

DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL DE LIXIVIAÇÃO (ÍNDICE LIX) DE HERBICIDAS EMPREGADOS EM CULTURAS NO MUNICÍPIO DE SÃO GABRIEL DO OESTE - MS

Rafaela Brehm Fonseca Barbosa¹; Sandra Garcia Gabas²; Giancarlo Lastoria³; Guilherme Henrique Cavazzana⁴; Amaury de Souza⁵

RESUMO

Foi desenvolvido um estudo para avaliação do potencial de lixiviação de herbicidas às águas subterrâneas, no Município de São Gabriel do Oeste - MS. Fez-se necessário o levantamento de dados econômicos e agropecuários do município para identificação dos agentes químicos mais utilizados na região. Devido à grande diversificação de agroquímicos utilizados nas culturas de soja, milho e sorgo granífero, foram classificados os herbicidas mais utilizados na região, apontando Sulfentrazone, Imazethapyr, Picloram, Flumetsulam e Fomesafen como os pesticidas com maior potencial de lixiviação. Apesar de tais substâncias serem amplamente empregadas, elas não fazem parte dos parâmetros exigidos pela Portaria de potabilidade nº 518/2004, do Ministério da Saúde. Adicionalmente, foram identificadas, preliminarmente, as regiões do município mais suscetíveis à infiltração dos herbicidas, de acordo com a geologia, a geomorfologia e a pedologia, as quais se localizam na porção nordeste e sudoeste do mesmo. Como resultados foram obtidos os locais mais prováveis de contaminação por herbicidas utilizados na região e quais herbicidas têm maior probabilidade de atingir as águas subterrâneas.

Palavras-chave: Herbicidas; Águas Subterrâneas; Índice LIX.

ABSTRACT

This study was developed to evaluate the leaching potential of herbicides to groundwater in the São Gabriel do Oeste county, Mato Grosso do Sul State. It was necessary to search its economic and agricultural data in order to identify the chemicals most used. Due to the great diversification of pesticides used in soybean, corn and sorghum cultivation, the most widely used herbicides in the region were ranked, pointing out Sulfentrazone, Imazethapyr, Picloram, and Flumetsulam Fomesafen as the pesticides with the greatest leaching potential. Although these substances are widely used, they are not part of the parameters required by the water drinking standards of the Ministry of Health (nº 518/2004). Additionally, there were identified, preliminarily, the area that

¹ Bolsista Mestrado CAPES - UFMS(rafaelabfbarbosa@yahoo.com.br)

²DHT/UFMS (sandragabas@nin.ufms.br)

³DHT/UFMS (lastoria@nin.ufms.br)

⁴Bolsista Mestrado CAPES – UFMS (gui_cavazzana@yahoo.com.br)

⁵DFI/UFMS (amaury.de@uol.com.br)

are more susceptible to infiltration of herbicides, according to geology, geomorphology and pedology, which are located in the northeast and southwest of São Gabriel do Oeste. The results indicate which herbicides are most likely to reach groundwater and the places more suitable of contamination by herbicides.

INTRODUÇÃO

A contaminação dos recursos hídricos pelo uso de produtos químicos na agricultura é um problema ambiental mundial. A dependência da agricultura pelo uso de produtos potencialmente tóxicos e a vulnerabilidade dos recursos naturais à poluição pelos agroquímicos incitam um dilema para a agricultura e as regulamentações ambientais, como discutido por Bernard et al. (2005).

O impacto dos pesticidas na qualidade das águas subterrâneas tem sido objeto de estudos científicos e assunto de saúde pública, especialmente em áreas em que as águas subterrâneas são a principal fonte para consumo humano (PARAÍBA et al., 2003).

A percolação de agrotóxicos no perfil do solo é uma preocupação constante. Por não haver uma representatividade quantitativa de dados relativos à movimentação desses produtos em solo brasileiro, aumenta-se o propósito de estudo do seu comportamento para conhecer o potencial risco que seu uso representa tanto para saúde humana como para o meio ambiente (MATALLO et al., 2008).

O Município de São Gabriel do Oeste, no Estado de Mato Grosso do Sul, é um importante produtor de soja e milho da região, com o uso intensivo de agroquímicos. Esta região é uma importante área de recarga do Aquífero Guarani, o qual abrange oito estados brasileiros, parte da Argentina, Uruguai e Paraguai.

Os insumos agrícolas utilizados nas plantações são uma fonte potencial de poluentes dispersos, atingindo extensas áreas de solo e formando, assim, grandes e contínuas plumas de contaminantes nas águas subterrâneas (PINTO, 2003). Os agroquímicos compreendem ampla diversidade de substâncias químicas sintéticas, que incluem inseticidas, herbicidas e fungicidas, cujas aplicações dependem do tipo de cultura e estágio da plantação (IBGE, 2007).

Estima-se que aproximadamente 700.000 toneladas de pesticidas sejam lançadas, anualmente, no meio ambiente, sendo normalmente aplicados diretamente nas plantas ou no solo (BARBOSA, 2004).

O risco ambiental sobre a contaminação das águas subterrâneas se agrava considerando que 100% da água captada para consumo humano neste município provém dos aquíferos ali existentes (SAAE, 2009).

¹ Bolsista Mestrado CAPES - UFMS (rafaelabfbarbosa@yahoo.com.br)

²DHT/UFMS (sandragabas@nin.ufms.br)

³DHT/UFMS (lastoria@nin.ufms.br)

⁴Bolsista Mestrado CAPES – UFMS (gui_cavazzana@yahoo.com.br)

⁵DFI/UFMS (amaury.de@uol.com.br)

A percolação de agroquímicos no perfil do solo até a água subterrânea depende das propriedades físico-químicas dos agroquímicos utilizados e das condições ambientais da área cultivada, tais como, tipo de solo, rocha subjacente, relevo e clima.

Embora seja um importante produtor agrícola do Estado e possua 100% do abastecimento público e privado por águas subterrâneas, São Gabriel do Oeste não apresenta uma rede de monitoramento da qualidade dos aquíferos que são explorados no município.

Devido à grande diversidade de substâncias que compõem os agroquímicos normalmente empregados na agricultura, priorizam-se, neste estudo, os herbicidas por representarem mais que metade dos agroquímicos utilizados na região de estudo e pela disponibilidade de acesso aos dados referentes a estes agroquímicos.

ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi efetuado no município de São Gabriel do Oeste, Estado de Mato Grosso do Sul. O município apresenta uma população de 21.052 habitantes (IBGE, 2007), distribuídos numa área de 3.866,1 km² do Estado de Mato Grosso do Sul e localiza-se entre as coordenadas 18°42'00'' e 19°35'00'' de latitude Sul e 54°10'00'' e 54°50'00'' (Figura 1). São Gabriel do Oeste limita-se com os municípios de Bandeirantes, Rio Negro, Rio Verde de Mato Grosso, Coxim e Camapuã, pertence à Microrregião Geográfica do Alto Taquari e está inserido em sua maior parte nas sub-bacias dos rios Miranda e Taquari.

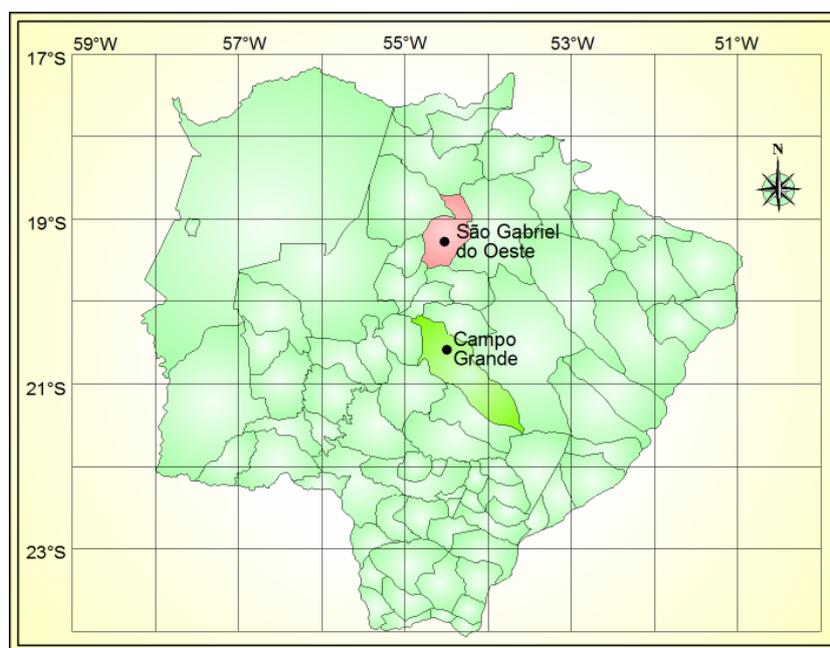


Figura 1 –Mapa geopolítico do Estado de Mato Grosso do Sul, destacando-se, em vermelho, a localização da área de estudo.

¹ Bolsista Mestrado CAPES - UFMS(rafaelabfbarbosa@yahoo.com.br)

²DHT/UFMS (sandragabas@nin.ufms.br)

³DHT/UFMS (lastoria@nin.ufms.br)

⁴Bolsista Mestrado CAPES – UFMS (gui_cavazzana@yahoo.com.br)

⁵DFI/UFMS (amaury.de@uol.com.br)

AGROQUÍMICOS NA ÁGUA SUBTERRÂNEA

Propriedades físico-químicas dos agroquímicos

O movimento dos agrotóxicos no perfil do solo envolve muitos fatores, contribuindo para que o fenômeno seja ainda pouco conhecido no meio técnico-científico. No entanto, é conhecido que o movimento dos agroquímicos e nutrientes no solo se realize por meio do fluxo advectivo da água e da difusão, associado às transformações químicas e biológicas e aos processos de adsorção e persistência do produto (GOMES et al., 2008). A taxa de degradação e a mobilidade dos pesticidas nos solos dependerão da sua composição química, bem como suas propriedades físico-químicas (BARBOSA, 2004).

A degradação biológica está diretamente relacionada com o comportamento de um agrotóxico no meio ambiente e, em última análise, é uma característica crítica que controla seu tempo de permanência no solo e na água (MATALLO et al., 2008).

Na ausência de informações quantitativas sobre a dependência funcional da degradação de compostos orgânicos no solo e parâmetros ambientais, o potencial de degradação de um determinado produto químico é descrito pela meia-vida. A meia-vida representa a influência combinada de degradação em todas as fases e a taxa de degradação de primeira ordem constante geralmente é medida pela determinação da fração de uma determinada quantidade inicial de agrotóxicos aplicados remanescente após um determinado tempo (SPADOTTO, 2002).

A adsorção de pesticidas em solos é considerada como um processo instantâneo, reversível e linear, estando a porção adsorvida (S) relacionada diretamente à concentração da fase dissolvida do agroquímico (C) e ao seu coeficiente de adsorção (K_d) [$L^3.M^{-1}$] (Equação 1).

$$S = K_d * C \quad \text{(Equação. 1)}$$

A propriedade dos pesticidas que pode afetar no fator de retardamento no solo é o coeficiente de adsorção normalizado ao conteúdo de carbono orgânico (K_{oc}) (Equação. 2).

$$K_{oc} = K_d / f_{oc} \quad \text{(Equação. 2)}$$

onde f_{oc} representa o conteúdo de carbono orgânico no solo.

Segundo Jury al. (1984) esta é uma propriedade de referência útil para a caracterização da susceptibilidade à lixiviação de compostos que se movem principalmente na fase líquida, utilizada no cálculo do potencial de lixiviação proposto por Spadotto (2002).

O fator de retardamento (R_d) é uma propriedade que se relaciona ao solo e ao agroquímico (Equação 3).

¹ Bolsista Mestrado CAPES - UFMS(rafaelabfbarbosa@yahoo.com.br)

²DHT/UFMS (sandragabas@nin.ufms.br)

³DHT/UFMS (lastoria@nin.ufms.br)

⁴Bolsista Mestrado CAPES – UFMS (gui_cavazzana@yahoo.com.br)

⁵DFI/UFMS (amaury.de@uol.com.br)

$$R_d = 1 + \frac{\rho_b}{\eta} K_d \quad (\text{Equação. 3})$$

onde ρ_b é a massa específica do solo [$M.L^{-3}$] e η é a sua porosidade.

Dados sobre a meia-vida no solo e coeficiente de adsorção normalizado para o teor de matéria orgânica de alguns pesticidas podem ser coletados a partir da literatura.

Condições ambientais

Além das características dos pesticidas lançados, devem-se considerar o tipo de solo e as características ambientais. Para Warren (2003), existem alguns fatores ambientais que influenciam na adsorção de pesticidas às partículas do solo: o pH, que controla as cargas eletrostáticas nas superfícies minerais e na matéria orgânica; a força iônica, que reduz a solubilidade do agroquímico na água; e a temperatura, a qual pode aumentar a solubilidade entre o agroquímico e a água. Barbosa (2004) cita além da temperatura, a luminosidade e a umidade como fatores determinantes para que os pesticidas se degradem ou sejam transportados para outros locais.

O tipo de solo determina as partículas minerais preponderantes e, conseqüentemente, o pH e a força iônica da zona não saturada. O tipo de rocha contido abaixo da camada de solo indicará a constituição por sedimentos das formações geológicas, podendo ser relacionada à sua suscetibilidade à infiltração de herbicidas.

A classificação da geomorfologia da área de estudo viabiliza a identificação dos prováveis locais em que ocorre maior escoamento e maior infiltração, considerando a declividade do terreno. Gomes et al. (2008) relacionam a vulnerabilidade natural do solo em áreas agrícolas, considerando as classes de declividade com a condutividade hidráulica do solo.

Alguns estudos na literatura nacional analisaram as propriedades dos agroquímicos e as características ambientais para avaliar o potencial de infiltração de pesticidas nas áreas de afloramento do Sistema Aquífero Guarani na borda leste da Bacia Sedimentar do Paraná, mais especificamente nas proximidades do município de Ribeirão Preto, SP (GOMES et al., 2008a). Os principais agroquímicos estudados por estes autores foram os herbicidas utilizados na cultura da cana-de-açúcar, principal produto agrícola dessa região.

Na borda oeste da bacia, foram desenvolvidos alguns estudos no Estado de Mato Grosso, em regiões com intensa atividade agrícola como em São Gabriel do Oeste, que apontaram a presença de agroquímicos nas águas subterrâneas. Laabs et al. (2002), em estudo piloto de lixiviação e degradação de pesticidas usados nas culturas do milho e da soja em latossolos do Cerrado mato-

¹ Bolsista Mestrado CAPES - UFMS(rafaelabfbarbosa@yahoo.com.br)

²DHT/UFMS (sandragabas@nin.ufms.br)

³DHT/UFMS (lastoria@nin.ufms.br)

⁴Bolsista Mestrado CAPES – UFMS (gui_cavazzana@yahoo.com.br)

⁵DFI/UFMS (amaury.de@uol.com.br)

grossense, observaram a associação entre a maior taxa de degradação dos pesticidas em função das maiores atividades microbianas e a maiores temperaturas do solo. Dores et al. (2006) identificaram a presença dos herbicidas simazina, metribuzim, metolacoloro, trifluralina, atrazina e seus metabólitos desisopropilatrazina (DIA) e desetilatrazina (DEA) em água superficial e subterrânea da região de Primavera do Leste, em Mato Grosso.

Em Mato Grosso do Sul, foi determinada a presença de pesticidas organoclorados, como: α -BHC, γ -BHC, β -BHC, δ -BHC, heptacoloro, aldrin, heptacoloro epóxido, isômero B, endosulfan I, dieldrin, endrin, endosulfan II, 4,4'-DDE, 4,4'-DDD, endrin aldeído, endosulfan sulfato, 4,4'-DDT, endrin cetona, metoxicoloro, em águas subterrâneas do distrito de Culturama – região de Dourados (RAPOSO JÚNIOR, 2006), outra área com intensa atividade agrícola no Estado. Afloram, neste local, rochas basálticas da Formação Serra Geral.

Não existem estudos de monitoramento de agroquímicos em São Gabriel do Oeste. Coutinho et al (2008) fizeram uma análise espacial, por meio de álgebra de mapas, do potencial de lixiviação de herbicidas nas áreas de afloramento do SAG no município, considerando os tipos de solo e uma modelagem de risco de lixiviação, obtendo como resultados mapas de risco de contaminação por algumas substâncias. Os autores concluíram que o cultivo de soja e milho sobre as áreas de recarga do SAG pode ser extremamente arriscado para a qualidade da água subterrânea. Contudo, tal estudo não efetuou análises químicas em amostras de água subterrânea da região.

POTENCIAL DE LIXIVIAÇÃO - ÍNDICE LIX

Em geral, o estudo e/ou monitoramento de agroquímicos no meio ambiente, embora sejam o melhor procedimento de avaliação e minimização da poluição da água subterrânea (COHEN et. al, 1995; ALBANIS et. al, 1998; AZEVEDO et. al, 2000; FILIZOLA et. al, 2002), são muito caros, devido às grandes áreas em que normalmente são aplicados, à diversidade de produtos utilizados e ao custo das análises. Assim, alguns trabalhos se dedicaram ao desenvolvimento de métodos de triagem, os quais são utilizados para determinação de quais pesticidas usados deverão receber maior atenção em relação à contaminação de aquíferos, otimizando a quantidade de análises químicas a serem realizadas na avaliação da qualidade das águas subterrâneas (SPADOTTO, 2002). Modelos de triagem geralmente requerem menor número de dados e são utilizados como advertência para estabelecer prioridades e identificar problemas potenciais. Eles são utilizados para determinação de quais pesticidas são mais propensos à lixiviação (LOURENCETTI et al., 2005).

¹ Bolsista Mestrado CAPES - UFMS(rafaelabfbarbosa@yahoo.com.br)

²DHT/UFMS (sandragabas@nin.ufms.br)

³DHT/UFMS (lastoria@nin.ufms.br)

⁴Bolsista Mestrado CAPES – UFMS (gui_cavazzana@yahoo.com.br)

⁵DFI/UFMS (amaury.de@uol.com.br)

Um dos métodos de triagem utilizados para avaliar o potencial de lixiviação de agroquímicos é o índice LIX, desenvolvido por SPADOTTO (2002), que avalia o potencial de lixiviação dos pesticidas segundo a expressão matemática da Equação 4.

$$LIX = \exp (-k \cdot K_{oc}) \quad (\text{Equação. 4})$$

k: Taxa de degradação de primeira ordem do pesticida, em dia⁻¹.

A taxa de degradação (k) é calculada por meio da Equação 5.

$$k = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \quad (\text{Equação 5})$$

t_{1/2}: tempo necessário que um elemento reduz à metade da atividade inicial do mesmo.

A classificação dos índices LIX é apresentada em intervalos, considerando-se os potenciais de lixiviação máximo e mínimo (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação do Potencial de Lixiviação dos Pesticidas, pelo índice LIX

LIX	Potencial de Lixiviação
0	Nulo
0 < LIX < 0,1	Zona de Transição
≥ 0,1	Potencial de Lixiviação

Fonte: SPADOTTO (2002).

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Agricultura

O predomínio espacial de grandes unidades de produção agrícola no Município de São Gabriel do Oeste deve-se ao processo de ocupação das terras pioneiras, e em função da diversificação de formas de exploração da terra. Estes estabelecimentos, em grande parte, correspondem a unidades produtoras. Segundo dados do Censo Agropecuário de 1985 (EMBRAPA, 1997a), o município apresentava 585 estabelecimentos agropecuários, perfazendo uma área total de 375.274 ha., caracterizada pela exploração de agricultura (Tabela 2) e da pecuária. Não possuía nenhum estabelecimento com menos de 10 ha.

Atualmente percebe-se sua relevância na economia ocupando as seguintes posições no Estado de Mato Grosso do Sul: primeiro lugar em área cultivada de sorgo granífero (20.000 ha.) e na sua produção (48.000 t); quarto lugar em área cultivada com soja (116.000 ha.) e na sua produção (336.400 t); e quinto lugar em área cultivada com milho (57.500 ha.) e na sua produção (185.700 t).

¹ Bolsista Mestrado CAPES - UFMS(rafaelabfbarbosa@yahoo.com.br)

²DHT/UFMS (sandragabas@nin.ufms.br)

³DHT/UFMS (lastoria@nin.ufms.br)

⁴Bolsista Mestrado CAPES – UFMS (gui_cavazzana@yahoo.com.br)

⁵DFI/UFMS (amaury.de@uol.com.br)

Apesar de não se destacar na produção estadual, o município possui outras culturas cultivadas significativas, conforme disposto na Tabela 2.

Tabela 2. Área plantada, área colhida e quantidade produzida, leguminosas e oleaginosas, em ordem decrescente de área colhida, São Gabriel do Oeste – 2007

Culturas	Área	Área	Quantidade
	Plantada (ha.)	Colhida (ha.)	Produzida (t)
Soja (em grão)	116 000	116 000	336 400
Milho (em grão)	57 500	57 500	185 700
Sorgo granífero (em grão)	20 000	20 000	48 000
Algodão herbáceo (em caroço)	4 350	4 350	17 944
Trigo (em grão)	2 000	2 000	3 000
Feijão (em grão)	235	135	142
Total	200 085	199 985	

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Produção Agrícola Municipal (2007).

Geologia

Afloram, no Município de São Gabriel do Oeste, rochas sedimentares paleo-mesozóicas da Bacia do Paraná, as Formações Pirambóia e Botucatu, o Grupo Bauru e as coberturas terciárias (CPRM, 2006). Em algumas áreas, as rochas do Grupo Bauru ocorrem sobrepostas diretamente àquelas da Formação Botucatu (Figura 2).

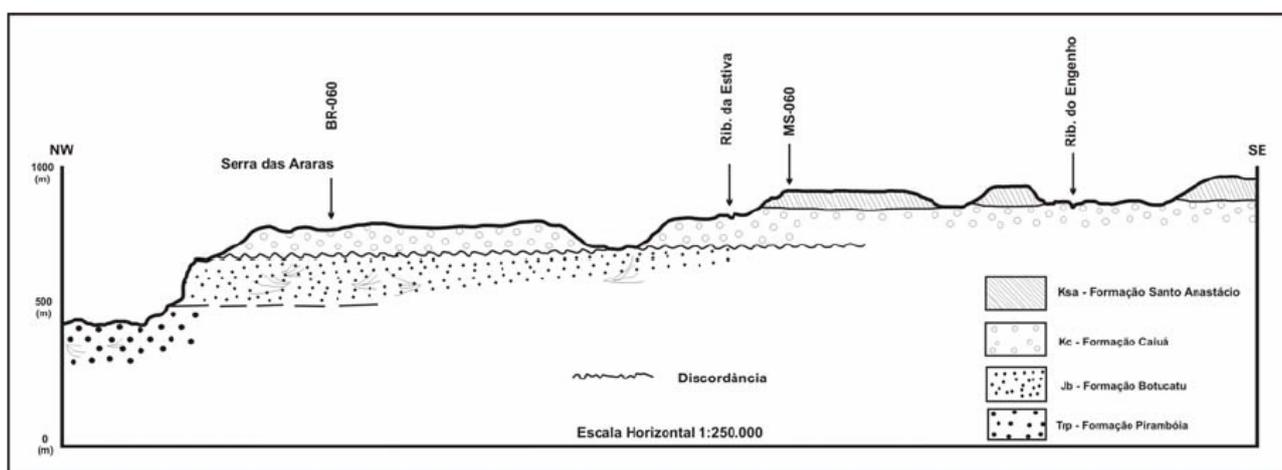


Figura 2 – Seção geológica NW/SE, entre Figueirão e Alcinópolis, mostrando o contato discordante entre a Formação Botucatu e a Formação Caiuá (Grupo Bauru) (GASTMANS, 2007).

Apesar de não haver grandes afloramentos das rochas basálticas da Formação Serra Geral, existem diversos sills comumente identificados na perfuração de poços tubulares. As diversas profundidades que esses sills são encontrados indicam um importante padrão de fraturamento e/ou falhamentos na região.

¹ Bolsista Mestrado CAPES - UFMS(rafaelabfbarbosa@yahoo.com.br)

²DHT/UFMS (sandragabas@nin.ufms.br)

³DHT/UFMS (lastoria@nin.ufms.br)

⁴Bolsista Mestrado CAPES – UFMS (gui_cavazzana@yahoo.com.br)

⁵DFI/UFMS (amaury.de@uol.com.br)

Em termos hidrogeológicos, o Chapadão de São Gabriel do Oeste, área de topografia mais elevada, é uma das áreas de recarga do SAG na porção oriental da Bacia do Paraná com fluxo radial direcionado para as zonas de afloramento das rochas que o compõem localizadas a norte e a sul, e a leste, em direção à calha do rio Paraná (GASTMANS, 2007). Esta área de recarga, conjuntamente com a outra área de recarga localizada no sul do Estado de Mato Grosso do Sul, constituem um divisor de águas subterrâneo, aproximadamente coincidente com o divisor de águas superficiais definido pela Serra de Maracajú, com fluxo para leste e para oeste.

O Chapadão de São Gabriel do Oeste destaca-se não somente pela grande influência na alimentação deste divisor de águas subterrâneo, mas também pelos altos gradientes hidráulicos observado entre esta área e a cidade de Campo Grande (Figura 3), a qual faz boa parte da captação de água para abastecimento público em poços do SAG.

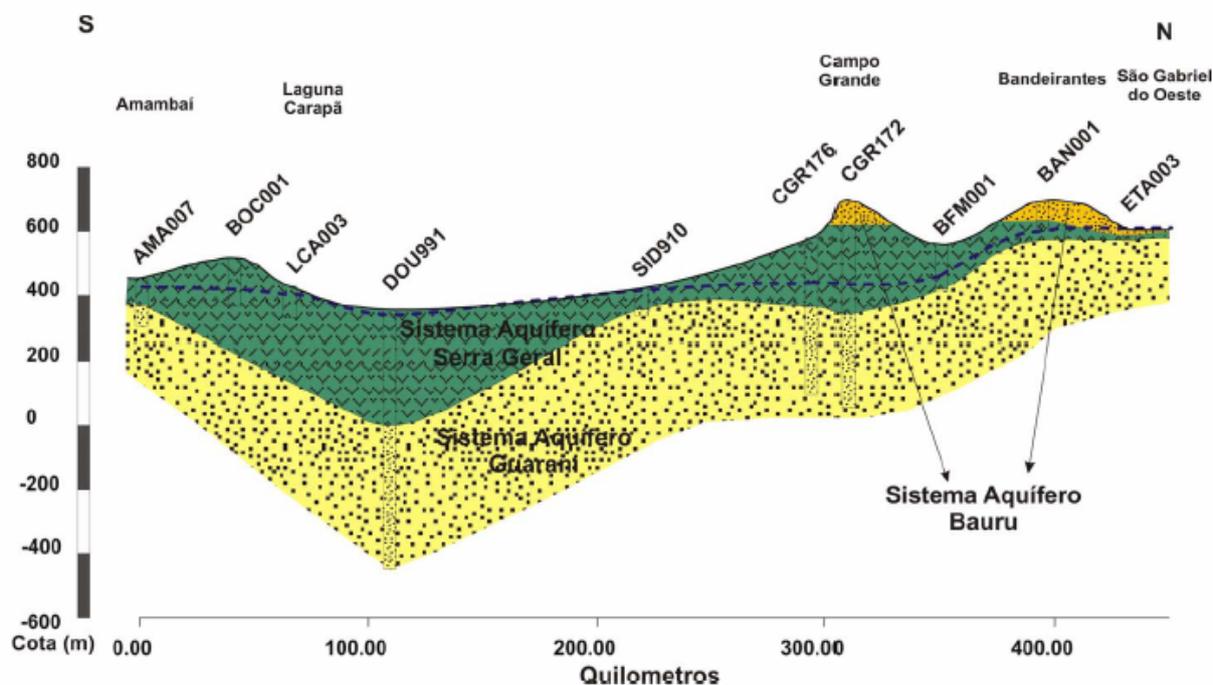


Figura 3 – Seção hidrogeológica NS entre as cidades de Amambai e São Gabriel do Oeste, região norte de MS, ao longo do divisor de águas, mostrando os fluxos provenientes das áreas de recarga a sul e a norte (GASTMANS, 2007).

Pedologia

A condutividade hidráulica depende das características do meio, incluindo a porosidade, o tamanho, a distribuição, a forma e o arranjo das partículas, e as características do fluido que está escoando. Refere-se à facilidade da formação aquífera de exercer a função de um condutor hidráulico (FEITOSA, 2000).

¹ Bolsista Mestrado CAPES - UFMS(rafaelabfbarbosa@yahoo.com.br)

²DHT/UFMS (sandragabas@nin.ufms.br)

³DHT/UFMS (lastoria@nin.ufms.br)

⁴Bolsista Mestrado CAPES – UFMS (gui_cavazzana@yahoo.com.br)

⁵DFI/UFMS (amaury.de@uol.com.br)

A Tabela 3 apresenta alguns exemplos de condutividade hidráulica para alguns tipos de sedimentos não consolidados. Portanto, a composição textural do solo influencia diretamente na condutividade hidráulica do mesmo, ou seja, as características dos sedimentos presentes no solo irão influir na capacidade de percolação materiais líquidos nele.

Tabela 3. Classes de condutividade hidráulica.

Material	Condutividade Hidráulica (cm.h⁻¹)
Muito lenta	< 0,13
Lenta	0,13 a 0,51
Moderadamente lenta	0,51 a 2,00
Moderada	2,00 a 6,30
Moderadamente rápida	6,30 a 12,70
Rápida	12,70 a 25,40
Muito rápida	> 25,40

Fonte: *U.S Bureau of Plant Industry and Agricultural Engineering* (apud CAUDURO, 1998).

Dados de condutividade hidráulica de solos em área de afloramento do SAG são descritos por Gomes et al. (2008b), de 0 a 60 cm, com valores de 51,34 cm.h⁻¹ para Latossolo Vermelho Distrófico Psamítico e de 56,83 cm.h⁻¹ para Neossolo Quartzarênico Órtico. Estes dados referem-se à microbacia do Córrego do Espriado, próximo ao município de Ribeirão Preto, SP.

As principais classes de solo descritas no município de São Gabriel do Oeste (MS) são Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico, Areia Quartzosa Distrófico, Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico e Solo Litólico Distrófico (IBGE, 2004). Dados obtidos em estudo em andamento em dois lotes do Assentamento Campanário indicam menores condutividades hidráulicas para o Latossolo Vermelho Distrófico, em 1 m de profundidade, de 1,56 a 3,55 cm.h⁻¹ (GABAS et al, 2010). As classes de condutividade hidráulica correspondentes são, respectivamente, moderadamente lenta e moderada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto aos agroquímicos

Os principais herbicidas utilizados nas culturas cultivadas atualmente em São Gabriel do Oeste, no total de trinta e um, bem como algumas de suas propriedades físico-químicas são apresentadas na Tabela 4.

¹ Bolsista Mestrado CAPES - UFMS(rafaelabfbarbosa@yahoo.com.br)

²DHT/UFMS (sandragabas@nin.ufms.br)

³DHT/UFMS (lastoria@nin.ufms.br)

⁴Bolsista Mestrado CAPES – UFMS (gui_cavazzana@yahoo.com.br)

⁵DFI/UFMS (amaury.de@uol.com.br)

Tabela 4. Propriedades dos principais herbicidas usados na área estudada.

Herbicidas	K_{oc} (mL.g ⁻¹)	$t_{1/2}$ (dia)	k (dia ⁻¹)
2,4-D	20	10	0,0693
Acifluorfen-sodium	113	14	0,0495
Alachlor	103	80	0,0087
Atrazine	100	77	0,0090
Bentazone	34	20	0,0346
Butroxydim	300	9	0,0770
Chlorimuron-ethyl	110	40	0,0173
Clomazone	300	24	0,0289
Cyanazine	190	14	0,0495
Diclosulam	-	65	0,0107
Dimethenamid	-	43	0,0161
Diquat	1.000.000	1.000	0,0007
Fenoxaprop	-	21	0,0330
Fluazifop-p-butyl	5.700	15	0,0462
Flumetsulam	35	60	0,0115
Flumiclorac-pentyl	-	5	0,1386
Fomesafen	60	100	0,0069
Haloxyfop	-	55	0,0126
Imazaquin	100	60	0,0116
Imazethapyr	22	90	0,0077
Lactofen	10.000	7	0,0990
Linuron	400	60	0,0116
Metolachlor	200	90	0,0077
Metribuzin	60	40	0,0173
Paraquat	1.000.000	1.000	0,0007
Pendimethalin	17.200	44	0,0158
Picloram	16	30	0,0231
Sethoxydim	100	5	0,1386
Sulfentrazone	10	540	0,0013
Simazine	130	60	0,0116
Trifluralin	7.000	45	0,0154

Fonte: PARAÍBA *et al.* (2003)

Adotando a equação do índice LIX (SPADOTTO, 2002) e utilizando os dados da Tabela 4, foram obtidos os valores do potencial de lixiviação, apresentados na Tabela 5.

Dos trinta e um herbicidas, empregados na agricultura em São Gabriel do Oeste, treze apresentam potencial de lixiviação, cinco foram classificados na zona de transição, oito com potencial de lixiviação nulo e cinco sem classificação.

De acordo com esta classificação, os herbicidas com maior potencial de lixiviação e que apresentam maior probabilidade de contaminação das águas subterrâneas são Sulfentrazone, Imazethapyr, Picloram, Flumetsulam e Fomesafen (Tabela 5).

¹ Bolsista Mestrado CAPES - UFMS(rafaelabfbarbosa@yahoo.com.br)

²DHT/UFMS (sandragabas@nin.ufms.br)

³DHT/UFMS (lastoria@nin.ufms.br)

⁴Bolsista Mestrado CAPES – UFMS (gui_cavazzana@yahoo.com.br)

⁵DFI/UFMS (amaury.de@uol.com.br)

Tabela 5. Potencial de lixiviação de herbicida no solo, índice de LIX

Herbicida	LIX	Classificação ²
Sulfentrazone	0,98708	PL
Imazethapyr	0,84417	PL
Picloram	0,69101	PL
Flumetsulam	0,66865	PL
Fomesafen	0,66100	PL
Atrazine	0,40657	PL
Metribuzin	0,35416	PL
Imazaquin	0,31349	PL
Bentazone	0,30839	PL
2,4-D	0,25007	PL
Simazine	0,22135	PL
Metolachlor	0,21438	PL
Chlorimuron-ethyl	0,14912	PL
Alachlor	0,04082	ZT
Linuron	0,00966	ZT
Acifluorfen-sodium	0,00372	ZT
Clomazone	0,00372	ZT
Cyanazine	0,00008	ZT
Butoxydim	0,00000	N
Diquat	0,00000	N
Fluazifop-p-butyl	0,00000	N
Lactofen	0,00000	N
Paraquat	0,00000	N
Pendimethalin	0,00000	N
Sethoxydim	0,00000	N
Trifluralin	0,00000	N
Diclosulam ¹	-	-
Dimethenamid ¹	-	-
Fenoxaprop ¹	-	-
Flumiclorac-pentyl ¹	-	-
Haloxifop ¹	-	-

¹ Dados insuficientes.

² Classificação segundo SPADOTTO (2002).

Das substâncias contidas na Tabela 5, a simazina, a metribuzina, o metolachloro, a atrazina e dois metabólitos, a deisopropilatraxina e a deetilatraxina foram identificadas em amostras de água subterrânea de Primavera do Leste, MT (DORES et al., 2006; CARBO et al., 2008; DORES et al., 2009).

Quanto às condições ambientais

As características geológicas do Município de São Gabriel do Oeste - MS já descritas interferem diretamente na suscetibilidade das áreas para contaminação de agroquímicos.

¹ Bolsista Mestrado CAPES - UFMS(rafaelabfbarbosa@yahoo.com.br)

²DHT/UFMS (sandragabas@nin.ufms.br)

³DHT/UFMS (lastoria@nin.ufms.br)

⁴Bolsista Mestrado CAPES – UFMS (gui_cavazzana@yahoo.com.br)

⁵DFI/UFMS (amaury.de@uol.com.br)

As áreas de afloramento de rochas das Formações Botucatu e Pirambóia são áreas potenciais de recarga e, portanto, mais vulneráveis à infiltração de poluentes. Este fato pode ser atenuado com a presença de maior espessura de solo, dependendo do tipo de solo e do relevo.

As áreas em que as rochas dessas formações estão sobrepostas por rochas da Formação Serra Geral devem apresentar menor propensão à contaminação por agroquímicos devido à sua menor porosidade e ao solo de alteração argiloso. Contudo, deve ser considerado o padrão de fraturamento dessas rochas, pois existe uma circulação de água tanto nas fraturas verticais como nas juntas-falhas horizontais, como salientado por LASTORIA (2002).

Nos locais onde o SAG está sobreposto pelas rochas do Grupo Bauru, principalmente a Formação Caiuá, a tendência é de menor vulnerabilidade em relação às áreas aflorantes, porém mais vulneráveis do que aquelas onde ocorre a Formação Serra Geral sobreposta.

Em relação a geomorfologia da área de estudo, a capacidade de infiltração nos terrenos é representada pela diferença de altitudes. Enquanto ocorre maior escoamento nos terrenos de maior altitude, em terrenos baixos deverá ocorrer maior infiltração do material escoado.

Portanto, as regiões de depressões são mais propensas à infiltração de contaminantes e em caso de tais depressões aflorarem as rochas do SAG e/ou do Grupo Bauru sem a cobertura de basaltos, aumenta a possibilidade dos agroquímicos com maior potencial de lixiviação chegarem até as águas subterrâneas. Neste sentido, as regiões mais propícias à infiltração estão localizadas na Região de Depressão de Areado, na Região de Depressão dos Rios Coxim/Jauru e na Região das Furnas de São Gabriel do Oeste.

Em relação ao tipo de solo, de maneira geral, ocorrem na região solos argilosos com menores índices de infiltração e maior capacidade de escoamento e/ou retenção de poluentes. No entanto, devem ser consideradas, com especial atenção, as áreas com os solos arenosos (areias quartzosas e solos álicos), os quais apresentam maior quantidade de poros, facilitando a infiltração e diminuindo o escoamento. Áreas com Neossolo Quartzarênico Órtico, em Ribeirão Preto, apresentaram potencial de lixiviação 6,7 vezes superior ao Latossolo Vermelho Distrófico Psamítico (GOMES et al., 2008), confirmando os menores índices de infiltração para solos com texturas argilosas.

Considera-se, portanto, que as áreas com latossolos e gleissolos, nos vales e baixadas, contribuem para o escoamento dos poluentes aos corpos hídricos superficiais ou à adsorção nos argilominerais.

¹ Bolsista Mestrado CAPES - UFMS(rafaelabfbarbosa@yahoo.com.br)

²DHT/UFMS (sandragabas@nin.ufms.br)

³DHT/UFMS (lastoria@nin.ufms.br)

⁴Bolsista Mestrado CAPES – UFMS (gui_cavazzana@yahoo.com.br)

⁵DFI/UFMS (amaury.de@uol.com.br)

Quanto à portaria de potabilidade

Dos parâmetros de agrotóxicos exigidos pela legislação brasileira de qualidade da água (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2004), apenas oito são de intenso uso na região, sendo que, Trifluralina e Pendimetalina apresentam potencial de lixiviação nulo, segundo índice LIX. O Alaclor está inserido na zona de transição, com um índice LIX de 0,04, muito próximo a zero. Os outros cinco defensivos (Atrazina, Bentazona, 2,4-D, Simazina e Metolacoloro) apresentam um potencial de lixiviação maior que 0,1, no entanto 50% menor que o maior índice de lixiviação calculado, o sulfentrazone, o qual não é citado pela portaria de potabilidade.

Além do sulfentrazone, não constam da portaria de potabilidade, o imazethapyr, o picloram, o flumetsulam e o fomesafen, todos classificados com potencial de lixiviação. Considera-se importante a investigação da presença dessas substâncias nas águas subterrâneas de São Gabriel do Oeste, mesmo não sendo estes parâmetros exigidos pelas normas brasileiras de potabilidade de água para consumo humano.

CONCLUSÃO

As áreas mais propensas à infiltração estão localizadas ao nordeste e ao sudoeste do município, onde se localizam as formações geológicas que abrigam as águas subterrâneas sem a presença de outras unidades geológicas acima como proteção. E, ainda, possuem uma unidade geológica com textura arenosa, que intensifica o processo de infiltração.

As áreas que indicam menor capacidade de infiltração são as próximas aos corpos hídricos superficiais que apresentam unidades pedológicas com alto índice de matéria orgânica, propiciando um escoamento até atingirem os córregos, acarretando maior preocupação de contaminação das águas superficiais.

O risco de contaminação das águas subterrâneas é potencializado com o uso constante de herbicidas. O risco se agrava ainda mais quando as áreas de recargas do Sistema Aquífero Guarani são constituídas por materiais arenosos, com elevada permoporosidade e sendo ocupadas pela agricultura extensiva.

Foram destacados cinco herbicidas com maior potencial de lixiviação, sendo estes: Sulfentrazone, Imazethapyr, Picloram, Flumetsulam e Fomesafen; com índices LIX nos respectivos valores de: 0,99, 0,84, 0,69, 0,67 e 0,66. Apesar de treze dos trinta e um herbicidas classificados apresentarem potencial de lixiviação, os valores dos índices de oito são inferiores aos cinco primeiros. O herbicida com o sexto maior índice LIX (0,41) é a Atrazina.

¹ Bolsista Mestrado CAPES - UFMS(rafaelabfbarbosa@yahoo.com.br)

²DHT/UFMS (sandragabas@nin.ufms.br)

³DHT/UFMS (lastoria@nin.ufms.br)

⁴Bolsista Mestrado CAPES – UFMS (gui_cavazzana@yahoo.com.br)

⁵DFI/UFMS (amaury.de@uol.com.br)

Relacionando os agroquímicos classificados neste trabalho e os exigidos, conforme Ministério da Saúde (2004), infere-se uma quantidade de oito defensivos presentes em ambas referências. Dos quais, cinco foram classificados com potencial de lixiviação (LIX), um na zona de transição e dois com potencial de lixiviação nulo.

Apesar de apresentarem potencial de lixiviação, os índices LIX dos pesticidas Atrazine, Bentazone, 2,4-D, Simazine e Methalachlor indicam menor prioridade por análises quando comparados com os agroquímicos Sulfentrazone, Imazethapyr, Picloram, Flumetsulam e Fomesafen, indicados neste estudo.

O estudo mostra a necessidade da realização de análises em amostras de poços de captação de água subterrânea das áreas mais propensas à infiltração de contaminantes, com a priorização de análises dos herbicidas com maior potencial de lixiviação.

Adicionalmente, devem ser efetuados os índices LIX de outros tipos de agroquímicos aplicados nas culturas da região, como os inseticidas e fungicidas e a inclusão das substâncias com maiores potenciais de lixiviação nas análises químicas das águas subterrâneas da região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBANIS, T.A.; HELA, D.G.; SAKELLARIDES, T.M.; KONSTANTINOOU, I.K. Monitoring of pesticide residues and their metabolites in surface and underground Waters of Imathia (N. Greece) by means of solidphase extraction disk and gás chromatography. **Journal of Chromatography A**, v. 823, p. 59-71, 1998.

AZEVEDO, D.A.; LACORTE, S.; VINHAS, T.; VIANA, P.; BARCELÓ, D. Monitoring of priority pesticides and other organic pollutants in river water from Portugal by gás chromatography-mass spectrometry and liquid chromatography-atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry. **Journal of Chromatography A**, v 79, p. 13-26, 2000.

BARBOSA, L.C.A. **Os Pesticidas, o Homem e o Meio Ambiente**. Viçosa: UFV, p. 215, 2004.

BERNARD, H.; CHABALIER, P.F.; CHOPART, J.L.; LEGUBE, B.; VAUCLIN, M. Assessment of herbicide leaching risk in two tropical soils of Reunion Island. **Journal of Environmental Quality**. França: p. 534-543, 2005.

CARBO, L.; SOUZA, V.; DORES, E.F.G.C.; RIBEIRO, M.L. Determination of pesticides multiresidues in shallow groundwater in a cotton-growing region of Mato Grosso, Brazil. **Journal of Brazilian Chemical Society**, vol.00, nº 00, p.1111-1117, 2008.

CAUDURO, F.A.; DORFMAN, R. **Manual de ensaios de laboratório e de campo para irrigação e drenagem**. Porto Alegre: PRONI: IPH-UFRGS. 1996. 216p.

¹ Bolsista Mestrado CAPES - UFMS(rafaelabfbarbosa@yahoo.com.br)

²DHT/UFMS (sandragabas@nin.ufms.br)

³DHT/UFMS (lastoria@nin.ufms.br)

⁴Bolsista Mestrado CAPES – UFMS (gui_cavazzana@yahoo.com.br)

⁵DFI/UFMS (amaury.de@uol.com.br)

COHEN, S.Z.; WAUCHOPE, R.D.; KLEIN, A.W.; EADSFORTH, C.V.; GRANEY, R. Offsite transport of pesticides in water mathematical models of pesticide leaching and runoff. **International Union of Pure and Applied Chemistry**, v. 67, n. 12, p. 2109-2148, 1995.

COUTINHO, H.L.C.; LEITE, A.A.S.; PARAÍBA, L.C.; CERDEIRA, A.L.; FILIZOLA, H.F.; SILVA, E.F.; GOMES, M.A.F. **Análise espacial do potencial de lixiviação de herbicidas em áreas de afloramento do Aquífero Guarani na Alta Bacia do Rio Taquari, MS**. In: GOMES, M.A.F. Uso agrícola das áreas de afloramento do Aquífero Guarani no Brasil: Implicações para as águas subterrâneas e propostas de gestão com enfoque agroambiental. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 195-214, 2008.

DORES, E.F.G.C.; NAVICKIENE, S.; CUNHA, M.L.F.; CARBO, L.; RIBEIRO, M.L.; DELAMONICA-FREIRE, E.M. Multiresidue Determination of Herbicides in Environmental Waters from Primavera do Leste Region by SPE-GC-NPD. **J. Braz. Chem. Soc.**, vol. 17, n 5, p. 866-873, 2006.

DORES, E.F.G.C.; SPADOTTO, C.A.; WEBER, O.L.S.; CARBO, L.; VECHIOATTO, A.B.; PINTO, A.A. Environmental behaviour of metalachlor and diuron in a tropical soil in the central region of Brazil. **Water Air Soil Pollution**, 197, p.175-183, 2009.

EMBRAPA. **São Gabriel do Oeste**: Um projeto de futuro enriquecendo o presente. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro: v. 1, 1997a.

EMBRAPA **Estudo da qualidade ambiental de municípios em função do uso do solo referencial para o planejamento e ordenação territorial**: Geologia. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro: v. 2, 1997b.

EMBRAPA **Estudo da qualidade ambiental de municípios em função do uso do solo referencial para o planejamento e ordenação territorial**: Geomorfologia. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro: v. 3, 1997c.

EMBRAPA **Estudo da qualidade ambiental de municípios em função do uso do solo referencial para o planejamento e ordenação territorial**: Solos e Aptidão Agrícola. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro: v. 5, 1997d.

FEITOSA, A.C.; MANOEL FILHO, J.; FEITOSA, E.C.; DEMETRIO, J.G.A. **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. 2ª ed. Rio de Janeiro: CPRM, 2000. 391p.

FILIZOLA, H.F.; FERRACINI, V.L.; SANS, L.M.A.; GOMES, M.A.F.; FERREIRA, C.J.A. **Monitoramento e avaliação do risco de contaminação por pesticidas em água superficial e subterrânea na região de Guairá**. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília: v. 37, n. 5, p. 659-667, 2002.

GABAS, S.G.; LASTORIA, G.; ALVES, M.M.; CAVAZZANA, G.H.; SOUZA, A. **Condutividade hidráulica na zona não-saturada em área do Assentamento Campanário, município São Gabriel do Oeste-MS**. In: Anais 45º Congresso Brasileiro de Geologia. Belém, PA. 26/09 a 01/10/2010. (no prelo)

GASTMANS, D. **Hidrogeologia e hidroquímica do Sistema Aquífero Guarani na porção ocidental da Bacia sedimentar do Paraná**: 2007. Tese de Doutorado apresentada junto ao curso

¹ Bolsista Mestrado CAPES - UFMS(rafaelabfbarbosa@yahoo.com.br)

²DHT/UFMS (sandragabas@nin.ufms.br)

³DHT/UFMS (lastoria@nin.ufms.br)

⁴Bolsista Mestrado CAPES – UFMS (gui_cavazzana@yahoo.com.br)

⁵DFI/UFMS (amaury.de@uol.com.br)

de Pós-Graduação em Geociências do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Unesp. Rio Claro. 194p.

GOMES, M.A.F.; SPADOTTO, C.A.; PESSOA, M.C.P.Y. **Vulnerabilidade natural do solo em áreas agrícolas**: Subsídio à avaliação do risco de contaminação do lençol freático por agroquímicos. In: GOMES, M.A.F. Uso agrícola das áreas de afloramento do Aquífero Guarani no Brasil: Implicações para as águas subterrâneas e propostas de gestão com enfoque agroambiental. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 89-98, 2008a.

GOMES, M.A.F.; SPADOTTO, C.A.; PEREIRA, A.S.; MATALLO, M.B.; LUCHINI, L.C. **Movimento do herbicida tebutiuron em dois solos representativos das áreas de afloramento do Aquífero Guarani no Brasil**. In: GOMES, M.A.F. Uso agrícola das áreas de afloramento do Aquífero Guarani no Brasil: Implicações para as águas subterrâneas e propostas de gestão com enfoque agroambiental. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 101-111, 2008b.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas municipal de São Gabriel do Oeste**: subsídio ao planejamento, gestão e monitoramento territorial. São Gabriel do Oeste, MS: Prefeitura Municipal de São Gabriel do Oeste; Rio de Janeiro: Embrapa Solos: IBGE, 2004. 1 CD-ROM.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contagem da População**. 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/default.shtm>>. Acesso em: 11 de novembro de 2009.

JURY, W.A.; SPENCER, W.F.; FARMER, W.J. Behavior assessment model for trace organics in soil. III: Application of screening model. **Journal of Environmental Quality**, v.13, p. 573-579, 1984.

LAABS, V.; AMELUNG, W.; PINTO, A.; ALTSTAEDT, A.; ZECH, W. Fate of pesticides in tropical soils of Brazil under Field conditions. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 31, p. 256-268, 2002.

LASTORIA, G. **Hidrogeologia da Formação Serra Geral do estado de Mato Grosso do Sul**: 2002. Tese de Doutorado apresentada junto ao curso de Pós-Graduação em Geociências do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Unesp. Rio Claro. 133p.

LOURENCETTI, C.; SPADOTTO, C.A.; SILVA, M.S.; RIBEIRO, M.L. Avaliação do potencial de contaminação de águas subterrâneas por pesticidas: Comparação entre métodos de previsão de lixiviação. **Pesticidas: r. ecotoxicol e meio ambiente**. Curitiba: v. 15, p. 1-14, 2005.

MATALLO, M.B.; LUCHINI, L.C.; GOMES, M.A.F.; SPADOTTO, C.A.; CERDEIRA, A.L.; LACERDA, A.L.S. **Aspectos do comportamento dos herbicidas diuron e tebutiuron em solos das áreas de recarga do Aquífero Guarani no Estado de São Paulo**. In: GOMES, M.A.F. Uso agrícola das áreas de afloramento do Aquífero Guarani no Brasil: Implicações para as águas subterrâneas e propostas de gestão com enfoque agroambiental. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 133-147, 2008.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 518 - **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**. 2004.

¹ Bolsista Mestrado CAPES - UFMS(rafaelabfbarbosa@yahoo.com.br)

²DHT/UFMS (sandragabas@nin.ufms.br)

³DHT/UFMS (lastoria@nin.ufms.br)

⁴Bolsista Mestrado CAPES – UFMS (gui_cavazzana@yahoo.com.br)

⁵DFI/UFMS (amaury.de@uol.com.br)

PARAÍBA, L.C.; CERDEIRA, A.L.; SILVA, E.F.; MARTINS, J.S.; COUTINHO, H.L.C. Evaluation of soil temperature effect on herbicide leaching potential into groundwater in the Brazilian Cerrado. **Chemosphere** v.53, p. 1087-1095, 2003.

PINTO, A.L. **Saneamento Básico e Qualidade das Águas Subterrâneas**. In: MORETTI, E.C.; CALIXTO, M.J.M.S. Geografia e produção do espaço regional: sociedade e ambiente. Campo Grande: UFMS, p. 11-55, 2003.

RAPOSO JÚNIOR, J.L. **Otimização e validação de método para determinação de pesticidas organoclorados em água de poços empregando MEFS-CG-DCE**. Campo Grande: 2006. Dissertação, Programa de Pós-Graduação em Química, UFMS, 124p.

SAAE - SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO. **Controle de Qualidade**. Disponível em: <<http://www.saaesgo.com.br/especial/conteudo2/index.php?id=2>>. Acesso em: 10 de novembro de 2009.

SPADOTTO, C.A. **Screening method for assessing pesticide leaching potential**. Pesticidas: revista de ecotoxicologia e meio ambiente. Curitiba: v. 12, p. 69-78, 2002.

WARREN, N.; ALLAN, I.J.; CARTER, J.E.; HOUSE, W.A.; PARKER, A. Pesticides and other micro-organic contaminants in freshwater sedimentary environments-a review. **Applied Geochemistry**, 18, p.159-194, 2003.

¹ Bolsista Mestrado CAPES - UFMS(rafaelabfbarbosa@yahoo.com.br)

²DHT/UFMS (sandragabas@nin.ufms.br)

³DHT/UFMS (lastoria@nin.ufms.br)

⁴Bolsista Mestrado CAPES – UFMS (gui_cavazzana@yahoo.com.br)

⁵DFI/UFMS (amaury.de@uol.com.br)