

MÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA APLICADOS NO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE MÉDICE – RO

Adeisany Stephany Ramos Machado dos Santos¹

Thiago Luiz Mauro²

Lindomar Alves de Souza³

Ritielly Laiany Carvalho Senigalia⁴

Dione Aparecido Castro⁴

Erbert Silva dos Santos⁵

RESUMO - O processo de ocupação de Rondônia registrou algumas particularidades, no início, o desmatamento era visto como benéfico, sendo inclusive pré-requisito para a posse e posterior legalização da terra. Atualmente, a região apresenta elevadas taxas de desmatamento e diversas técnicas de prevenção e combate a degradação ambiental vem sendo buscadas e empregadas, como as geotecnologias, que englobam técnicas e instrumentos para coleta, processamento, análise, armazenamento e manuseio de informações geográficas. Diante disso, se objetivou com este trabalho comparar diferentes métodos de classificação de imagens de satélite, a fim de identificar o método que melhor expressa a realidade de uso e ocupação do solo no município de Presidente Médici, Estado de Rondônia. Para isso foi realizado a classificação supervisionada por pixel a pixel, através dos algoritmos de Máxima Verossimilhança e Distância Mínima Euclidiana. As imagens passaram por etapas de processamento, classificação e avaliação dos algoritmos aplicados de acordo com o índice kappa. O método de classificação Máxima Verossimilhança representou maiores taxas de antropização e água em relação ao método de Distância Mínima Euclidiana, no entanto, a taxa de vegetação foi maior no segundo método. O índice Kappa para o método de Máxima Verossimilhança foi de 0,9674 e para o Distância Mínima Euclidiana foi de 0,9499, sendo classificados como excelentes. Ambos os métodos de classificação são aptos para avaliações de uso e ocupação do solo, sendo de grande valia para análises do desmatamento que avança na Amazônia Legal.

Palavras-chave: classificação de imagens, máxima verossimilhança, distancia euclidiana, índice kappa

METHODS OF SUPERVISED CLASSIFICATION APPLIED TO THE USE AND OCCUPANCY OF THE SOIL IN THE MUNICIPALITY OF PRESIDENT MÉDICE – RO

ABSTRACT – The occupation process of Rondônia registered some peculiarities, in the beginning, the deforestation was seen as beneficial, being also prerequisite for the possession and later legalization of the land. Currently, the region has high rates of deforestation and several techniques for preventing and combating environmental degradation are being sought and used, such as geotechnologies, which encompass techniques and instruments for the collection, processing, analysis, storage and handling of geographic information. The objective of this work was to compare different methods of satellite image classification in order to identify the method that best expresses the reality of land use and occupation in the municipality of Presidente Médici, State of Rondônia. For this, the supervised classification was performed by pixel to pixel, through the algorithms of Maximum Likelihood and Euclidean Minimum Distance. The images went through stages of processing, classification and evaluation of the algorithms applied according to the kappa index. The maximum likelihood classification method represented higher rates of anthropization and water in relation to the Euclidean Minimum Distance method, however, the vegetation rate was higher in the second method. The Kappa index for the Maximum Likelihood method was 0.9674 and the Minimum Euclidian Distance was 0.9499, being classified as excellent. Both methods of classification are apt for assessments of land use and occupation, being of great value for analyzes of the deforestation that advances in the Legal Amazon.

Keywords: Image Classification, Maximum Likelihood, Euclidean Distance, Kappa Index

¹ Engenheira Agrônoma pela Universidade de Cuiabá Campus Cuiabá – deborahamorim7@hotmail.com

² Doutorando em Agricultura Tropical Ambientais pela Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Cuiabá. diocastro.agro@gmail.com

³ Mestranda em Ciências Florestais e Ambientais pela Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Cuiabá. adeissany@gmail.com

⁴ Doutoranda em Agricultura Tropical Ambientais pela Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Cuiabá. ritiellycarvalho@gmail.com

⁵ Engenheira Agrônoma pela Universidade de Cuiabá Campus Cuiabá. merita.albertini@gmail.com

INTRODUÇÃO

A Amazônia Legal é uma região que envolve nove estados brasileiros e sua área de abrangência corresponde à totalidade dos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato grosso, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins, e parte do estado de Maranhão (COUTINHO et al., 2013). O estado de Rondônia localiza-se na Amazônia Ocidental apresenta características tanto do cerrado (sul do estado), quanto de floresta amazônica (centro e norte do estado). Rondônia registrou algumas particularidades em seu processo de ocupação, no início, o processo de desmatamento era visto como benéfico, sendo inclusive pré-requisito para a posse e posterior legalização da terra (SANTOS, 2001). Dessa maneira, hoje o Estado possui 35,9% da cobertura vegetal alterada pelo desmatamento (INPE, 2019).

Diversas técnicas de prevenção e combate a degradação ambiental vem sendo buscadas. As geotecnologias, que englobam várias técnicas e instrumentos para coleta, processamento, análise, armazenamento e manuseio de informações geográficas, vêm sendo empregadas com sucesso no monitoramento ambiental, através da modelagem espacial (LEAL et al., 2013).

As imagens de satélites, por conterem informações radiométricas, temporais, espaciais distintas e de custo acessível, têm demonstrado ser uma ferramenta operacional para um controle necessário do processo de degradação ambiental (SANTOS et al. 2001). Segundo Silva e Dourado (2016), a aquisição de imagens por meio do satélite LANDSAT 5 TM apresenta vantagens como fácil acesso, devido as imagens ser gratuitas, e maior conhecimento entre a comunidade científica em estudos relacionados de geotecnologia na Amazônia. Além disso, ao comparar as imagens desse satélite com ALOS AVNIR-2, os autores encontraram resultados de área calculada semelhantes.

A classificação de imagens em sensoriamento remoto é a identificação de feições na imagem, isto é, a tradução dos diversos padrões de energia eletromagnética refletida em classes de cobertura terrestre. A classificação supervisionada é o procedimento utilizado com maior frequência para análise quantitativa de dados de imagens de sensoriamento remoto. Neste processo são utilizados algoritmos para nomear os pixels em uma imagem de forma a representar tipos específicos de cobertura terrestre (LILLESAND e KIEFER, 1994).

Com o intuito de aprimorar as técnicas de classificação, são empregadas regras para discriminar alvos em imagens de média resolução espectral, visando obter, de forma aprimorada, informações confiáveis dos recursos naturais. O objetivo deste trabalho foi comparar diferentes métodos de classificação de imagens de satélite, a fim de identificar o método que melhor expressa à realidade de uso e ocupação do solo no município de Presidente Médici, Estado de Rondônia.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A área de estudo está localizada na região Centro-Sul do estado de Rondônia, município de Presidente Médici, situada entre a latitude 11° 10' 8,61" S e longitude 61° 54' 6,86" O, com área de 175.800,0 ha e com altitude de 211 m. Segundo a classificação de Koppen, o clima é do tipo Am - Clima Tropical Chuvoso com temperatura média de 26 °C, precipitação anual

média de 2.250 mm, umidade relativa do ar oscilando em torno de 85% no período chuvoso, entre outubro e maio (ALVARES et al., 2013). A tipologia florestal que predomina na região estudada compreende a Floresta Ombrófila Aberta Submontana, sendo uma tipologia de transição entre a Floresta Amazônica e Cerrado (IBGE, 2012).

Processamento de imagens

Foi utilizada imagem do satélite LANDSAT-5 TM, correspondente a órbita 231, ponto 68, obtida gratuitamente na página de catálogo de imagens Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (INPE) (INPEDGI, 2008), referente à data de passagem do dia 25 de junho de 2010. Para o processamento das imagens foi utilizado o Sistema de Informação Geográfica (SIG) através do software Spring (Sistema para Processamento de Informações Georreferenciadas), o programa foi obtido gratuitamente através do portal do INPE.

As imagens foram analisadas e comparadas quanto às classificações: Supervisionada por pixel a pixel, através dos algoritmos de Máxima Verossimilhança e Distância Mínima Euclidiana. A metodologia para o processamento das imagens foi baseada na descrição do livro Spring 5.1.2 aplicações práticas (SANTOS et al., 2010).

As análises realizadas foram: processamento, classificação de imagens e avaliação dos algoritmos aplicados. Na fase de processamento, as imagens foram preparadas para a realização da classificação, para que a qualidade dos dados fosse melhorada, com o emprego de algumas técnicas, como: realce da imagem; redução da dimensionalidade e registro. Para correção dos erros contidos na imagem devido à movimentação do satélite e curvatura da Terra (projeção e sistema de referência) foi executado o registro.

Neste processo, fez-se o registro utilizando coordenadas geográficas dos pontos de controle, utilizando uma imagem previamente registrada, onde pontos devidamente identificados (georreferenciados) foram associados aos pixels da imagem de interesse. Para a execução das classificações, as bandas selecionadas foram TM3, TM4 e TM5, pois, correspondem às regiões do espectro eletromagnético que melhor representam alvos.

Classificação

O primeiro método de classificação utilizado foi o de Máxima Verossimilhança (Maximum Likelihood Classification) que considera a ponderação das distâncias das médias utilizando parâmetros estatísticos (CRÓSTA, 1992). O segundo método de classificação aplicado foi o de Distância Mínima Euclidiana onde é atribuído a cada pixel desconhecido a classe cuja média é mais próxima a ele, ou seja, calcula-se a distância espectral de cada pixel até a média de cada classe em cada banda, este método é baseado no teorema de Pitágoras.

Para ambos métodos foi discriminado três classes de uso e ocupação do solo na imagem: Vegetação, antropização e água. Em seguida, foram digitalizados polígonos em torno dessas áreas, atribuindo um identificador para cada tipo de cobertura. Após definidas as áreas de treinamento, os pixels nelas contidos foram analisados e assinaturas espectrais foram criadas para cada objeto.

Finalmente, executou-se o classificador, onde todos os pixels foram atribuídos com igual probabilidade para cada classe de uso. Com intuito de avaliar o desempenho dos métodos de classificação, foi mensurado o Índice de Kappa através da relação proposta por Moreira, (2001):

$$K = \frac{N \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r (X_{i+} * X_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (X_{i+} * X_{+i})}$$

onde: K: índice de exatidão Kappa; r: numero de linhas da matriz; X_{ii} : número de observações na linha i e coluna j; X_{i+} e X_{+i} : totais marginais da linha i e coluna j, respectivamente; N: número totais de observações.

Por meio do índice de Kappa foi possível classificar o nível de precisão dos métodos utilizados, conforme a Tabela 1.

TABELA 1. Intervalo de aceitação dos resultados do Índice de Kappa (LANDIS e KOCH, 1977).

ÍNDICE DE KAPPA (K)	CARACTERÍSTICAS
$K \leq 0,2$	Ruim
$0,2 < K \leq 0,4$	Razoável
$0,4 < K \leq 0,6$	Bom
$0,6 < K \leq 0,8$	Muito Bom
$K \geq 0,8$	Excelente

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os mapas temáticos representam o uso e a ocupação do solo no ano de 2010 no município de Presidente Médici, estado de Rondônia. Foram geradas três classes, a área em vermelho expressa a antropização, em verde a vegetação e em azul a água. O levantamento de uso de ocupação do pelo método máxima verossimilhança é representado na Figura 1 e o de distância euclidiana na Figura 2.

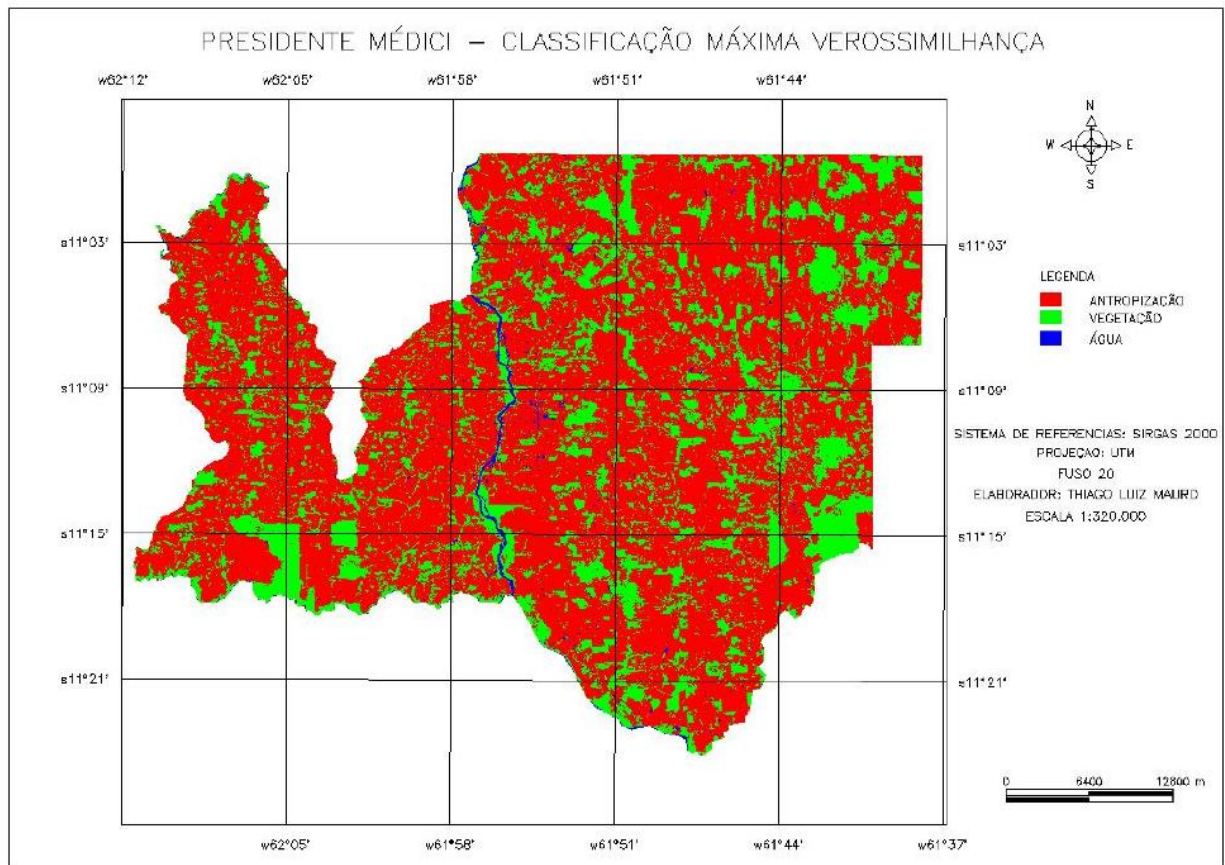


FIGURA 2. Método de Classificação Máxima Verossimilhança da passagem do satélite LANDSAT-5 TM em 25 de Junho de 2010, no município de Presidente Médici, estado de Rondônia.

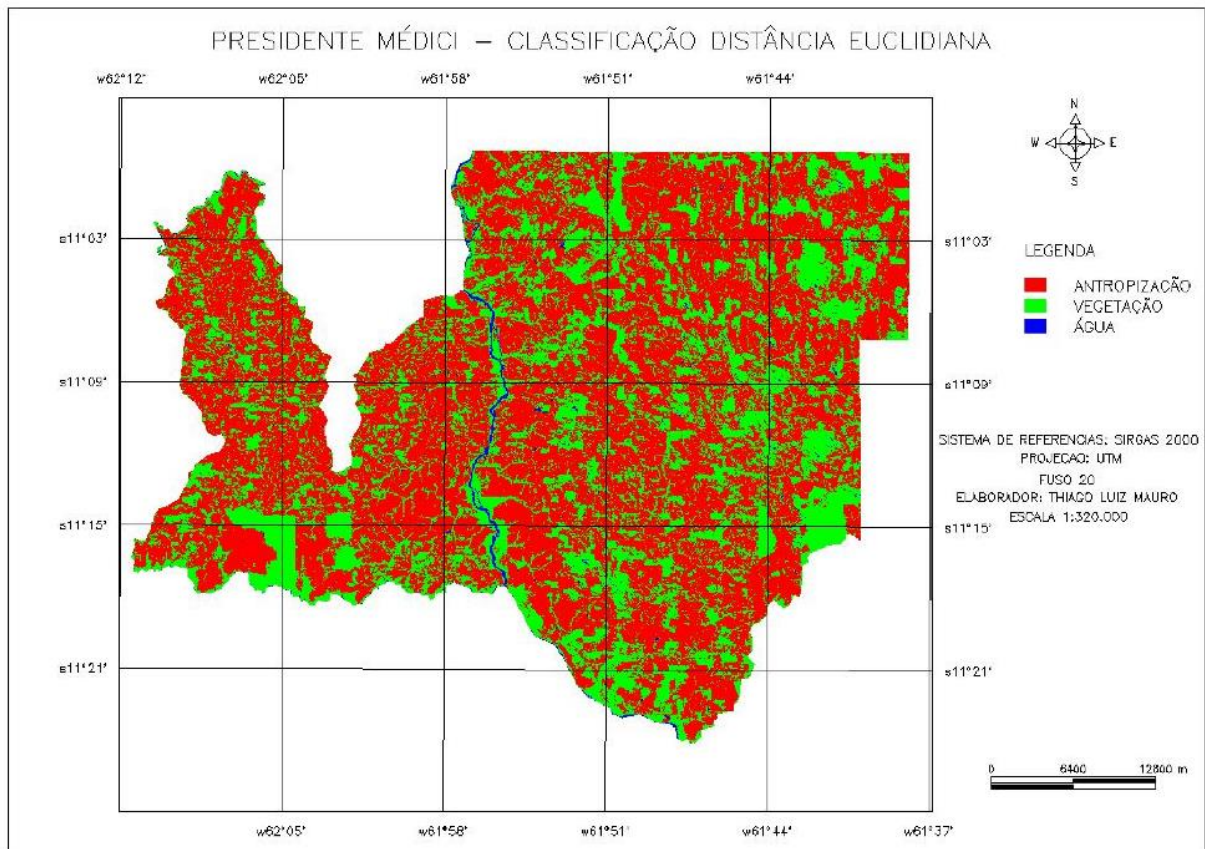


FIGURA 3. Método de Classificação da Distância Euclidiana da passagem do satélite LANDSAT-5 TM em 25 de junho de 2010, no município de Presidente Médici, estado de Rondônia.

A partir dessas classes avaliadas foram obtidas as porcentagens de cobertura por cada método estudado (Figura 3). O método de classificação Máxima Verossimilhança representou maiores taxas de antropização e água em relação ao método da Distância Euclidiana, no entanto, a taxa de vegetação foi maior no segundo método.

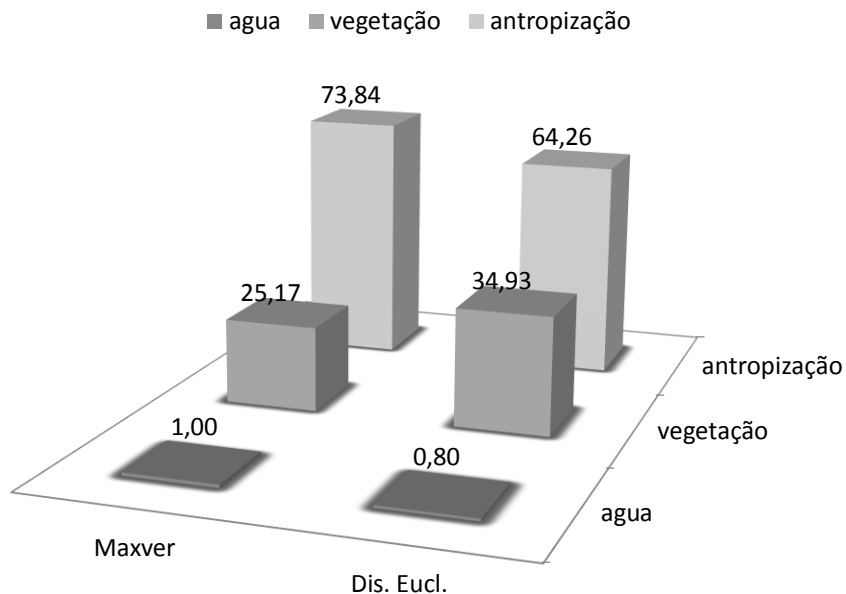


FIGURA 4. Porcentagem das classes para os métodos de classificação Máxima Verossimilhança (Maxver) e Distância Euclidiana (Dis. Eucl) da passagem do satélite LANDSAT-5 TM em 25 de junho de 2010, no município de Presidente Médici, estado de Rondônia.

A classe de vegetação apresentou valores baixos em relação à classe antropização, demonstrando que o município de Presidente Médici possui cerca de três-quartos de sua área desmatada. No entanto, é válido ressaltar que podem ocorrer variações nas classes de acordo com o mês avaliado. Neste trabalho, o período se caracteriza por baixa precipitação, logo nas análises em meses de alta precipitação poderão ser encontrados valores diferentes, principalmente para a classe denominada água. De acordo com o INPE em 2010 o município de Presidente Médici teve 90,5% da sua área total desmatada, em 2017 esse valor aumentou para 90,7% (INPE, 2019). Se o desmatamento na região Amazônica continuar nessa proporção, estudos mostram que, no ano de 2050, cerca de 40% da Amazônia legal estará desflorestada dando lugar às atividades agropecuárias, com déficit gigante na sua biodiversidade (SOARES-FILHO, 2006). Mudanças na cobertura florestal, como as observadas ao longo da Amazônia Brasileira, podem acarretar uma série de consequências na biodiversidade, na emissão de gases causadores do efeito estufa (GEE) e no clima (MAEDA et al., 2008).

O índice Kappa para o método de Máxima Verossimilhança foi de 0,9674 e para a Distância Euclidiana foi de 0,9499. Os métodos de classificação apresentaram uma pequena diferença em seus valores, mas foram classificados de acordo com o intervalo de aceitação do índice como excelentes. Resultados semelhantes ao deste estudo foram encontrados por outros autores como Disperati et al. (2003) que estudaram a dinâmica florestal e obtiveram o desempenho de excelente para o método de classificação Máxima Verossimilhança.

Barbosa et al. (2011) em trabalho de comparação de área de plantação de citros no município de Bariri, SP obteve valor de 0,8818, também classificado como excelente. Acrescenta-se que, Grondona (2009) aplicando métodos de classificação de imagens na região do Pantanal, obteve precisão de 0,92 para Máxima Verossimilhança e de 0,85 para Mínima Distância Euclidiana, e, comparando os métodos, o autor concluiu que o primeiro se destacou por apresentar classificação acurada e agrupamento das classes. Já Nery et al. (2013) na região

de Monte Carlos no estado de Minas Gerais, obteve classificação de muito bom (0,61) para o método de Distância Euclidiana.

CONCLUSÃO

Os métodos de classificação Máxima Verossimilhança e Distância Euclidiana são aptos para avaliações de uso e ocupação do solo, sendo de grande valia para análises do acelerado uso e as ocupações sem planejamento na Amazônia Legal, pois são recursos de fácil obtenção e sem custo, facilitando assim estudos científicos e planejamentos governamentais a fim de se elaborar medidas de controle, com objetivo de frear o desmatamento na região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift. 22: 711-728, 2013.
- BARBOSA, A. P.; CAMPOS, S.; ZIMBACK, C. R. L.; e XAVIER, Z. B. Comparação de Métodos de Classificação De Imagens Na Identificação De Áreas Cultivadas Com Citros. **Revista energia na agricultura**, Botucatu, vol. 26, n.3, p.14-25, 2011.
- COUTINHO, A. C.; ALMEIDA, C.; VENTURIERI, A.; ESQUERDO, J. C. D. M.; SILVA, M. **Uso e cobertura da terra nas áreas desflorestadas da Amazônia Legal: TerraClass 2008**. Brasília, DF: Embrapa; Belém: INPE, 108 p., 2013.
- CROSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas: IG/UNICAMP. 1992. 170p.
- DISPERATI, A. A.; OLIVEIRA FILHO, P. C.; BOBROWSKI, R., DLUGOSZ, F. L. Análise Temporal Da Cobertura Florestal Do Município De Irati-PR, Utilizando Imagens Satelitárias Landsat. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 5, n. 1, p. 115-123, 2003.
- GRONDONA, A. E. B. Avaliação da acurácia dos classificadores de máxima verossimilhança, mínima distância euclidiana e isodata na classificação de imagens da região do Pantanal. **Anais... 2º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal**, Corumbá, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.433-442, 2009.
- INSTITUTO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais/IBGE, 271 p., 2012.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAS (INPE). **Desflorestamento nos Municípios da Amazônia Legal para o ano de 2017**. 2019. Disponível em:<<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php>>. Acesso em 28 de março de 2019.
- LANDIS, J.; KOCH, G. The measurement of observer agreement for categorical data, Washington, USA. **Biometrics**, v.33, n.1, p.159-174, 1977.
- LEAL, J. V.; TODT, V.; THUM, A. B. O uso de SIG para monitoramento de áreas degradadas - estudo de caso: APP do Arroio Ail, Triunfo-RS. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 65/5, 967-983p., 2013.
- LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W. **Remote sensing and image interpretation**. New York: John Wiley e Sons Inc., 1994, 708p.
- MAEDA, E. E.; FORMAGGIO, A. R.; SHIMABUKURO, Y. E. Análise histórica das transformações da floresta amazônica em áreas agrícolas na bacia do rio sua-miçu. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 20 (1): 5-24, 2008.
- MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicações**. São Jose dos Campos: INPE; 2001.
- NERY, C. V. M.; FERNANDES, F. H. S.; MOREIRA, A. A.; BRAGA, F. Avaliação das Técnicas de Classificação MAXVER, MAXVER – ICM e Distância Mínima Euclidiana de

Acordo com Índice Kappa. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 06, n. 02, 320-328p., 2013.

SANTOS, A. R.; PELUZIO, T. M. O.; SAITO, N. S. **SPRING 5.1.2**: passo a passo: aplicações práticas. Alegre, ES: CAUFES, 2010.

SANTOS, C. A. **Fronteira do Guaporé**. Porto Velho/RO: EDUFRO. 2001

SANTOS; J. R.; KRUG, T.; ARAUJO, L. S.; MEIRA FILHO, G.; ALMEIDA, C. A. Dados multitemporais TM/Landsat aplicados ao estudo da dinâmica de exploração madeireira na Amazônia. **Anais... X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, 1751-1755p., 2001.

SILVA, O.; DOURADO, F. Comparação dos resultados da classificação supervisionada da cobertura do solo por máxima verossimilhança de imagens LANDSAT-5 TM e ALOS AVNIR-2. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, n. 29, p. 220-233, 2016.

SOARES-FILHO, B. S.; NEPSTAD, D.C.; CURRAN, L.M.; CERQUEIRA, G.C.; GARCIA, R.A.; RAMOS, C.A.; VOLL, E.; MCDONALD, A.; LEFEBVRE, P.; SCHLESINGER, P. Modelling Conservation in the Amazon Basin. **Nature**. London, v. 440, n.23, p.520-523, 200.