

## Mapeamento de cenários agrícolas para avaliação de risco ambiental de agrotóxicos em água superficial

Rafael Mingoti <sup>1</sup>  
Claudio Aparecido Spadotto <sup>1</sup>  
Mayra Abboudi Brasco <sup>2</sup>  
Laura Butti do Valle <sup>2</sup>  
Giovanna Naves Beraldo <sup>2</sup>  
André Rodrigo Farias <sup>1</sup>  
Elio Lovisi Filho <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Embrapa Gestão Territorial  
Av. Soldado Passarinho, 303 - 13070-115 - Campinas - SP, Brasil  
{rafael.mingoti, claudio.spadotto, andre.farias, elio.filho}@embrapa.br

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Campinas – Instituto de Geociências  
R. João Pandiá Calógeras, 51 - 13083-870 – Campinas - SP, Brasil  
{mayrabrasco, laura.vbutti, giovanna.n.beraldo}@gmail.com

**Abstract.** One of the basic components of the Environmental Risk Assessment (ERA) of pesticides is the scenario examined at each tier. In Brazil, IBAMA adopts the USEPA methodology and, therefore, it may lead to the registration of pesticides without considering Brazilian agricultural scenarios. Thus, the aim of this paper is to present a methodology for mapping areas with reservoirs to support the establishment of scenarios for assessing environmental risk of pesticides in surface water bodies in Brazil, conducting a case study to soybean crop in the Cerrado biome in the state of Mato Grosso. Visual interpretation of satellite images was carried out to identify areas with soybean and lakes, using as the basic unit of mapping watersheds generated in selected municipalities. The presence of lakes and artificial reservoirs was observed in less than 3% of watersheds with soybean crop. The presented methodology was effective for generating information necessary to establish scenarios at first level of ERA for pesticides in surface water bodies.

**Palavras-chave:** water resource, contamination, pesticide registration, GIS, recurso hídrico, contaminação, registro de agrotóxico, SIG.

### 1. Introdução

A Avaliação de Risco Ambiental (ARA) de agrotóxicos no Brasil, realizada pelo Ibama, para fins de registro de produtos, segue a metodologia da Agência de Proteção Ambiental (EPA) dos Estados Unidos da América (EUA) (IBAMA, 2016) que é apresentada em detalhes em USEPA (1998). Uma das características dessa metodologia é o emprego de quatro níveis (*tiers*), sendo que o primeiro nível é considerado como o de pior caso e o último como o mais próximo da realidade. Se o produto em avaliação não apresentar riscos no primeiro nível (de pior caso), o produto pode seguir para a próxima avaliação, caso contrário é analisado no segundo nível e assim sucessivamente.

Uma das informações básicas do processo de ARA de agrotóxicos é o cenário de uso agrícola que o produto é avaliado em cada nível (Spadotto et al., 2010a, 2010b; Spadotto, 2006).

O Ibama utiliza a metodologia definida para os EUA e, conseqüentemente, os cenários determinados para esse país. Entretanto, as condições edafoclimáticas do Brasil são diferentes das norte-americanas (Amorim, 2003; Amorim et al., 2010). Logo, a ARA de agrotóxicos pelo Ibama assume um grau de incerteza que pode causar a permissão de registro de um agrotóxico sem considerar cenários brasileiros, incorrendo em distorções da avaliação dos riscos.

No emprego da metodologia norte-americana, durante o processo de avaliação e classificação ambiental dos agrotóxicos registrados no país (Brasil, 1989; Brasil, 2002;

IBAMA, 1996) são analisados parâmetros de apenas três classes de solos brasileiros. No entanto, devido à diversidade de solos e climas do Brasil, é necessária a melhoria da representatividade desses testes (Scorza Júnior et al., 2010), o que torna necessária a determinação de cenários que correspondam às condições edafoclimáticas brasileiras.

Na União Europeia (UE) a geração de cenários para ARA de agrotóxicos durante o processo de registro foi amplamente estudada em Focus (2001). Nesse trabalho, o grupo de especialistas descreve a metodologia de ARA de agrotóxicos da UE, visando o risco de contaminação em corpos de água superficiais, onde afirmam que ela é muito semelhante à adotada pela EPA, diferindo em relação aos cenários adotados em cada nível.

Para o primeiro nível (de pior caso) da ARA de agrotóxicos nos EUA adota-se uma área cultivada de 10 hectares localizada ao redor de um “lago padrão” de 1 hectare (10.000m<sup>2</sup>) de superfície molhada e 2 m de profundidade (Parker et al., 1995), enquanto que na UE adota-se uma área cultivada ao redor de um lago com área molhada de 10% da área cultivada e profundidade de 30 cm sobre uma camada de sedimentos de 5 cm com teor de carbono orgânico de 8% e densidade global de 0,8 g.cm<sup>-3</sup> (FOCUS, 2001).

Como o Brasil não dispõe de um banco de dados com mapeamentos de uso e cobertura da terra em abrangência nacional com a escala necessária e com o detalhamento do uso e cobertura suficiente para ser aplicado na definição de cenários para ARA, bem como não possui informações sobre mapeamento de lagos e de reservatórios artificiais em áreas agrícolas, é fundamental o desenvolvimento de novas metodologias e o levantamento de tais informações.

Visando avaliar a representatividade de cenários de ARA de agrotóxicos em corpos de água superficiais no Brasil, tem-se como objetivo desse trabalho apresentar uma metodologia para mapeamento de áreas cultivadas e de lagos e reservatórios artificiais, realizando um estudo de caso para a cultura da soja no bioma Cerrado do estado do Mato Grosso.

## 2. Metodologia de Trabalho

A metodologia de identificação de cenários de ARA de agrotóxicos em corpos de água superficiais proposta nesse trabalho foi realizada em seis etapas: definição da cultura de interesse; seleção de municípios; divisão dos municípios selecionados em bacias hidrográficas; identificação da presença da cultura de interesse nas bacias hidrográficas de cada município; mapeamento de lagos e reservatórios artificiais nas bacias hidrográficas com cultivo da cultura de interesse ou à jusante de bacias hidrográficas com cultivo dessa cultura; e determinação da área de drenagem dos lagos mapeados.

A definição da cultura de interesse para ARA de agrotóxicos, como parte do processo de registro, ocorre na primeira fase, pois o requerente do registro deve indicar quais são as culturas e pragas para a qual é requerido o registro do produto (IBAMA, 2016; Brasil, 1989; Brasil, 2002).

De modo a apresentar uma aplicação dessa metodologia proposta foi realizado um estudo de caso para a cultura da soja em áreas do bioma Cerrado brasileiro. A escolha dessa cultura justifica-se devido a: sua importância como grande *commodity* (Figueiredo et al., 2001); sua distribuição em grande parte do território brasileiro (Garagorry et al., 2010); disponibilidade de dados secundários relativos a área cultivada em diversas fontes (IBGE, 2016; MMA, 2015); e contar com técnicas estabelecidas de manejo de pragas, em que há utilização de agrotóxicos (Gazzoni et al., 1988; Sosa-Gómez et al., 2010). A limitação da análise em áreas do bioma Cerrado se deu devido a existência de mapeamento de uso do solo atualizado (MMA, 2015) necessária para a continuidade desse trabalho pelos autores.

A seleção de municípios foi realizada em função de sua área plantada de soja e da geomorfologia predominante em seus limites. Esta última foi utilizada por ser uma

característica relacionada à proporção de área de drenagem de cursos d'água (Hiruma; Ponçano, 1994) e, também, devido ao fato de que a relação entre a área de drenagem e a área inundada de lagos e reservatórios artificiais é utilizada no cenário de ARA do primeiro nível da metodologia do EPA (Parker et al., 1995), que, por sua vez, é adotada no Brasil (IBAMA, 2016).

Utilizou-se os dados de área plantada de soja da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) do IBGE (2016) dos anos de 2012, 2013 e 2014, a base cartográfica com limites municipais do IBGE (2013) e o mapa de geomorfologia do Brasil (IBGE, 2006; IBGE, 2009), disponível em formato vetorial em INDE (2016).

Por meio do aplicativo SIG ArcGIS 10.3, todos os dados geoespaciais de entrada foram convertidos para a projeção cônica equidistante no sistema de referência SIRGAS 2000. Em seguida as informações tabulares de área plantada de soja foram unidas à base cartográfica dos limites municipais e foi realizada a classificação dos municípios brasileiros em função da área predominante de compartimento de relevo conforme o mapeamento do IBGE.

Em seguida, especificamente para o estudo de caso apresentado nesse trabalho, foram selecionados três municípios considerando os seguintes critérios: identificação do município de maior área média de soja plantada em cada compartimento de relevo existente nas áreas do bioma Cerrado do estado de Mato Grosso; e utilização de três compartimentos de relevo classificados em função da área média de soja plantada de seu município identificado no critério anterior.

Para os municípios selecionados realizou-se a divisão em bacias hidrográficas, por meio da utilização do Modelo Digital de Elevação (MDE) do projeto *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) disponibilizados pelo *United States Geological Survey* (USGS) em seu sítio na internet em formato raster com resolução espacial de 90m e do modelo hidrológico SWAT 2012 em formato de *plug-in* para o aplicativo ArcGIS. A geração de bacias hidrográficas pelo modelo SWAT foi realizada para toda a área dos municípios selecionados utilizando como critério de tamanho ideal de 100ha.

O MDE foi convertido para a projeção cônica equidistante no sistema de referência SIRGAS 2000 e, para cada pixel componente da imagem, foram calculados os valores de fluxo acumulado.

A identificação da existência de áreas de lavoura de soja nas bacias hidrográficas geradas foi realizada mediante o emprego de técnicas de identificação visual de imagens de satélite no aplicativo ArcGIS. Foram utilizadas imagens de satélite das seguintes bases: Mapas-Base do ArcGIS Online; Google Earth; e Open Street Map (OSM). Em termos temporais, a escolha das imagens utilizadas seguiu a ordem de preferência dos anos de 2014, 2013 e 2012, ou então anos mais recentes, quando disponíveis. A interpretação das áreas de lavoura de soja considerou os seguintes aspectos: formas regulares; ausência de sombras; textura aveludada, muitas vezes machetada (Machetti e Garcia, 1986); tonalidade verde escura e estrutura paralela.

O mapeamento de lagos ou de reservatórios artificiais foi realizado por meio de interpretação visual de imagens de satélite apenas para as bacias hidrográficas identificadas com áreas de lavoura de soja e nas bacias à jusante destas. Para cada lago mapeado gerou-se um polígono por meio do aplicativo ArcGIS e calculou-se a sua área molhada.

Em cada um dos lagos e reservatórios artificiais mapeados determinou a área de drenagem correspondente por meio da identificação do fluxo acumulado no pixel correspondente ao talude do lago ou reservatório artificial e da multiplicação desse valor pela área de cada pixel.

### 3. Resultados e Discussão

Os municípios da área do bioma Cerrado do estado do Mato Grosso com maiores áreas plantadas de soja estão apresentados por compartimento de relevo na Tabela 1.

Tabela 1. Área média de produção de soja entre 2012 e 2014 nos municípios da área do bioma Cerrado do estado do Mato Grosso classificados em função do compartimento de relevo predominante em seu território.

Compartimento de relevo predominante	Município	Média de área de soja plantada (ha)
Chapadas <sup>1</sup>	Sapezal	377.877
Chapadas <sup>1</sup>	Campo Novo do Parecis	369.333
Chapadas <sup>1</sup>	Diamantino	295.333
Depressões <sup>1</sup>	Nova Ubitatã	312.830
Depressões <sup>1</sup>	Querência	287.533
Depressões <sup>1</sup>	Canarana	183.689
Planaltos <sup>1</sup>	Sorriso	620.200
Planaltos <sup>1</sup>	Nova Mutum	380.245
Planaltos <sup>1</sup>	Primavera do Leste	248.583
Patamares <sup>1</sup>	Itiquira	195.108
Patamares <sup>1</sup>	Alto Garças	84.960
Patamares <sup>1</sup>	Rondonópolis	77.357
Serras	Nobres	26.647
Serras	Planalto da Serra	17.044
Planícies	Nova Nazaré	5.083

1) Foram apresentados apenas os três municípios com maiores médias de área de soja dentre os municípios desse compartimento de relevo.

Os municípios selecionados para o estudo de caso apresentado nesse trabalho foram: Sapezal, correspondendo ao compartimento de relevo Chapadas; Nova Ubitatã, compartimento de relevo Depressões; e Sorriso, compartimento de relevo Planaltos. Nota-se que, no compartimento Chapadas, os municípios de Sapezal e Campo Novo do Parecis apresentaram área plantada média muito próximas ( $\approx 8.500\text{ha}$  ou 2,3% da área plantada em Sapezal) e no compartimento Patamares os municípios de Alto Garças e Rondonópolis apresentam uma diferença de 7.602ha (ou 8,9% da área plantada em Alto Garças).

O total de bacias hidrográficas geradas para os municípios selecionados e a quantidade de destas com presença de cultivos de soja e com a presença destes cultivos associados a existência de lagos ou reservatórios artificiais estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Total e tamanho médio de bacias hidrográficas geradas para os municípios selecionados e quantidade de bacias com presença de lavoura de soja e com presença de soja e lagos ou reservatórios artificiais.

Município	Total de bacias hidrográficas geradas no município	Tamanho médio das bacias hidrográficas do município (ha)	Bacias hidrográficas com presença de lavoura de soja	Bacias hidrográficas com presença de lavoura de soja e de lagos
Sapezal	7.255	182,3	3.067	34
Nova Ubitatã	8.087	173,5	1.828	41
Sorriso	5.599	174,6	4.297	119

A ordenação dos municípios selecionados em função da quantidade de bacias hidrográficas com lavoura de soja em cada município é a mesma da ordenação em função da média de área plantada de soja.

Ao se calcular o valor médio de área de soja (Tabela 1) com as bacias hidrográficas com lavoura de soja (Tabela 2) obtém-se os seguintes valores: Sapezal, 123,2ha; Nova Ubiratã, 171,1ha; e Sorriso, 144,3ha. Desse modo verifica-se que o município de Nova Ubiratã apresenta uma maior ocupação de lavouras de soja em um número menor de bacias hidrográficas, o que é confirmado pela Figura 1.

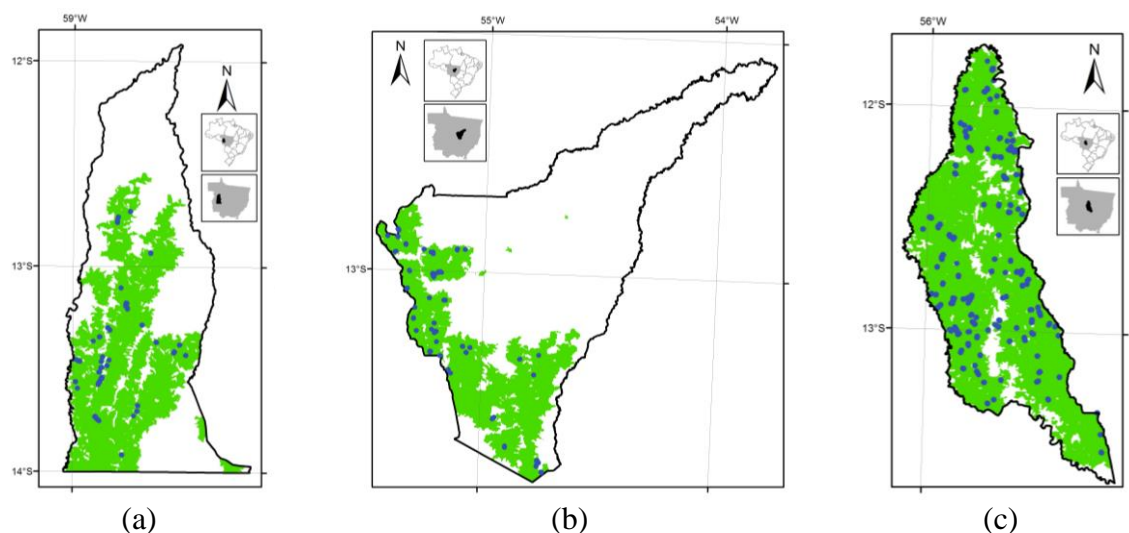


Figura 1. Distribuição das bacias hidrográficas com lavoura de soja (em verde) e dos lagos mapeados nessas bacias (em azul), para os municípios de: (a) Sapezal; (b) Nova Ubiratã; e (c) Sorriso.

Pode-se observar na Figura 1 que, no município de Sorriso, as bacias com soja e seus respectivos lagos mapeados estão distribuídos de maneira uniforme por todo o limite municipal, o que não ocorre nos casos dos municípios de Sapezal e Ubiratã.

As informações de área de drenagem de cada lago mapeado em bacias hidrográficas com soja estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Quantidade, tamanho médio da superfície molhada, tamanho médio da área de drenagem, média da relação área molhada e área de drenagem e seus coeficientes de variação para os lagos mapeados em bacias hidrográficas com lavouras de soja nos municípios selecionados.

Município	Lagos mapeados	Superfície molhada dos lagos mapeados (m <sup>2</sup> )		Área de drenagem dos lagos mapeados (m <sup>2</sup> )		Relação superfície molhada pela área de drenagem dos lagos mapeados (m <sup>2</sup> .m <sup>-2</sup> )	
		Média	CV	Média	CV	Média	CV
Sapezal	34	81.981	237%	38.878.332	160%	1.343	84%
Nova Ubiratã	44	35.776	218%	18.895.643	146%	1.420	104%
Sorriso	119	85.140	244%	10.103.491	125%	374	130%



A quantidade de lagos mapeados foi igual a de bacias hidrográficas com lagos (Tabela 2), exceto pelo município de Nova Ubiratã, no qual foram encontrados mais do que um lago em algumas bacias hidrográficas.

A maior média de superfície molhada dos lagos foi encontrada no município de Sorriso, que tem predominantemente área de Planaltos. Esse município também apresentou o maior valor de CV entre todos os municípios que compõem a análise.

Em relação a área de drenagem dos lagos, a maior média foi obtida para o município de Sapezal, que tem predominantemente área de Chapadas. Esse resultado, no entanto, era esperado para o município de Nova Ubiratã, já que este possui as Depressões como compartimento de relevo predominante e, com isso, tende a apresentar uma drenagem mais densa, ou seja, uma menor relação de área de drenagem nas bacias hidrográficas de mesma ordem (Hiruma; Ponçano, 1994; Alves et al., 2012). A obtenção de valores maiores de área de drenagem para os lagos mapeados do município de Sapezal pode indicar que os lagos mapeados para esse município estão localizados em cursos d'água de ordens maiores do que os dos outros municípios estudados.

Por outro lado, o menor valor da relação de área de drenagem pela superfície molhada dos lagos mapeados foi obtido para o município de Sorriso que possui relevo predominantemente de Planaltos, o que pode indicar que os lagos mapeados para esse município estão localizados em cursos d'água de ordens menores do que os dos outros municípios estudados, ou seja, apresentam a mesma tendência apresentada na análise da área de drenagem.

Todos os valores de CV obtidos mostram que há uma dispersão muito alta nos dados, segundo classificação indicada em Pimentel Gomes (1985), o que pode indicar que não há um comportamento padrão relacionado a ordem de cursos d'água nos quais são construídos lagos ou reservatórios artificiais em áreas com lavoura de soja.

Em função das informações apresentadas nas Tabelas 2 e 3 observa-se que a presença de lagos e de reservatórios artificiais não é uma característica predominante nas áreas com cultivo de soja dos municípios selecionados, pois esses estão presentes em apenas 1,2%, 2,2% e 2,9% das bacias hidrográficas com lavoura de soja dos municípios de Sapezal, Nova Ubiratã e Sorriso, respectivamente.

Considerando que a escolha da área do estudo de caso condiciona a observação de apenas uma amostra das condições rurais brasileira, as informações das Tabelas 2 e 3 são indicadoras de que as características do cenário de primeiro nível adotado pelo IBAMA para ARA de agrotóxicos em corpos de água superficiais podem não corresponder às características predominantes e tão pouco para as características de pior caso realístico das áreas de soja no Brasil.

#### **4. Conclusões**

A metodologia apresentada se mostrou eficaz para a geração de informações necessárias ao estabelecimento de cenários de primeiro nível de Avaliação de Risco Ambiental (ARA) de agrotóxicos em corpos de água superficiais no Brasil.

Os resultados obtidos do estudo de caso para a cultura da soja no bioma Cerrado do estado do Mato Grosso indicaram que há diferença entre os cenários predominantes e de pior caso realísticos existentes e o cenário de primeiro nível adotado pelo IBAMA.

É necessária a realização de trabalhos adicionais para que, mediante um conjunto maior de dados, seja possível concluir sobre a necessidade de alteração do cenário de primeiro nível adotado na ARA de agrotóxicos em corpos de água superficiais para diferentes culturas agrícolas e regiões do Brasil.

## Agradecimentos

Agradecemos ao apoio recebido do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq – Brasil e da Embrapa Gestão Territorial.

## Referências Bibliográficas

- ALVES, G.; PINHEIRO, M.; QUEIROZ NETO, J. **Morfologia e evolução da rede de drenagem no compartimento três cantos, Maracá/SP**. Rio de Janeiro: IX SINAGEO, Anais: Geomorfologia Fluvial. 2012. Disponível em: < <http://www.sinageo.org.br/2012/trabalhos/2/2-695-104.html> >. Acesso em: 28 mar 2016.
- AMORIM, R.S.S. **Avaliação dos modelos de predição da erosão hídrica USLE, RUSLE e WEPP para condições edafoclimáticas brasileiras**. 2003. 123 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2003.
- AMORIM, R.S.S.; SILVA, D.D.; PRUSKI, F.F.; MATOS, A.T. Avaliação do desempenho dos modelos de predição da erosão hídrica USLE, RUSLE e WEPP para diferentes condições edafoclimáticas do Brasil. **Engenharia Agrícola**. 2010, vol.30, n.6, pp. 1046-1049. ISSN 0100-6916.
- BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989.
- BRASIL. Decreto Nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002.
- FIGUEIREDO, A.M. R.; FERREIRA, A.V.; TEIXEIRA, E.C. Impactos da integração econômica nas commodities da economia brasileira e da União Europeia. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 55, n. 1, p. 77-106, Mar. 2001.
- FOCUS. **FOCUS Surface Water Scenarios in the EU Evaluation Process under 91/414/EEC**. Report of the FOCUS Working Group on Surface Water Scenarios, EC Document Reference SANCO/4802/2001-rev.2. 245 pp. 2001. Disponível em: < <http://viso.ei.jrc.it/focus/sw/doc.html> >.
- GARAGORRY, F. L.; SILVA, J. E da; SOUZA, M. O. de; CHAIB FILHO, H.; PENTEADO FILHO, R. de C. **Concentração e dinâmica de 15 produtos agroenergéticos no período de 1990 a 2006**. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2010. 191 p. il. (Embrapa Agroenergia. Documentos, 4).
- GAZZONI, D. OLIVEIRA, E.B. de CORSO, I.C. FERREIRA, B.S.C. VILLAS BOAS, G.L. MOSCARDI, F. PANIZZI, A.R. **Manejo de pragas da soja**. Londrina: EMBRAPA - CNPSO, 1988. 44p.
- HIRUMA, S.; PONÇANO, W. **Densidade de drenagem e sua relação com fatores geomorfológicos na área do alto Rio Pardo, SP e MG**. São Paulo: Revista do Instituto Geológico, jan/dez 1994. Disponível em: < [http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/revista\\_ig/15\\_1-2\\_4.pdf](http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/revista_ig/15_1-2_4.pdf) >. Acesso em: 29 mar 2016.
- IBAMA. **Portaria normativa IBAMA nº 84**, de 15 de outubro de 1996.
- IBAMA. **Avaliação de risco ambiental de agrotóxicos no Ibama**. Disponível em: < <http://www.ibama.gov.br/areas-tematicas-qa/avaliacao-ambiental> >. Acesso em 02/06/2016.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Relevo do Brasil**. 2ª edição. 2006. Disponível em: < [ftp://geofp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/geomorfologia/mapas/brasil/relevo\\_2006.pdf](ftp://geofp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geomorfologia/mapas/brasil/relevo_2006.pdf) >. Acesso em 02/06/2016.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA)**. 2016. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br/> >. Acesso em 02/06/2016.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Manual técnico de geomorfologia**. IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro : IBGE, 2009. 182 p.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Malha Municipal 2013**. Disponível em: < [http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default\\_prod.shtm#TOPO](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm#TOPO) >. Acesso em: 30/05/2016.
- INDE (Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais). **Visualizador da INDE**. 2016. Disponível em: < <http://www.visualizador.inde.gov.br/> >. Acesso em 02/06/2016.
- MACHETTI, D.; GARCIA, G. **Princípios de fotogrametria e fotointerpretação**. São Paulo: Editora Nobel, 1986.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Mapeamento do uso e cobertura do Cerrado: Projeto TerraClass Cerrado 2013**. MMA, Brasília. 2015. 67 p.
- PARKER, R. D.; JONES, R. D.; NELSON, H. P. GENEEC: A screening model for pesticide environmental exposure assessment. In: International exposure symposium on water quality modeling, 1995, Orlando. **Proceedings...** Orlando: American Society of Agricultural Engineers, 1995. p. 485-49.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. São Paulo: Nobel, 1985. 467 p.
- SCORZA JÚNIOR, R.P.; NÉVOLA, F.A.; AYELO, V.S. **ACHA: avaliação da contaminação hídrica por agrotóxico**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2010. 31 p. : il. color. ; 21 cm. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Agropecuária Oeste, ISSN 1679-0456 ; 58).
- SOSA-GÓMEZ, D. R.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; OLIVEIRA, L. J.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; PANIZZI, A. R.; CORSO, I. C.; BUENO, A. de F.; HIROSE, E.; GAZZONI, D. L.; OLIVEIRA, E. B. de. **Soja: manejo integrado de pragas**. Curitiba: SENAR: Embrapa Soja, 2010. 83 p.

SPADOTTO, C. A. . **Avaliação de Riscos Ambientais de Agrotóxicos em Condições Brasileiras.** Jaguariúna/SP: Embrapa Meio Ambiente, 2006 (Série Documentos da Embrapa Meio Ambiente N° 58).

SPADOTTO, C. A. ; MORAES, D. A. C. ; BALARIN, A. W. ; LAPERUTA Fo., J. ; COLENCI, R. A. . **ARAQUÁ: Software para Avaliação de Risco Ambiental de Agrotóxico.** Campinas (SP): Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010a (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).

SPADOTTO, C. A. ; SCORZA Jr., Rômulo Penna ; DORES, E.F.G.C. ; GEBLER, L. ; MORAES, D. A. C. . **Fundamentos e aplicações da modelagem ambiental de agrotóxicos.** Campinas (SP): Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010b (Série Documentos da Embrapa Monitoramento por Satélite 78).

USEPA (United States Environmental Protection Agency). **Guidelines for Ecological Risk Assessment.** U.S. Environmental Protection Agency, Risk Assessment Forum, Washington, DC, EPA/630/R095/002F, 1998. Disponível em: < <http://www.epa.gov/raf/publications/guidelines-ecological-risk-assessment.htm>>. Acesso em 30/05/2016.