

Confins

Revue franco-brésilienne de géographie / Revista franco-brasilera de geografia

35 | 2018 :
Número 35

NDVI aplicado na detecção de degradação de pastagens cultivadas

NDVI applied in detection of degradation of cultivated pastures

NDVI appliqué à la télédétection de la dégradation des pâturages cultivés

ELAINE LIMA FONSECA, MARÍLIA LOCATELLI ET ELIOMAR PEREIRA
SILVA FILHO

Résumés

Português Français English

Degradação de pastagem é um processo segundo qual ocorre perda da produtividade, do valor nutricional e da capacidade de recuperação natural. As técnicas de geoprocessamento permitem identificar diferentes níveis de degradação por meio de dados consistentes e medições repetidas. Objetivou-se com a presente pesquisa utilizar Índices de Vegetação (NDVI) para detecção de processos de degradação de pastagens cultivadas no município de Colorado do Oeste – RO. Para o estudo, utilizaram-se imagens do satélite OLI/Landsat 8 cenas 230/69 e 229/69 para o ano de 2015, com posterior verificação a campo das condições das pastagens. Os índices indicaram que 66,69% do município apresentam pastagens com algum grau de degradação. Desse percentual, 35,19% classificada com moderadamente (Pastagem 3), 24,88% fortemente (Pastagem 2) e 6,62%, extremamente degradadas (Pastagem 1), e apenas 33,30% das pastagens da área de estudo estão em condições adequadas de produção. A metodologia utilizada mostrou-se satisfatória para diferenciação de níveis de degradação das pastagens.

La dégradation des pâturages est un processus qui cause la perte de productivité, de la valeur nutritive et de la capacité de récupération naturelle. Les techniques de géotraitement permettent d'identifier différents niveaux de dégradation grâce à des données cohérentes et à des mesures répétées. L'objectif de cette recherche était d'utiliser les indices de végétation (NDVI) pour détecter les processus de dégradation des pâturages cultivés dans la commune de Colorado do Oeste - RO. Pour l'étude, des images satellites OLI / Landsat 8 scènes 230/69 et 229/69 ont été utilisées pour l'année 2015, avec une vérification sur le terrain des conditions de pâturage. Les indices indiquaient que 66,69% de la commune présentait des pâturages avec un certain degré de dégradation. De ce pourcentage, 35,19% classé comme modérément (Grassland 3), fortement 24,88% (Grassland 2) et 6,62%, extrêmement dégradé (Grassland 1),

et seulement 33,30% de la zone d'étude ont des pâturages dans des conditions de production appropriées. La méthodologie utilisée était satisfaisante pour différencier les niveaux de dégradation des pâturages.

Grassland degradation is a process according to which occurs loss of productivity, nutritional value and natural recovery capacity. The geoprocessing techniques to identify different levels of degradation through consistent data and repeated measurements. The objective of this research was to use Vegetation Indexes (NDVI) to detect degradation processes of pastures grown in the municipality of Colorado do Oeste – RO. For the study, were used OLI / Landsat satellite images 8 scenes 230/69 and 229/69 for the year 2015, with subsequent verification of a field of pasture conditions. The indexes indicated that 66.69% of the municipality present pastures with some degree of degradation. Of this percentage, 35.19% were classified with moderately (Grassland 3), 24.88% strongly (Grassland 2) and 6.62%, extremely degraded (Grassland 1), and only 33.30% of the pastures in the study area are in adequate production conditions. The methodology used was satisfactory for differentiation of pasture degradation levels.

Entrées d'index

Index de mots-clés : géotraitement, niveaux, indices de végétation, télédétection

Index by keywords : geoprocessing, levels, vegetation indexes, remote sensing.

Index géographique : Colorado do Oeste

Índice de palavras-chaves : geoprocessamento, níveis, índices de vegetação, sensoriamento remoto.

Texte intégral



Afficher l'image

Crédits : <https://www.redetvoro.com.br>

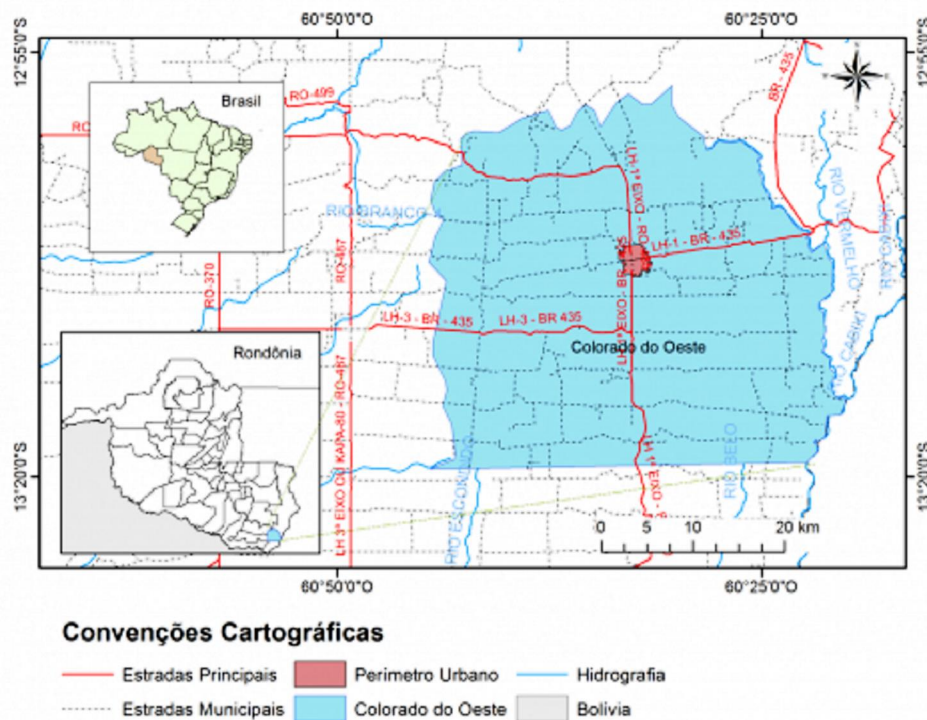
- 1 Colorado do Oeste tem como principal atividade rural a pecuária em sistema extensivo, que gera vários empregos diretos e indiretos e participa de forma significativa no seu PIB. Possui rebanho bovino total de 250.682 cabeças (IBGE, 2014) e a média de produção leiteira é de 55.211 litros por dia, ocupando o 18º lugar no ranking do estado (IDARON, 2013). No entanto, as questões inerentes à degradação de pastagens têm sido um dos desafios à pecuária da região, devido ao processo evolutivo de perda de vigor e produtividade da forrageira, que modifica o desempenho animal, acarretando queda da produção de leite e de carne bovina.
- 2 Para o estado Rondônia, onde o município esta inserido, estima-se que dos cinco milhões de hectares ocupados com pastagens cultivadas, pelo menos 40% apresentam pastagens em diferentes estágios de degradação (COSTA et al., 2004, p.6). Tendo suas principais causas de degradação relacionadas à superlotação das áreas, declínio da fertilidade do solo devido à ausência de adubação. Soma-se a isso o manejo da pastagem incorreto, como a combinação de espécie cespitosa, aliada a lotação contínua, além de piquetes excessivamente grandes (DIAS-FILHO, 2005).
- 3 Macedo e Zimmer (1993) definiram com propriedade o que vem a ser degradação de pastagem. Segundo os autores, é um processo gradativo da perda de vigor, da produtividade, do valor nutricional e da capacidade de recuperação natural da planta forrageira para sustentar os níveis de produção exigida pelos animais e de superar os efeitos nocivos de pragas, doenças e invasoras. Esse fato culmina com a degradação avançada dos recursos naturais, em razão de manejos inadequados. Rodrigues (1996) atribui, ainda, a falta de persistência dessas gramíneas à forma extrativista de sua exploração, bem como a problemas de adaptação e ao manejo inadequado.

- 4 De maneira geral, são várias as dificuldades para se implementarem políticas públicas que visem recuperar essas pastagens degradadas. Entre elas, destaca-se a falta de informações atualizadas e detalhadas sobre a distribuição espacial das pastagens degradadas (SANO et al., 2000). Essa carência pode ser suprida por meio de interpretação de mapas baseados em imagens obtidas por sensores remotos (NASCIMENTO et al., 2006).
- 5 As informações provenientes de sensores remotos vêm sendo utilizadas na modelagem de vários parâmetros biofísicos da vegetação desde a década de 1960, os quais podem ser medidos por meio dos índices de vegetação, que indicam a abundância relativa e a atividade da vegetação verde (JENSEN, 2009), sendo o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) o mais comumente empregado, em estudos desta natureza. Os dados de sensoriamento remoto podem contribuir para discriminação de pastagens com diferentes níveis de degradação por meio da análise do comportamento espectral dos alvos de interesse (GAO et al., 2006).
- 6 De acordo com Kennedy et al. (2007), as imagens de sensoriamento remoto fornecem dados consistentes e medições repetidas em escala apropriada para muitos processos que provocam mudanças. Além de contribuir com rapidez, eficiência e confiabilidade para melhor compreensão dos fatores que envolvem o uso e a modificação da vegetação pela ação antrópica.
- 7 Com base no exposto, objetivou-se com o trabalho detectar processos de degradação de pastagens cultivadas no município de Colorado do Oeste – RO, por meio da aplicação de técnicas do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), a fim de oferecer subsídios aos órgãos de extensão para o manejo da pastagem.

Metodologia

- 8 A área de estudo corresponde ao município de Colorado do Oeste – RO, situado à latitude de 13°07'03" S e longitude de 60°32'28" W, com altitude de 440 metros e relevo variando de ondulado a montanhoso (Figura 1). O clima é Aw - Tropical Chuvoso, segundo a classificação de Köppen, com insignificante amplitude térmica anual. Os solos predominantes são do tipo Argissolos Vermelho-Amarelos, Argissolos Vermelhos e Cambissolos eutróficos (SEDAM, 2010).

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.



9 Para execução das atividades de geotecnologias foram utilizadas: Base Cartográfica Digital do Brasil ao milionésimo disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Imagem do satélite OLI/Landsat 8 cenas 230/69 e 229/69, com resolução espacial de 30 m, obtida em outubro de 2015, período mais próximo a data de coleta de campo que não apresentou presença de nuvens que interferisse na qualidade da imagem, sendo disponibilizadas no catálogo de imagem do Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE), e os softwares de geoprocessamento Spring 5.2.1 e ArcGIS 10.2.2.

10 As atividades de pré-processamento da imagem, como registro e correção, e o processo de classificação do uso e ocupação do solo, foram desenvolvidas em ambiente Spring. Para finalização dos mapas foi utilizado o software ArcGIS 10.2.2.

11 Para análise das informações foram utilizados processos de classificação de imagens, antecedido do processo de segmentação de imagens. Este procedimento pode ser considerado um pré-classificador para a classificação automática (SANTOS et al., 2011). Para a segmentação da imagem foram utilizados níveis de similaridade 500 e área de pixel 50 pelo método de crescimento de regiões.

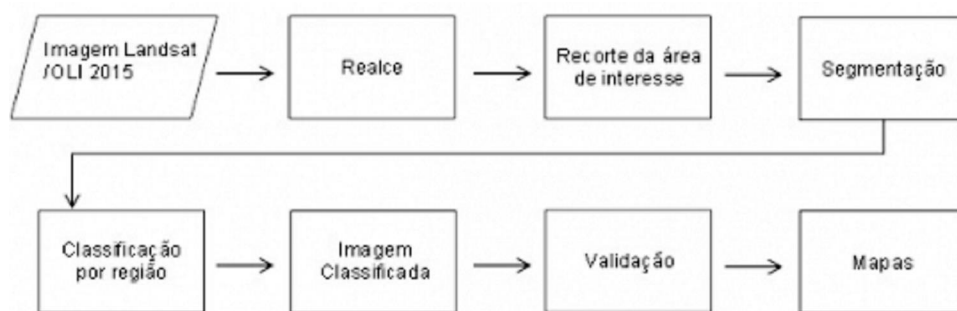
Quadro 1. Chave de interpretação sintetizada.

Classes	Descrição
Formação Florestal Arbórea	Caracterizada por florestas e fragmentos florestais arbóreos naturais ou regenerados após intervenção antrópica
Cerrado	Caracterizada pela presença de vegetação típica de cerrado e áreas em transição.
Área antropizada	Caracterizada por áreas destinadas a produção agrícola.
Pastagem	Caracterizada pela presença de vegetação rasteira destinada a produção animal.
Hidrografia	Caracterizado por rios, lagos e demais corpos d'água encontrados na imagem.

Fonte: Adaptado de Fonseca (2015).

- 12 A classificação empregada, nesta análise, apropriou-se da imagem segmentada e classificação supervisionada. Por classificador, utilizou-se o Bhattacharya a 99,9% de aceitação que requer treinamento, em que a medida da distância de Bhattacharya mede a separabilidade estatística entre um par de classes espectrais. Após classificação da imagem procedeu-se a poligonização das classes representativas da imagem conforme descrito no quadro 1.
- 13 Para validar o que foi constatado visualmente nas classificações, construiu-se a matriz de confusão, usando o índice de exatidão kappa, verificando, assim, o nível de confiança da classificação, calculado conforme a Equação 1, sendo X o elemento considerado.
- 14 As atividades desenvolvidas estão descritas no fluxograma a seguir (Figura 2).

Figura 2. Fluxograma das etapas metodológicas.



- 15 A partir do mapa de uso e ocupação, foi possível fazer o recorte da área de pastagem para delimitação das áreas que sofreram o processo de classificação da degradação da pastagem por meio do NDVI (Equação 2), proposta por Rouse et al. (1973). Este índice de vegetação possui a capacidade de minimizar efeitos topográficos ao produzir uma escala linear de medida que varia, teoricamente, de -1 a +1 (quanto mais próximo de 1, maior a densidade de cobertura vegetal), o 0 representa valor aproximado para ausência de vegetação (REGO et al., 2012).
- 16 Em que: IVP = infravermelho próximo correspondente a banda 5; V = vermelho correspondente a banda 4 do satélite Landsat sensor OLI.
- 17 O princípio físico do NDVI se baseia na assinatura espectral das plantas que absorvem fortemente radiação solar na região do V, utilizando-a como fonte de energia na fotossíntese. Em contrapartida, suas células refletem fortemente na região do IVP. As porções absorvidas no V e refletidas no IVP variam de acordo com as condições das plantas. Quanto mais verdes, nutridas, sadias forem às plantas, maior será a absorção do V e maior será a reflectância do IVP. Assim a diferença entre as reflectâncias das bandas do V e do IVP será tanto maior quanto mais verde for a vegetação.
- 18 Para validação das cinco classes de NDVI definidas automaticamente por meio do

Algoritmo de Jenks, foram realizados trabalho de campo, no mês de abril de 2016, que consistiu na visita de 05 propriedades rurais que apresentassem os níveis de degradação, conforme o indicado pelo índice de vegetação. Após a identificação das propriedades, procedeu-se a coleta da forragem para verificar a produção de matéria seca (MS), matéria verde (MV), composição florística, relação folha/colmo e altura de pastagem.

19 Cada amostragem de massa de forragem foi constituída da coleta de material em 10 pontos aleatórios de 0,5 m² com um retângulo de 1,0 m x 0,5 m. As amostras foram cortadas rente ao solo, e foram conduzidas ao laboratório para identificação e pesagem para obtenção da massa da matéria verde.

20 Cada amostra composta foi separada em forrageira e plantas daninhas, quantificadas e retiradas duas subamostras, uma para determinação da porcentagem de matéria seca (MS), levando o material à estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas, e a outra para a separação das lâminas foliares e hastes.

21 A determinação da massa por hectare foi obtida a partir dos dados das amostras compostas de massa verde (MV) transformados em kg.ha⁻¹ e o resultado multiplicado pelo percentual de MS, determinando, portanto, a massa seca da forragem.

22 Para a análise estatística dos dados de campo, utilizou-se delineamento experimental em blocos ao acaso, com cinco tratamentos e dez repetições. Os tratamentos foram constituídos pelas cinco propriedades rurais visitadas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando o teste F apresentou-se significativo, foi realizado o teste Scott-Knott para comparação das médias, ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e discussões

23 O sensoriamento remoto mostrou-se muito eficaz no levantamento do índice de degradação das pastagens, permitindo que grandes extensões de áreas pudessem ser analisadas em pouco tempo e em escala apropriada.

24 Embora não tenha alcançado o resultado ideal, o método do mapeamento obtido pelo classificador Distância de Bhattacharya com o limiar de aceitação de 99,9% apresentou resultado aceitável na identificação de alvos adjacentes a outros alvos cujo padrão de assinatura espectral apresenta ampla diferença, ou seja, regiões onde ocorre notavelmente distinção no número digital (ND), tais como rios e área com florestas ou solo exposto e corpos d'água, conforme o observado também por Fonseca et al. (2015).

25 O resultado de confiabilidade obtida pela classificação da imagem pode ser observado com a utilização do índice de acerto Kappa (matriz de confusão) para a classificação realizada, foi de 0,71, valor considerado muito bom (0,61 a 0,80) (RODRIGUES et al., 2007), indicando que a proporção de amostras corretamente classificadas alcançou resultado satisfatório (Quadro 2).

Quadro 2. Resultado da classificação pelo índice de acerto de Kappa.

Classes	Água	Agricultura	Cerrado	Pastagem	Urbano	Vegetação	Total
Água	4	0	0	4	0	2	10
Agricultura	0	1	0	1	0	0	2
Cerrado	0	0	2	1	0	1	4
Pastagem	1	0	2	62	0	0	65
Urbano	0	0	0	1	1	0	2

Vegetação	1	1	0	0	0	15	17
Total	6	2	4	69	1	18	100

Coeficiente Kappa 1 0,71

1 Coeficiente Kappa: 0,00 - péssima; 0,01 a 0,20 - ruim; 0,21 a 0,40 - razoável; 0,41 a 0,60 - boa; 0,61 a 0,80 - muito boa; 0,81 a 1,00 - excelente.

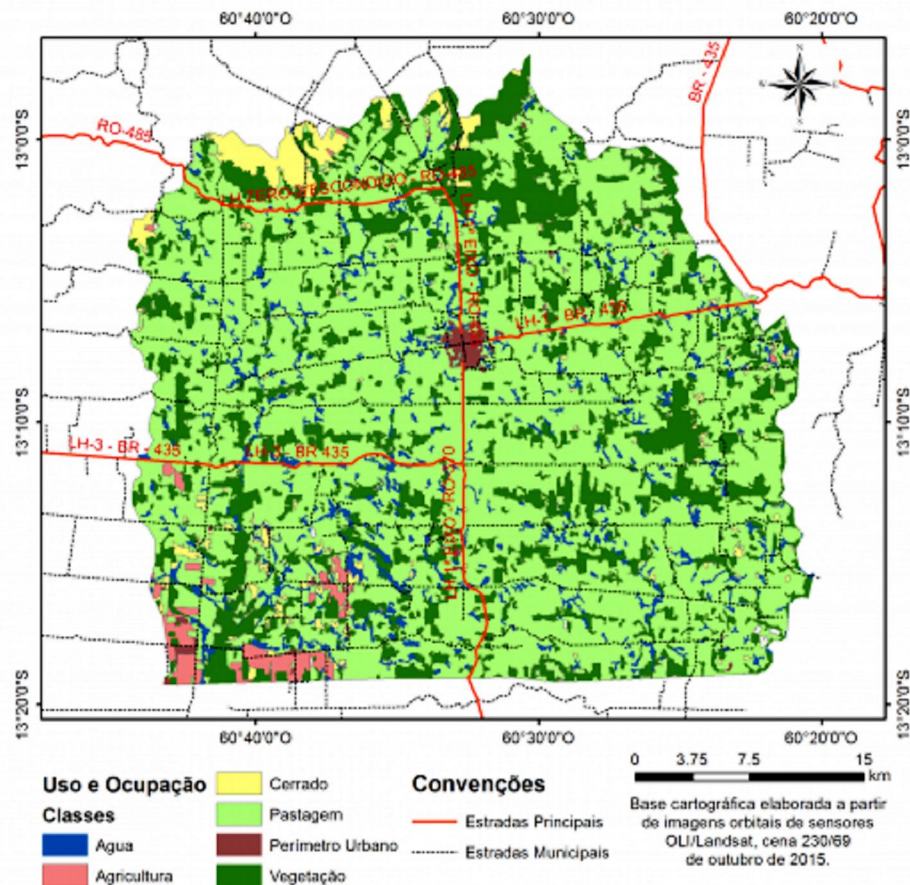
- 26 As classes que apresentaram maior erro na classificação foram agricultura e cerrado, com 50% dos seus pixels confundidos com vegetação e pastagem, respectivamente (Quadro 3). Por outro lado, verificou-se que perímetro urbano, pastagem e vegetação, respectivamente, com 100, 89,86 e 83,33% dos pixels corretamente classificados, foram às classes que apresentaram os melhores resultados, conforme o quadro 3. Segundo Nascimento *et al.* (2006), bons resultados na classificação podem ser atribuídos a características como textura, brilho e a resposta espectral dos alvos que distinguem cada uma das classes.

Quadro 3. Percentual de pixels corretamente classificados.

Classes	Água	Agricultura	Cerrado	Pastagem	Urbano	Vegetação	Total
Água	66,67	0	0	5,8	0	11,11	10
Agricultura	0	50	0	1,45	0	0	2
Cerrado	0	0	50	1,45	0	5,56	4
Pastagem	16,67	0	50	89,86	0	0	65
Urbano	0	0	0	1,45	100	0	2
Vegetação	16,67	50	0	0	0	83,33	17
Total	100	100	100	100	100	100	100

- 27 O índice Kappa, calculado inicialmente para todas as classes mapeadas, posteriormente foi calculado apenas para a classe pastagem que é o foco principal deste trabalho. O valor obtido para essa classe foi de 0,93, o que demonstra excelente classificação (0,81 a 1,00), mostrando confiabilidade para a posterior aplicação do NDVI na identificação de níveis de degradação em pastagens.
- 28 No mapa temático elaborado a partir da classificação supervisionada, podem ser observadas as seis classes diferenciadas e espacializadas de uso e classificação da terra, sendo elas: vegetação, cerrado, agricultura, água, perímetro urbano e pastagem (Figura 3).

Figura 3. Mapa de uso e ocupação do solo de Colorado do Oeste.



29 As áreas referentes à vegetação foram divididas em duas classes: uma ocupada por áreas de florestas e fragmentos florestais arbóreos naturais ou regenerados após intervenção antrópica, correspondendo a 295,69 km², o que equivale a 21,04% da área total (Quadro 4), com presença observada de forma bem distribuída em todo o território; e a outra ocupada por cerrado, localizado principalmente na parte extrema oeste do município (Figura 3) que, em termos quantitativos, corresponde a 2,98% da área de estudo, ou seja, aproximadamente a 41,92 km² (Quadro 4).

30 De acordo com as características estabelecidas por Veloso et al. (1991), as classes de vegetação observada no município de Colorado do Oeste enquadram-se como Floresta Ombrófila Semidecidual, vegetação de Cerrado e áreas com transição entre Cerrado e Floresta Semidecidual.

31 Apesar de não expressiva na área de estudo, também foram identificadas áreas com culturas anuais, representando apenas 1,51% da área total ou 21,25 km², concentrando-se sua maior parte na região sudoeste do município. A presença dessa classe está relacionada à época em que a imagem foi obtida, o que coincide com o período inicial ao plantio dessas culturas. A presença confirmada posteriormente com idas a campo, identificando-se o plantio de soja na parte inferior do mapa, e também o plantio de milho, porém em áreas menores e mais fragmentadas.

32 Do total de 1.405,29 km² avaliados, aproximadamente 69,46% correspondem às áreas de pastagens (Quadro 4), ocupando assim a maior parte do município, o que afirma a predominância da pecuária na sua atividade agrícola, que tem participação de 21,08% do PIB municipal (SIMONI, 2013), sendo uma das atividades mais importantes para a economia da cidade.

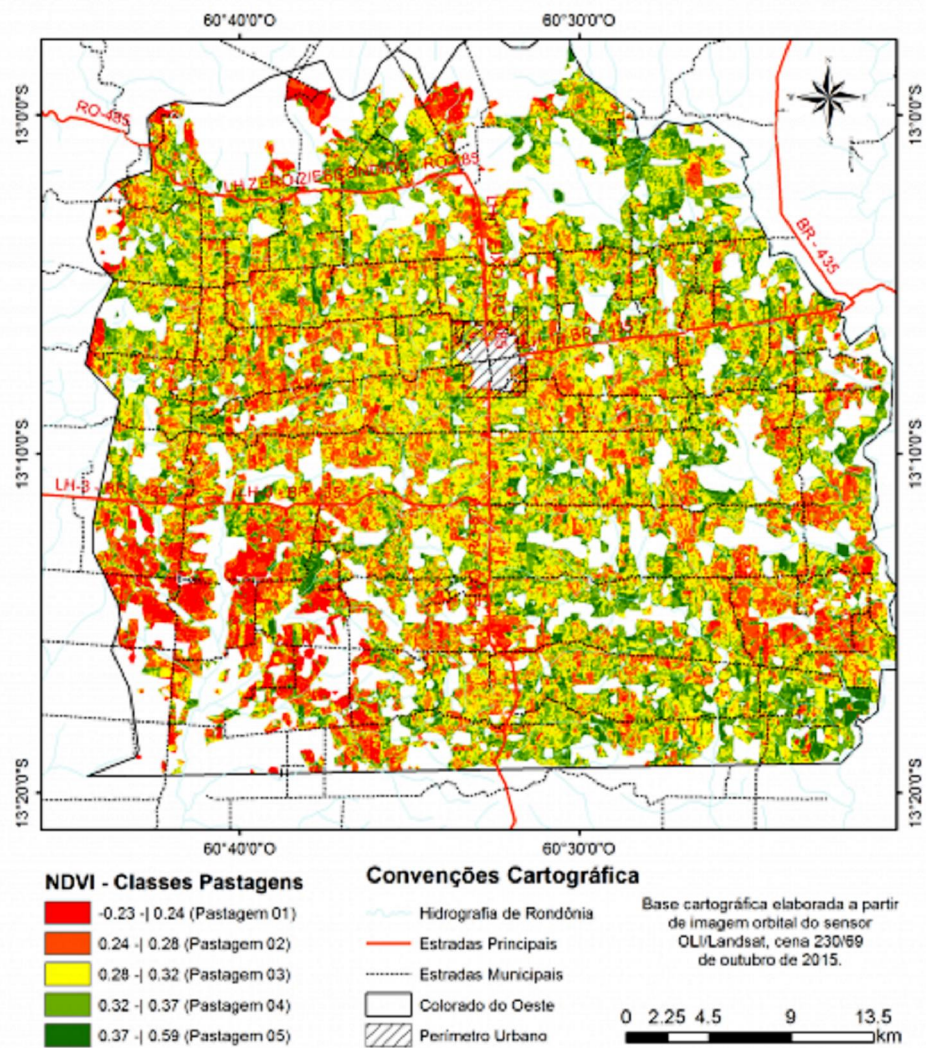
33 Na figura 4, apresenta-se a espacialização das pastagens por nível de degradação. Foram estabelecidas cinco classes indicativas de processos de degradação das pastagens plantadas, criadas pelo método de classificação de quebras naturais conhecido também como Algoritmo de Jenks, usado para gerar automaticamente intervalos (faixas) em série numérica, de maneira a minimizar a variância dentro de cada categoria criada.

34 A partir de então, as pastagens foram classificadas como: extremamente degradada (Pastagem 1), fortemente degradada (Pastagem 2) e moderadamente degradada (Pastagem 3), quando o NDVI estava no intervalo de -0,23 a 0,24; 0,24 a 0,28 e de 0,28 a 0,32, respectivamente. Já os valores de NDVI de 0,32 a 0,37 e 0,37 a 0,59 foram considerados para casos com áreas com pastagem levemente degradadas (Pastagem 4) e não degradadas (Pastagem 5).

Quadro 4 - Quantificação das classes de uso e ocupação do solo.

Classes	Km²	%
Vegetação	295,69	21,04
Agricultura	21,25	1,51
Cerrado	41,92	2,98
Água	60,02	4,27
Perímetro urbano	10,23	0,73
Pastagem	976,17	69,46
Total	1.405,29	100,00

Figura 4. Mapa de classificação dos níveis de degradação a partir do índice NDVI.



35 Segundo os dados obtidos com o NDVI, 66,69% dos 976,17 km² referentes às pastagens encontram-se com algum grau de degradação. Sendo 35,19%, 24,88% e 6,62% das pastagens estão moderadamente (Pastagem 3), fortemente (Pastagem 2) e extremamente degradadas (Pastagem 1), respectivamente, enquanto apenas 33,30% das pastagens das áreas estão em condições adequadas de uso (Quadro 5).

Quadro 5. Quantificação dos níveis diferenciados no município de Colorado do Oeste pelo NDVI.

Níveis	Km ²	%
Pastagem 1	64,62	6,62
Pastagem 2	242,77	24,88
Pastagem 3	343,42	35,19
Pastagem 4	219,64	22,51
Pastagem 5	105,43	10,80

Total 976,17 100,00

36 Demonstrando assim, que o processo de degradação é motivo de preocupação para os pecuaristas produtores de carne e leite na região, uma vez que, essas pastagens são a principal fonte de alimentação dos rebanhos e que medidas devem ser tomadas a fim de reverter esses processos de degradação de pastagens que limitam a produção pecuária e afetam a economia do município.

37 Na classe Pastagem 5, constatou-se uma confusão espectral, pois o sensor não conseguiu fazer a distinção entre pastagens consideradas não degradadas e áreas de várzea com presença de vegetação herbácea. Essa confusão pode ser atribuída à resolução espacial das imagens que é de 30 m.

38 Segundo Ponzoni et al. (2012), a resolução espacial é um parâmetro muito importante na caracterização espectral, uma vez que pixels maiores tendem a incluir em seu interior um maior número de objetos com naturezas espectrais diferentes. O aparecimento dessas áreas de várzea foi observado na classe Pastagem 5, provavelmente por ser o nível que indica uma maior quantidade de fitomassa no local devido à presença constatada ou em boa parte do ano de água.

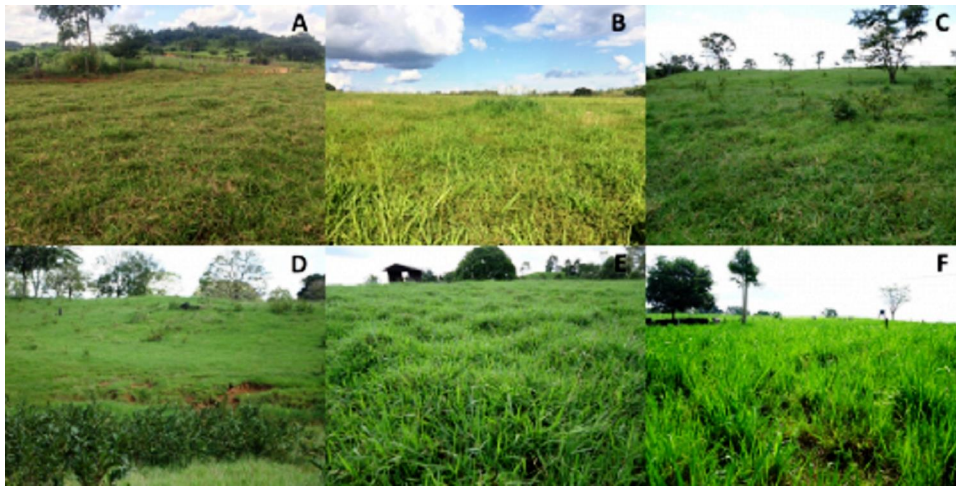
39 O quadro 6 apresenta a caracterização visual por meio de descrição dos padrões observados nas cinco pastagens identificadas com as classes de NDVI, em que foram realizados trabalhos de campo para validação das classes. Essas características também foram registradas por meio de fotografias para a representação do ponto de ocorrência (Figura 5 A a F).

40 Ao associar os níveis de degradação descritos na figura 3 com dados obtidos em campo (Quadro 7), verificou-se que as propriedades identificadas com os níveis criados com base no NDVI obtiveram uma escala decrescente dos principais índices de degradação usados, condizendo com a relação observada no mapa. Onde, as pastagens das propriedades 1, 2 e 3 teriam níveis de degradação mais críticos, enquanto as pastagens das propriedades 4 e 5 apresentariam uma produção maior e teriam, portanto, baixos níveis de degradação.

Quadro 6. Caracterização visual das pastagens de trabalho de campo identificadas com as classes de NDVI.

Classes	Características observadas	Classificação pelo NDVI
Pastagem 1	Capim braquiarião, baixa altura de pastagem, baixa população, presença de invasoras e cupins, alta pressão de pastejo, e má formação do pasto.	Extremamente degradada
Pastagem 2	Capim braquiarião, baixa população, alta presença de invasoras.	Fortemente degradada
Pastagem 3	Capim braquiarião, presença de plantas invasoras herbáceas e lenhosas, e áreas com erosão laminar.	Moderadamente degradada
Pastagem 4	Capim braquiarião, bom vigor, qualidade, baixa presença de invasoras.	Levemente degradadas
Pastagem 5	Capim mombaça, bom vigor, qualidade, baixa presença de invasoras, área piquetiada, com irrigação e adubação de reposição.	Não degradadas

Figura 5. Áreas de pastagens por classe de degradação



(A) pastagem observada na classe extremamente degradada, (B) pastagem da classe fortemente degradada, (C e D) pastagem referente à classe moderadamente degradada, (E) pastagem da classe levemente degradada (F) pastagem da classe não degradada.

41 A presença de plantas invasoras não apresentou interferência na classificação de NDVI das propriedades verificadas em campo. Porém, Andrade et al. (2013), avaliando o uso de sensoriamento remoto na detecção de processos de degradação de pastagens, constatou que plantas invasoras podem ter sido um dos fatores que contribuíram para o aumento dos valores de um dos índices de vegetação utilizados no estudo.

42 Pode-se atribuir essa interferência também à resolução espacial do sensor, de 30 m, pois toda vegetação presente nesta área (30 x 30 m) é utilizada na estimativa de índice de vegetação. Portanto, apesar de não ter sido constatado nos pontos amostrados, plantas invasoras podem interferir na classificação dos níveis e superestimar valores de NDVI.

43 Quadro 7 - Produção de matéria seca da forragem (MSF)

Propriedade	MSF	MVF	PI	Relação	Altura
	kg.ha ⁻¹	kg.ha ⁻¹	%	folha/colmo	cm
5	10.763,76a	41.440a	0	1,34b	103,32a
4	5.992,86b	18.020b	0	1,19b	34,47b
3	3.910,43c	10.620c	12,01	1,26b	24,18c
2	2.860,18d	8.340c	25,37	2,40a	32,15b
1	1.361,42e	4.120d	9,44	1,43b	8,61d
CV (%) *	30,12	31,55	-	36,53	22,25

Matéria verde da forragem (MVF), porcentagem de plantas invasoras (PI), relação folha/colmo e altura de pastagem em cinco diferentes propriedades rurais do município de Colorado do Oeste . RO referentes as cinco classes de NDVI. Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem ($P > 0,05$) pelo teste Scott-Knott. *Coeficiente de variação.

44 As informações obtidas em campo, referentes às cinco classes de pastagens identificadas com o cálculo do NDVI e representados no quadro 7, mostraram que há diferença estatística para o parâmetro MSF. Esse parâmetro é importante para detecção da degradação das pastagens cultivadas no município porque, apesar de áreas avaliadas não apresentarem a mesma espécie forrageira, no caso a propriedade 5, possui capim Mombaça e as demais, braquiária, a análise estatística evidenciou que, mesmo entre as propriedades que cultivam a mesma espécie, houve diferença significativa entre si.

45 Os altos valores apresentados, tanto para MSF quanto para MVF na propriedade 5

(Quadro 7), de aproximadamente 10.763,76 e 41.440 kg.ha⁻¹, respectivamente, referem-se ao capim Mombaça. Segundo Costa et al. (2004, p.39), em Rondônia, pastagens de Mombaça submetidas a cargas animais de 2,5 para o período chuvoso e 1,5 UA.ha⁻¹ para período seco apresentariam rendimentos de 4.900 e 2.500 kg.ha⁻¹ respectivamente.

46 Os valores superiores encontrados para a pastagem dessa propriedade podem ser atribuídos tanto à morfologia da espécie forrageira como também ao bom manejo empregado por meio de pastejo rotacionado, irrigação, calagem e adubação de reposição. Gargantini (2005), avaliando combinação de irrigação e adubação nitrogenada para a produção e qualidade de capim Mombaça na Região Oeste do Estado de São Paulo, concluiu que houve resposta positiva da combinação da irrigação suplementar e adubação nitrogenada sobre o aumento da produtividade de matéria seca.

47 As demais pastagens observadas nas outras propriedades são da espécie braquiarião, com produção variando entre 1.361,42 a 5.992,86 kg.ha⁻¹. De acordo com Costa et al. (2004, p.35), em Rondônia, as produções de MS de capim braquiarião estão em torno de 10.000 a 12.000 e 2.000 a 4.000 kg.ha⁻¹ para os períodos chuvoso e seco. Para o capim braquiarião, os valores encontrados foram inferiores ao que era esperado para o período chuvoso condizendo mais com os valores esperados para o período seco.

48 Segundo Júnior et al. (1999), isso ocorre devido à redução no seu valor nutritivo, uma vez que, mesmo em épocas favoráveis ao crescimento, há queda considerável na produtividade potencial para as condições edafoclimáticas e bióticas a que está submetida. O mesmo foi observado por Fonseca et al. (2011), ao analisar áreas de pastagens cultivadas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú na Região de Ji-Paraná-RO, os autores constataram que as áreas ocupadas com pastagens cultivadas foram estabelecidas em substituição à floresta, após a derrubada e queima da vegetação original, aliada a uma formação e condução sem orientação técnica, caracterizando-se como áreas de explorações extensivas e com baixo nível tecnológico.

49 As médias de altura de pastagem das propriedades são consideradas boas. Contudo, a propriedade 1, apresentou altura inferior a 10 cm, evidenciando o manejo inadequado da condução da forrageira. De acordo com Costa et al. (2004, p.23), nas condições edafoclimáticas de Rondônia, as alturas do relvado consideradas ótimas para capim braquiarião em pastejo contínuo são de 30 a 40 cm na entrada de animais e em média de 15 cm na saída, enquanto para Mombaça em pastejo rotativo é 120 a 140 cm na entrada e 30 a 40 na saída.

50 Os valores de relação folha/colmo foram superiores a 1, mesmo nos níveis considerados críticos. De acordo com Dias-Filho (2011, p.22), esse parâmetro é importante na avaliação o vigor da pastagem que, quanto maior sua relação, maior seria seu vigor, sendo este um reflexo direto do manejo do pastejo. O que justifica os valores superiores a 1 na relação folha/colmo nas propriedades 2 e 3 é a altura da pastagem que se encontrava adequada para propriedade 2 (32,15 cm) e muito próxima do ideal na propriedade 3 (24,18 cm).

51 O valor crítico apresentado para as propriedades (Quadro 7) deve-se à baixa produção de MSF e MVF, à alta taxa de incidência de plantas invasoras (25,37 e 12,01% respectivamente) e à baixa população de perfilho observadas na área. A presença de alta percentagem de plantas daninhas indica que a pastagem se encontra em estágio de degradação da forrageira e sua presença na área acarreta a diminuição da disponibilidade de forragem, o que pode ser constatado na determinação da MSF e MVF (Quadro 7).

52 Para Kemp & King (2001), a presença de plantas daninhas na pastagem é sempre reflexo de práticas anteriores, cujo manejo inapropriado levou as espécies desejáveis a se tornarem menos competitivas. Quando áreas de solo descoberto são criadas na pastagem, o caminho estaria aberto para o estabelecimento de plantas oportunistas

(DIAS-FILHO, 2007).

- 53 Já para a Pastagem 1, a qual teve baixa altura de forragem com apenas 8,61 cm (Quadro 7), a alta relação folha/colmo estaria relacionado à plasticidade fenotípica da gramínea como forma de resistência a uma intensa e frequente desfolhação, apresentando mudanças na sua estrutura, reduzindo o tamanho de folha e colmo. Segundo Moreira (2015), as desfolhações frequentes e severas ocasionam redução no tamanho de perfilhos individuais, induzindo a planta a desenvolver folhas com bainhas menores, com lígulas posicionadas logo abaixo do nível do corte e as lâminas, tornam-se mais horizontais, permitindo a gramínea manter material foliar verde sob o horizonte de pastejo.
- 54 De maneira geral, os resultados obtidos neste estudo são coerentes com o observado em campo. No entanto, algumas das áreas identificadas com a classe Pastagem 5 tiveram assinatura espectral confundidas com áreas de várzea, podendo estar relacionado à resolução espacial das imagens do sensor. Neste caso, o NDVI parece indicado para se analisar a pastagem quantitativamente, mas é limitado na análise qualitativa, corroborando o observado por Andrade et al. (2013).

Conclusões

- 55 O mapa temático de uso e ocupação do solo gerado para o município de Colorado do Oeste e, em particular a classe pastagem, mostrou grande precisão e fidelidade no processo de classificação, algo que pôde ser comprovado com a validação dos resultados por meio índice Kappa, atendendo assim às necessidades exigidas para este trabalho.
- 56 O índice de vegetação NDVI apresentou resultados satisfatórios no que diz respeito à identificação de diferentes níveis de degradação de pastagens. Evidenciando que houve relação das classes identificadas pelo Algoritmo de Jenks com as informações de forragem coletadas em campo.
- 57 O NDVI identificou cinco diferentes classes de degradação existente no município: Extremamente degradada, fortemente degradada, moderadamente degradada, levemente degradadas e não degradadas. Os dados coletados em campo demonstraram que o índice de vegetação forneceu um bom indicativo da quantidade de fitomassa que, por sua vez, possui relação direta com os níveis de degradação, havendo diferença significativa entre os níveis identificados pelo sensoriamento remoto.
- 58 A metodologia utilizada apresenta-se como uma ótima ferramenta para órgãos de extensão, assim como, os dados da presente análise facilitando o trabalho de identificação de áreas críticas, auxiliando a tomada de decisão para o planejamento adequado de políticas pública que visem à recuperação e monitoramento das áreas de pastagens degradadas.

Bibliographie

ANDRADE, R.G.; RODRIGUES, C.A.G.; SANCHES, I.D.A.; TORRESAN, F.E.; QUARTAROLI, C.F. Uso de técnicas de sensoriamento remoto na detecção de processos de degradação de pastagens. **Engenharia na Agricultura**, v. 21, n. 3, p. 234-243, 2013.

COSTA, N.L.; RODRIGUES, A.N.A.; GONÇALVES, C.A.G.; TOWNSEND, C.R.; MAGALHÃES, J.A.; MENDONÇA, J.F.B.; OLIVEIRA, J.R.C.; OLIVEIRA, M.A.S.; PEREIRA, R.G.A.; PAULINO, V.T. **Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004. 215p.

DIAS-FILHO, M.B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 3.ed. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2007.190p.

DIAS-FILHO, M.B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 4.ed. Belém, PA: Ed. So Autor, 2011. 216p.

DIAS-FILHO, M.B.; ANDRADE, C.M.S de. Pastagens no ecossistema do trópico úmido. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 2., 2005, Goiânia. **Alternativas variáveis visando a sustentabilidade dos ecossistemas de produção de ruminantes nos diferentes ecossistemas.** Goiânia: SBZ. 2005. p. 95-104.

FONSECA, E.L. **Análise integrada da paisagem na bacia hidrográfica rio Branco/RO.** 2015. 43 f. Monografia (Especialização em Geoprocessamento Ambiental) – Instituto Federal de Rondônia Colorado do Oeste. Colorado do Oeste-RO, 2015.

FONSECA, E.L.; SALVADOR, J.P.; ORRUTÉA, A.G.; JE SILVA, J.A. Avaliação da degradação das pastagens cultivadas com *Brachiaria Brizantha* cv. Marandú. **Anais...** XVIII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água. Teresina - Piauí, 2011.

GAO, Q.; LI, Y.; WAN, Y.; LIN, E; XIONG, W.; JIANGCUN, W.; WANG, B.; LI.W. Grassland degradation in northern Tibet base on remote sensing data, J. **Geographical Sciences**, v.16, n.2, p.165-173, 2006.

GARGANTINI, P.E.; **Irrigação e adubação nitrogenada em capim mombaça (*Panicum maximum* jacq.) na região oeste do Estado de São Paulo.** 2005. 85 f. Dissertação (Mestre em Agronomia) - Faculdade de Engenharia da UNESP. Ilha Solteira-SP, 2005.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário 2014.** Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

IDARON. **Levantamento de dados sobre a produção de leite em Rondônia.** Porto Velho, 2013. Disponível em: <http://www.idaron.ro.gov.br/multimedia/downloads/docs/producao_de_leite_em_rondonia-divulgacao.pdf>. Acesso em: 25 Abr. 2016.

JENSEN, J.R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente:** uma perspectiva em recursos terrestres. 2ed. São José dos Campos: Parêntese, 2009, 604 p.

JÚNIOR, D.N.; OLIVEIRA, R.L.; DIOGO, J.M.S. Manejo de pastagens. In: SIMPÓSIO DE BRASILÂNDIA, 1., 1999, Brasilândia de Minas. **Anais...** Brasilândia de Minas: DZO/UFV, 1999. p. 61-98.

KEMP, D.R.; KING, W.M. **Plant competition in pastures implications for management.** Competition and succession in pastures. New York: CABI Publishing. 2001, p. 85-102.

KENNEDY, R. E.; COHEN, W. B.; SCHROEDER, T. A. Trajectory-based change detection for automated characterization of forest disturbance dynamics. **Remote Sensing of Environment**, v. 110, n. 3, pp. 370-386, 2007.

MACEDO, M.C.M.; ZIMMER, A.H. Sistema pasto-lavoura e seus efeitos na produtividade agropecuária. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 2., 1993, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1993. p. 216-245.

MOREIRA, L.M. **Estudo das características estruturais e da plasticidade fenotípica do relvado como alternativas de manejo para otimizar o consumo e digestão de forrageiras por ruminantes em pastejo.** Disponível em: <<http://conevajr.ufsc.br/files/2015/03/EstruturadorelvadoConsumo.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2016.

NASCIMENTO, M.C.; et al. Uso de imagens do sensor ASTER na identificação de níveis de degradação em pastagens. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.1, p.196-202, 2006.

PONZONI, F.J.; SHIMABUKURO, Y.E.; KUPLICH, T.M. **Sensoriamento remoto da vegetação.** 2.ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. 176p.

REGO, S.C.A.; LIMA, P.P.S.; LIMA, M.N.S.; MONTEIRO, T.R.R. Análise comparativa dos índices de vegetação NDVI e SAVI no município de São Domingos do Cariri-PB. **Revista geonorte**, V.2, N.4, p.1217 – 1229, 2012.

RODRIGUES, L.R.A.; RODRIGUES, T.J.D. Estabelecimento dos capins do gênero *Cynodon* em áreas de *Brachiaria* spp. In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO CYNODON, 1., 1996, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 1996. p.8-21.

RODRIGUES, T.R.I.; ROCHA, A.M.; PEREZ-FILHO, A. Mapeamento de uso e ocupação das terras na Bacia do Baixo Curso do Rio São José do Dourados-SP por sistemas de informações geográficas e imagem de satélite. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007. p. 6091-6097.

RONDÔNIA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental (SEDAM). **Boletim Climatológico de Rondônia, ano 2008.** Porto velho, 2010, 36 p.

ROUSE, J.W; HAAS, R.H.; CHELL, J.A.; DEFERING, D.W. Monitoring vegetation system in the Great Plains with ERTS. In: EARTH RESOURCES TECHNOLOGY SATELLITE SYMPOSIUM, 3., 1997, Washington. **Proceedings...** Washington: NASA, 1973. vol. 1, p.300-317.






SANO, E.E.; CHAVES, J.M.; BEZERRA, H.S.; FEITOZA, L. Identificação dos principais tipo de pastagens cultivadas do Cerrado a partir de Sensoriamento Remoto. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM: Soil Functioning under Pastures in Intertropical Areas, 1., 2000, Brasília. **Anais...** Brasília: Embrapa Cerrados-IRD, 2000.

SANTOS, A.M.; REIS, R.D.; ANDRADE, N.L.R.; ROSA, A.L.D.; SOUZA, J.G.R. Sensoriamento Remoto orbital e SIG aplicados a análise espacial de áreas degradadas na cidade de Ji-Paraná, Rondônia. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15, 2011. **Anais...** Curitiba: INPE, 2011.

SIMONI, T.C. **O produto interno bruto dos municípios de Rondônia – 2013.** Disponível em: < http://www.seplan.ro.gov.br/Uploads/Arquivos/PDF/GODR/PibDosMunicipios/O%20Produto%20Interno%20Municipal_resumo2013.pdf>. Acesso em: 25 Abr. 2016.

VELOSO, H.P.; RANGEL-FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal.** Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991.

Table des illustrations

	Titre	Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.
	URL	http://journals.openedition.org/confins/docannexe/image/13180/img-1.png
	Fichier	image/png, 344k
	Titre	Figura 2. Fluxograma das etapas metodológicas.
	URL	http://journals.openedition.org/confins/docannexe/image/13180/img-2.jpg
	Fichier	image/jpeg, 28k
	Titre	Figura 3. Mapa de uso e ocupação do solo de Colorado do Oeste.
	URL	http://journals.openedition.org/confins/docannexe/image/13180/img-3.png
	Fichier	image/png, 395k
	Titre	Figura 4. Mapa de classificação dos níveis de degradação a partir do índice NDVI.
	URL	http://journals.openedition.org/confins/docannexe/image/13180/img-4.png
	Fichier	image/png, 958k
	Titre	Figura 5. Áreas de pastagens por classe de degradação
	Légende	(A) pastagem observada na classe extremamente degradada, (B) pastagem da classe fortemente degradada, (C e D) pastagem referente à classe moderadamente degradada, (E) pastagem da classe levemente degradada (F) pastagem da classe não degradada.
	URL	http://journals.openedition.org/confins/docannexe/image/13180/img-5.jpg
	Fichier	image/jpeg, 584k

Pour citer cet article

Référence électronique

Elaine Lima Fonseca, Marília Locatelli et Eliomar Pereira Silva Filho, « NDVI aplicado na detecção de degradação de pastagens cultivadas », *Confins* [En ligne], 35 | 2018, mis en ligne le 20 avril 2018, consulté le 15 janvier 2019. URL : <http://journals.openedition.org/confins/13180> ; DOI : 10.4000/confins.13180

Auteurs

Elaine Lima Fonseca
UNIR, fonsecaelaine@gmail.com

Marília Locatelli

Embrapa, marilialocatelli@yahoo.com.br

Eliomar Pereira Silva Filho

Unir, eliomarfilho@uol.com

Droits d'auteur



Confins . Revue franco-brésilienne de géographie est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas de Utilisation Commerciale - Partage dans les Mêmes Conditions 4.0 International.

This site uses cookies and collects personal data.

For further information, please read our Privacy Policy (updated on June 25, 2018).

By continuing to browse this website, you accept the use of cookies. [Close](#)