



## ANÁLISE E MAPEAMENTO DA VEGETAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRAPÓ

Gabriel Henrique Sorato da Silva<sup>(a)</sup>, Valéria Lima<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geografia/ Universidade Estadual de Maringá, gabrielsorato29@gmail.com

<sup>(b)</sup> Departamento de Geografia/ Universidade Estadual de Maringá, vlima@uem.com.br

**Eixo:** Uso e ocupação das terras e legislação ambiental

### Resumo

Atualmente, é crescente a preocupação com a degradação do meio ambiente ocasionada pelo avanço da agricultura e retirada da vegetação, principalmente nas áreas próximas aos recursos hídricos, já que a vegetação assume um papel importante para a preservação destes. Considerando sua importância, a legislação ambiental, no caso o Código Florestal - Lei nº 12.561/2012, asseguram uma faixa mínima de proteção para os cursos de água, que são as Áreas de Preservação Permanente – APP. Este trabalho teve como objetivo o mapeamento da vegetação da bacia do Rio Pirapó, assim como analisar a degradação ambiental causada pela ausência deste elemento na paisagem, utilizando técnicas de sensoriamento remoto, com imagens de satélite no período de 2005, 2010 e 2015.

**Palavras chave:** NDVI; Áreas de Preservação Permanente; Rio Pirapó; Sensoriamento remoto.

### 1. Introdução

A Bacia Hidrográfica do Rio Pirapó, possui uma importância no contexto regional e é o manancial de abastecimento da cidade de Maringá/PR. Atualmente, é crescente o processo de degradação ambiental que vem ocorrendo devido a retirada da vegetação próximo ao rio. Esse trabalho teve como objetivo analisar as mudanças ocorridas tanto na bacia hidrográfica, quanto nas áreas de preservação ambiental no rio Pirapó nos anos de 2005, 2010 e 2015, considerando a legislação ambiental.

A vegetação exerce uma grande influência na conservação tanto do solo quanto da água, e de acordo com Neves (1987), uma das principais funções é sua ação para a fertilização do solo, onde as folhas, galhos, frutos, semente e flores ao cair no chão, apodrecem entrando em estado de decomposição, atuando assim como um fertilizante natural para o solo. Outro fator de importância da vegetação é evitar que rios, riachos e lagos diminuam a quantidade de água, minimizando o processo de assoreamento destes. Além disso, ao absorver água pelas raízes, alimentam os lençóis freáticos, controlando o balanço entre infiltração e escoamento superficial.

As matas ciliares apresentam importância em seu papel de barreira ou filtro, evitando que sedimentos, matéria orgânica, nutrientes dos solos, fertilizantes e pesticidas utilizados em áreas agrícolas cheguem nos



rios em grandes proporções. O favorecimento da infiltração da água no solo, a recarga dos aquíferos, a proteção do solo nas margens dos cursos d'água, evita a erosão e assoreamentos, além de criar condições para o fluxo gênico da flora e fauna, o fornecimento de alimentos para a manutenção de peixes e demais organismos aquáticos e o refúgio de polinizadores e de inimigos naturais de pragas de culturas.

A legislação ambiental prevê normas para proteção dos recursos hídricos, do solo e da vegetação, através de leis ambientais, como por exemplo, a Lei da Área de Proteção Ambiental – número 6.902 de 27/04/1981; Lei dos Agrotóxicos – número 7.802 de 10/07/1989; Lei de Crimes Ambientais – número 9.605 de 12/02/1998; e o Código Florestal, Lei nº 12.561 de 25 de maio de 2012, que estabelece um limite mínimo para as áreas de preservação permanente – APPs.

A bacia hidrográfica do Rio Pirapó, está localizada na região norte do Paraná e apresenta uma área de drenagem de 5.023km<sup>2</sup> (Figura 1). Sua nascente está localizada no município de Apucarana/PR, e possui uma extensão de 168km até sua foz no Rio Paranapanema (CASSARO e CARREIRA, 2000). As áreas de vegetação da bacia deveriam estar protegidas, mas isso não acontece em toda sua extensão.

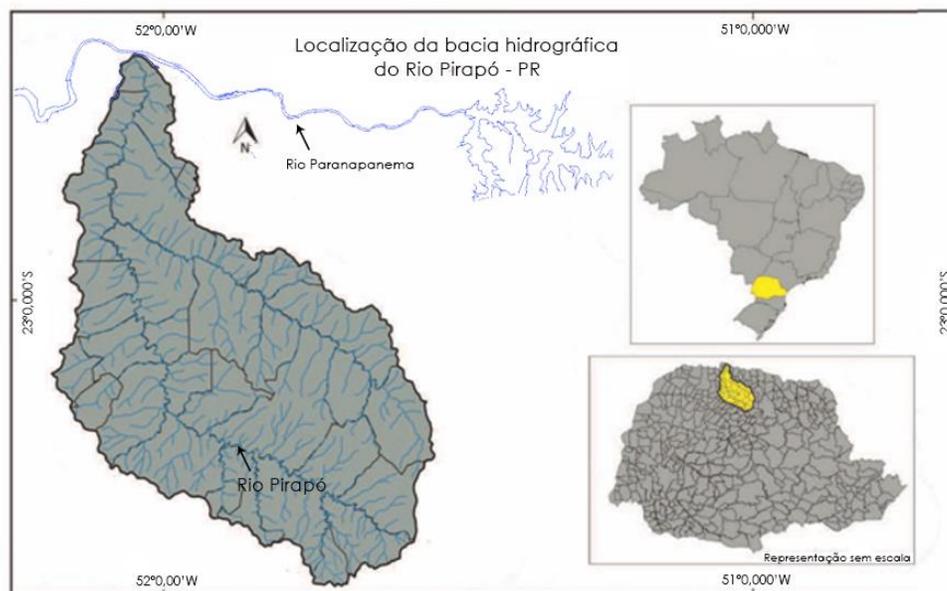


Figura 1 – Mapa de localização da bacia hidrográfica do Rio Pirapó/PR

Dessa forma, o objetivo deste artigo é esplanar os resultados do mapeamento do uso da terra e da vegetação da bacia hidrográfica do Rio Pirapó e das reflexões e análises sobre a importância e da vegetação nessa área.



## 2. Procedimentos Metodológicos

Para compreender as mudanças na paisagem, sabe-se que é importante analisar alguns aspectos e elementos, como o uso da terra e as atividades econômicas desenvolvidas nesta, uma vez que o avanço da fronteira agrícola sem uma adequada gestão, a retirada da vegetação nas áreas de preservação e, a ausência da fiscalização nessas áreas, podem comprometer a qualidade ambiental e a preservação dos rios, córregos, lagos, etc.

Entretanto, alguns desses aspectos podem ser difíceis de serem analisados, como o caso da efetivação da fiscalização das normas ambientais. Por outro lado, através de uma análise multitemporal, é possível mapear o uso da terra e também da vegetação nas APPs e verificar as alterações que ocorreram nessas áreas durante um determinado período, com o intuito de compreender as dinâmicas sociais, econômicas e ambientais na paisagem.

Neste contexto, optou-se por verificar as transformações e alterações do uso da terra na bacia hidrográfica do Rio Pirapó, nos anos de 2005, 2010 e 2015, através de técnicas de sensoriamento remoto, incluindo tanto a interpretação visual de imagens, quanto o processamento digital de imagens.

Para 2005, foram selecionadas as imagens do satélite Landsat 5, nas datas de 15 e 22 de agosto, para o ano de 2010, as imagens de 20 e 29 de agosto. Para 2015, foram selecionadas as imagens do satélite Landsat 8, de 02 e 11 de agosto. As imagens Landsat 5 e 8 possuem resolução espacial de 30 metros. Utilizou-se tanto as bandas do visível quanto as do infravermelho.

Com relação a resolução radiométrica, é importante destacar que as imagens do Landsat 5 possuem 8 bits e do Landsat 8 de 16 bits. Todas as imagens foram adquiridas pelo site do Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE).

Optou-se por aplicar o índice de vegetação da diferença normalizada – NDVI para o mapeamento do uso da terra e da vegetação na bacia para destacar as áreas com vegetação. Para o mapeamento e processamento das imagens, utilizou-se o software Spring 5.2.x, através da classificação supervisionada por regiões com o classificador Battacharya. Os temas escolhidos foram: vegetação (nativa ou não), cultivo (sem diferenciar, nesta ocasião, os tipos de cultura) e solo exposto.

Para analisar as APPs, após o resultado da classificação supervisionada do uso da terra, foi gerado um buffer (áreas criadas a partir de um ponto de referência até uma determinada distância), que é uma importante ferramenta para se delimitar áreas de influência, tendo como base a distância de 50 metros do Rio Pirapó. Essa distância, é considerando a largura do rio, que de acordo com RIGON (2014), varia de



200 a 300 metros, e considerando as normas do Código Florestal, rios com essa característica devem ter um mínimo de 50 metros de APP. Com esse procedimento, foi possível verificar, de forma aproximada, os limites do que seriam as APPs do Rio Pirapó.

Para compreender a influência da declividade na bacia e auxiliar nas análises, gerou-se o mapa de declividade no software QGIS 2.8.3, com a base vetorial do TOPODATA, que, se trata de um Modelo digital de elevação da cobertura nacional, elaborado a partir dos dados SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), disponibilizados pelo USGS (United States Geological Survey). Segui-se a metodologia da Embrapa para a distribuição das classes de declividade, disponibilizada em seu site.

Posteriormente, com o objetivo de compreender a dinâmica da paisagem da bacia, foi realizado um trabalho de campo em pontos escolhidos previamente para uma análise qualitativa da paisagem, através de informações sobre o uso da terra, características do rio e da vegetação em suas margens (na APP).

Com base nos resultados das análises, dos mapas e do campo, foi possível verificar a situação das APPs do Rio Pirapó, considerando as normas do Código Florestal.

### 3. Resultados e discussões

De acordo com Santos (2004), uma bacia hidrográfica circunscreve um território drenado por um rio principal, seus afluentes e subafluentes permanentes ou intermitentes. Seu conceito está associado à noção de sistema, nascentes, divisores de águas, cursos de águas hierarquizados e foz.

As bacias hidrográficas são sistemas abertos, que recebem energia através de agentes climáticos e perdem energia através do deflúvio, podendo ser descritas em termos de variáveis interdependente, que oscilam em torno de um padrão, e, desta forma, mesmo quando perturbadas por ações antrópicas, encontram-se em equilíbrio dinâmico (TEODORO, et al, 2007).

A vegetação assume um importante papel na proteção do solo e dos cursos d'água nas bacias, e deveria estar presente em boa parte da extensão desse sistema, principalmente nas APPs. Sendo assim, além da conservação do solo, em sua qualidade e composição, a vegetação auxilia na sua estrutura.

Segundo Araujo et al (2007), a vegetação apresenta influências sobre o solo, como a interceptação feita pelas folhagens que absorvem a energia da chuva, as raízes das plantas aumentam a rugosidade do solo, retardando o processo de erosão.

De acordo com Lima & Zakia (2013), a vegetação exerce influência sobre a qualidade da água, contribui para o aumento da capacidade de armazenamento na micro-bacia ao longo da zona ripária, o que



contribui para o aumento da vazão na estação seca do ano, além de sua utilização como corredor ecológico para a travessia da fauna.

Com o intuito de preservar a vegetação, foi instituído em 1934 o Código Florestal. Com as mudanças nos governos, as transformações ocorridas na sociedade, na economia, dentre outros fatores, o Código Florestal de 1934, foi reformulado em 1965. Essas mudanças ocorridas em 1965, trouxeram grandes avanços para a preservação e recuperação dos recursos naturais, dentre eles, destaca-se o aumento das áreas de preservação permanente ao longo dos rios e lagos, naturais e artificiais. Estas se tornaram áreas prioritárias da preservação da vegetação nativa.

O Código Florestal passou por novas reformulações e mudanças que foram publicadas em 2012, sob a Lei nº 12.561 de 25 de maio de 2012. Essa nova versão vem sofrendo críticas pelo fato de ter flexibilizado alguns pontos que comprometem a preservação da vegetação e dos rios. A exemplo disso, é a contabilização de áreas de Reserva Legal (RL), diferença na forma de medir as APPs e as novas formas de compensação de RL.

O Código Florestal, Lei nº 12.561/2012, estabelece um limite mínimo para as áreas de preservação permanente – APPs. De acordo com o inciso II do artigo 3º deste código, as áreas de preservação permanente são as presentes nas margens de corpos hídricos, possuindo a função ambiental de preservar os mesmos e a paisagem, assim como para a estabilidade geológica, protegendo o solo e a água. Essas áreas devem ser mantidas intactas pelo proprietário ou possuidor de imóvel rural, independentemente de qualquer outra providência ou condição em virtude da sua natural função ambiental de preservar os recursos hídricos e a biodiversidade.

Atualmente, com a disponibilidade de produtos do sensoriamento remoto, como as fotografias aéreas, as imagens orbitais, e os radares, é possível o acompanhamento de áreas para fins de fiscalização através de monitoramento. Outras finalidades podem ser destacadas, como o mapeamento dos impactos ambientais, desmatamentos, assoreamento de rios, entre outros. Isso é possível pela melhora da resolução espacial, espectral e radiométrica dos sensores nos últimos anos, e também da resolução temporal.

Em 1960, estudos sobre a vegetação através de técnicas de sensoriamento remoto, ganhou maior visibilidade, pois os cientistas da área extraíram seus parâmetros biofísicos, possibilitando o desenvolvimento de índices de vegetação. Os índices são medidas radiométricas que indicam a atividade da vegetação verde, como porcentagem de cobertura verde, teor de clorofila, biomassa verde, radiação fotossinteticamente absorvida, etc. (JENSEM, 2011)



Entre os diversos índices de vegetação, destaca-se o NDVI, que se trata de um índice de vegetação da diferença normalizada que leva em consideração a razão entre o valor refletido no infravermelho próximo e o valor refletido no vermelho. De acordo com Jensen (2011), ele é importante pois é possível monitorar mudanças sazonais e interanuais no desenvolvimento e na atividade da vegetação.

Para que os diversos elementos presentes nas imagens sejam mapeados e, posteriormente, auxiliem nas análises, de acordo com Florenzano (2002), é necessário a utilização de técnicas de interpretação visual de imagens a partir de seus elementos, sendo eles, textura, forma, tamanho, cor, padrão, entre outros.

### **3.1 Mapeamento do uso da terra e da vegetação da bacia hidrográfica do Rio Pirapó**

Para a análise da vegetação na APP do Rio Pirapó, considerou-se importante compreender as dinâmicas e os elementos principais da paisagem no qual ele está inserido. Para isso, foi realizado o mapeamento do uso da terra, dividido em três classes: vegetação, o cultivo e solo exposto (Figura 2).

Essas classes foram escolhidas considerando o objetivo principal do trabalho que, neste momento, não foi de separar os tipos de cultura e, no mapa, esta classe foi generalizada mesmo compreendendo que os principais cultivos na bacia são a soja, o trigo, o milho, e a cana-de-açúcar, identificados tanto nas imagens, quanto pelo trabalho de campo associado ao histórico regional de produção desta área.

Para o mapeamento, como já foi descrito anteriormente, utilizou-se o NDVI, para realçar as áreas com vegetação e a classificação supervisionada por regiões, o qual necessita da segmentação das imagens e a seleção de amostras das classes selecionadas.

É importante ressaltar que no mapeamento da bacia, as áreas classificadas com solo exposto, em sua maioria, também representam áreas de cultivo, porém nos períodos de colheita.

Nos três períodos, a nascente do Rio Pirapó localizada no município de Apucarana, apresenta significativas áreas com presença de vegetação, diferente de outras áreas da bacia. Ao analisar a declividade da bacia (Figura 3), é possível compreender que essa diferença pode estar relacionada com a dificuldade do acesso das máquinas agrícolas (representada na área sudeste dos mapas da figura 3), e pela preservação realizada pelos proprietários de terras impulsionados pela conscientização ambiental e/ou pela fiscalização nessas áreas.

Na parte central da bacia, próximo ao município de Maringá, além da declividade favorecer o cultivo, o solo (predominância de latossolo e nitossolo) apresenta uma boa composição química, sendo representada pela predominância de áreas de cultivo (soja e milho). Nas proximidades da foz do Rio Pirapó, próximo ao estado de São Paulo, o solo apresenta uma composição mais pobre de nutrientes



(proveniente principalmente do intemperismo de rochas sedimentares), onde é predominante o cultivo de cana e de áreas de pastagem. A presença da monocultura de cana-de-açúcar nessas áreas, tem influência das Usinas de Açúcar e Alcool instaladas nessa região.

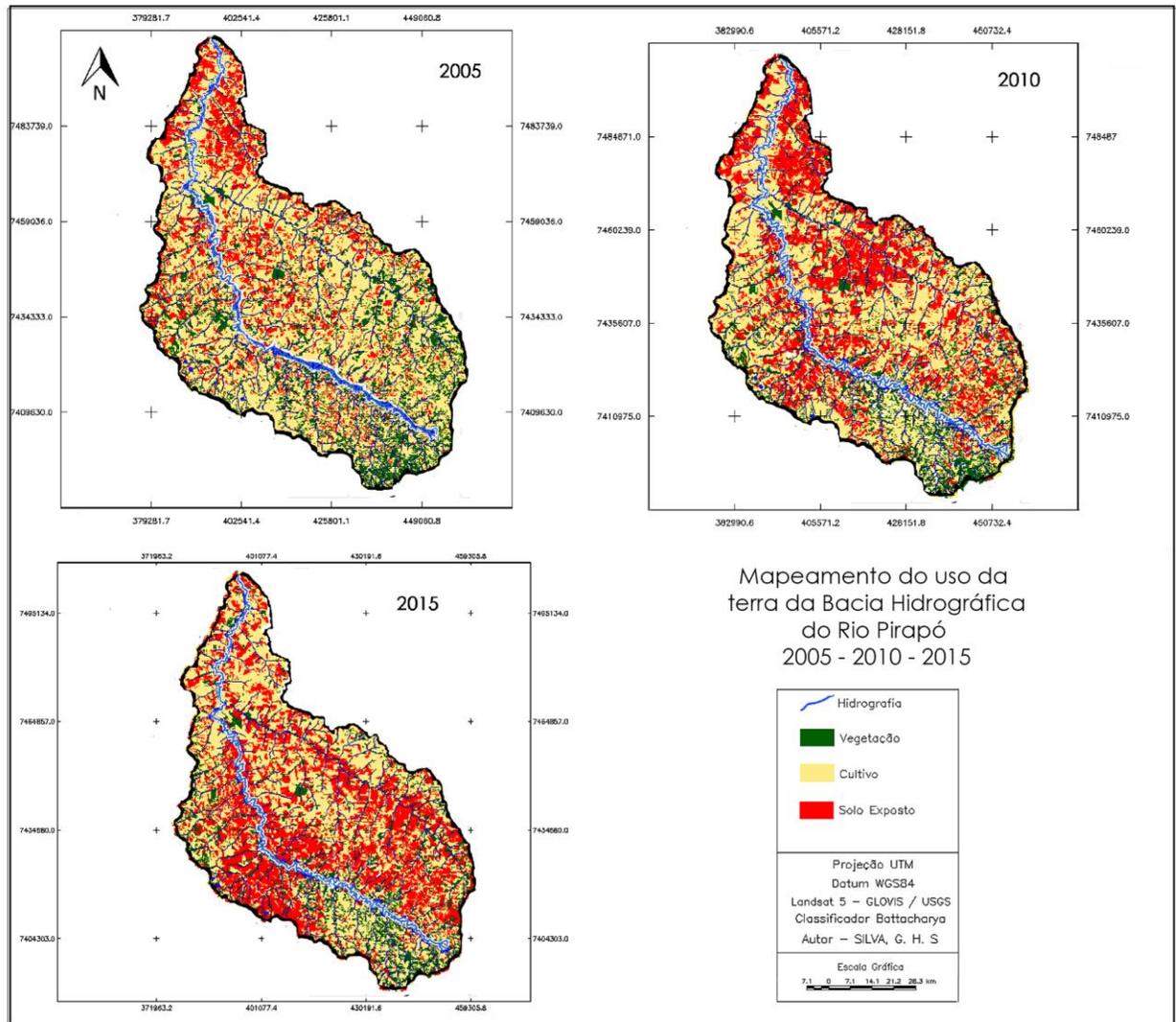


Figura 2 – Mapeamento do uso da terra da bacia hidrográfica do Rio Pirapó

Através de observação em campo foi possível compreender alguns elementos que auxiliaram nas análises. Para facilitar a visualização dos principais destaques dessa observação, os pontos selecionados para as análises foram organizados e apresentados na Figura 4.

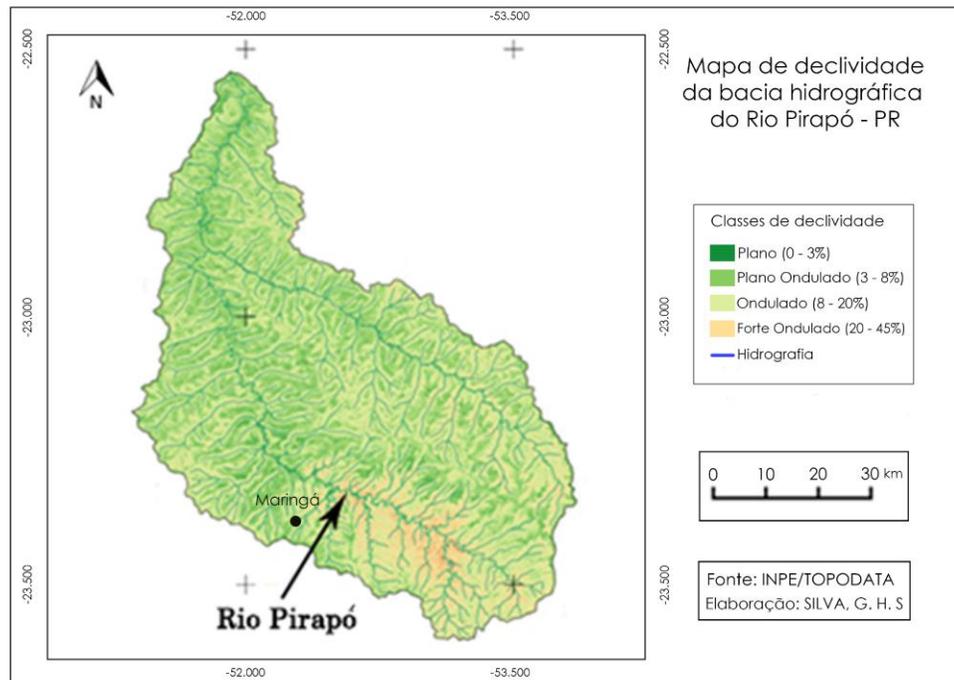


Figura 3 – Mapa de declividade

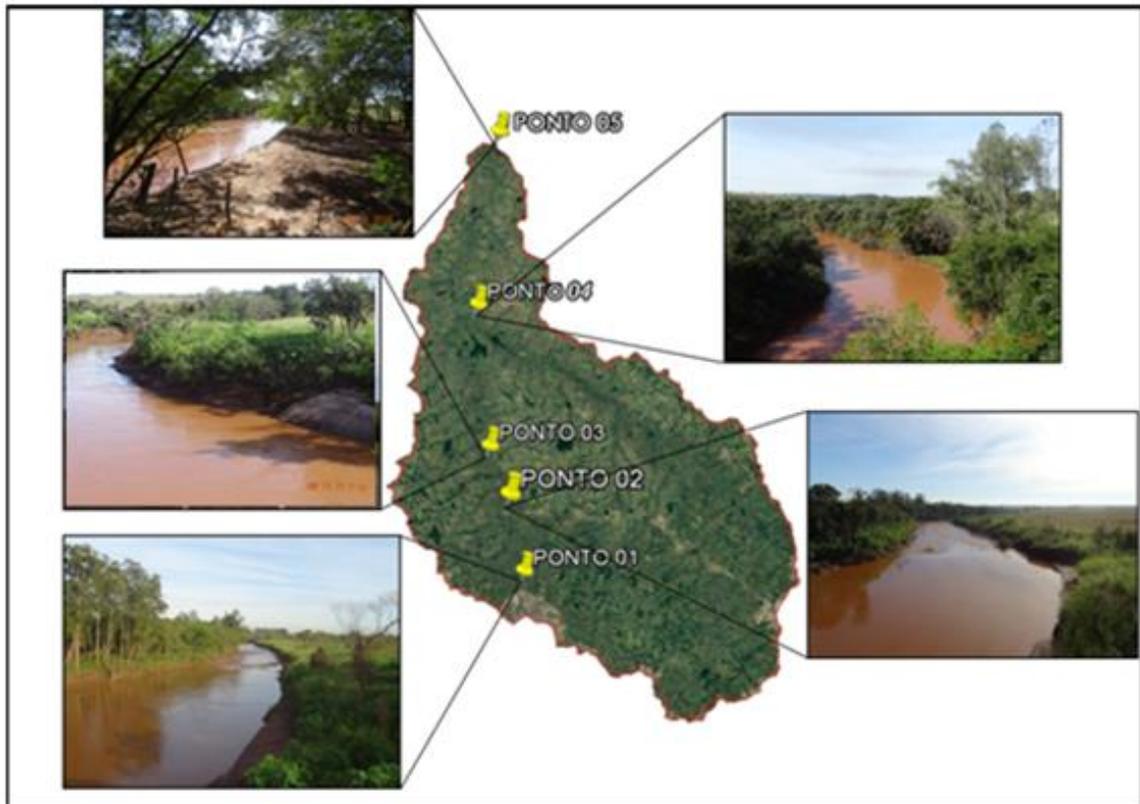


Figura 4 – Pontos selecionados para análise em campo realizado em 11/06/2016.



O principal cultivo da bacia é a soja, seguido do milho e da cana-de-açúcar. Apenas algumas áreas possuem o uso destinado a pastagem. Isso é influenciado por um lado, pelas dinâmicas econômicas da região, a influência do agronegócio, por outro lado, pelas características do relevo, do solo e do clima da região.

Como pode ser observado na Figura 4, no primeiro ponto, o uso da terra nessa região foi marcado pelo cultivo de milho e pela pastagem, padrão que predomina principalmente na região norte do estado. No segundo ponto, com relação as margens do rio, observou-se que apenas a margem esquerda possuía uma pequena área de vegetação degradada e notou-se a proximidade da plantação de milho do rio, podendo ser um dos elementos que podem contribuir para o assoreamento do rio.

No terceiro ponto (Figura 4), a pastagem predomina de um lado do rio, e cultivo soja/milho no outro. Observou-se uma faixa de vegetação arbórea nas margens do rio, porém, mesmo na análise visual, ficou evidente que não compreendia o exigido por lei. Em algumas áreas era perceptível a presença do cultivo de cana-de-açúcar dentro da extensão que deveria ser de preservação ambiental.

No quarto ponto de análise, observou-se claramente a mudança dos tipos de cultura, neste caso, a cana-de-açúcar predominava na paisagem. Isso ocorre devido a proximidade das usinas, que arrendam as terras para o cultivo. No quinto ponto, localizado próximo aos municípios de Itaguajé e Santa Inês, os elementos que se destacaram foram a ausência de uma ponte que foi derrubada pela força da água do rio Pirapó, devido a um período de chuvas em Janeiro de 2016, e outro aspecto observado foi que toda a área da margem direita foi alagada, devido ao mesmo evento. Notou-se que a margem direita não possuía nenhuma vegetação, com o predomínio do cultivo de cana nas proximidades.

### **3.2 Análise da vegetação na APP do Rio Pirapó**

Com o objetivo analisar as APPs, foram selecionados alguns recortes nos mapas de uso da terra da bacia, sendo um na área da nascente (recorte C), um na área central (recorte B - próximo ao município de Maringá) e um próximo a foz do rio (recorte A). Esses recortes foram utilizados para analisar os resultados dos 3 períodos: 2005, 2010 e 2015. Com o buffer da APP, foi possível verificar, de forma aproximada, a existência ou não de vegetação nessas áreas (Figura 5, 6 e 7).

Como já citado anteriormente, a nascente do Rio apresenta uma maior presença de vegetação na APP, indicando uma maior preservação, representado pelo recorte C das figuras 5, 6 e 7.



Na média bacia (recorte B das Figuras 5, 6 e 7), existe a predominância de solo exposto nas proximidades da APP, neste caso, considerou-se áreas de cultivo. O município de Maringá possui extensas áreas de cultivo de soja e milho.

A foz do rio também apresentou áreas de vegetação na APP, com destaque para o ano de 2015, como pode ser observado no recorte A das Figuras 5, 6 e 7. Esse aumento de vegetação na APP na área da foz, no ano de 2015, pode ser resultado dos impactos positivos das leis ambientais e do aumento da mecanização na região, que devido a declividade dificulta o trabalho próximo ao rio.

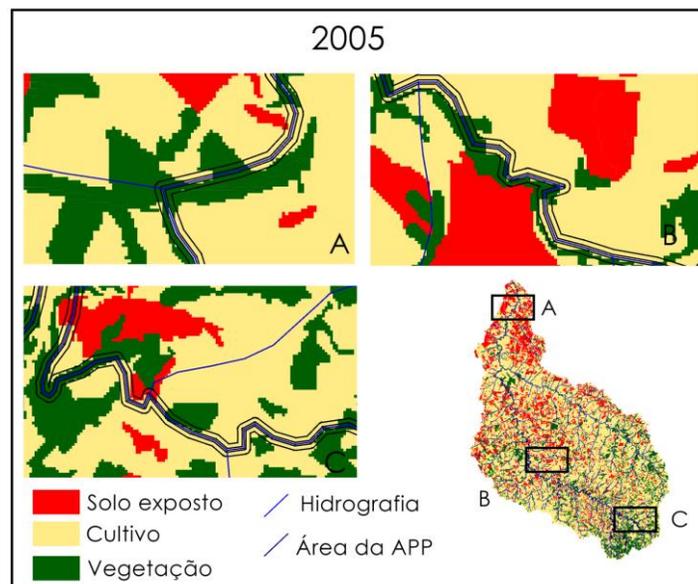


Figura 5 – Recortes da bacia, Áreas de Preservação Permanente do ano de 2015

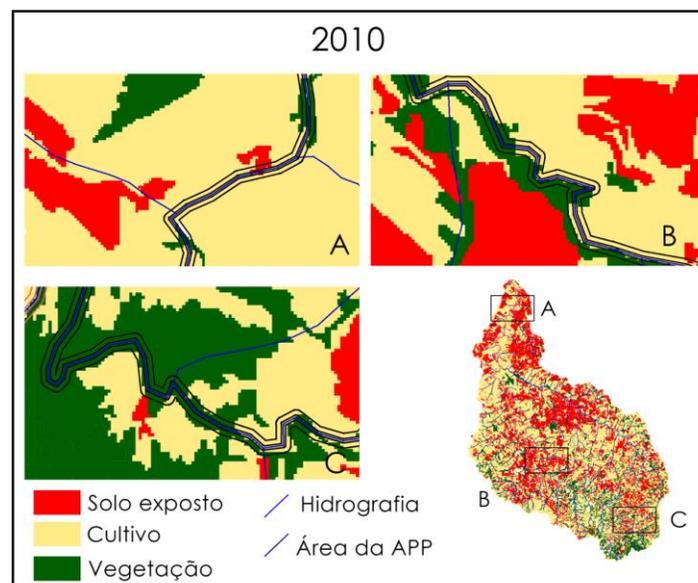


Figura 6 – Recortes da bacia, Áreas de Preservação Permanente do ano de 2010

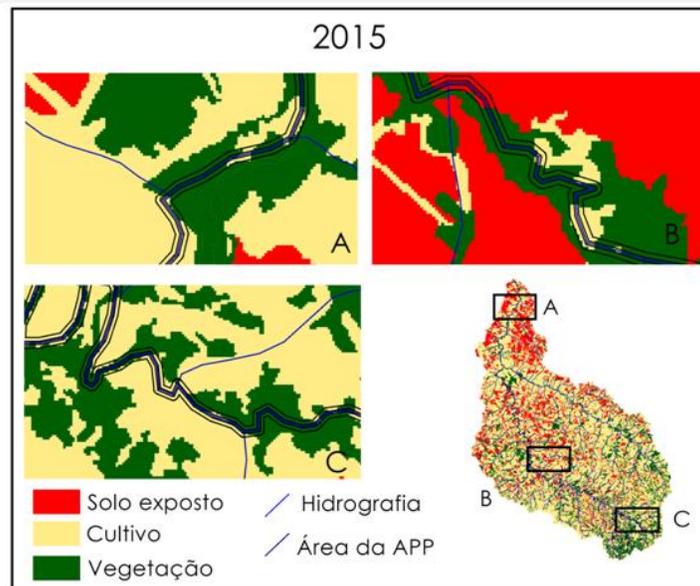


Figura 7 – Recortes da bacia, Áreas de Preservação Permanente do ano de 2015

#### 4. Conclusão

A partir da análise realizada e do mapeamento, é possível refletir sobre as condições das APPs do Rio Pirapó, considerando a sua importância e possíveis impactos das alterações do Código Florestal de 2012.

Nos 3 anos de análise, a área da nascente da bacia é a que apresentou a maior presença de vegetação, possivelmente pela sua declividade, dificultando assim o acesso a mecanização. De uma forma geral, pode-se notar um aumento da vegetação na bacia em 2015, principalmente nas APPs, mesmo não estando totalmente de acordo com as normas do Código Florestal.

Também houve aumento das áreas de cultivo, que foi mais expressivo que o da vegetação. É importante considerar que o aumento de áreas com solo exposto reflete, principalmente, em áreas de cultivo de soja e cana-de-açúcar, porém as imagens contemplaram o período de colheita.

A mudança no Código Florestal ocorrida nos últimos anos (efetivada em 2012) pode agravar os impactos ambientais, pois indica diversos fatores prejudiciais para a preservação e manutenção das áreas de preservação, incluindo principalmente as APPs. Um exemplo disso, é a não obrigatoriedade da manutenção de APP's em propriedades menores que 4 hectares e a delimitação da área de preservação, que agora é considerado a margem sazonal do rio. Outro fator negativo incorporado no Código Florestal é a contabilização de Reservas legais juntamente com as APPs.



É importante considerar que não basta apenas a presença da vegetação nas APPs, mas também a qualidade desta, o qual não foi objetivo de análise neste momento. Entretanto, em campo foi possível notar a presença de espécies exóticas e locais onde a vegetação estava degradada.

Outro fator que merece destaque é que a maioria dos afluentes do Rio Pirapó estão assoreados e não possuem vegetação em suas margens, fator marcante principalmente nas proximidades da foz do rio.

Para finalizar, as técnicas de sensoriamento remoto e análises multitemporais são ferramentas importantes, pois podem auxiliar no monitoramento e ajudar a compreender as dinâmicas da paisagem, já que estas vão refletir diretamente na qualidade ambiental dessas áreas.

## 5. Bibliografias

BRASIL. **Código Florestal (2012)**. Emenda constitucional n.º 12.651, de 25 de maio de 2012.

CASSARO, L; CARREIRA, M. F. **Fatores de degradação ambiental da bacia de captação de água para a cidade de Maringá**. Maringá, PR Disponível em: [HTTP://sanepar.com.br/sanepar/v16/FATORES.htm](http://sanepar.com.br/sanepar/v16/FATORES.htm). Acesso em: 16 fev. 2016.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. Ed. São Paulo: Oficina de textos, 2002

IMAFLOTA (Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola). **Guia para a aplicação da nova lei florestal em propriedades rurais**. Piracicaba: Imaflora, 2013. 32p.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. 6. Ed. São Paulo: Parêntese, 2011.

NEVES, A. R; **A educação Florestal**. Rio de Janeiro: Editora Santuário, 1987. 178 p

RIGON, O; PASSOS, M. M. **Estudo Fisiográfico da Bacia Hidrográfica do Rio Pirapó – PR**. Geografia (Lodrina), v. 23, n. 1. P. 35-56. 2014.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. 1. Ed. São Paulo: Oficina de textos, 2007.

TEODORO, V. L. L; TEIXEIRA, D; COSTA, D. J. L; FULLER, B. B. **O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local**. Revista Uniara, n.20, 2007. Disponível em: [http://www.uniara.com.br/legado/revistauniara/pdf/20/RevUniara20\\_11.pdf](http://www.uniara.com.br/legado/revistauniara/pdf/20/RevUniara20_11.pdf). Acesso em: 14 de fevereiro de 2017