste do estado, uma região bastante conservada devido às suas características de terreno, as quais impedem a implantação de grandes projetos agropecuários. Atualmente, 54,9% da área original do bioma já foram destruídas e metade do que resta já está bastante comprometida, segundo pesquisa de 2004 da organização Conservação Internacional (Machado *et al.*, 2004).

As áreas devastadas, principalmente no sudeste do estado, correspondem aos locais de intensa atividade agrícola, o que explica um maior número de mananciais contaminados localizados na região central e sul do estado.

Aldrin e mirex foram os pesticidas mais detectados. Eles ainda são permitidos para usos como cupinicida e formicidas no Brasil, pois estes dois princípios ativos são exceções à Portaria 329, publicada em setembro de 1985 pela ANVISA, que proíbe a comercialização e o uso de pesticidas organoclorados no país, o que justifica a forte presença deles no meio ambiente.

Muitas vezes os níveis detectados de pesticidas organoclorados são altíssimos e é importante salientar que estes poluentes foram detectados em água superficial e que este valor, devido a biomagnificação, deve ser muito maior na biodiversidade aquática. Assim, torna-se preocupante esta realidade devido ao impacto destes compostos no meio ambiente e na saúde humana.

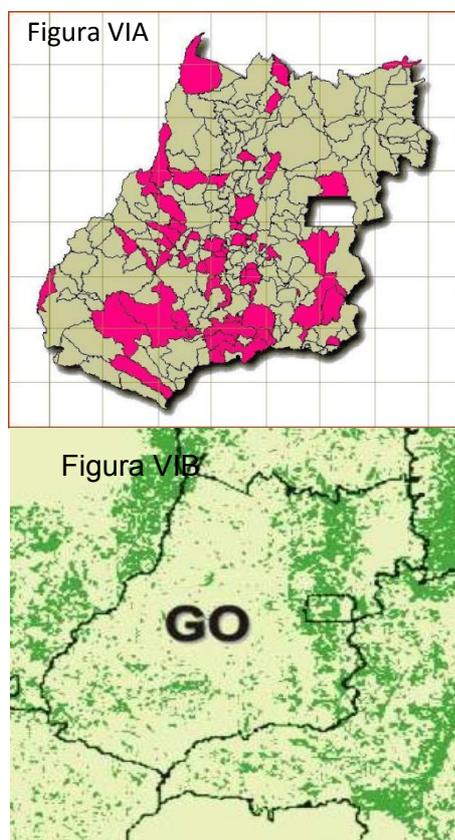


Figura 6 - A) Municípios de Goiás que apresentaram mananciais contaminados com pesticidas organoclorados (em destaque); B) Principais remanescentes do Cerrado em Goiás (Fonte: Machado *et al.* 2004).

A região central e sudeste são as regiões mais povoadas do estado de Goiás, ou seja, uma grande parcela da população deste estado está sujeita a esses altos níveis de contaminação de pesticidas

organoclorados e, conseqüentemente, aos problemas causados por estas substâncias. Além disto, nestas regiões estão importantes bacias hidrográficas, como a bacia do rio Paranaíba e a bacia do rio Araguaia. Estas bacias levam águas para outras regiões do Brasil, e conseqüentemente transportam poluentes para estas regiões. Estes dados, afim de traçar o perfil de contaminação no estado, demonstram a extrema necessidade do controle de poluentes em mananciais.

Nas regiões norte e leste (entorno de Brasília) foram observados menos problemas de contaminação dos mananciais. Somente aldrin e mirex foram detectados em água superficial. Entretanto, a análise dos sedimentos destes rios pode demonstrar a presença de outros pesticidas e, além disso, estes poluentes podem ser detectados em outras épocas, principalmente pelo transporte através dos mananciais com maior incidência de contaminação. Neste sentido, pelo fato da utilização dos agrotóxicos ser sazonal e também pelo fato dos aquíferos serem sistemas altamente dinâmicos, é necessário que os órgãos fiscalizadores e as empresas que captam águas desses mananciais para tratamento e distribuição para consumo da população, executem as análises de pesticidas com freqüência, afim de garantir que a população e a biodiversidade aquática do estado não utilize água contaminada por esses pesticidas. Neste sentido, é necessário que estas análises sejam feitas com periodicidade no mínimo trimestral, abrangendo os períodos de chuva e seca, e as transições entre estes.

CONCLUSÕES

Os pesticidas organoclorados ainda são encontrados em altos níveis nos recursos hídricos, mesmo com a proibição do seu uso na década de oitenta, demonstrando o quanto são persistentes no meio ambiente e o quanto ainda podem causar danos à saúde humana, à flora e a fauna.

O trabalho demonstrou que todas as regiões do estado de Goiás possuem mananciais contaminados por pesticidas organoclorados, e que as regiões de maior contaminação são também as regiões em que o bioma Cerrado está mais impactado.

Neste sentido, é necessário que os órgãos ambientais sejam efetivos no controle do uso de agrotóxicos, principalmente no que se refere aos agrotóxicos que já foram banidos e que ainda são utilizados ilegalmente.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à SANEAGO (Saneamento do Estado de Goiás), à FUNAPE (Fundação de Apoio à Pesquisa – UFG), à CAPES e ao CNPq.

REFERÊNCIAS

- ALVES, MIR. Desenvolvimento e validação de metodologia de determinação de pesticidas organoclorados e trihalometanos para aplicação no monitoramento da qualidade da água em Goiás. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Goiás, p.52-54, 2006.
- BAIRD, C. *Química Ambiental*. Bookman, 2ªed, Porto Alegre, pp. 319-331, 2002.
- BLOOMQUIST, JR. Intrinsic lethality of chloride-channel-directed insecticides and convulsants in mammals. *Toxicol. Lett.* 60: 289-29, 1992.
- CHAGAS, CM., QUEIROZ, MELR., NEVES, AA. Determinação de resíduos de organoclorados em águas fluviais do município de Viçosa-MG. *Química Nova* 22:506-508, 1999.
- DORES, EFGC., FREIRE, EML. Contaminação do ambiente aquático por pesticidas. Estudo de caso: águas usadas para consumo humano em Primavera do Leste, Mato Grosso, *Química Nova* 24(1):27-36, 2001.
- FALCK, F., RICCI, A., WOLFF MS., GODBOLD J., DECKERS, P. Pesticides and polychlorinated biphenyl residues in human breast lipids and their relation to breast cancer. *Arch. Environ. Health.* 47: 143-146, 1992.
- GALINKIN, M. Geo-Goiás 2002. Agência Ambiental de Goiás, Secretária do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Goiás (SEMARH), Brasília, 2003.
- GODINHO, CB. Análise da devastação da cobertura do cerrado goiano por agropecuária. TCC, Universidade Católica de Goiás, 2008.
- KELSE, WR., STONE, CR., LAWS, SC., GRAY, LE., KEMPAINEN, JA., WILSON, EM. Persistent DDT metabolite p,p'-DDE is a potent androgen receptor antagonist. *Nature.* 375:581-585, 1995.
- KAVLOCK, W. Research needs for the risk assessment of health and environmental effects of endocrine disruptors. *Environ. Health, Perspec.* 104(4): 715-740, 1996.
- KRIEGER, N., WOLFF, MS., Hiatt, RA., Rivera, M., Vogelmann, J., Orentreich, N. Breast cancer and serum organochlorines: a prospective study among White, Black and Asian women. *J. Natl. Cancer Inst.* 86(9): 589-99, 1994.

- MACHADO, RB., RAMOS NETO, MB, PEREIRA, PGP., CALDAS, EF., GONÇALVES, DA., SANTOS, NS., TABOR, K., STEININGER, M. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro (2004). *Conservação Internacional*, Brasília, DF. Disponível em <<http://www.conservation.org.br/arquivos/RelatDesmatamCerrado.pdf>> Acesso em: 29 jan. 2009.
- ROCHA, C., TEJERINA-GARRO, FL., PIETRAFESA, JP. Cerrado, Sociedade e Ambiente : Desenvolvimento Sustentável em Goiás. Goiânia, Ed. da UCG, p15-47, 2008.
- SANTO, DE. Detecção de organofosforados e carbamatos em águas através do método enzimático. *Informa*, v.6, n°3/4, 1997.
- SHARPE, RM. Reproductive biology another DDT connection [news.;comment]. *Nature*. 375(6532): 538-539, 1995.
- SUÑOL, C., VALE, C., RODRIGUEZ-FARRE, E. Polychlorocycloalkane insecticide action on GABA-d glycine-dependent chlorine flux. *Neurotoxicology*, 19: 573-580, 1998.
- TORDOIR, WF., VAN SITTERT, NJ. Organochlorines. *Toxicology*. 91:51-57, 1994.
- YOGUI, GT. Ocorrência de compostos organoclorados em mamíferos marinhos da costa de São Paulo e da Ilha Rei Jorge. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, 2002.

Evaluation of Water Resources Contamination by Organochlorine Pesticides in the State of Goiás

ABSTRACT

Organochlorine pesticides are persistent and bio-accumulated compounds in the environment. These substances have various impacts on human health and wildlife. Therefore they require environmental monitoring. In this work the levels of organochlorine pesticides were determined in rivers in the state of Goiás, in central Brazil. Some preserved areas of the Cerrado ecosystem and major rivers were observed. High levels of organochlorine pesticides in the water resources were found in all regions of Goiás state due to environmental degradation and intense agricultural activity.

Keywords :organochlorine pesticides, water, environmental monitoring