



Áreas Susceptíveis a Contaminação por Agrotóxicos em Trecho da Bacia Hidrográfica do Rio Uruçuí-Preto, Piauí (Brasil)

Areas Which Are Susceptible to Contamination by Agrochemicals in The Head of the Uruçuí-Preto River Basin, Piauí

Temístocles Pacheco LIMA [1](#); Fabrina Texeira FERRAZ [2](#); Luciano Cavalcante de Jesus FRANÇA [3](#); João Batista Lopes da SILVA [4](#); Adênio Louzeiro de AGUIAR JÚNIOR [5](#)

Recibido: 17/04/2017 • Aprobado: 21/05/2017

Conteúdo

[1. Introdução](#)

[2. Metodologia](#)

[3. Resultados](#)

[4. Conclusões](#)

[Referências Bibliográficas](#)

RESUMO:

Com este trabalho, objetivou-se mapear e quantificar as áreas susceptíveis a contaminação ambiental por agrotóxicos em um trecho da bacia hidrográfica de Uruçuí-Preto, Piauí. Foi utilizado o Software ArcGIS 10.0 para o cruzamento das informações e análise dos multicritérios. Foi constatado que 49,36% do total não apresentou nenhum risco de contaminação, enquanto 39,32% e 11,31% da área total apresentam, respectivamente, médio e alto risco de contaminação ambiental por agrotóxicos no trecho da bacia hidrográfica.

Palavras chave: Impactos Ambientais, Geoprocessamento, Manejo de Bacias Hidrográficas.

ABSTRACT:

With this work, the objective was to map and quantify as susceptible areas an environmental contamination by pesticides in a section of the Uruçuí-Preto, Piauí hydrographic basin. The ArcGIS 10.0 Software was used to cross-reference information and analyze multi-criteria. It was found that 49.36% of the total did not present a risk of contamination, from 39.32% and 11.31% of the total area, respectively, medium and high risk of environmental contamination by pesticides not in the hydrographic basin.

Keywords. Agroquímicos, Impactos Ambientais, Geoprocessamento, Manejo de Bacias Hidrográficas

1. Introdução

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, cobre uma superfície de 2.036.448 km² com maior porção na região central do Brasil, ocupando aproximadamente 21% do território nacional (IBGE, 2004). Deste total, 1.550.000 km² estão no Planalto Central e 388.000 km² no Nordeste, dos quais a maior parte (303.000 km²) na região Meio Norte dos estados. O Cerrado ainda detém 5% da biodiversidade do planeta, sendo considerado a savana mais rica do mundo (MMA, 1999).

O estado do Piauí possui uma área de 252.378 km², onde cerca de 43,35% destes é coberto pelo bioma

Cerrado (MAROUELLI, 2003). Este estado ocupa 16,20% da região Nordeste e o terceiro maior estado da região, depois da Bahia e Maranhão (OLIMPIO, 2004). O Cerrado piauiense está inserido nos Chapadões do Alto Médio Parnaíba, com aproximadamente 11,5 milhões de hectares, dos quais se tem cinco milhões de hectares agricultáveis e três milhões adequados ao cultivo em grande escala (MAROUELLI, 2003).

O processo de ocupação do Cerrado piauiense se deu, em grande parte pela agricultura extensiva para a produção de grãos destinados a exportação, a qual se intensificou na década 90 (AGUIAR; MONTEIRO, 2005). Entretanto, a ocupação agrícola desordenada pode provocar impactos ambientais negativos, como o desflorestamento, o aumento do efeito estufa, a perda de patrimônio genético e de habitat de espécies nativas, a contaminação das águas e dos solos com resíduos de agrotóxicos, a aceleração das taxas de erosão e a degradação dos ecossistemas (NEVES; SILVA, 2016).

No estado do Piauí, na safra 2007/2008, a área cultivada alcançou 253.600 ha, atingindo uma produção 819,3 t (CONAB, 2008); em 2012, a produção foi de 1.242.574 t em 444.856 hectares (CEPRO, 2013). A área para o plantio da soja na temporada 2013/14 estava no intervalo entre 28.663,7 e 29.356,1 milhões hectares (CONAB, 2013). Nota-se, portanto, o crescente aumento da atividade agrícola no estado.

Em função da estreita ligação entre a expansão da fronteira agrícola e o uso de agrotóxicos, observa-se um crescimento exponencial no volume utilizado desses produtos químicos. Nos anos de 2010 e 2012, o Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (INPEV), que trabalha em conjunto com centrais instaladas em polos agrícolas, registrou 37.397 toneladas de embalagens de agrotóxicos no país. Para o estado do Piauí, ocorreu um expressivo aumento na devolução de embalagens vazias nos anos de 2009, 2011 e 2012, registrando 148, 277 e 403 toneladas, respectivamente (INPEV, 2012). A maior parte da produção agrícola do estado do Piauí está concentrada na região Sul, acarretando um maior uso de agrotóxicos nesta região.

Na região Nordeste no ano de 1996, houve uma produção de 811 mil toneladas de grãos em 426 mil hectares cultivados. Em 2006, a produção foi de 2,9 milhões de toneladas, nos mesmos 426 mil hectares cultivados, em função do pacote tecnológico empregado. No ano de 2010, os estados da Bahia, Piauí e Maranhão representavam 75% de toda produção do Nordeste. Dentro das 10 principais cidades mais produtoras, seis se localizam na Bahia, três no Maranhão e somente a cidade de Uruçuí no Piauí (SOUZA, 2012).

Mediante a esse intenso uso de agrotóxicos e da expansão da fronteira agrícola no Cerrado piauiense, é inegável a preocupação com as consequências ambientais decorrentes da agricultura moderna. Desta forma, mostra-se necessário realizar um monitoramento do impacto ambiental causado por agrotóxicos na região sul do estado do Piauí. O Geoprocessamento surge nesse processo como uma ferramenta computacional que auxilia o homem a avaliar tais impactos ambientais com precisão e exatidão.

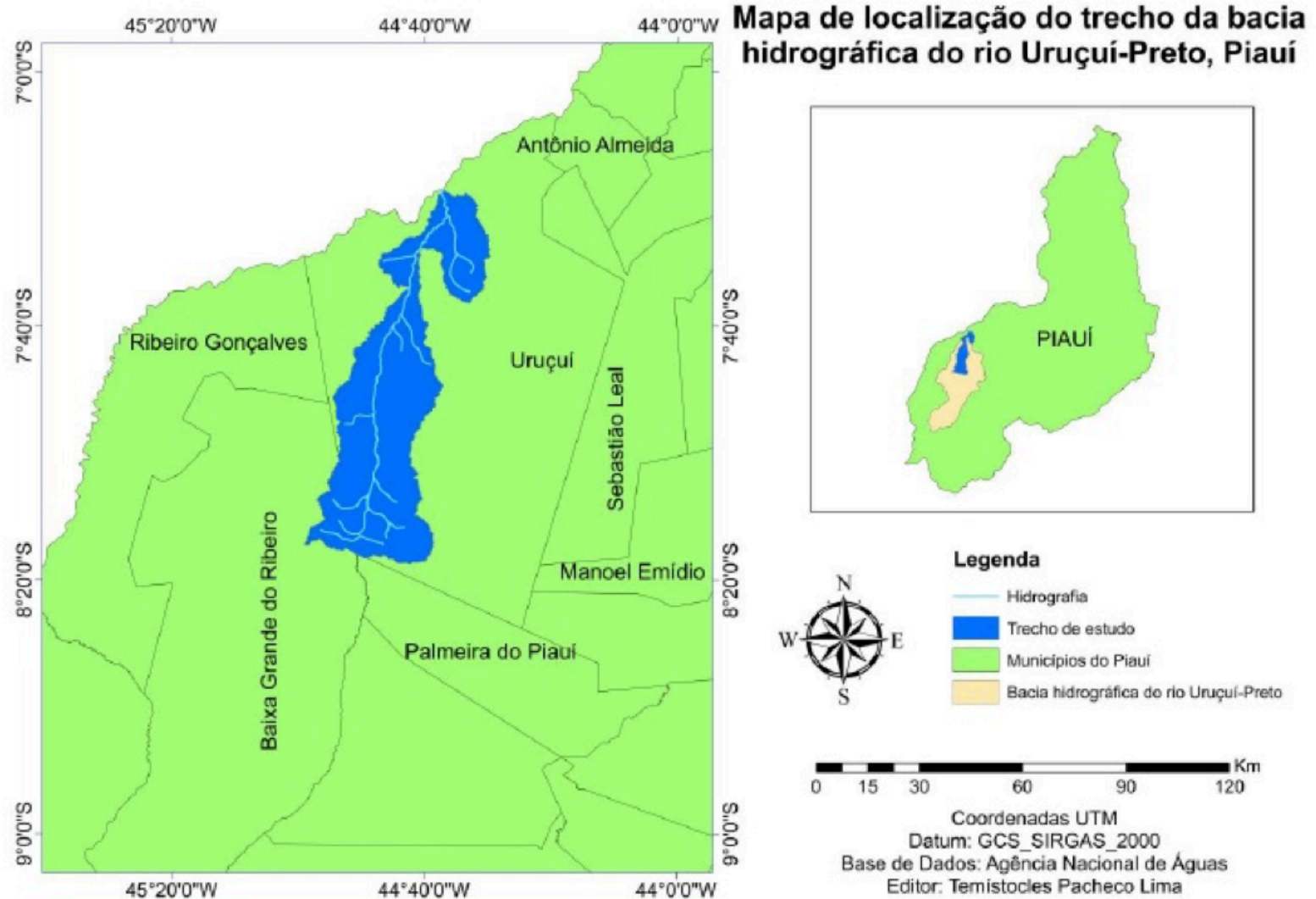
Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho mapear e quantificar as áreas susceptíveis à contaminação ambiental por agrotóxicos utilizados nas culturas agrícolas em um trecho da bacia hidrográfica, próximo à foz do rio Uruçuí-Preto, Piauí.

2. Metodologia

A área estudada foi um trecho da bacia hidrográfica próximo à foz do rio Uruçuí-Preto, Piauí, com área total 2.368,7 km². O trecho está representado na Figura 1, e tem como confrontantes os municípios de Uruçuí, Ribeiro Gonçalves, Baixa Grande do Ribeiro, Palmeira do Piauí e Sebastião Leal, situado ao oeste do estado do Piauí, onde se concentra a atividade agrícola intensa e em grande escala produtiva.

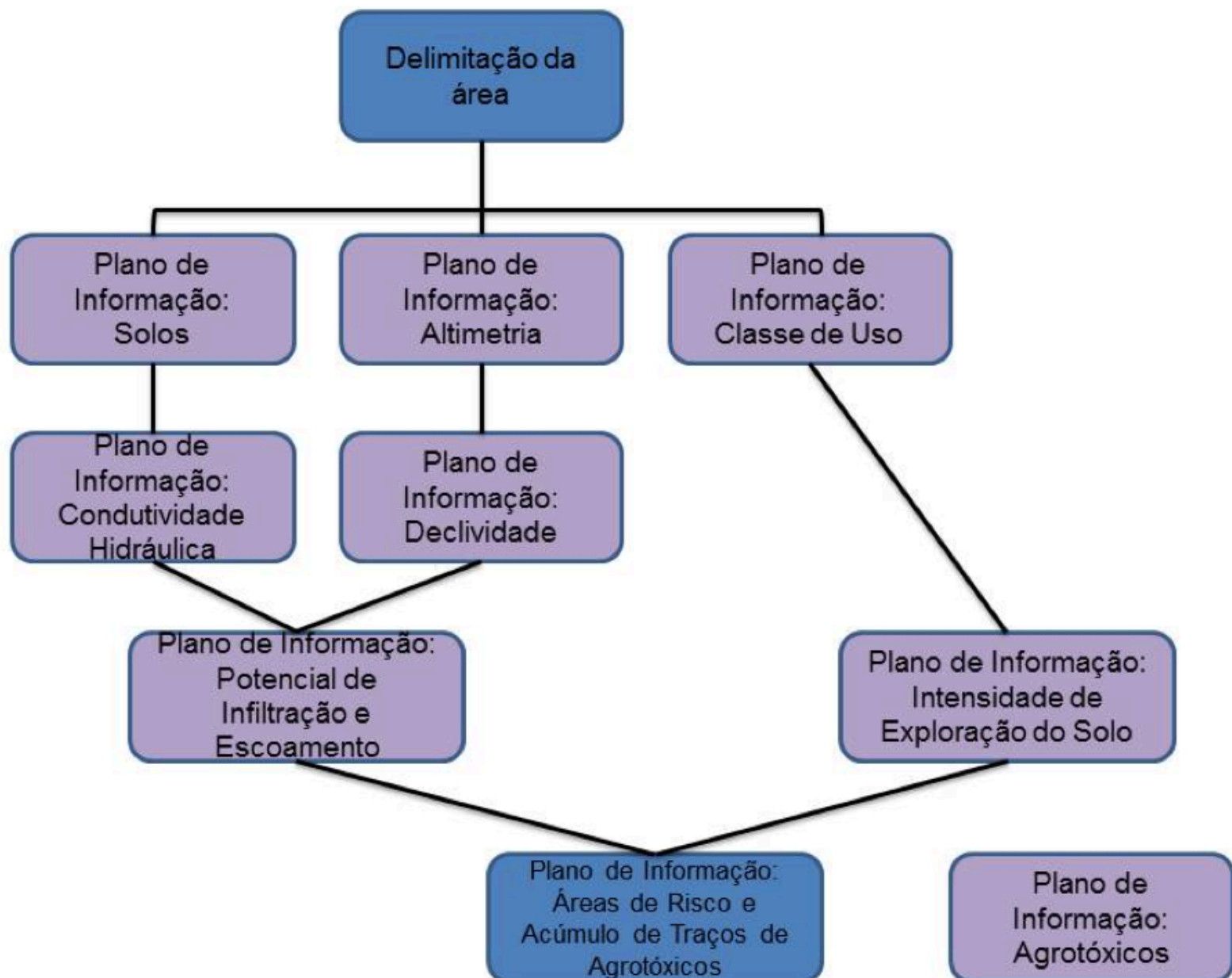
Utilizou-se planos de informações ambientais para determinar a tendência do comportamento da água, infiltração e o escoamento superficial, tendo em vista que estes são os principais veículos do transporte de agrotóxicos. Posteriormente, obteve-se a matriz de dados, dividida em células (pixels), e, para cada célula, atribuiu-se os potenciais de infiltração e escoamento superficial.

Os potenciais de infiltração foram determinados a partir de uma matriz de relacionamento lógico, envolvendo informações de solo (condutividade hidráulica e declividade da área de estudo). Por meio do cruzamento destas informações, gerou-se um mapa com as áreas de risco de contaminação por agrotóxicos utilizados.



A Figura 2 expõe a metodologia aplicada neste estudo, adaptada por Neves et al., (1998). Todas as etapas foram executadas no *software* ArcGIS 10.0 (ESRI 2013).

Figura 2. Fluxograma para a produção da carta de risco de contaminação por agrotóxicos de um trecho da bacia hidrográfica, próximo à foz do rio Uruçuí-Preto, Piauí.



Realizou-se a aquisição de imagens do sensor TM, do satélite Landsat 5, no site eletrônico do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Para as informações de elevação do terreno, utilizou-se o Modelo Digital de Elevação (MDE) *Space Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM), importado do site da United States Geological Survey (USGS).

A carta de solos foi adquirida no site eletrônico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e os dados de agrotóxicos utilizados na região em estudo obtidos na Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do estado do Piauí (SEMAR).

Através MDE obteve-se a topografia do trecho analisado. Para isso, realizou-se a remoção das depressões espúrias, que são imperfeições do modelo e que não permitem os escoamentos superficiais progressivos, provenientes das falhas no levantamento dos dados das imagens SRTM. Após a remoção das depressões espúrias, foram gerados os modelos de direção dos escoamentos e dos escoamentos acumulados. A partir disto, adquiriu-se a drenagem numérica, sendo esta comparada com drenagem mapeada e obtida pelo IBGE. Em seguida, procedeu-se com o aprofundamento da calha e a reconstrução das margens do rio para correta simulação dos escoamentos superficiais. Depois, realizou-se novamente a remoção das depressões espúrias, por causa da criação de "sinks" – sumidouros que impedem os escoamentos progressivos. Diante dessas etapas finalizou-se o modelo digital hidrológicamente consistente (MDEHC), que representa todos os processos de escoamentos progressivos de forma autêntica a escala real.

Por meio do MDEHC extraiu-se a declividade, os modelos de direção dos escoamentos e os escoamentos acumulados. O plano de informação de declividade do trecho foi agrupado em três classes: menor que 3% (baixa), entre 3 e 8% (suave) e entre 8 e 20% (alta) (NEVES et al., 1998).

Com base na carta de solos, obteve-se o plano de informações de classes de solo. A partir disto, foi determinado qualitativamente a condutividade hidráulica e classificada em três classes: alta, média e baixa (GOMES et al., 1996).

Para determinar o potencial de infiltração e escoamento superficial efetuou-se o cruzamento dos planos de informações: condutividade hidráulica x declividade. Após este cruzamento de plano de informações, gerou-se a informações da Tabela 1, que determina o potencial de infiltração e o escoamento superficial, para verificar a tendência do escoamento e infiltração dos agrotóxicos.

Tabela 1. Potencial de infiltração a partir de condutividade hidráulica e declividade.

| Condutividade | Declividade | | |
|---------------|----------------|-------------------|-------------------|
| | Baixa (<3%) | Suave (3 a 8%) | Alta (8 a 20%) |
| Baixa | Médio | Baixo | Baixo |
| Média | Alto | Médio | Baixo |
| Alta | Alto | Alto | Médio |

Fonte: NEVES et al. (1998).

O plano de informação de uso e ocupação foi obtido através de imagens de satélite Landsat 5, sensor TM, órbita 220, pontos 65 e 66, bandas 3 (região infravermelho próximo) e 4 (região do infravermelho próximo), entres os meses de maio e julho, referentes aos de 1984, 1990, 2005, 2008, 2010 e 2011. A partir disto, fizeram-se as correções geométricas (georreferenciamento) da imagem de 1984. Em seguida, executou-se a união das imagens e geoprocessamento da imagem do ano de 1984 com base na hidrografia numérica gerado pelo MDEHC.

Com base na imagem georreferenciada do ano de 1984, aplicou-se as correções geométricas nas imagens de todos os anos e depois, extraiu-se um trecho da bacia hidrográfica do rio Uruçuí-Preto próximo à foz de todos anos.

Efetuu-se o realce da vegetação por meio do índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI), que leva em consideração as correlações entre a reflectância da vegetação e do solo (Equação 1). Em

seguida, procedeu-se a classificação não supervisionada das imagens em duas classes: *Vegetação Nativa* e *Cultivos / Solo Exposto*. Podendo elas serem definidas como:

- Cultivos / Solo Exposto (**CSE**): áreas com solo exposto apresenta baixo valor no NVDI, sendo as áreas que demonstram algum processo de antropização, pastagens ou algum tipo de cultura em campo e áreas de queimadas.
- Vegetação Nativa (**VN**): áreas apresenta alto valor no NVDI, sendo áreas de chapadas, baixadas e mata ciliar com vegetação.

$$NDVI = (IVP - V) / (IVP + V) \text{ (Equação 1)}$$

Em que: NDVI – Índice de Vegetação da Diferença Normalizada; IVP – Região do Infra Vermelho Próximo (Banda 4); V – Região do Vermelho (Banda 3).

Para verificar áreas do trecho que foram mais exploradas e, conseqüentemente, com maiores traços de agrotóxicos, fez-se o somatório das imagens NVDI classificados dos seguintes anos: 1984, 1987, 1990, 1996, 2005, 2008, 2010 e 2011. Após o somatório gerou-se o mapa de intensidade de exploração do solo.

Realizou-se um levantamento da classificação toxicológica dos agrotóxicos utilizados na região da bacia hidrográfica do rio Uruçuí-Preto, os quais foram associados ao mapa de risco de contaminação de por agrotóxicos.

Por fim, realizou-se o cruzamento de todos os planos de informações para gerar o mapa de risco de contaminação por agrotóxicos, onde se considerou os locais que ocorreram simultaneamente fatores que agravam o risco de contaminação, sendo indicadas as áreas que merecem maior atenção ambiental.

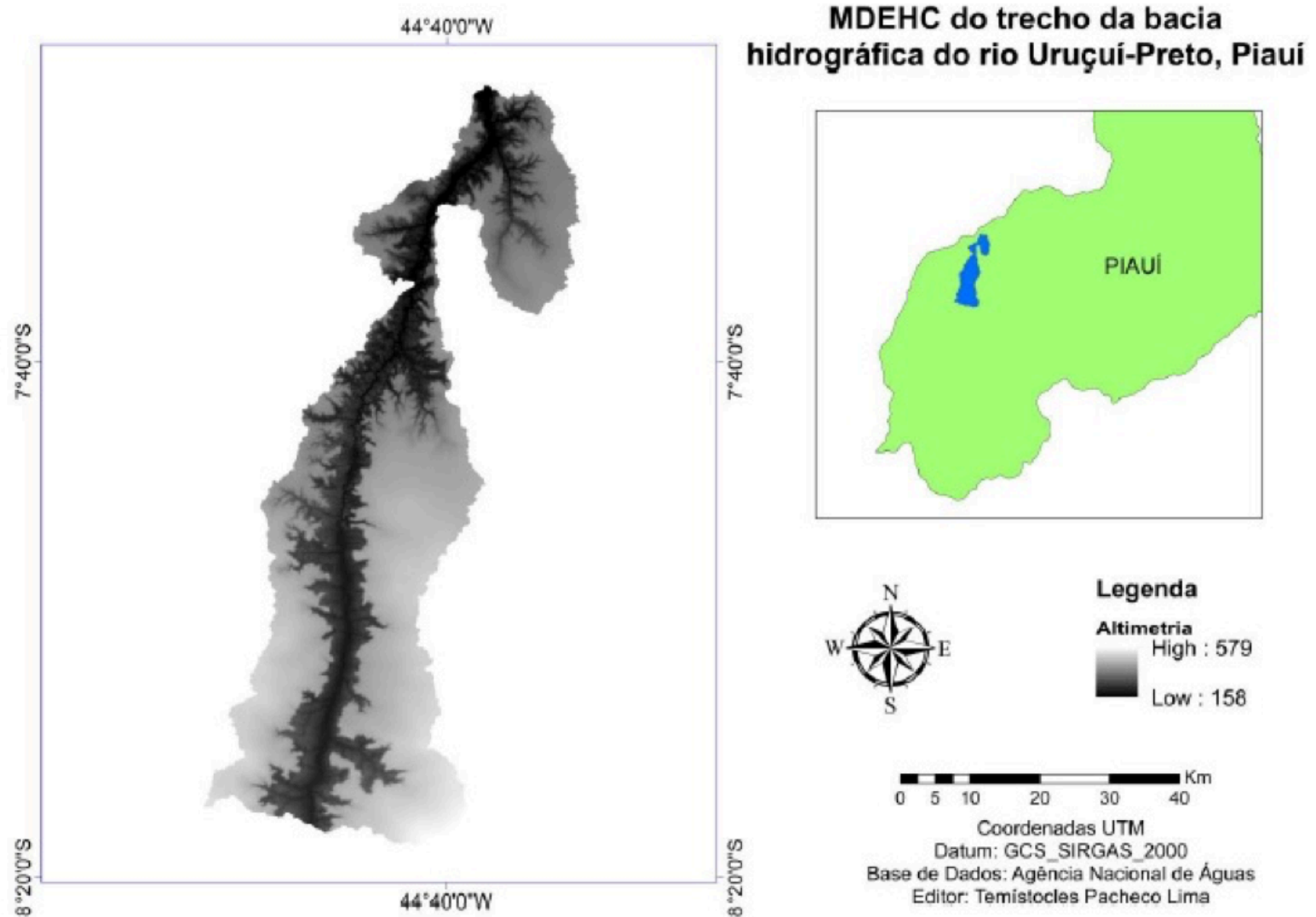
O mapa de risco de contaminação por agrotóxicos foi categoricamente classificado em três classes: Nenhum Risco, Médio Risco e Alto Risco.

3. Resultados

3.1. Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Consistente

Com o MDEHC, foi possível obter a área de drenagem da bacia hidrográfica em estudo, tendo uma área total de 2.368,7 km². Na Figura 3, observa-se a amplitude da altimetria do trecho, entre um intervalo de 158 a 579 metros.

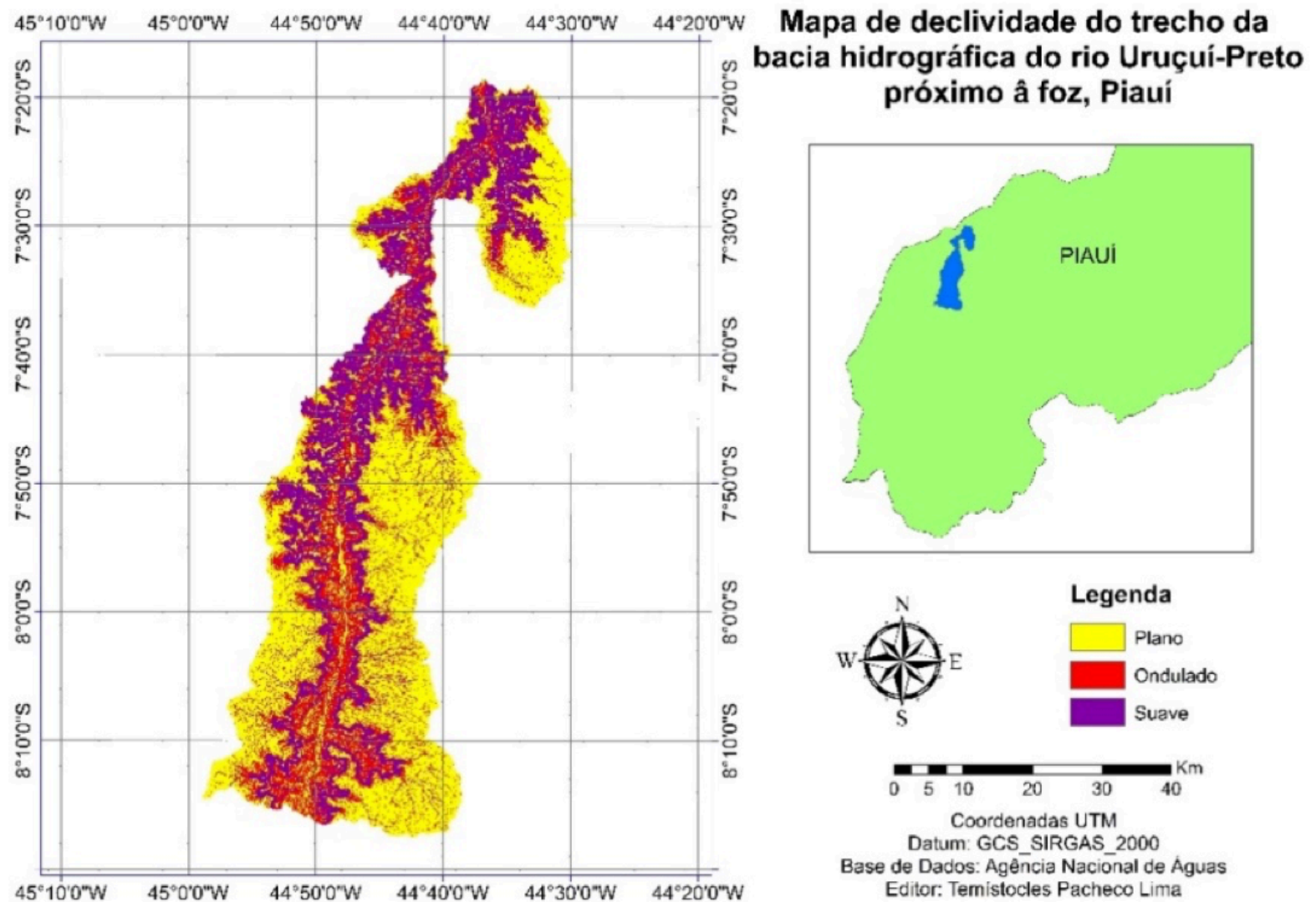
Figura 3. Modelo digital de elevação hidrologicamente consistente de um trecho da bacia hidrográfica, próximo à foz do rio Uruçuí-Preto, Piauí.



3.2. Declividade

Por meio das classes de declividade (Figura 4), foi verificado que 50,7% (1.201 km²) do trecho avaliado possui declividade plana, 26,6% (630,6km²) apresenta declividade suave e 22,7% declividade ondulada. Uma vez que a declividade influencia diretamente na abertura de novas áreas para expansão de fronteiras agrícolas, pois limitam o uso de maquinários, a produção agrícola pode estar diretamente associada a classe de declividade em que a área cultivada está inserida. O uso intensivo dos maquinários e implementos são capazes de promover efeitos deletérios as propriedades físicas do solo, como a compactação, aumento da resistência, adensamento e redução da porosidade (FREITAS et al., 2012). Portanto, a declividade calculada para a área em estudo favorece a expansão do agronegócio, bem como os efeitos negativos ao ambiente.

Figura 4. Classes de declividades de um trecho da bacia hidrográfica, próximo à foz do rio Uruçuí-Preto, Piauí.



3.3. Uso e Ocupação do Solo

Observa-se na Figura 5 as informações de uso e ocupação do solo para os anos de 1984, 1990, 2005, 2008, 2010 e 2011. Em 1984 já haviam áreas de cultivo agrícolas, no entanto, a ocupação em larga escala iniciou apenas na década de 90. É importante ressaltar que os primeiros registros de atividades agrícolas no cerrado piauiense começaram ainda nos anos 70 (MDA, 2006).

Na Figura 6, observa-se no ano de 1984 a presença da classe de CSE nas extremidades e próximos aos divisores de água. Em 2005, ocorreu expansão do CSE na parte superior do trecho em estudo. No ano de 2010, teve aumento da classe de CSE, e consequentemente, a redução da classe de VN, provavelmente, esse fato foi ocasionado pela expansão da agricultura e do desflorestamento na área de estudo.

Figura 5. Índice de vegetação de diferença normalizada (NVDI) entre os anos de 1984 a 2011, em que as áreas mais claras representam a vegetação vigorosa e as mais escuras concebem os cultivos agrícolas.

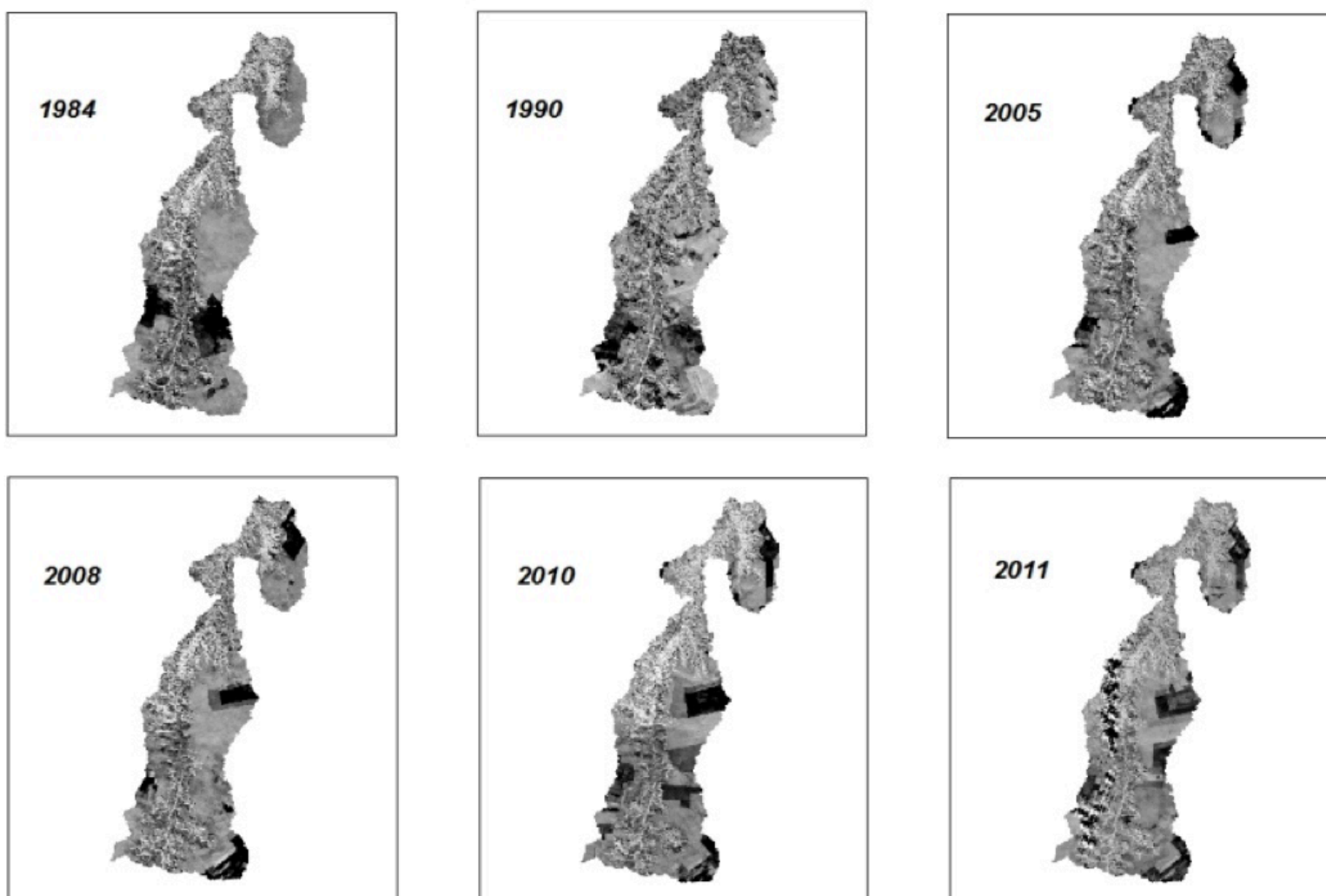
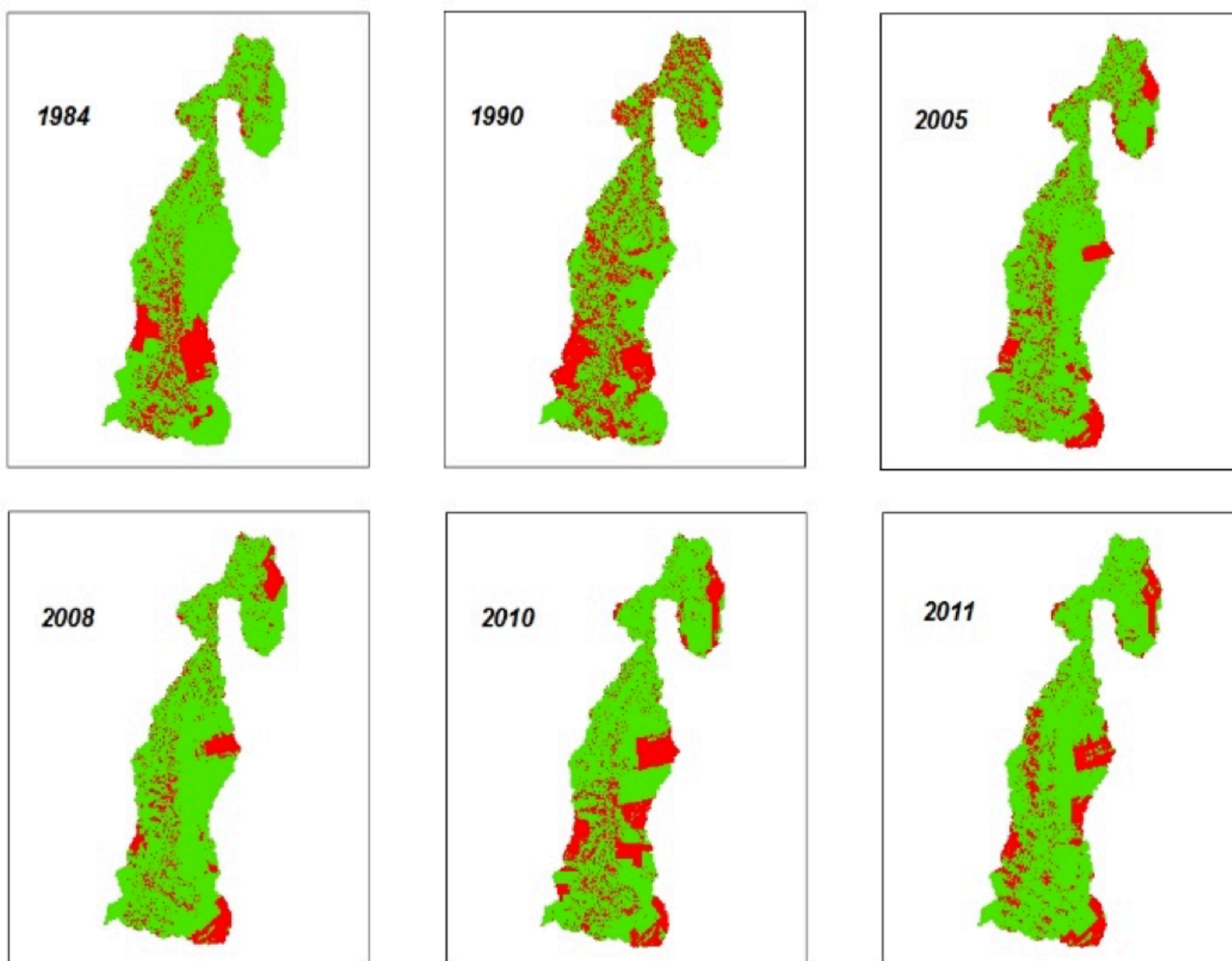


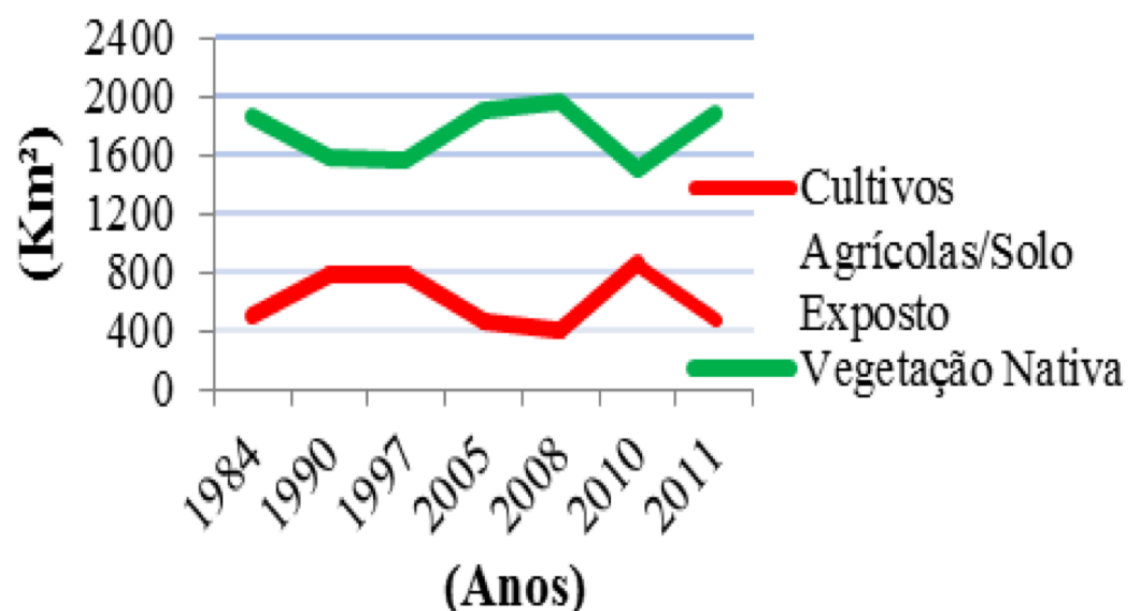
Figura 6. Uso e ocupação do solo no trecho da bacia hidrográfica, próximo à foz do rio Uruçuí-Preto, no intervalo de 1984 a 2011, com índice de vegetação classificado em Vegetação Nativa (cor verde) e Cultivo / Solo Exposto (cor vermelha).



Diante de uma análise visual é perceptível à expansão agrícola no cerrado piauiense, dentro do trecho

da bacia hidrográfica do rio Uruçuí-Preto próximo à foz. Na Figura 7, encontra-se o gráfico da evolução temporal do uso e ocupação do solo da área em estudo.

Figura 7. Evolução temporal do uso e ocupação do solo no trecho da bacia hidrográfica, próximo à foz do rio Uruçuí-Preto, Piauí.



Ao se comparar os mapas de uso e ocupação do solo (Figura 6) e da declividade (Figura 4), que áreas agrícolas localizadas no trecho estão em função da declividade baixa. À medida que a declividade aumenta ocorre um decréscimo nas áreas agrícolas e um avanço nas áreas de vegetação nativa (PRADO et al., 2012).

A partir da Figura 7, nota-se que no ano de 1984 as áreas de cultivos agrícolas representam 21% do local (504,84 km²), passando para 32,7% (776,33km²) em 1990, o que representa um aumento de 11,7% neste intervalo de tempo.

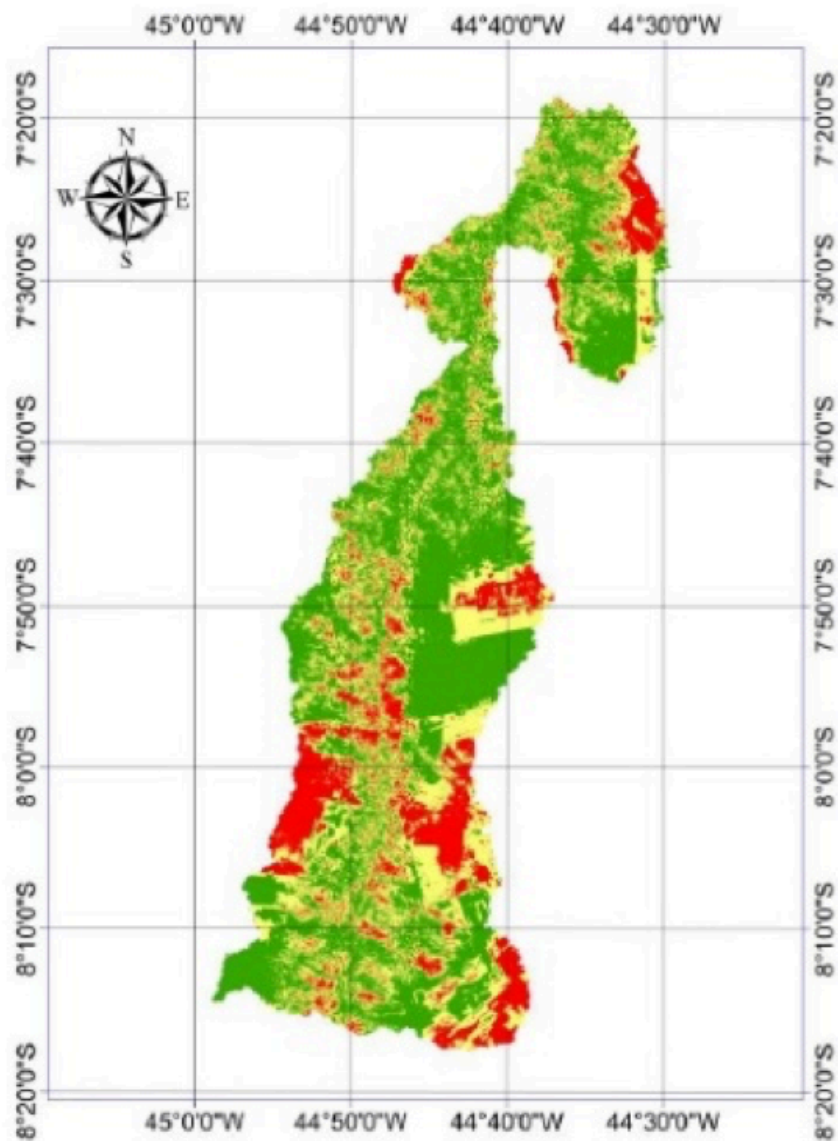
Entre os anos 2008 e 2010 houve acréscimo de 19,3% na classe de CSE, a qual apresentava 401,58km² e saltou para 859,54km². Isso provavelmente, ocorreu em função da expansão da fronteira agrícola em função de ações de incentivos do governo. Para Olimpio (2004), a topografia das áreas de chapadas permite a mecanização para implantação de monoculturas intensivas, como a soja. Também neste mesmo intervalo, houve a redução da VN, que foi promovida pelo desflorestamento, em busca de novas áreas para plantio.

Como mostra os dados da produção de soja no cerrado piauiense, no ano de 1999 havia 5.805ha de área plantada. Em 2000, área plantada atingia 10.242ha, com produtividade de 18.277t. Para a safra de 2008/2009, a produção já alcançava 794.000t em 271.000ha (ARAUJO, 2009; CONAB, 2008). Assim, é possível perceber redução significativa da classe nas classes de CSE entre os intervalos de 1990-2008 e 2010-2011: onde de 776,33km² reduziu, respectivamente, para 401,58km² e de 859,54km² reduziu para 473,02km². No intervalo de 21 anos (1990-2011) é perceptível visualmente à expansão da fronteira agrícola no cerrado piauiense no trecho estudado, mas classe VN é predominante.

3.4. Intensidade de Exploração do Solo

Na Figura 8, observa-se a intensidade da exploração do solo em 27 anos, sendo possível verificar as áreas desflorestadas e as áreas passíveis de contaminação ambiental por agrotóxicos.

Figura 8. Intensidade de exploração do solo em um trecho da bacia hidrográfica, próximo à foz do rio Uruçuí-Preto próximo, Piauí, onde as áreas em verde não sofreram exploração e áreas em vermelho apresentam exploração intensa.



Mapa de intensidade de exploração do solo em um trecho da bacia do rio Uruçuí-Preto próximo à foz, Piauí.



Legenda

- Não ocorreu exploração
- Média exploração
- Intensa exploração

0 5 10 20 30 40 Km

Coordenadas UTM
Datum: GCS_SIRGAS_2000
Base de Dados: Agência Nacional de Águas
Editor: Temístocles Pacheco Lima

Nas áreas de exploração média e intensa predominam os cultivos agrícolas que, possivelmente, trabalham em um sistema de cultivo convencional, no qual utilizam maquinários para revolvimento do solo e, conseqüentemente, aplicação de agrotóxicos. Este sistema de produção, o convencional intenso, pode alterar a estrutura do solo, de maneira a reduzir a sua qualidade física. Como a atividade agrícola está associada ao uso intensivo de agrotóxicos, outro problema ambiental que pode se tornar prejudicial a área estudada é que com o contínuo uso dessas substâncias químicas pode ocorrer o acúmulo da mesma no solo e com isso possíveis contaminações do solo e da água (SOARES; PORTO, 2007).

A Figura 9 expressa que em 48,4% (1.146 km²) do trecho não ocorreu exploração ou desflorestamento. Porém, houve exploração média correspondente a 35,2% (834km²) e exploração intensa de 16,4% (388km²). Os níveis de exploração, tanta média quanto intensa, podem aumentar o risco à contaminação ambiental pelos agrotóxicos utilizados nas áreas de cultivo.

Figura 9. Áreas (km²) com a intensidade de exploração do solo em um trecho da bacia hidrográfica, próximo à foz do rio Uruçuí-Preto, Piauí.



3.5. Classes de Solos e da Condutividade Hidráulica

Na Figura 10, encontram-se as classes de solos da área de estudo, predominando o Latossolo Amarelo com 1.568,97 km² (66,2%), seguido dos Argissolo Vermelho (589,23 km² ou 24,8%) e Neossolos (210,38 km² ou 9%). Diante disso, nota-se que 66% do trecho da bacia hidrográfica apresenta uma classe de solo favorável à expansão do agronegócio.

Ao comparar os mapas de solo e de uso e ocupação (Figura 10 e 8), observa-se que quase todas as áreas agrícolas estão estabelecidas na classe Latossolo Amarelo. Essa classe apresenta um potencial agrícola, devido as características físicas do solo, como a drenagem, profundidade, porosidade e estrutura do solo. Portanto, as características do Latossolo Amarelo são um dos fatores que contribuem para desenvolvimento do agronegócio no trecho da bacia hidrográfica estudada.

Na Figura 11 são observados a condutividade hidráulica para a área de estudo, sendo evidenciadas as classes alta e média, que corresponde, respectivamente, a 589,35km² (24,8%) e 1.778,75km² (75,2%). Vale ressaltar que a associação da condutividade hidráulica com a intensidade de exploração do solo (Figura 11 e 8) proporciona uma possível premissa de contaminação do recurso hídrico do trecho estudado, pois considera-se que a aplicação de agrotóxicos nas áreas agrícolas com alta condutividade hidráulica, favorece o contato dos resíduos químicos com o curso d'água.

Figura 10. Mapa das classes de solo de um trecho da bacia hidrográfica próximo à foz do rio Uruçuí-Preto, Piauí.

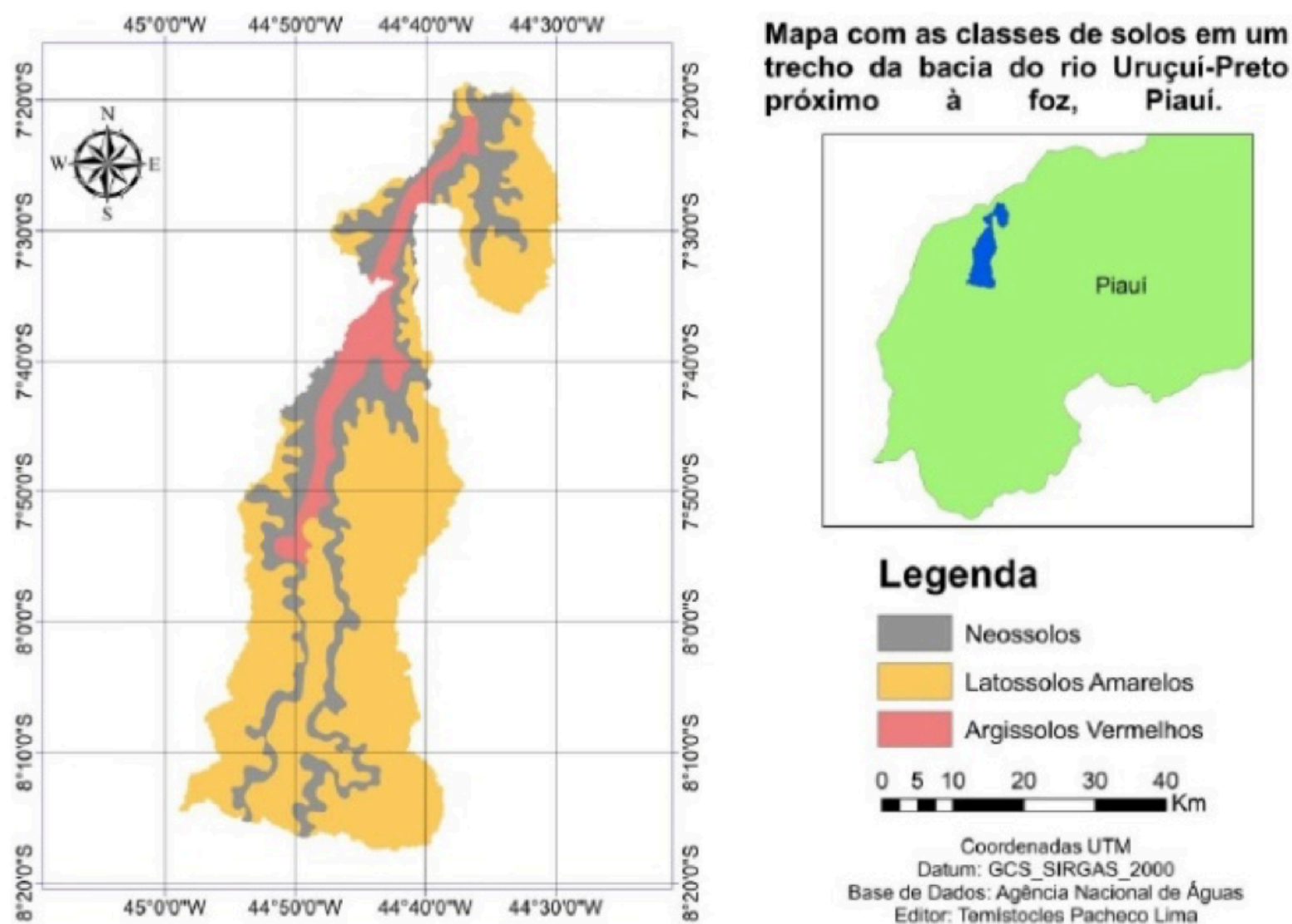
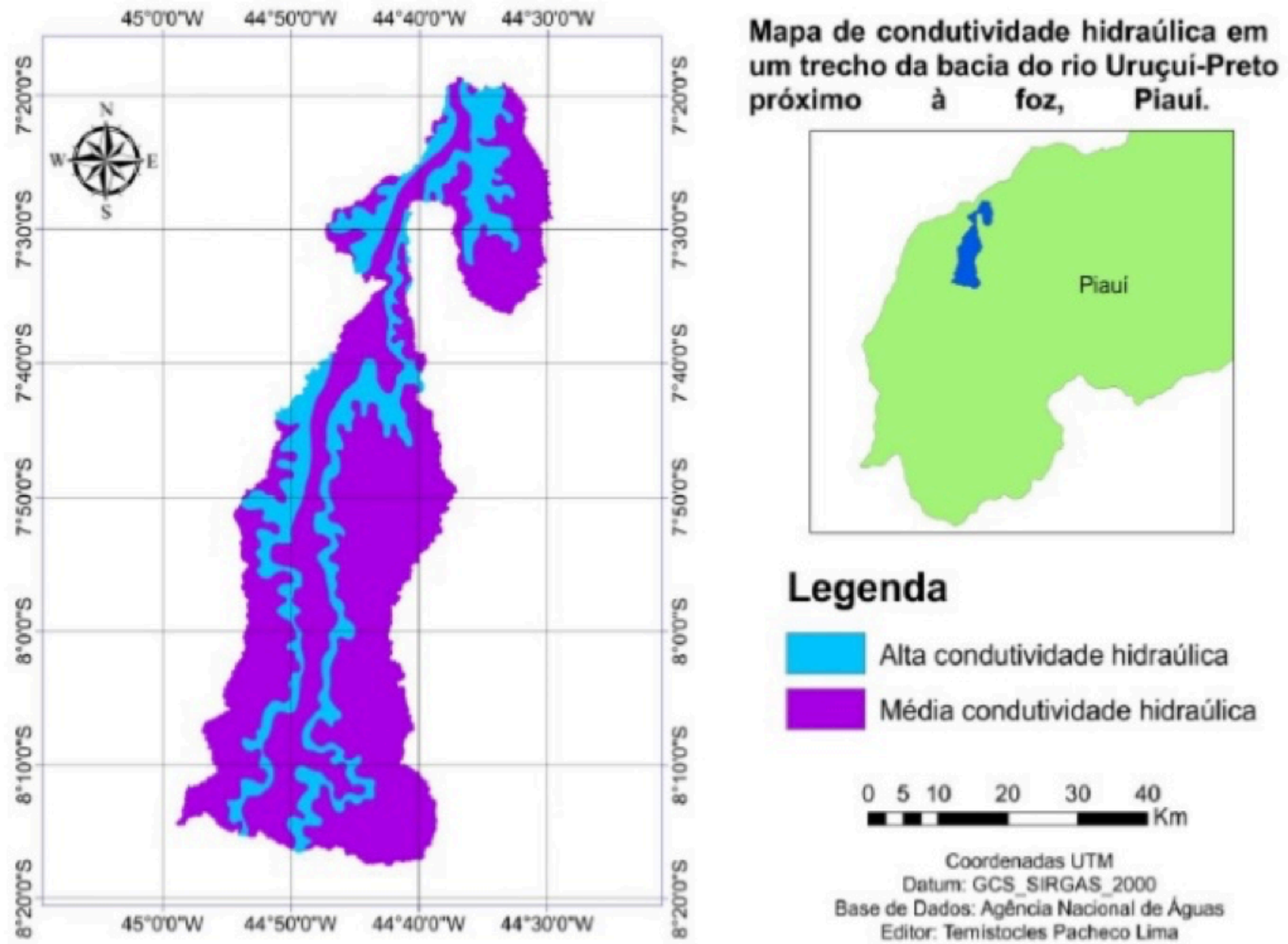


Figura 11. Mapa de condutividade hidráulica de um trecho da bacia hidrográfica, próximo à foz do rio Uruçuí-Preto, Piauí

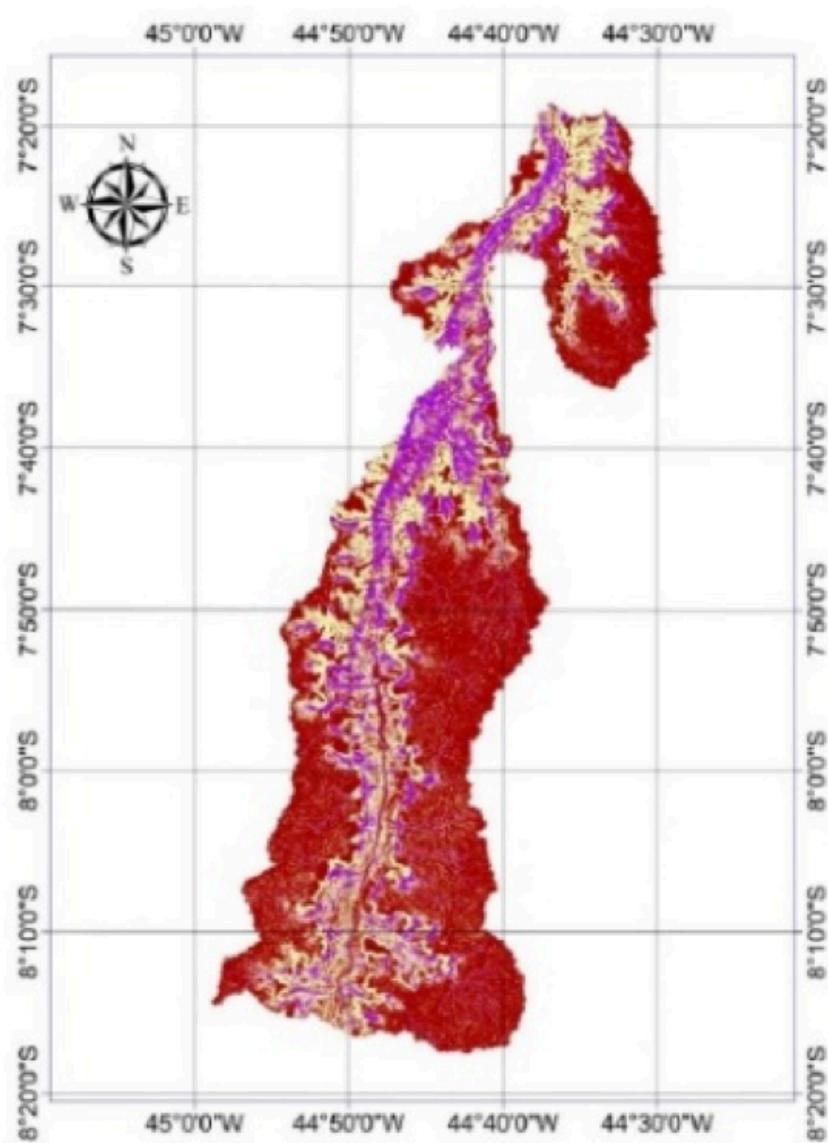


3.6. Potencial de Infiltração e escoamento Superficial

A partir do mapa de infiltração e escoamento, constata-se que 56,7% do trecho em estudo apresenta alta infiltração e baixo escoamento (Figura 12). Observa-se também, que a maioria das áreas agrícolas está localizada nas áreas de alta infiltração (Figura 8 e 12).

A filtração é uma das principais vias de contaminação ambiental por agrotóxicos nos recursos hídricos. Desta forma, a aplicação intensa de agrotóxicos e o constante revolvimento do solo em áreas com alta taxa de infiltração promovem possivelmente a contaminação ambiental dos cursos hídricos, tornando este trecho estudado propício à infiltração de traços de agrotóxicos.

Figura 12. Mapa do potencial de infiltração e escoamento de um trecho da bacia hidrográfica, próximo à foz do rio Uruçuí-Preto, Piauí.

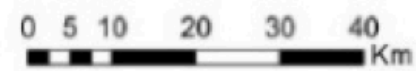


Mapa do potencial de infiltração e escoamento em um trecho da bacia do rio Uruçuí-Preto próximo à foz, Piauí.



Legenda

- Baixa infiltração / Alto escoamento
- Média infiltração e escoamento
- Alta infiltração / Baixo escoamento



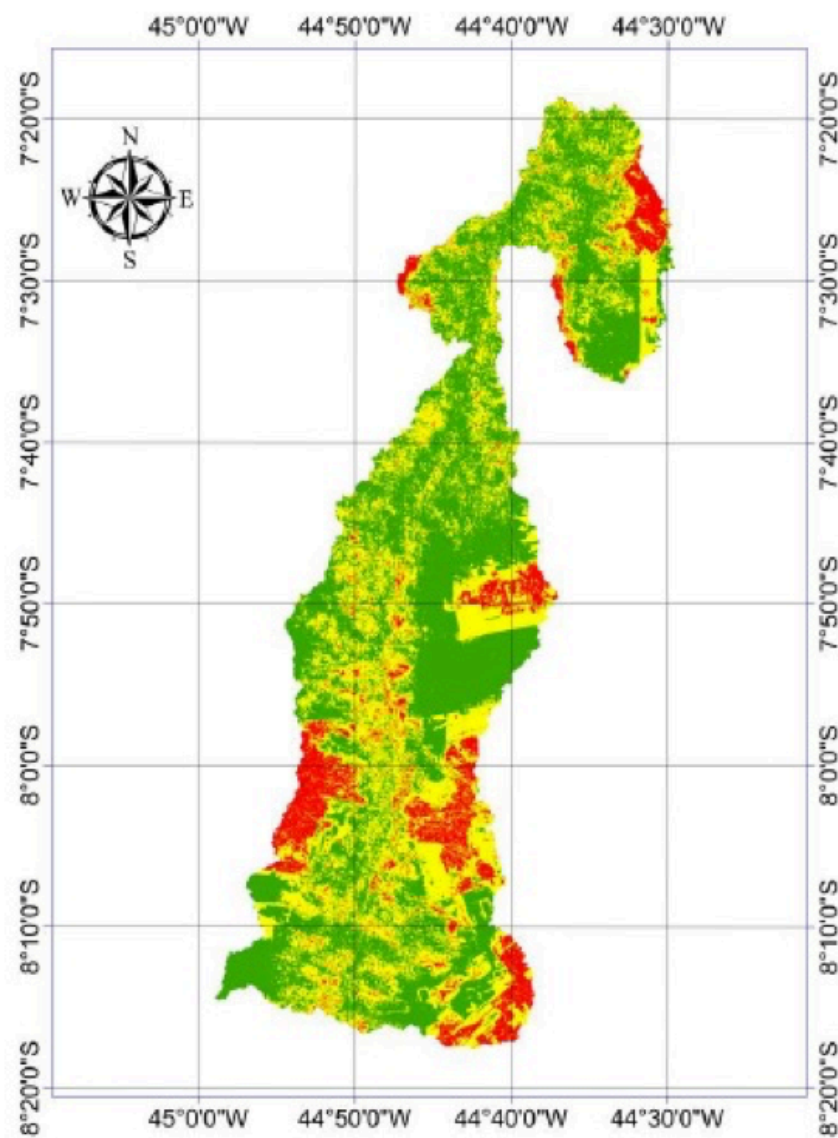
Coordenadas UTM
Datum: GCS_SIRGAS_2000
Base de Dados: Agência Nacional de Águas
Editor: Temístocles Pacheco Lima

3.7. Risco de Contaminação Ambiental por Agrotóxicos

Na Figura 13 é possível verificar que, nas áreas em vermelho, é alto o risco de contaminação por agrotóxicos. Nota-se também, que essas áreas com alto risco estão dispostas sobre as áreas de cultivos agrícolas, sendo notória essa analogia entre áreas de uso intensivo do solo (Figura 8) e as áreas de risco de contaminação por agrotóxicos (Figura 13). Desta maneira, afirma-se que as áreas agrícolas, embora sejam consideradas como fontes difusas de contaminação ambiental por agrotóxicos, podem representar riscos para o ambiente, especificamente, à contaminação das águas superficiais e subterrâneas (FILIZOLA et al., 2005).

A Figura 14 expressa que 49,36% (1169km²) do trecho estudado apresenta nenhum risco de contaminação ambiental, 39,32% (931,15km²) enquadra-se em médio risco de contaminação e 11,31% (267,95km²) detém alto risco de contaminação ambiental por agrotóxicos.

Figura 13. Mapa de risco de contaminação ambiental por agrotóxicos em trecho da bacia hidrográfica, próximo à foz do rio Uruçuí-Preto, Piauí.

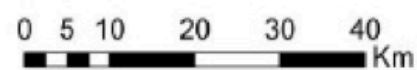


Mapa de risco de contaminação por agrotóxicos em um trecho da bacia do rio Uruçuí-Preto próximo à foz, Piauí.



Legenda

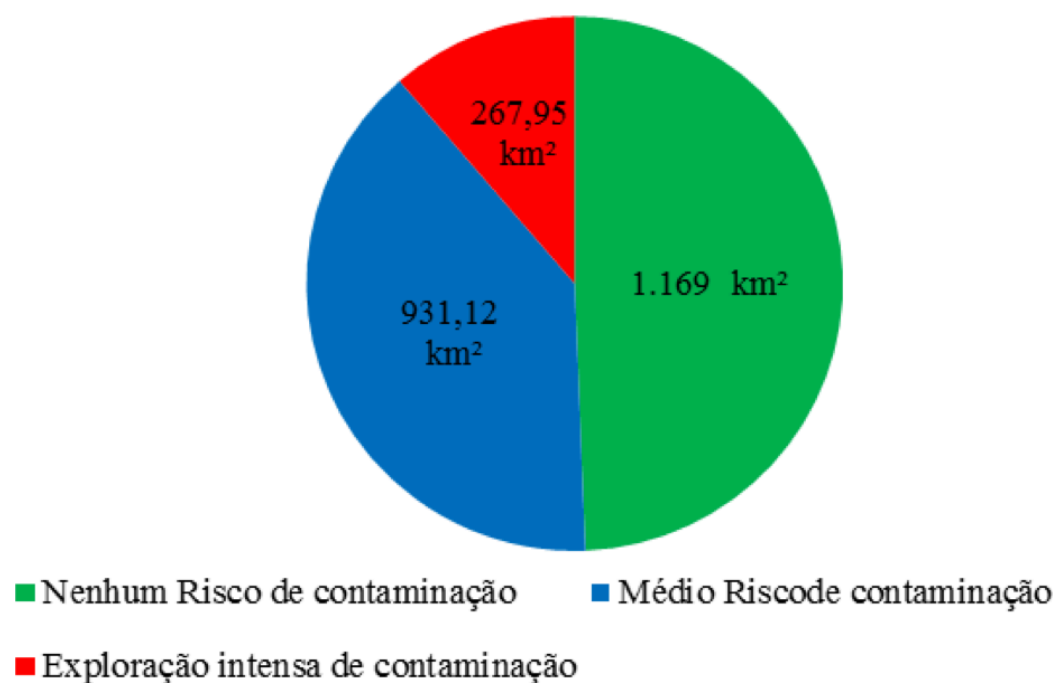
- Nenhum risco de contaminação
- Médio risco de contaminação
- Alto risco de contaminação



Coordenadas UTM
 Datum: GCS_SIRGAS_2000
 Base de Dados: Agência Nacional de Águas
 Editor: Temístocles Pacheco Lima

Embora não seja possível afirmar a ocorrência de contaminação das águas superficiais e subsuperficiais, tem-se uma base para definição dos prováveis locais de contaminação ambiental por agrotóxicos.

Figura 14. Área de risco de contaminação ambiental por agrotóxicos em um trecho da bacia hidrográfica, próximo à foz do rio Uruçuí-Preto, Piauí.



A partir das informações disponíveis pelo órgão ambiental SEMAR foi possível gerar informações sobre os agrotóxicos utilizados na região da bacia hidrográfica do rio Uruçuí-Preto, Tabela 2.

Conforme disposto no inciso II, artigo 7º do Decreto nº4.074/02, cabe ao Ministério do Meio Ambiente realizar a avaliação ambiental dos agrotóxicos, seus componentes e afins, estabelecendo as classificações quanto ao potencial de periculosidade ambiental (PPA) a seguir: classe I (altamente perigosa ao meio ambiente), classe II (muito perigosa ao meio ambiente), classe III (perigosa ao meio ambiente) e classe IV (pouco perigosa ao meio ambiente).

Tabela 2. Quantidade e grau de toxicidade dos agrotóxicos utilizados

| Classes de toxicidade | 2009 | | 2010 | | 2011 | |
|-----------------------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|
| | Nº produtos | (%) | Nº produtos | (%) | Nº produtos | (%) |
| I | 108 | 22,1 | 102 | 21,2 | 251 | 24,9 |
| II | 102 | 20,9 | 124 | 25,7 | 229 | 22,8 |
| III | 199 | 40,8 | 154 | 31,9 | 349 | 34,7 |
| IV | 79 | 16,2 | 102 | 21,2 | 177 | 17,6 |
| TOTAL | 488 | 100 | 482 | 100 | 1006 | 100 |

Fonte: SEMAR - Secretária Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2013.

A Tabela 2 demonstra que no ano de 2009 as classes I e II se destacaram ao apresentar o maior número de produtos (agrotóxicos) utilizados. No ano seguinte, 2010, as classes II e III apresentaram a maior porcentagem de produtos, sendo 25,7 e 31,9% do total de 482 produtos. Em 2011, a classe I e III teve o maior número de agrotóxicos utilizados, 251 e 349, respectivamente. Entre os anos de 2009 e 2011 ocorreu um aumento de 518 produtos utilizados em relação ao total de agrotóxicos em cada ano. A classe III possui o maior número e classe IV o menor número de agrotóxicos utilizados entre anos de 2009 a 2011.

Como base nos dados da Tabela 2, constata-se a extrema dependência do setor agrícola por agrotóxicos, favorecendo a possibilidade de contaminação das áreas agrícolas e dos recursos hídricos por meio do intenso uso e das altas concentrações utilizadas de agrotóxicos.

Diante disto, é perceptível que áreas de alto e médio risco de contaminação ambiental por agrotóxicos merecem uma maior atenção ambiental em um trecho da bacia da hidrográfica, próximo à foz do rio Uruçuí-Preto, Piauí.

4. Conclusões

Em trecho da bacia hidrográfica, próximo à foz do rio Uruçuí, 51% apresenta risco de contaminação ambiental, divididos em médio e alto risco de contaminação ambiental por agrotóxicos.

O estudo expõe as áreas que necessitam de maior atenção em virtude do risco de contaminação por agrotóxicos ao qual estão sujeitas. Desse modo, obtém-se, com este trabalho, uma ferramenta de auxílio para o planejamento e gestão ambiental, útil para subsidiar tomadas de decisões no que tange ao uso e ocupação das referidas áreas.

A tecnologia do geoprocessamento permitiu mapear e quantificar as áreas de risco de contaminação ambiental por agrotóxicos em trecho da bacia hidrográfica, próximo à foz do rio Uruçuí-Preto, Piauí.

Referências Bibliográficas

AGUIAR, T. J. A.; MONTEIRO, M. S. L. Modelo agrícola e desenvolvimento sustentável: A ocupação do cerrado piauiense. **Revista Ambiente & Sociedade**, v. 8, n. 2, p. 19, 2005.

ARAUJO, M. R. S. de. Expansão da fronteira agrícola nos cerrados piauienses, (des)territorialização e os desafios para o desenvolvimento territorial: o caso do município de Bom Jesus. **Revista de Geografia da UFC**, v. 8, n. 15, p. 144, 2009.

BRASIL, MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO (MDA). **Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural. Mercados de terras no Brasil: estrutura e dinâmica**. Brasília: NEAD, 444 p, 2006.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2013/2014**.

http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_06_10_12_12_37_boletim_graos_junho_2014.pdf (consultado em 10-12-2016), (2016). Primeiro Levantamento, Brasília, p. 1-63, 2013.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, 2008.** http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/12_levantamento_set2008.pdf.

(consultado em 06-04-2016), (2016). Primeiro Levantamento, Brasília, p. 1-63, 2008.

FILIZOLA, H. F.; FERRACINI, V. L.; ABAKERLI, R. B.; GOMES, M. A. F. Monitoramento de agrotóxicos e qualidade das águas em área de agricultura irrigada. **Revista brasileira de Agrociência**, v. 11, n. 2, p. 245-250, 2005.

FREITAS, D. A. F.; SILVA, M. L. N.; Cardoso, E. L.; Curi, N. (2012) Índices de qualidade do solo sob diferentes sistemas de uso e manejo florestal e cerrado nativo adjacente. **Revista Ciência Agronômica**, 43 (3) 417-428.

FUNDAÇÃO CENTRO DE PESQUISAS ECONÔMICAS E SÓCIAS DO PIAUÍ (CEPRO). **Boletim analítico semestral de Janeiro a Junho.** :

http://www.cepro.pi.gov.br/download/201312/CEPRO18_6e1844019f.pdf. (consultado em: 06-04-2016) (2016). Conjuntura Econômica, 2013.

GOMES MAF, NEVES MC, SPADOTTO CA, LUIZ ALB. **Mapeamento expedito dos potenciais de infiltração e de escoamento superficial da água parolos da microbacia do Córrego Espreado em Ribeirão Preto – SP.** Anais do 10º Congresso Latino-Americano de Ciência do Solo; 1996; Águas de Lindóia. SBCS/Eslaq, 1996.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa de Biomas do Brasil, Escala 1:5.000.000.** <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>.

(consultado em: 13-11-2016). 2004.

INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS (INPEV). **Relatório de sustentabilidade.** http://relatoweb.com.br/inpev/2012/pdf/inpEV_RS2012_PT.pdf. (consultado em: 06-04-2016). 2012.

MAROUELLI, R. P. O. **Desenvolvimento Sustentável Da Agricultura No Cerrado Brasileiro.**

Dissertação (Pós graduação na modalidade MBA em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada) Brasília: ISAEFGV/Ecobusiness School, 54p. 2003.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Agenda 21 Brasileira - Agricultura Sustentável – Produto 3 / Versão final, 1999.** <http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado/fauna-e-flora>. (consultado em: 10-12-16). 1999.

NEVES, C. E.; SILVA, G. M. F. Dinâmica da paisagem em 10 municípios do cerrado piauiense entre 1991, 2001 e 2010 através de técnicas de geoprocessamento. **Revista Geonorte**, v. 5, n.17, p. 41-46, 2016.

NEVES, M. C.; GOMES, M. A.; LUIZ, A. J. B.; SPADOTTO, C.A. **Sistemas de informações geográficas. Aplicações na agricultura. In: ASSAD, E.D. SIG na avaliação do impacto ambiental por agroquímicos. 2ª Ed. Revista e ampliada, Brasília.** EMBRAPA, p. 241-250, 1998.

OLIMPIO, J. A. **A agricultura comercial e suas consequências sobre o ambiente nos municípios de Palmeira do Piauí e Currais.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Piauí. Teresina, p. 146, 2004.

PRADO, L. DE A.; MIZIARA, F.; FERREIRA, M. E. Expansão da fronteira agrícola e mudanças no uso do solo na região sul de Goiás: ação antrópica e características naturais do espaço. **B.goiano.geogr**, v. 32, n. 1, p. 151-165, 2012.

SOARES, W. L.; PORTO, M. F. Atividade agrícola e externalidade ambiental: uma análise a partir do uso de agrotóxicos no cerrado brasileiro. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, n. 1, p. 131-143, 2007.

SOUZA, L. L. **A Logística da Soja na Fronteira Agrícola Norte e Nordeste.** Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". ESALQ-LOG. Piracicaba, 2012.

1. Pós graduando em Estudos Geoambientais e Licenciamento no IFPI, Instituto Federal do Piauí (IFPI), Corrente, Piauí, Brasil. Temistoclespacheco@hotmail.com

2. Pós graduando no Departamento de Eng. Florestal, Universidade Federal do Espírito Santo (UES), Jerônimo Monteiro, Espírito Santo, Brasil. Fabrina.ferraz@hotmail.com

3. Pós graduando no Departamento de Eng. Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). lucianodejesus@hotmail.com

4. Professor no Departamento de Engenharias, Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB), Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil. silvajbl@yahoo.com.br

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 38 (Nº 42) Año 2017
Indexada en Scopus, Google Schollar

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](#)]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados