

## **Análise Temporal de dados NDVI para o município de Toledo PR, obtidos de imagens Landsat 8**

Bianca De Martini Ribeiro<sup>1</sup>; Fernanda Aline Petry<sup>2</sup>; Aline R. Limberger<sup>3</sup>

**Resumo:** A técnica de sensoriamento remoto é fundamental para o registro do uso da terra ao longo do tempo, pois permite avaliar as mudanças ocorridas na paisagem. O objetivo do trabalho é analisar as modificações na cobertura vegetal, áreas agricultáveis e recursos hídricos do município de Toledo – PR no período de 2013 a 2016. As informações foram adquiridas no INPE e USGS, por meio de imagens dos sensores orbitais da série LANDSAT 8 – Sensor OLI, no site do IBGE, onde obteve-se informações sobre o município e o estado do Paraná. Os dados foram incluídos no software QGIS por meio de camadas vetoriais e matriciais. Foram realizados cálculos de NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), resultando em quatro classes classificadas: Vegetação Densa, Vegetação Arbustiva, Solo exposto e Área Edificada/Recursos Hídricos e posteriormente confeccionou-se os mapas através do compositor de impressão disponível no software. Foi possível observar alterações referentes à vegetação arbustiva do Município, aumento do solo exposto e ausência de áreas de vegetação densa ao longo dos anos, devido intensa exploração agrícola, as áreas arbóreas foram dando lugares à pastagens e lavouras, ressalta-se que o índice de Diferença Normalizada não diferencia vegetação nativa, vegetação secundária e áreas agricultáveis. Os mapas processados permitiram detectar as diferenças da cobertura vegetal no município de Toledo - PR. A técnica do sensoriamento remoto (e sua integração com SIG) como ferramenta de análise ambiental com enfoque na cobertura vegetal, mostrou-se eficiente nos resultados apresentados, gerando importantes informações para o planejamento e gestão ambiental.

**Palavras-chave:** Sensoriamento Remoto; vegetação; cobertura vegetal.

### **Temporal analysis of NDVI data for the city of Toledo - PR, image obtained Landsat 8**

**Abstract:** The objective of this work is to analyze the changes in the vegetation cover, agricultural areas and water resources of the municipality of Toledo - PR in the period from 2013 to 2016. The information was acquired at INPE and USGS, using images from the LANDSAT 8-Sensor OLI orbiter sensors. Information on the municipality, together with the state of Paraná, was obtained from the IBGE website. The data were included in the QGIS software by means of layers. NDVI calculations were performed, resulting in four classes classified: Dense Vegetation, Shrub Vegetation, Exposed Soil and Constructed Area / Water Resources, the maps were later made using the print composer available in Quantum GIS. It was possible to observe alterations concerning the shrub vegetation of the Municipality, increase of the exposed soil and absence of dense vegetation areas over the years, due to intense agricultural exploitation, the arboreal areas were giving place to the pasture and planting of crops, it is emphasized that the Normative Difference index does not differentiate native vegetation, secondary vegetation and agricultural areas. The processed maps allowed to

---

<sup>1</sup> Acadêmica do Curso de Engenharia Ambiental da Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR. biancademartiniribeiro@outlook.com

<sup>2</sup> Acadêmica do Curso de Engenharia Ambiental da Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR. fernanda5017@hotmail.com

<sup>3</sup> Engenheira Agrônoma. Mestre em Produção Vegetal (UNIOESTE). Professora do Curso de Agronomia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR. aline.limberger@pucpr.br

detect the differences of the vegetation cover in the municipality of Toledo - PR. The remote sensing technique (and its integration with GIS) as an environmental analysis tool focused on the vegetation cover, proved to be efficient in the presented results, generating important information for environmental planning and management.

**Key words:** Remote Sensing, vegetation, vegetation cover.

### Introdução

A vegetação exerce um papel fundamental no sistema ambiental, a retirada da vegetação aumenta o impacto das gotas da chuva ao atingirem o solo, provocando uma erosão laminar e um rápido escoamento superficial, diminuindo a infiltração das águas e o abastecimento dos aquíferos, provocando grandes alterações e modificando a paisagem (LIMA *et al.*, 2015).

A redução dos recursos naturais devido à ação antrópica, estimula uma constante aquisição de informações ambientais espaço-temporais com o objetivo de compreender padrões de uso e ocupação e organização do homem no espaço. Para tanto, a utilização de imagens de satélite para fins de mapeamento, planejamento e monitoramento ambiental tem sido realizada há várias décadas (MORAES *et al.*, 2014).

A utilização de ferramentas adequadas à gestão ambiental tem sido alvo de inúmeros estudos e pesquisas, com destaque para a aplicação das geotecnologias, que incluem os Sistemas de Informação Geográfica (SIG's) e o Sensoriamento Remoto, os quais permitem grande acessibilidade de recursos, a custos relativamente baixos (JACINTHO, 2013).

De acordo com Santos (2013), o satélite Landsat-8 entrou em operação em 2013. Fusionando a banda PAN (tons de cinza) de 15 metros de resolução espacial com outras bandas multiespectrais (coloridas) de 30 metros, a resolução espacial final da cena Landsat-8 será 15 metros. Desse modo, as imagens do satélite Landsat – 8 estão prontas para servir aos propósitos científico e social para os quais foram designadas.

Conforme Santiago *et al.* (2009), a técnica de sensoriamento remoto é fundamental para o registro do uso da terra ao longo do tempo, pois permite avaliar as mudanças ocorridas na paisagem. Devido à complexidade em analisar diversos fatores ambientais interagindo simultaneamente, é preciso realizar um estudo interdisciplinar para caracterizar a superfície terrestre. Um dos fatores mais importantes refere-se a cobertura vegetal, na qual foram criados diversos índices com o objetivo de ressaltar o comportamento espectral da mesma em relação ao uso do solo e outros alvos.

A vegetação tem uma assinatura espectral específica quando comparada com a grande maioria dos alvos terrestres, assim, vários estudos relacionados à identificação e mapeamento

da vegetação têm se baseado na premissa de contraste espectral entre a refletância da vegetação e os elementos de fundo da cena (GURGEL *et al.*, 2001).

De acordo com Binder *et al.* (2009), o Índice por Diferença Normalizada (NDVI) possui um importante papel no estudo e no entendimento da distribuição dos tipos de vegetação ao redor do mundo, assim como o de suas propriedades físicas, estruturais e variações temporais e espacial. Os dados de NDVI permitem monitorar, quantificar e investigar mudanças de grandes escalas na vegetação em resposta a fenômenos climáticos naturais.

Os resultados do NDVI vão de -1 a 1, onde os valores mais próximos de 1 representam áreas com maiores quantidades de vegetação fotossinteticamente ativa, enquanto os valores mais próximos de -1 representam áreas com menor quantidade de vegetação (BRAZ *et al.*, 2015). Simioni *et al.* (2012), afirmam que o sensoriamento remoto e o geoprocessamento são geotecnologias importantes no apoio ao levantamento de dados da agricultura, permitindo estudos e o entendimento das relações ambientais em que uma determinada cultura está inserida.

O objetivo do trabalho foi analisar as modificações na cobertura vegetal, áreas agricultáveis e recursos hídricos do município de Toledo – PR no período de 2013 a 2016.

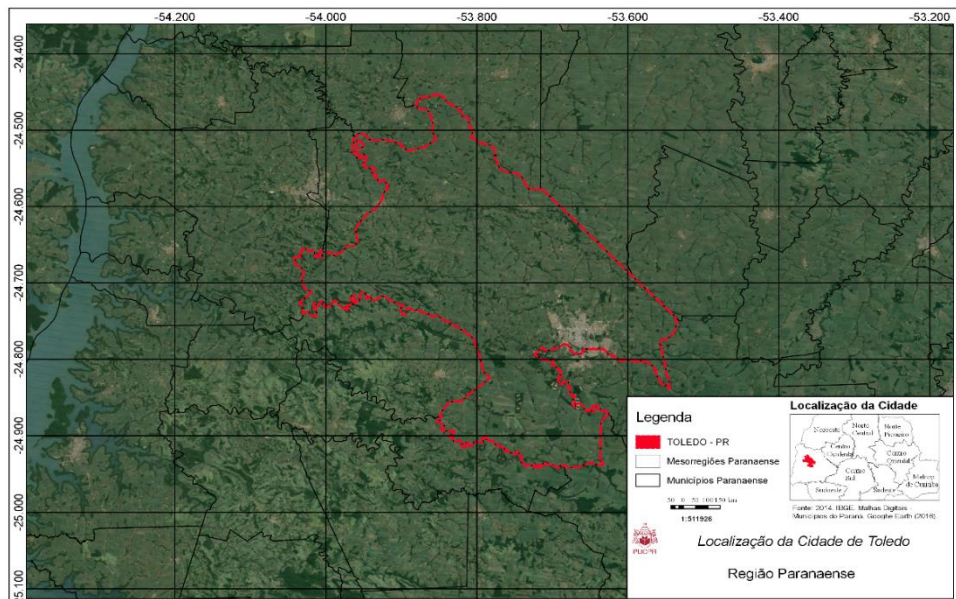
### **Material e Métodos**

O Município de Toledo está situado na Região Oeste do Paraná (Figura 1), a qual localiza-se no terceiro planalto paranaense, totalizando 23.128 km<sup>2</sup>. O Município apresenta um relevo ligeiramente ondulado, quase plano no centro. A altitude do Município é de 547m acima do nível do mar, com latitude sul 24°45' e longitude oeste 53°42'.

A atividade agrícola é o principal motor da economia do município, que tem o maior PIB Agropecuário do Paraná. Em 2015, fechou em R\$ 1,7 bilhão. A administração da cidade calcula que o agronegócio devolve R\$ 15 milhões por ano em ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) e contribui de forma significativa para o desenvolvimento de outras áreas (FARIAS, 2015).

Segundo Borilli *et al.* (2009), além dos altos índices de produção agropecuária, Toledo apresenta baixa taxa de analfabetismo e IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) maior que 0,8), fator preponderante para considera-lo referência de desenvolvimento socioeconômico na região oeste do Paraná.

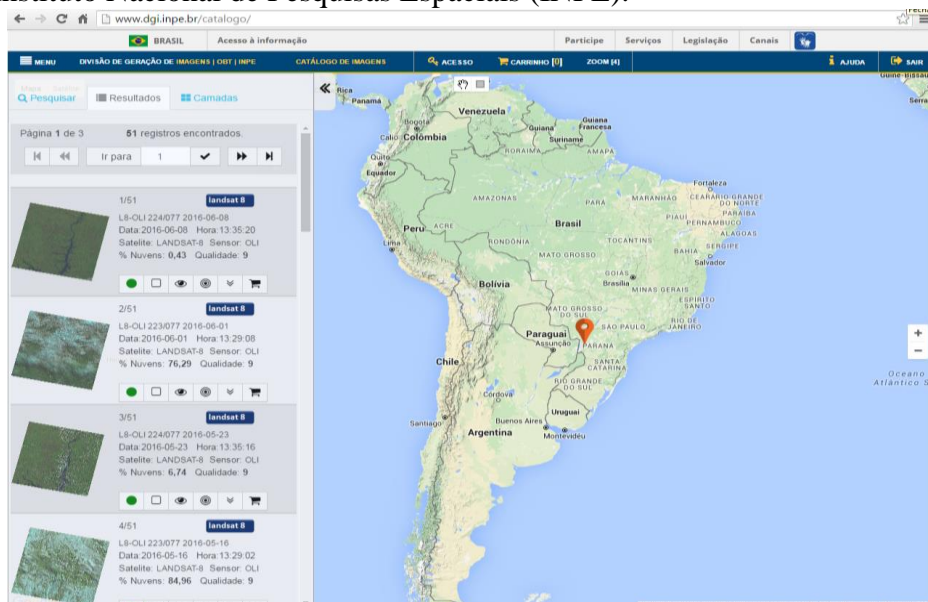
**Figura 1 - Localização Do município de Toledo - PR.**



Fonte: Autores, 2016.

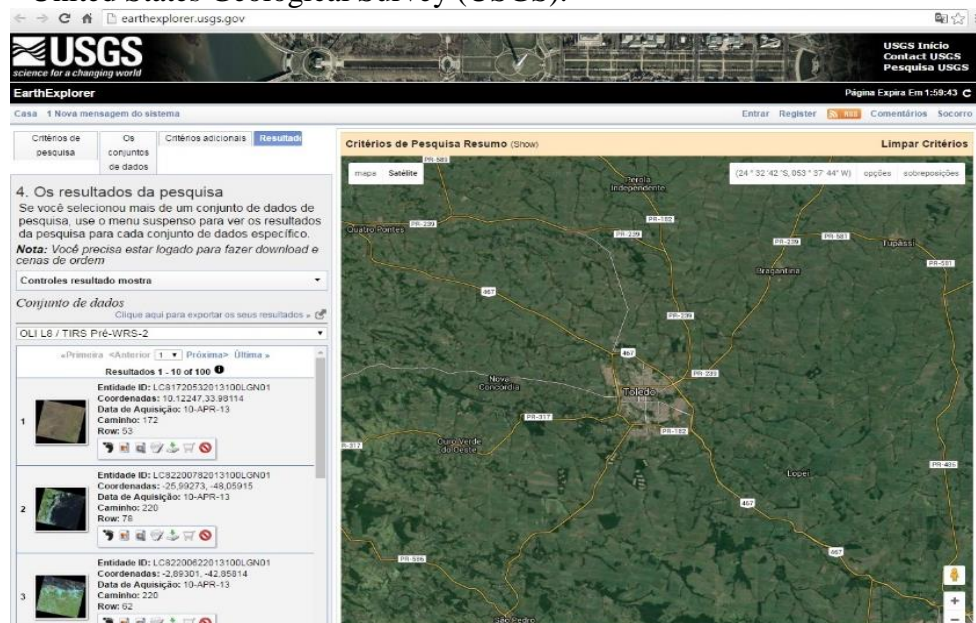
Para a realização da presente pesquisa foi necessário adquirir as imagens utilizadas no estudo. As imagens foram obtidas através do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - (INPE) (Figura 2) e United States Geological Survey - (USGS) (Figura 3), as quais encontram-se disponibilizadas gratuitamente pelo catálogo de imagens (INPE) no link <[www.inpe.br](http://www.inpe.br)> e no conjunto de dados (USGS) no link <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>.

**Figura 2 - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).**



Fonte: Catálogo INPE <<http://www.dgi.inpe.br/catalogo/>>.

**Figura 3 - United States Geological Survey (USGS).**



Fonte: Conjunto de dados, USGS <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>.

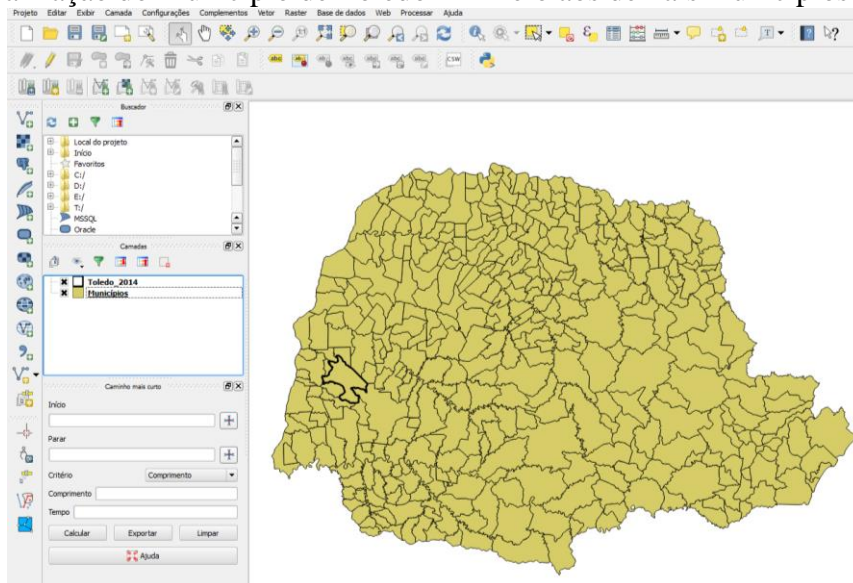
O sensor remoto utilizado foi o LANDSAT 8 (Sensor OLI), e as imagens são de abril (22/04/2013 – Órbita 172/Ponto 53) e março (24/03/2014, 11/03/2015, 08/03/2016 – Órbita 223 e Ponto 77, Órbita 223 e Ponto 77, Órbita 220 e Ponto 76 respectivamente). Destaca-se a utilização do LANDSAT-8 devido à última atualização e potencial do satélite. Para minimizar análises controversas, as imagens foram obtidas em datas correspondentes a um mesmo período (Colheita – Plantio), de modo que não ocorra interferências nos resultados.

Após os downloads das imagens que foram utilizadas neste artigo, iniciou-se a criação do banco de dados no software QGIS 2.8.1. Para tal, realizou-se downloads no site do IBGE - Portal de Mapas < <http://downloads.ibge.gov.br/>>, de arquivos *shapefile* do município de Toledo – PR e do estado do Paraná, por meio de malhas territoriais dispostas no site. As informações baixadas encontram-se compactadas em arquivo ZIP, devendo, portanto, ser descompactadas antes da utilização.

O Sistema de Informações Geográficas que fora utilizado é o software QGIS 2.8.1, que refere-se à um SIG gratuito e de código aberto que suporta diversos formatos de imagens vetoriais, rasters (matriciais) e banco de dados. O software possibilita o desenvolvimento de projetos com diversas camadas sobrepostas que são ligadas ou desligadas à medida que o usuário necessite. Essas camadas (Controladas por meio da janela “Camadas”) representam rios, estradas, loteamentos, uso de solos, imagens de satélites, entre outros, e estão localizadas no lado esquerdo da tela do programa.

Importou-se as camadas para o QGIS, adicionou-se as camadas *shapefile* e vetoriais necessárias, recortando-as para os limites do município, conforme a Figura 4.

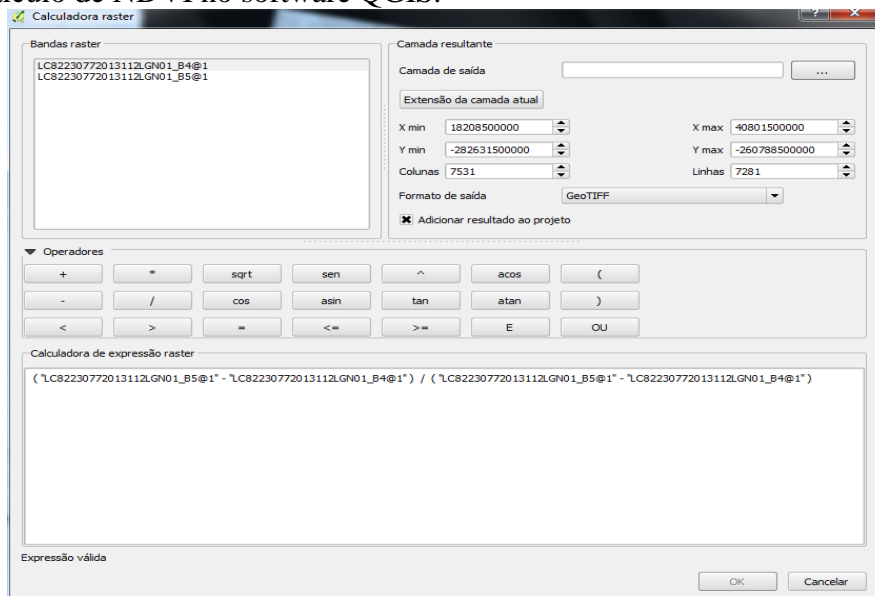
**Figura 4** - Localização do Município de Toledo-PR meio aos demais municípios Paranaense.



Posteriormente, realizaram-se os cálculos do NDVI, por meio da equação 1 no software (Figura 5), utilizando as bandas 4 e 5 do espectro eletromagnético - referentes ao vermelho (RED) e ao infravermelho próximo (NIR), resultando na classificação das imagens espectrais em quatro classes: Vegetação Densa, Vegetação Arbustiva, Solo exposto e Área Edificada/Recursos Hídricos.

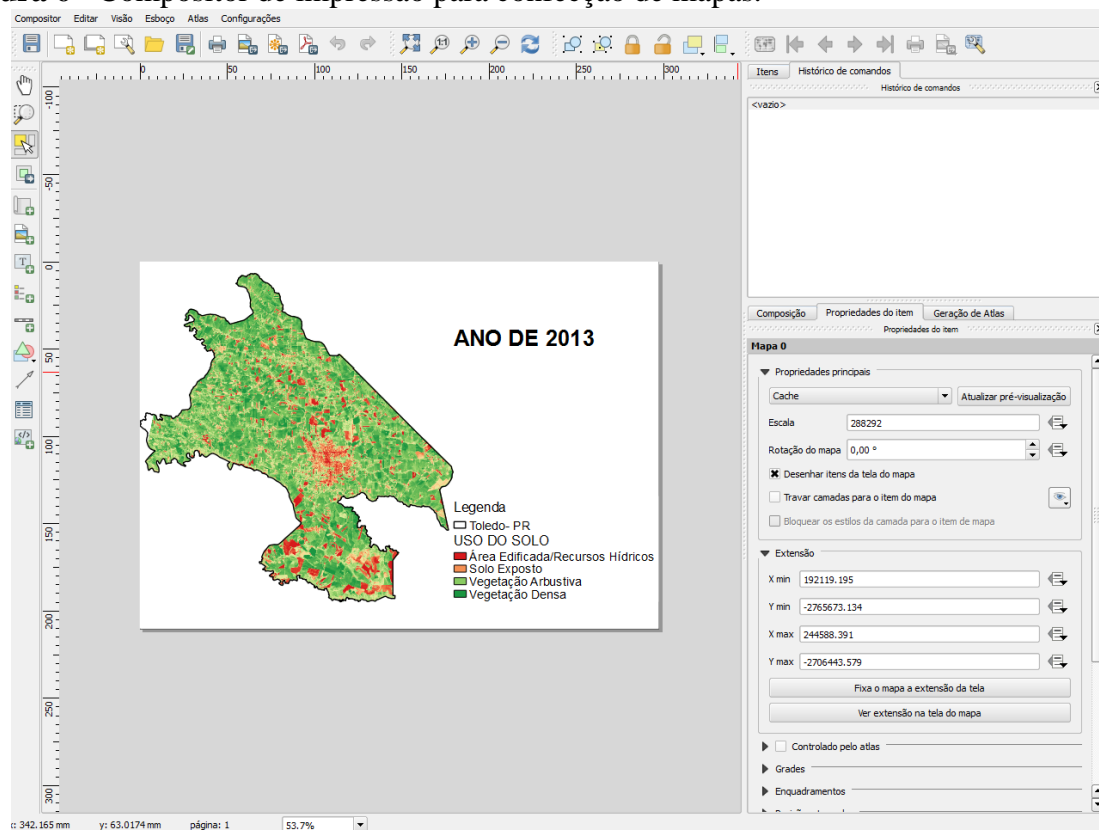
$$NDVI = \frac{B5 - B4}{B4 + B5} \quad (1)$$

**Figura 5** - Cálculo de NDVI no software QGIS.



Para a confecção dos mapas utilizou-se o compositor de impressão do QGIS (Figura 6), o qual fornece grandes recursos e permite que seja possível adicionar elementos com o enquadramento do mapa QGIS, etiquetas de texto, imagens, legendas, barras de escala, formas básicas, entre outros. Desse modo, realizou-se a análise final de todos os resultados pertinentes ao trabalho, comparando e identificando através dos índices do NDVI.

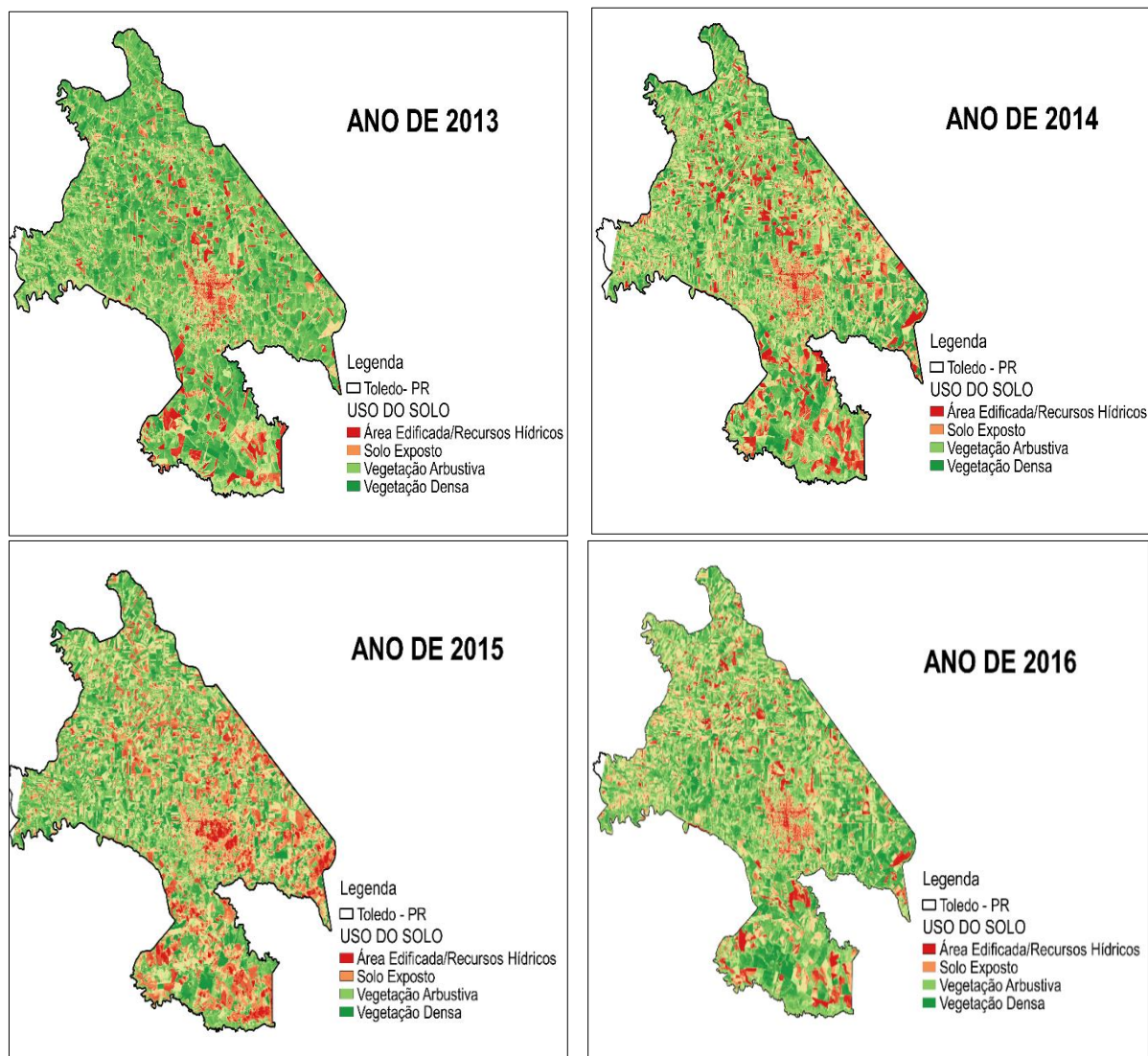
**Figura 6** - Compositor de impressão para confecção de mapas.



## Resultados e Discussão

A partir da classificação das imagens de NDVI, por meio de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, foram confeccionados mapas da cobertura vegetal do município de Toledo – PR, relacionados com os anos 2013, 2014, 2015 e 2016. Para os mapas foram estabelecidas diferentes classes: Vegetação Densa, Vegetação Arbustiva, Vegetação Rasteira, Solo exposto e Área Edificada, notado na Figura 7.

**Figura 7** - Mapa de Cobertura Vegetal do Município de Toledo - PR nos anos de 2013 a 2016.



**Fonte:** Dados da pesquisa, 2016.

Observando os mapas obtidos, nota-se que as áreas de vegetação densa apresentam decréscimo no decorrer dos anos. Segundo a Prefeitura Municipal de Toledo – PR (2016), o município apresenta um relevo simétrico, característica que desperta os agricultores realizarem a retirada da vegetação existente para expandir áreas de pastagem e plantio de lavouras.

Da mesma forma, de 2013 a 2016, observa-se o acréscimo da área de solo exposto, segundo o Plano Diretor do município de Toledo PR, até o início da colonização, o atual território de Toledo era coberto por florestas e a primeira atividade econômica foi a exploração comercial de madeiras nobres abundantes na região. Para as primeiras moradias e plantações foram abertas clareiras na mata, até que a mecanização agrícola, a partir dos anos



60 e 70, acelerou a retirada de quase toda a cobertura florestal do município. Fator que prevalece até os dias de hoje.

De acordo com Rosolen et al. (2012), a retirada da vegetação local para exploração de áreas provoca irreversíveis impactos no ambiente, tais quais, perda da biodiversidade, assoreamento, erosão, degradação do solo, entre outros.

O ano 2015 caracteriza-se por uma intensa área de solo exposto, quase inexistente em 2016, essa diferença pode estar relacionada à colheita da soja e o início do plantio de milho safrinha. De acordo com Gazeta de Toledo (2016), as chuvas intensas deste ano atrasaram a colheita e, conseqüentemente, o plantio de demais culturas. Ao contrário, na mesma época de 2015, 5% da safra de soja já havia sido colhida fator preponderante às áreas de solo exposto. Cabe ressaltar que, segundo Barbosa et al. (2016) o índice de vegetação NDVI não diferencia os tipos de cobertura vegetal e por isso, uso agrícola, mata nativa ou vegetação secundária, são mapeados segundo a mesma classificação.

Verifica-se, à região central do município, uma constante área urbanizada nos 4 anos amostrados, desse modo, visualmente, o município não apresentou considerável aumento habitacional. Em contrapartida, as áreas de vegetação arbustiva e solo exposto sofreram variações nos anos em questão, especialmente comparados 2013 e 2015. Os recursos hídricos presentes na região norte de Toledo – PR, não apresentaram alterações, exceto a vegetação ciliar, a qual fora, em determinada quantidade, substituída por áreas agrícolas.

### **Conclusões**

Os mapas das imagens processadas permitiram detectar e separar em diferentes classes a cobertura vegetal no município de Toledo - PR.

O município em questão apresentou crescimento expressivo de áreas agrícolas, decréscimo da vegetação ciliar e minimização das parcelas de áreas de vegetação densa, consideradas áreas de preservação permanente, as quais mantiveram no decorrer dos anos.

Com base nos dados de uso e ocupação do solo no município de Toledo em comparação ao Estado do Paraná, percebe-se que o último detém uma preponderância de uso do seu solo sob lavouras temporárias em um coeficiente de 35%, já em Toledo, esse índice é de impressionantes 70%.

A técnica do sensoriamento remoto (e sua integração com SIG) como ferramenta de análise ambiental com enfoque na cobertura vegetal mostrou-se eficiente nos resultados apresentados, gerando importantes informações para o planejamento e gestão ambiental.

### Referências

BINDER, J. S.; PERES, L. F.; SANTOS, R. L. A utilização da base de dados GIMSS de NDVI no âmbito da DSA. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, 2009. **Anais...** Natal. 8p. Disponível em: <<http://mar.te.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr%4080/2008/11.17.19.13/doc/2579-2586.pdf>>. Acesso em: 09 jun 2016.

BORILLI S. P.; BORDIGNON, J. C.; LANGE, E. C.; DALLABONA, C. Matriz produtiva do setor agropecuário do município de Toledo - PR. In: Congresso Sociedade Brasileira de Economia Administração e Sociologia Rural. **Anais...** 2009. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/13/437.pdf>>. Acesso em 15 jun 2016.

BRAZ, A. M.; ÁGUAS, T. A.; GARCIA, P. H. M.; Análise de índices de vegetação NDVI e SAVI e índice de área foliar (IAF) para a comparação da cobertura vegetal na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho, município de Selvíria – MS. **Revista Percursos – NEMO**, Maringá, v.7, n.2, p. 05-22, 2015.

FARIAS, F. Soja Brasil. **Canal Rural**, 2015. Disponível em: <<http://www.projetosojabrasil.com.br/maior-pib-agro-do-parana-toledo-recebeu-forum-soja-brasil/>>. Acesso em 09 jun 2016.

GAZETA T. Chuvas atrasam colheita de soja e plantio de milho safrinha. **Revista Online Gazeta de Toledo**, 2016. Disponível em: <[http://www.gazetatoledo.com.br/NOTICIA/22387/CHUVAS\\_ATRASAM\\_COLHEITA\\_DE\\_SOJA\\_E\\_PLANTIO\\_DE\\_MILHO\\_SAFRINHA#.V2KymVUwjcs](http://www.gazetatoledo.com.br/NOTICIA/22387/CHUVAS_ATRASAM_COLHEITA_DE_SOJA_E_PLANTIO_DE_MILHO_SAFRINHA#.V2KymVUwjcs)>. Acesso em: 16 jun 2016.

GURGEL, H. C.; FERREIRA, N. J.; LUIZ, A. J. B. Análise da variabilidade espacial e temporal do NDVI sobre o Brasil. In: Foz do Iguaçu, INPE, p. 1617-1624, 2001. **Anais...** Disponível em: <<http://mar.te.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/lise/2001/09.24.09.18/doc/1617.1624.062.pdf>>. Acesso em 09 jun 2016.

JACINTHO, L. R. C.; Geoprocessamento e sensoriamento remoto como ferramentas na gestão ambiental de unidades de conservação: o caso da área de proteção ambiental (PA) do Capivari-monos, São Paulo – SP. **Dissertação**, 2013. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44133/tde-14082003.../pt-br.php>>. Acesso em 09 jun 2016.

LIMA, C. E. S.; GOMES, D. D. M.; LIMA, D. R. M.; DEUS, R. A. S. G.; COSTA, S. O. S. Análise multitemporal da cobertura vegetal do município de Garanhuns – PE, através dos dados de NDVI. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, João Pessoa – PB, 2015. **Anais...** Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0036.pdf>>. Acesso em: 09 jun 2016.

MORAES, M. F., ALVARENGA, A. S. Utilização de imagens landsat 8 para caracterização da cobertura vegetal. **Revista Online DroneGócios**, 2014. Disponível em: <<http://mundogeo.com/blog/2014/06/10/processamento-digital-de-imagens-landsat-8-para-obtencao-dos-indices-de-vegetacao-ndvi-e-savi-visando-a-caracterizacao-da-cobertura-vegetal-no-municipio-de-nova-lima-mg/>>. Acesso em: 09 jun 2016.

PREFEITURA MUNICIPAL DE TOLEDO – PR. Plano de educação municipal. **Lei n<sup>o</sup>1.885, 21 de dezembro de 2004.** 2009. Disponível em: <<https://www.toledo.pr.gov.br/sites/default/files/MUNIC%C3%8DPIO%20DE%20TOLEDO%20-%20PME.pdf>>. Acesso em: 09 jun 2016.

RESOLEN, V.; RESENDE, T. M.; BORGES, E. N.; FRARE, C. T.; MACHADO, H. A.; Impactos da substituição da vegetação original do cerrado brasileiro em sistemas agrícolas. **Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía**, UNAM, n. 79, 2012, p. 39-47. Disponível em: <[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-46112012000300004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112012000300004)>. Acesso em: 06 jun 2016.

SANTIAGO, M. M.; SILVA, H. A.; GALVINCIO, J. D.; OLIVEIRA, T. H.; Análise da cobertura vegetal através dos índices de vegetação (NDVI, SAVI E IAF) no entorno da barragem do Botafogo – PE. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, 2009, p. 3003-3009. **Anais.** Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.18.02.18/doc/3003-3009.pdf>>. Acesso em: 09 jun 2016.

SANTOS, J. (2013). Landsat-8: novas combinações de bandas e informações técnicas. **Processamento Digital – Canal de Conteúdo GEO.** 2013. Disponível em: <<http://www.processamentodigital.com.br/2013/06/02/landsat-8-novas-combinacoes-de-bandas/>>. Acesso em: 09 jun 2016.

SIMIONI, J. P.D.; SAMPAIO, F. M. A. S.; A utilização de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto na caracterização de lavouras arrozeiras, no município de Mata – RS. In: Seminário de Gestão Ambiental na Agropecuária. **Anais...** 2012. Disponível em: <<http://www.proamb.com.br/downloads/1rh7kg.pdf>>. Acesso em: 09 jun 2016.