

# PERICULOSIDADE AMBIENTAL DE PESTICIDAS RECEITADOS ENTRE AS BACIAS PLATINA E AMAZÔNICA NA VIRADA PARA O SÉCULO XXI

*Environmental hazard of pesticides applied in the border region between Platinum and Amazon Basins at the turn to century XXI*

Artigo Original

## RESUMO

**Objetivo:** Revelar a periculosidade ambiental de pesticidas receitados em uma região divisora das Bacias Amazônica e Platina, na virada para o século XXI. **Métodos:** O estudo utilizou dados de receitas agrônomicas expedidas no biênio 1999-2000, em 24 municípios situados em região divisora das Bacias Amazônica e Platina, Mato Grosso, Brasil. **Resultados:** Os pesticidas mais utilizados na região de estudo são os das classes II (muito perigoso) e III (perigoso) em número de receitas (N=2.828; 86,8%) e quantidade receitada (N=344.765; 90,4%). Na classe III, observou-se uma acentuada inversão nos valores de número de receitas (N=1.274; 39,1%) e de quantidade receitada (N=237.319; 62,2%), indicando que houve um menor número de receitas, mas com maior quantidade receitada. As proporções de receitas de produtos nas várias classes de potencial de periculosidade ambiental (Classificação PPA, utilizada no Brasil) foram diferentes entre anos ( $\chi^2=20,814$ ; GL=3;  $p < 0,01$ ). Os 10 produtos (11 princípios ativos) mais receitados foram: glifosato, 2,4-D, sulfuramida, clorimurum etílico, fipronil, diurom, paraquate, metamidofós, carbofurano, clorpirifós e lambda-cialotrina, dentre os quais, sete pertencem às classes de PPA I e II. **Conclusões:** As proporções de receitas e as quantidades receitadas de pesticidas nas diferentes classes de PPA variam entre os anos agrícolas. Os produtos mais receitados nesta região divisora são os muito perigosos, com variados mecanismos de ação e riscos potenciais aos organismos vivos. Isto sugere a necessidade de definição de políticas específicas e ações cuidadosas para evitar desastres ambientais nesta região.

**Descritores:** Ecossistema Amazônico; Poluição Ambiental; Contaminação Química.

## ABSTRACT

**Objective:** To reveal the environmental risk of pesticide prescribed in a border region between the Amazon and Platinum Basins, at the turn of the 21<sup>st</sup> century. **Methods:** The study used data of agronomic prescriptions for pesticides issued in the biennium of 1999-2000 in 24 cities located in a border region between the Amazon and Platinum Basins, Mato Grosso, Brazil. **Results:** The most widely used pesticides in the study region are class II (very dangerous) and III (dangerous) in number of prescriptions (N = 2,828, 86.8%) and quantity prescribed (N = 344,765, 90.4%). Among class III pesticides, a strong inversion was observed in the number of prescriptions (N = 1,274; 39.1%) and quantity prescribed (N = 237,319; 62.2%), indicating a lower number of prescriptions, but with higher amount prescribed. The proportion of prescriptions for products amid the various classes of Potential of Environmental Dangers (PPA ranking model, applied in Brazil) changed over the two years ( $\chi^2=20,814$ ; DF=3;  $p < 0,01$ ). The 10 most prescribed products (11 active compounds) were: glyphosate, 2,4-D, sulfuramid, chlorimuron ethyl, fipronil, diuron, paraquat, methamidophos, carbofuran, chlorpyrifos and lambda-cyhalothrin, and seven of them were ranked as PPA class I or II. **Conclusions:** The ratio between the number of pesticide prescriptions and the quantities prescribed among the various classes of PPA showed alteration over crop years. The most reported products in this border region were classified as the most dangerous ones, with diverse mechanisms of action and potential risks to living organisms. This suggests the need to define specific policies and carefully designed strategies to prevent environmental disaster in this region.

**Descriptors:** Amazonian Ecosystem; Environmental Pollution; Chemical Contamination Pollution.

Arno Rieder<sup>(1)</sup>  
Eliana Freire Gaspar de  
Carvalho Dores<sup>(2)</sup>  
Anna Frida Hatsue Modro<sup>(3)</sup>  
Graciela da Silva Rocha<sup>(4)</sup>

1) Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT – Cáceres (MT) – Brasil

2) Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT – Cuiabá (MT) – Brasil

3) Universidade Federal de Rondônia – UNIR – Rolim de Moura (RO) – Brasil

4) University of Newcastle, School of Agriculture and Rural Development – Newcastle upon Tyne – United Kingdom

Recebido em: 08/06/2010

Revisado em: 28/10/2010

Aceito em: 29/09/2011

## INTRODUÇÃO

Nos planaltos da região divisora das Bacias da Prata e Amazônica, desde a década de 1970, as atividades que utilizam pesticidas vêm sendo intensificadas progressivamente, de modo semelhante ao que vem ocorrendo em todo o Brasil<sup>(1)</sup>. Os pesticidas representam um recurso para combater pragas em culturas agrícolas, contribuindo assim para a redução de focos de fome<sup>(2)</sup>, mas que também podem acentuar riscos de danos à saúde humana e ao ambiente<sup>(3)</sup>. Embora, na região Pantaneira, diversos trabalhos discutam a contaminação pelo uso de pesticidas no ambiente<sup>(4,5)</sup>, nos alimentos<sup>(6)</sup> e no leite humano<sup>(7)</sup>, estudos sobre periculosidade ambiental nesta região ainda são escassos.

Já na década de 1980 levantava-se a hipótese de que resíduos de produtos agroquímicos, usados no alto das bacias hidrográficas, poderiam ser deslocados para os ambientes a jusante<sup>(8)</sup>. Assim, lavouras conduzidas nas terras altas próximas ao divisor das Bacias Platina-Amazônica poderiam contaminar outras áreas, tal como o Pantanal. De modo similar, resíduos de pesticidas podem fluir para as águas dos rios amazônicos e se incorporar cumulativamente no sedimento e na biomassa, caso a degradação ou a inativação dos princípios ativos não ocorra a taxas suficientemente rápidas.

A avaliação do comportamento dos pesticidas no ambiente é um processo multivariado, pois depende de vários fatores relativos à molécula do pesticida e ao ambiente onde é aplicado<sup>(9)</sup>. A água é o recurso mais afetado pelo uso de pesticidas na produção agrícola<sup>(10,11)</sup>, pois age como integradora dos processos biogeoquímicos de qualquer região. Sendo assim, quando pesticidas são aplicados, particularmente na agricultura, os recursos hídricos, sejam superficiais ou subterrâneos, são os principais destinos destas substâncias<sup>(12,13,14)</sup>. Estendem assim seu leque de ação danosa e atingem os seres vivos em locais distintos da aplicação direta dos pesticidas, ampliando o dano através da rede trófica. Não só a exposição ocasional a doses deletérias, como também a continuada exposição a pequenas doses de certos produtos pesticidas, podem produzir efeitos tão ou mais graves que doses agudas, como efeitos mutagênicos, teratogênicos e carcinogênicos<sup>(6,7,15,16)</sup>. Os organismos aquáticos, por sua vez, estão sujeitos ao estresse de concentrações sub-letais afetando o comportamento, hábitos alimentares, reprodução e ocasionando alterações de ordem morfológica, fisiológica e bioquímica<sup>(17)</sup>.

Diante desta problemática, o presente trabalho revela a periculosidade ambiental e características relacionadas dos pesticidas receitados nos dois anos da virada do século (XX/XXI), em municípios de uma região central da América do Sul e divisora das Bacias Hidrográficas Platina e Amazônica. Além disso, apresenta também os dez produtos

mais receitados (11 princípios ativos), e o enquadramento destes em categorias de níveis críticos assumidos pelas variáveis que expressam o comportamento ambiental, ecotoxicidade e impacto na saúde humana, e que subsidiem sua classificação de PPA.

## MÉTODOS

A área de estudo localiza-se no centro da América do Sul, no estado de Mato Grosso, Brasil, na região divisora das Bacias Hidrográficas do Prata e Amazônica. Nesta região estão as nascentes de vários rios que fluem para o rio Amazonas, sentido norte, bem como os rios da parte alta da Bacia Platina (Sepotuba, Cabaçal, Jauru, Cuiabá, São Lourenço, Coxim, Paraguai e outros), sentido sul do continente. Nas proximidades deste divisor hidrográfico, ao sul, está o Pantanal, a maior área alagável do mundo<sup>(18)</sup>.

O trabalho abrangeu 24 municípios da região divisora das Bacias Platina (na porção do Alto Paraguai-BAP) e Amazônica (nas porções do Alto Juarena-BAJ e Alto Guaporé-Madeira-BAM), sendo eles: BAP (Cáceres, Alto Paraguai, Araputanga, Arenápolis, Barra do Bugres, Denise, Figueirópolis D'Oeste, Glória D'Oeste, Indaiavá, Lambari D'Oeste, Mirassol D'Oeste, Nortelândia, Nova Marilândia, Nova Olímpia, Porto Estrela, Reserva do Cabaçal, Rio Branco, Salto do Céu, Santo Afonso e São José dos IV Marcos); BAP e BAJ (Diamantino, Nobres e Tangará da Serra); BAP e BAM (Porto Esperidião) (Figura 1).

O estudo foi desenvolvido com base nos dados obtidos em receitas agrônomicas expedidas na virada do século XX para o XXI, ou seja, nos anos agrícolas de 1999 e 2000. Uma via das receitas expedidas está arquivada no Instituto de Defesa Agropecuária de Mato Grosso (INDEA/MT) que, em atendimento a um pedido formal, os disponibilizou como fonte de dados para estudos técnico-científicos.

Os dados de culturas e respectivas áreas plantadas nos municípios e safras estudadas foram obtidos do levantamento sistemático da produção agrícola, através do Sistema IBGE de recuperação automática de dados – SIDRA<sup>(20,21)</sup>.

A receita agrônômica é de responsabilidade do profissional habilitado (Ex.: Engenheiro Agrônomo), contendo o nome comercial, forma de uso, cuidados, cultura visada, quantidade e dosagem recomendadas, informações essas que visam orientar o uso e aplicação dos mesmos. As características dos produtos receitados, tais como ingrediente ativo e suas classes de periculosidade ambiental, foram obtidas em fichas técnicas e monografias oficiais disponíveis online e em literatura específica<sup>(22-27)</sup>. Nestas referências foram obtidas informações essenciais sobre pesticidas, entre as quais nome de produtos, ingrediente

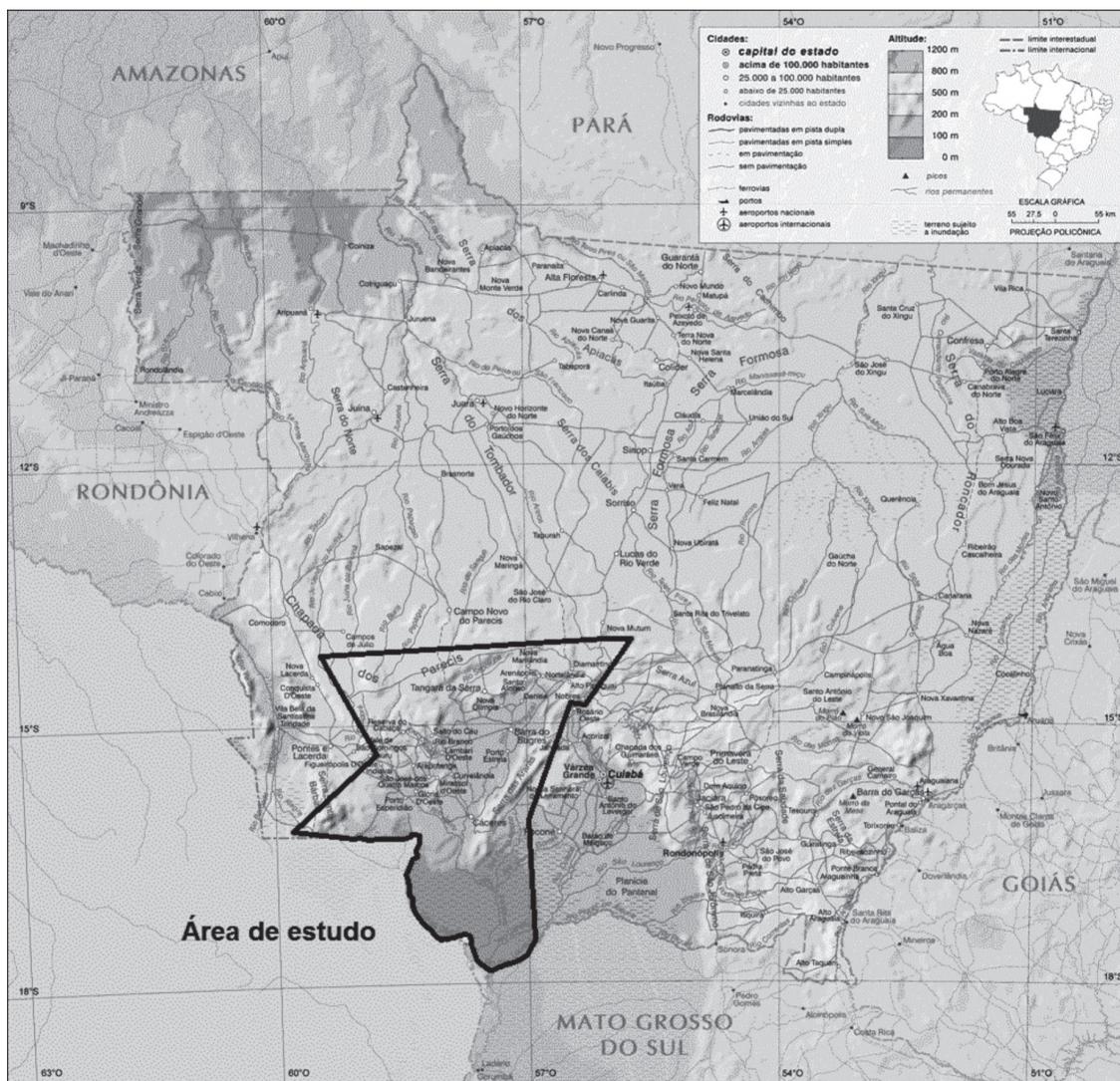


Figura 1 – Área de estudo, municípios inseridos numa região de cabeceiras das Bacias Platina e Amazônica, sudoeste de Mato Grosso, Brasil, 2010.

Fonte: Adaptado a partir de mapas do IBGE<sup>(19)</sup>.

ativo, classificação toxicológica e classificação do potencial de periculosidade ambiental (PPA). Para caracterização bioquímica-física dos dez produtos pesticidas mais receitados utilizou-se bases de dados disponíveis na internet e de referência internacional<sup>(28-33)</sup>.

A classificação do potencial de periculosidade ambiental (PPA) dos produtos registrados no Brasil baseia-se na Portaria Normativa IBAMA N° 84, de 15 de outubro de 1996<sup>(22)</sup>. As classes têm como referência os parâmetros de bioacumulação, persistência, transporte, toxicidade a diversos organismos, potencial mutagênico, teratogênico e carcinogênico<sup>(29)</sup> e são: I-Altamente perigoso; II-Muito perigoso; III-Perigoso; IV-Pouco perigoso. Conforme esta portaria, o PPA é atribuído a características do produto

que promovem contaminação e danos aos compartimentos bióticos e abióticos dos ecossistemas.

As interpretações analíticas basearam-se nos resultados de testes estatísticos (Qui-quadrado, F - Anova), ao nível de 5% de probabilidade. As quantidades de produtos comerciais receitados foram expressas em kg ou L, para formulações sólidas ou líquidas, respectivamente. Para efeito deste estudo, as quantidades prescritas estão somadas independentemente da unidade, assumindo-se que um litro (L), em média, é igual a um quilograma (kg). Também estão avaliadas as proporções do número de receitas expedidas e as respectivas quantidades (kg ou L) recomendadas para os produtos receitados, segundo suas classes de PPA, estas cruzadas também com outras caracterizações dos pesticidas, como classes de uso, toxicológicas e outras.

## RESULTADOS

Analisaram-se 4.398 (N) receitas agrônomicas expedidas para uso em 24 municípios da região divisória das Bacias Hidrográficas Platina-Amazônica nas safras de 1999 e 2000. Destas, apenas 3.258 (74,07%) apresentaram a identificação das classes de PPA e das classes de uso e, somente 3.217 (73,14%) continham identificação das classes de PPA e de quantidades de produto pesticida receitado.

Os pesticidas pertencentes à classe de PPA IV (Pouco Perigoso) foram pouco receitados no biênio 1999-2000, havendo assim predomínio das classes I, II e III ( $\chi^2 = 20,814$ ; GL= 3;  $p < 0,001$ ) (Tabela I).

As classes de PPA II (Muito perigoso) (47,7%) e III (Perigoso) (39,1%), nesta ordem, foram as mais frequentes em número de receitas, mas a classe III (62,2%) apresentou mais que o dobro da quantidade de pesticidas receitados na classe II (28,2%), havendo uma inversão na ordem de

Tabela I - Classes de potencial de periculosidade ambiental (PPA) de pesticidas receitados em 24 municípios da região divisora das Bacias Platina e Amazônica, Sudoeste de Mato Grosso, Brasil, no biênio de 1999-2000.

Anos		Classes de PPA <sup>1</sup> : n (%)				
		I	II	III	IV	Total
1999		182 (5,6)	694 (21,3)	551 (16,9)	39 (1,2)	1466 (45,0)
2000		195 (6,0)	860 (26,4)	723 (22,2)	14 (0,4)	1792 (55,0)
Biênio		377 (11,6)	1554 (47,7)	1274 (39,1)	53 (1,6)	3258 (100,0)
Quantidade receitada	Total, em: kg ou L (%)	31672(8,3)	107446 (28,2)	237319(62,2)	5122 (1,3)	381559 (100,0)
	**Média/receita: kg ou L	84,01	69,14b	186,27a	96,64	117,11
Faixa de Quantidade receitada (kg ou L)	< 50	275,6 (8,6)	1141,3 (35,5)	907,8 (28,2)	39,7 (1,2)	2364,4 (73,5)
	≥ 50	99,4 (3,1)	398,7 (12,4)	341,2 (10,6)	13,2 (0,4)	852,5 (26,5)

Tabela II - Produtos pesticidas receitados quanto suas Classes de potencial de periculosidade ambiental (PPA) versus Classes Finalísticas na região divisora das Bacias Platina-Amazônica, Mato Grosso, Brasil, período de 1999-2000.

Classes Finalísticas (CF)*	Classes de PPA [(%) de receitas no total e; % dentro das CF]*				Total: n (%)
	I Altamente Perigoso	II Muito Perigoso	III Perigoso	IV Pouco Perigoso	
Herbicidas	(2,0); 4,0	(15,3); 31,0	(32,2); 65,2	(0,0); 0,0	1610 (49,4)
Inseticidas	(8,2); 19,1	(29,2); 67,9	(4,7); 10,9	(1,0); 2,3	1401 (43,0)
Fungicidas	(1,4); 22,6	(3,0); 48,4	(1,5); 24,2	(0,2); 3,2	201 (6,2)
Espalhantes adesivo, Adjuvantes	(0,0)	(0,0)	(0,6)	(0,4)	32 (1,0)
Outros (Bactericida; Acaricida; Regulador)	(0,0)	(0,2)	(0,2)	(0,1)	14 (0,4)
Total: n (%)	377 (11,6)	1554 (47,7)	1274 (39,1)	53 (1,6)	3258 (100)

\* Rejeitada a hipótese de independência das proporções das frequências entre as Classes de PPA e Finalísticas, conforme o Teste do  $\chi^2_{independência}$  ( $\chi^2_c = 1378,394$ ; GL=12; p-valor < 0,01; N=3258).

grandeza entre o número de receitas e a quantidade receitada (Tabela I).

Considerando o total de receitas com PPA identificado, 98,7% da quantidade de produto pesticida pertencia às classes de PPA I a III. Em torno de 73% do total destas receitas prescreveram quantidades menores que 50 kg ou L (Tabela I).

Na região de estudo, durante as safras de 1999 e 2000, receitaram-se 137 princípios ativos (p.a.) de pesticidas, havendo 27 produtos com misturas de p.a. além de óleos de origem mineral e vegetal. Os herbicidas (49,4%) representaram os produtos mais receitados, seguidos pelos

inseticidas (43%) (Tabela II). Em número de receitas, os herbicidas distribuíram-se predominantemente na classe de PPA III (65,2%), enquanto os inseticidas mais na classe de PPA II (67,9%) (Tabela II).

Os dez produtos pesticidas mais receitados somam 11 princípios ativos, sendo cinco herbicidas e seis inseticidas (Tabela III). Quanto às classes toxicológicas, a mais representada foi a III (4 p.a.), seguido pelas classes I e II (3 p.a. cada.) e IV (1 p.a.) (Tabela III).

O glifosato, herbicida da classe de PPA III, foi o p.a. mais receitado no geral, sobressaindo-se acentuadamente em número de receitas (685=33,48%) e em quantidade

Tabela III - Os dez produtos pesticidas (11 p.a.) mais frequentes entre os 143 receitados, respectivas quantidades, concentração de princípio ativo (p.a.), classes finalísticas ou de uso (CF), toxicológicas (CT) e de potencial de periculosidade ambiental (PPA), utilizados em 24 municípios da região divisora das Bacias Platina-Amazônica, Mato Grosso, Brasil, período de 1999-2000.

Receitas expedidas nas safras, quantidade receitada, concentração, classes dos produtos receitados			Classes de Potencial de Periculosidade Ambiental (PPA) e pesticidas correspondentes										Total	
			III (Os 4 p.a. somam 92,93% das receitas desta classe)				II (Os 6 p.a. somam 47,61% das receitas desta classe)							I (=32,36% das receitas de I)
			Glifosato	2,4-D	Sulfluramida	Clorimuro etílico	Fipronil	Diuron	Dicloreto de Paraquat	Metamidofós	Carbofurano	Clorpirifós		Lambda-cialotrina
Nº de receitas expedidas	Safra	1999	253	114	41	94	117	45	63	38	53	28	846	
		2000	432	98	115	37	86	103	84	87	64	94	1200	
	Biênio		685	212	156	131	203	148	147	125	117	122	2046c	
Quantidade receitada Kg ou L	Total		177085	38327	1091	62903	7200	16150	6235	7809	3025	2831	322656	
	Média por receita		258,51	180,78	6,99	480,17	35,46	109,12	42,41	62,47	25,85	23,20	157,70	
Concentração de p.a. (% p/p, p/v)			36 a 72	80,6	0,3	25	2 e 0,03	1 0	+20	60	10 e 35	48	5 e 25	
CFa			H	H	I	H	I	H	H	I+A	I+N	I+A	I	
CTb			III	I	IV	III	II	II	II	I	I	III	III	

a- -CF – Classes finalísticas ou de uso: H- Herbicida, I- Inseticida, A- Acaricida, N- Nematicida;

b -CT- Classes Toxicológicas [(DL50 oral aguda, em mg/kg de peso vivo, ratos). Dose: Classe, classificação, cor no rótulo/embalagem]. < 50, I, Extremamente tóxico, Vermelho vivo; 50|----500, II, Altamente tóxico, Amarelo intenso; 500|----5000, III, Medianamente tóxico, Azul intenso; >5000, IV, Pouco tóxico, Verde intenso

c- Corresponde a 62,8% do total de receitas que envolvem também os demais pesticidas que possuem classe de PPA definido.

receitada (177.085 L=54,88%). Entre os 11 p.a. mais receitados há um inseticida (lambda-cialotrina) altamente perigoso para o ambiente (PPA I), seis outros pesticidas (2 herbicidas e 4 inseticidas) muito perigosos (PPA II) e quatro

restantes (3 herbicidas, 1 inseticida) perigosos (PPA III) (Tabela III).

Os dez produtos (11 p.a.) mais frequentes apresentam proporção distinta de receitas nas duas safras analisadas

( $\chi^2=137,154$ ;  $GL=9$ ;  $p<0,001$ ) e somam 62,8% de todas as receitas expedidas. Destaca-se também que, a quantidade de produto por receita decresce inversamente, de acordo com as classes de periculosidade (PPA III: 235,98 kg ou L/receita; PPA II: 54,62 kg ou L/receita; PPA I: 23,20 kg ou L/receita).

## DISCUSSÃO

A distribuição das proporções nas classes de PPA de pesticidas receitados, na região e período estudado, foi demandada principalmente por 12 atividades rurais, totalizando 993.502 ha de área plantada no biênio 1999-2000, sendo elas por ordem decrescente: soja com 52,16% do total em área plantada, seguida por arroz, cana-de-açúcar, milho, algodão herbáceo, feijão, mandioca, sorgo, melancia, abacaxi, amendoim e tomate<sup>(21)</sup>. Destaca-se também o uso acentuado de herbicidas na atividade pecuária, para fins de limpeza de pasto. A produção, em larga escala, de soja, algodão, cana-de-açúcar, nas condições de Mato Grosso, é altamente dependente do uso de pesticidas, para garantir boas produtividades. Culturas como a de tomate, embora não ocupe áreas grandes, também são altamente dependentes de pesticidas e em uso intensivo. Ervas daninhas, pragas e doenças nessas culturas são as principais demandadoras do uso de herbicidas, inseticidas e fungicidas.

Com relação aos fatores que concorrem à definição das classes de PPA, análises de comportamento e efeitos ambientais, e na saúde humana dos dez (11 p.a.) mais receitados nas Bacias Platina e Amazônica revelam a presença de princípios ativos: altamente solúveis em água; de alto potencial de bioacumulação; voláteis; resistentes à degradação no solo; estáveis à degradação por fotólise em água; persistentes à degradação por hidrólise aquosa; estáveis à degradação em sedimento aquático; estáveis à degradação em fase aquosa; de alto potencial de lixiviação; com alto potencial para transporte de suas partículas no ambiente contaminado; móveis a muito móveis no ambiente; alta letalidade aguda oral para mamíferos, aves, peixes, invertebrados aquáticos, crustáceos aquáticos, abelhas, de plantas aquáticas e algas; de alta letalidade crônica sobre organismos vivos de sedimentos aquáticos; nocivos a outros artrópodes; assim como altamente letais para o ser humano. Ainda tem-se pesticidas agindo como: desregulador endócrino humano, alterador da reprodução e do desenvolvimento do organismo humano, inibidor da acetilcolinesterase, neurotóxicos para o ser humano; irritantes do trato respiratório, da pele e também dos olhos de humanos<sup>(31)</sup>. Os inseticidas metamidofós e carbofurano estão entre os princípios ativos mais utilizados e são classificados como altamente tóxicos, e também altamente perigosos (PPA II)<sup>(31)</sup>.

As proporções de ocorrências, enquadradas em categorias ou faixas de desfavorabilidade dos valores, assumidas pelas variáveis definidoras das classes de PPA III, II e I (a que pertencem os 11 p.a. mais receitados) não apresentaram diferença significativa nos indicadores que referem-se a destino ambiental ( $\chi^2=1,99$ ;  $GL=6$ ;  $\alpha=0,92$ ), letalidade em humanos ( $\chi^2=8,85$ ;  $GL=6$ ;  $\alpha=0,18$ ), efeitos na saúde do organismo humano ( $\chi^2=9,58$ ;  $GL=6$ ;  $\alpha=0,14$ ) e risco no manuseio ( $\chi^2=4,81$ ;  $GL=6$ ;  $\alpha=0,57$ ). Mas as proporções nas categorias de desfavorabilidade foram significativamente distintas nas variáveis que dão informações ecotoxicológicas ( $\chi^2=34,3$ ;  $GL=6$ ;  $\alpha=0,000$ ).

Quanto à mobilidade dos pesticidas no solo<sup>(34-41)</sup>, encontram-se as mais variadas situações: princípio ativo imóvel no solo (classe PPA III: sulfuramida), de baixa mobilidade (classe PPA I: lambda-cialotrina; classe PPA II: clorpirifós, metamidofós, fipronil; classe PPA III: glifosato), mistura de média a alta mobilidade (classe PPA II: paraquate + diurom), de baixa até alta mobilidade em função do tipo de solo (classe PPA III: clorimurrom etílico; 2,4-D), assim como de alta mobilidade (classe PPA II: carbofurano).

Nas variáveis associadas ao *destino ambiental, proteção à saúde humana e manuseio dos pesticidas*, há pelo menos um p.a. (dos 11 mais receitados) que assume o valor mais crítico ou desfavorável possível sob o aspecto do que é mais desejado ambientalmente e para a saúde humana. A ocorrência de, pelo menos, um p.a. enquadrado em situação mais crítica também acontece no rol de variáveis *ecotoxicológicas* consideradas, exceto no fator de bioconcentração e na concentração letal aguda para minhocas; assim como nas variáveis do agrupamento *efeitos sobre a saúde*, exceto em cancerígeno, por não haver estudos científicos que confirmam tal efeito, embora haja suspeitas para 2,4-D, fipronil, diurom e dicloreto de paraquat. Entretanto, sabe-se que o uso e exposição prolongada a pesticidas, o tabagismo e o consumo de frutas, legumes, cereais, bebidas contaminadas frequentemente com resíduos desses produtos, se constituem num dos principais fatores externos associados a neoplasias malignas, ou seja, câncer<sup>(42)</sup>.

A indiferença quanto às categorias ou níveis de desfavorabilidade dos pesticidas e às suas classes de PPA (III, II e I) demonstra que nem sempre os valores assumidos por estes nos vários fatores indicadores de alerta ou subsidiários (destino ambiental, efeitos na saúde do organismo humano, letalidade, risco no manuseio) são suficientes para revelar a sua importância para definição das classes de potencial de periculosidade ambiental (PPA). Porém, a ecotoxicidade do pesticida, sim, é determinante. A ecotoxicidade, portanto, é fundamental na avaliação da periculosidade e do risco ambiental de agentes químicos e biológicos, e, desta forma, estes dados poderiam ser mais

bem utilizados<sup>(43)</sup>. No presente caso, o nível mais crítico está proporcionalmente mais presente nas classes de PPA I e II, enquanto o nível menos crítico predomina mais na classe III.

O uso predominante do glifosato não é característico apenas da região deste estudo, tendo sido verificado em outros estados brasileiros como no Mato Grosso do Sul<sup>(14)</sup> e em outras localidades de Mato Grosso<sup>(15)</sup>. Este herbicida possui elevada eficiência na eliminação de ervas daninhas e tem sido citado como o mais vendido em todo o mundo, o que se deve ao seu amplo espectro, não seletivo, sistêmico e, até hoje, considerado pouco tóxico a animais<sup>(44)</sup>. Apesar de não ser classificado como produto de elevado potencial de periculosidade ambiental (Classe III), existem evidências de seus efeitos deletérios no ambiente, como, por exemplo, destruição do habitat de animais inferiores, e em seres humanos, como edema pulmonar e dificuldade respiratória<sup>(45)</sup>, indução a apoptose e necrose de células umbilicais, embrionárias e placentárias<sup>(46)</sup>, desregulador endócrino, do ciclo celular e causador de dermatite<sup>(47)</sup>.

O 2,4-D, da classe de PPA III, além de ser o segundo mais receitado é o terceiro em quantidade de produto receitado (Tabela III). É solúvel em água, assim como persistente no ambiente, tem elevado potencial tóxico, podendo causar efeitos indesejáveis a curto e longo prazo, por seu emprego prolongado em diversas culturas de frutas e cereais<sup>(48)</sup>.

Considerando apenas os dez produtos (11 p.a.) mais utilizados, de um total de 137 p.a. receitados, a situação do potencial de impacto no ambiente, aos organismos não alvos e ao homem é preocupante. Ainda que não seja exposição direta aos pesticidas, não se podem desprezar riscos de haver contaminação em larga escala também, mesmo estando relativamente distante dos locais de aplicação e já por algum tempo depois, em face da considerável persistência, solubilidade e mobilidade de alguns produtos danosos a organismos vivos.

Em relação ao uso predominante de pesticidas das classes de PPA II e III, constata-se que estas classes apresentam uma maior diversidade de produtos para finalidades distintas e, além disso, estão mais disponíveis no mercado. O maior uso observado na classe de PPA III pode ser devido à predominância de herbicidas que aparecem em maior quantidade por receita (até 480 kg ou L/receita), enquanto as classes de PPA II e I são constituídas mais por inseticidas com quantidade menor por receita (7 a 63 kg ou L/receita). O predomínio destas classes também tem sido verificado entre pequenos agricultores de hortaliças no Rio de Janeiro<sup>(49)</sup>.

Apenas o conhecimento do número de receitas não permite interpretar a real dimensão do potencial de contaminação de pesticidas no ambiente. Para tanto, são

necessários estudos abrangentes em termos de escala espacial e que venham efetivamente revelar aquilo que acontece no ecossistema<sup>(50)</sup>. Estes estudos também devem considerar abrangência temporal, de uso e manejo, e das características dos produtos pesticidas.

Apesar de uma focagem detalhada apenas para os dez produtos mais receitados, há de se considerar que, no geral, a enorme gama de pesticidas, provavelmente agrava o quadro analítico em relação às especificidades e potencial impactante que os qualificam nas respectivas classes de periculosidade ambiental.

A alta e crescente dependência de pesticidas nas atividades agrosilvopastoris que se expandem a cada safra ou ano, tornou cada vez mais necessário os envolvidos no setor conhecerem detalhadamente os produtos pesticidas que utilizam, o perigo que representam e os fatores de risco envolvidos. Portanto, o conhecimento das classes de PPA dos produtos pesticidas é fundamental para tomar as devidas precauções no uso destes, objetivando preservar a saúde dos ecossistemas, inclusive do homem. Com isto, a expectativa é que se minimizem eventuais efeitos de impacto negativo nesta interação do homem no ambiente, ao perseguir, como meta, o desenvolvimento sustentado.

Espera-se que os resultados destes estudos estimulem a adoção de procedimentos mais cautelosos e apropriados de intervenções do homem no ambiente, minimizando impactos negativos.

## CONCLUSÕES

As cabeceiras formadoras das Bacias Amazônica e do Prata inseridas na região central da América do Sul estão expostas ao uso de pesticidas que constituem-se predominantemente de produtos potencialmente perigosos a altamente perigosos ao ambiente. Recomenda-se, portanto, o aprofundamento e ampliação espacial e temporal destes estudos, e a aplicação de medidas mitigadoras de impacto negativo, através do uso e manejo adequado destes produtos perigosos e do ambiente amazônico e platino exposto na América do Sul.

Os pesticidas receitados distribuíram-se desigualmente dentro das quatro Classes de PPA e esta distribuição variou de um ano para outro. Sugere-se um rigoroso acompanhamento e monitoramento técnico das atividades usuárias de produtos pesticidas, com base na definição, implantação e aplicação de políticas específicas e cuidadosas para evitar desastres ambientais nesta região.

Além de sugerirem e orientarem a definição de políticas públicas específicas para estes ambientes e o aprimoramento dos processos de gestão ambiental, os resultados destes estudos e seus registros permitirão análises históricas em séculos e gerações futuras.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e à Embrapa Pantanal, pelo apoio na execução do projeto. Ao INDEA/MT, pela concessão do acesso às receitas agronômicas. À Bióloga Juliana Leite dos Santos, pelas importantes contribuições na formação do banco de dados.

## REFERÊNCIAS

1. Spadotto CA. Avaliação de riscos ambientais de agrotóxicos em condições brasileiras. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente; 2006.
2. Nakano O. Manual de inseticidas. São Paulo: Agronômica Ceres; 1986.
3. Spadotto CA. Uso de agrotóxicos no Brasil e riscos ambientais. In: Alvarez VH, Fontes LEF, Fontes MPF, orgs. O solo nos grandes domínios morfoclimáticos e o desenvolvimento sustentado. Viçosa: SBCS; 1996. p. 855-65.
4. Rieder A. Indicadores de riscos de contaminação e de danos ao ambiente e a saúde humana por pesticidas às bordas do Alto Pantanal [tese]. Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso; 1999.
5. Dores EFGC. Contaminação por pesticidas das águas superficiais e subterrâneas em Primavera do Leste, Mato Grosso [tese]. Araraquara (SP): Universidade Estadual Paulista; 2004.
6. Vieira SL. Resíduos de pesticidas organoclorados e organofosforados em tomate (*Lycopersicon esculentum* P. Miller) comercializados em Cuiabá, Mato Grosso [dissertação]. Cuiabá: Universidade Federal do Mato Grosso; 1999.
7. Oliveira MAG. Níveis de resíduos de praguicidas organoclorados no leite de mães de uma população de Cuiabá, Mato Grosso [dissertação]. Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso; 1997.
8. Ab'Saber AN. O Pantanal mato-grossense e a teoria dos refúgios. Rev Bras Geogr. 1988;60:9-57.
9. Martins EL. Previsão da lixiviação de pesticidas usados na cultura de algodão no Estado de Mato Grosso [dissertação]. Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso; 2006.
10. Carvalho AR, Schlitter FHM, Tornisielo VL. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físico-químicos da água. Quím Nova. 2000;23(5):618-22.
11. Lourencetti C, Spadotto CA, Santiago-Silva M, Ribeiro ML. Avaliação do potencial de contaminação de águas subterrâneas por pesticidas: comparação entre métodos de previsão de lixiviação. Pesticidas. 2005;15:1-14.
12. Azevedo DA, Lacorte S, Vinhas T, Viana P, Barceló D. Monitoring of priority pesticides and other organic pollutants in river water from Portugal by gas chromatography-mass spectrometry and liquid chromatography-atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry. J Chromatogr A. 2000; 879(1):13-26.
13. Filizola FH, Ferracini VL, Sans LMA, Gomes MAF, Ferreira CJA. Monitoramento e avaliação do risco de contaminação por pesticidas em água superficial e subterrânea na região do Guaira. Pesq Agropec Bras. 2002; 37(5):659- 67.
14. Scorza Júnior RP, Silva JP. Potencial de contaminação da água subterrânea por pesticidas na bacia do rio Dourados, MS. Pesticidas. 2007; 17:87-106.
15. Rodrigues FAC. Ecogenotoxicologia dos agrotóxicos: Avaliação comparativa entre ecossistema agrícola e área de proteção ambiental [tese]. Brasília: Universidade de Brasília; 2006.
16. Bedor CNG. Estudo do potencial carcinogênico dos agrotóxicos empregados na fruticultura e sua implicação para a vigilância da saúde [tese]. Recife: Fundação Oswaldo Cruz; 2008.
17. Jonsson, CM. Impactos dos agrotóxicos: efeitos em organismos aquáticos. R. Bras. Toxicol. 1995; 8:13-14.
18. Assine ML, Silva A. Contrasting fluvial styles of the Paraguay River in the northwestern border of the Pantanal wetland, Brazil. Geomorphology. 2009; 113(3-4):189- 99.
19. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapas escolares: Mato Grosso [acesso em 2010 Nov 22]. Disponível em [http://www.ibge.gov.br/mapas\\_ibge/atlas\\_juv\\_estaduais.php](http://www.ibge.gov.br/mapas_ibge/atlas_juv_estaduais.php)
20. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Uso de Agrotóxicos no Estado do Paraná [acesso em 2011 Mar 19]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/default.shtm>
21. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal - Tabela 1612 - Área plantada, área colhida, quantidade produzida e valor da produção da lavoura temporária - Ano 1990 a 2009 [acesso em 2010 Nov 15]. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1612&z=t&o=11&i=P>

22. ANVISA-Agência Nacional de Vigilância Sanitária: Legislação [citado 2010 Jun 4]. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/index.htm>
23. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária: Agrotóxicos e Toxicologia, [acesso em 2010 Dez 31]. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/home/agrotoxicotoxicologia>
24. Salazar Cavero E. Inseticidas e acaricidas – toxicologia: receituário agrônomo. Pelotas: UFPel; 1998.
25. Andrei E. Compêndio de Defensivos Agrícolas. São Paulo: Andrei; 1999.
26. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários – AGROFIT [acesso em 2010 Dez. 31]. Disponível em: [http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)
27. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. Qualidade Ambiental [acesso em 2010 Nov 01-30]. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/qualidade-ambiental/areas-tematicas/agrotoxicos/>
28. Amarante Jr OP, Santos TCR, Brito NM, Ribeiro ML. Métodos de extração e determinação do glifosato: uma revisão. *Quim Nova*. 2002; 25(3):420-8.
29. The Extension Toxicology Network - EXTTOXNET. Pesticide Information Profiles (PIPs) [cited 2011 Jan 01-31]. Available from: <http://exttoxnet.orst.edu/pips/pips.html>
30. International Union of Pure and Applied Chemistry - IUPAC. Agrochemical. **Footprint Database**. [cited 2011 Jan. 31]. Available from: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/index.htm>
31. Organisation for Economic Co-operation and Development - OECD. Environment Directorate. OECD: Series on Pesticides [cited 2011 Jan 01-31]. Available from: <http://www.oecd.org/dataoecd/>
32. Toxicology data Network - TOXNET. Databases on toxicology, hazardous chemicals, environmental health, and toxic releases. [cited 2011 Jan 01-31]. Available from: <http://toxnet.nlm.nih.gov/index.html>
33. United States Environmental Protection Agency - EPA. Pesticides Home [cited 2010 Dez 31]. Available from: <http://www.epa.gov/pesticides/>
34. Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos – FISPQ: Fersol. [acesso em 2011 Jan 31]. Disponível em: [www.fersol.com.br](http://www.fersol.com.br)
35. Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos – FISPQ: Dow AgroSciences. [acesso em 2011 Jan 31]. Disponível em: [www.dowagro.com](http://www.dowagro.com)
36. Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos – FISPQ: Herbiquímica. [acesso em 2011 Jan 31]. Disponível em: [www.herbiquimica.com.br](http://www.herbiquimica.com.br)
37. Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos – FISPQ: Basf. [acesso em 2011 Jan 31]. Disponível em: [www.agro.basf.com.br](http://www.agro.basf.com.br)
38. Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos – FISPQ: Biocarb Agroquímica. [acesso em 2011 Jan 31]. Disponível em: [www.biocarbagroquimica.com.br](http://www.biocarbagroquimica.com.br)
39. Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos – FISPQ: Syngenta. [acesso em 2011 Jan 31]. Disponível em: [www.servicos.syngenta.com.br](http://www.servicos.syngenta.com.br)
40. Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos – FISPQ: Cheminova. [acesso em 2011 Jan 31]. Disponível em: [www.cheminova.com.br](http://www.cheminova.com.br)
41. Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos – FISPQ: Núcleo de Saúde Ambiental e Agropecuária Ltda. [acesso em 2011 Jan 31]. Disponível em: [www.nucleosaudeambiental.com.br](http://www.nucleosaudeambiental.com.br)
42. Figueredo V, Silva CC. A influência da alimentação como agente precursor, preventivo e redutor do câncer. *Universitas: Ciências da Saúde* [periódico online] 2008 [acesso em 2011 Fev 20]; 1(2):317-25. 2008. Disponível em: <http://www.publicacoesacademicas.uniceub.br/index.php/cienciasaude/article/view/514/335>
43. Oliveira Filho EC. Avaliação da periculosidade ambiental de bioinseticidas como uma nova perspectiva para a ecotoxicologia no Brasil. *J. Braz. Soc. Ecotoxicol* [periódico na Internet]. 2008 [acesso em 2011 Mar 08]; 3(1):1-7. Disponível em: [http://ecotoxbrasil.org.br/index.php?option=com\\_rokdownloads&view=file&task=download&id=374%3AAvaliacao-da-periculosidade-ambiental-de-bioinseticidas-como-uma-nova-perspectiva-para-a-ecotoxicologia-no-brasil-pp&Itemid=40](http://ecotoxbrasil.org.br/index.php?option=com_rokdownloads&view=file&task=download&id=374%3AAvaliacao-da-periculosidade-ambiental-de-bioinseticidas-como-uma-nova-perspectiva-para-a-ecotoxicologia-no-brasil-pp&Itemid=40)
44. Amarante Junior OP, Santos TCR, Brito NM, Ribeiro ML. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. *Quím Nova* [periódico na Internet]. 2002 [acesso em 2010 Dez. 04]; 25(4):589-93. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422002000400014&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422002000400014&lng=en&nrm=iso)
45. Queiroz GMP, Silva MR, Bianco RJF, Pinheiro A, Kaufmann V. Transporte de glifosato pelo escoamento

- superficial e por lixiviação em um solo agrícola. Quím Nova [periódico na Internet] 2011 [acesso em 2011 Mar 13]; 34(2):190-5. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422011000200004&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422011000200004&lng=en&nrm=iso)
46. Benachour N, Séralini G. Glyphosate formulations induce apoptosis and necrosis in human umbilical, embryonic, and placental cells. *Chem Res Toxicol.* 2009; 22:97-105. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19105591>
47. Amaral EI. Avaliação da exposição ambiental ao glifosato na área agrícola da Serrinha do Mendanha [tese]. Rio de Janeiro: Escola nacional de Saúde Pública; 2009.
48. Margonato FB, Batista MR, Silva ERS, Baroni EA. Efeito do herbicida 2, 4-D (Ácido 2, 4-Diclorofenoxiacético) na morfologia e função renal de Ratos Wistar. *Arq Ciências Saúde UNIPAR.* 2003; 7(2):113-8.
49. Nery ACA. Estudo sócio ecológico em remanescentes de florestas ribeirinhas na região rural de Teresópolis, RJ [dissertação]. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos; 2008.
50. Schio R. Caracterização toxicológica de produtos domésticos que geram resíduos sólidos perigosos e sua destinação no município de Campo Grande-MS [dissertação]. Campo Grande: Universidade Federal do Mato Grosso do Sul; 2001.

**Endereço do primeiro autor:**

Arno Rieder  
Universidade do Estado de Mato Grosso  
Avenida São João s/n  
Campus de Cáceres  
CEP: 78200-000 - Cáceres - MT - Brasil  
E-mail: [rieder@terra.com.br](mailto:rieder@terra.com.br)

**Endereço para correspondência:**

Anna Frida Hatsue Modro  
Caixa Postal 22  
Bairro: Centro  
CEP: 76940-000 - Rolim de Moura - RO - Brasil  
E-mail: [fridamodro@gmail.com](mailto:fridamodro@gmail.com)