

APLICAÇÃO DO MLME (MODELO LINEAR DE MISTURA ESPECTRAL) NA OCUPAÇÃO DAS ÁREAS DE PASTAGEM NA MICRORREGIÃO DE ITUIUTABA/MG NOS ANOS DE 2002 E 2011

Laíza Castro Brumano Viçoso¹
Bruna Aparecida Silva Dias²
Jussara dos Santos Rosendo³

Resumo

As pastagens desenvolvem importante papel no cenário nacional devido a sua importância no setor da pecuária. As áreas destinadas para esse fim vêm sendo alteradas nos últimos anos dando espaço a outros usos principalmente para a agricultura. Quando se trata de conhecer determinada parte da superfície terrestre sem um contato direto entre o objeto de estudo e o pesquisador ou o equipamento, as técnicas de sensoriamento remoto são de fundamental importância, pois elas são capazes de revelar dados geográficos e até históricos concernentes aos espaços naturais e também sociais, como a distribuição das áreas florestais, o avanço do desmatamento, o crescimento das áreas urbanas, entre outras. O Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME) é uma técnica promissora que visa facilitar a identificação dos usos da terra. Esse trabalho tem por objetivo, mapear as áreas de pastagem na microrregião de Ituiutaba/MG nos anos de 2002 e 2011 e, assim, verificar o comportamento das pastagens durante esse período.

Palavras-chave: Mapeamento, Pastagens, MLME.

Introdução

A atividade pecuária desenvolve atualmente um importante papel na economia brasileira. Vale destacar que o Brasil lidera a exportação de carne bovina mundial assim tendo também grande parte do uso da terra incorporado pelas pastagens ocupando 175.396.874 ha segundo dados do Instituto Estadual de Estudos Ambientais (IESA).

A microrregião de Ituiutaba/MG destaca-se no mercado pecuarista de Minas Gerais onde, dados do IBGE mostram que no ano de 2002 criavam-se cerca de 787.347 cabeças de

¹ Mestranda e bolsista CAPES do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Pontal – Universidade Federal de Uberlândia / laizabrumano@hotmail.com

² Mestranda e bolsista FAPEMIG do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Pontal – Universidade Federal de Uberlândia / brunadiasgeo@gmail.com

³ Professora Doutora do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Pontal – Universidade Federal de Uberlândia / jussara@pontal.ufu.br

gado, enquanto que no ano de 2010, 693.070 e em 2015, 761.560, mostrando assim que a microrregião desempenha grande representatividade na produção bovina para gado de corte e leiteiro.

Quando se trata de conhecer determinada parte da superfície terrestre sem um contato direto entre o objeto de estudo e o pesquisador ou o equipamento, as técnicas de sensoriamento remoto são de fundamental importância, pois elas são capazes de revelar dados geográficos e até históricos concernentes aos espaços naturais e também sociais, como a distribuição das áreas florestais, o avanço do desmatamento, o crescimento das áreas urbanas, entre outros.

Essas informações são importantes para corroborar com este estudo, que visa mapear as pastagens da microrregião de Ituiutaba/MG dos anos de 2002 e 2011 aplicando o modelo linear de mistura espectral (MLME), visando verificar as áreas de expansão e/ou substituição da pastagem por outros usos. Desta forma, os usos da ocupação das pastagens no período de 9 anos, 2002 e 2011, foram escolhidos para análise das áreas que sofreram alteração do uso e expansão.

A microrregião (MRG) perfaz seis municípios, sendo eles: Ituiutaba, Santa Vitória, Cachoeira Dourada, Capinópolis, Ipiacú e Gurinhatã e, de acordo com estudos preliminares, trata-se de uma área que evidencia a necessidade desse monitoramento, já que se destaca na produção de bovinos e na utilização das áreas destinadas a pecuária.

Além disso, o estudo se torna relevante para governantes da MRG de Ituiutaba no que se refere ao ordenamento terrestre desse uso para pecuaristas que pretendem realizar o melhoramento das áreas de pastagens e aplicação de programas governamentais.

Serão utilizadas imagens de sensores TM, a bordo do satélite Landsat 5, já que essas por apresentarem resolução espacial de 30 metros, apresentam resultados satisfatórios. As bandas espectrais, utilizadas para desenvolver a metodologia desta pesquisa, serão focadas nas faixas do vermelho e do infravermelho próximo, onde, segundo Rosa (2007, p. 23), são mais utilizadas, por conter mais de 90% da variação da resposta espectral da vegetação; portanto, esses índices realçam o comportamento espectral da vegetação, correlacionando-o com os parâmetros biofísicos dela. Essas bandas serão evidenciadas no modelo para a criação da imagem fração vegetação.

O Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME) tem como objetivos básicos reduzir o volume de dados a serem utilizados em um processamento (classificação de imagens) e

realçar os alvos de interesse (PONZONI e SHIMABUKURO, 2007, p. 75). O MLME transforma a informação espectral em informação física (valores de proporção das componentes pixel). A imagem fração vegetação realça as áreas de cobertura vegetal; a imagem fração solo realça as áreas de solo exposto; enquanto a imagem fração sopra/água realça as áreas ocupadas com corpos d'água (rios e lagos) e também áreas queimadas, áreas alagadas, entre outros.

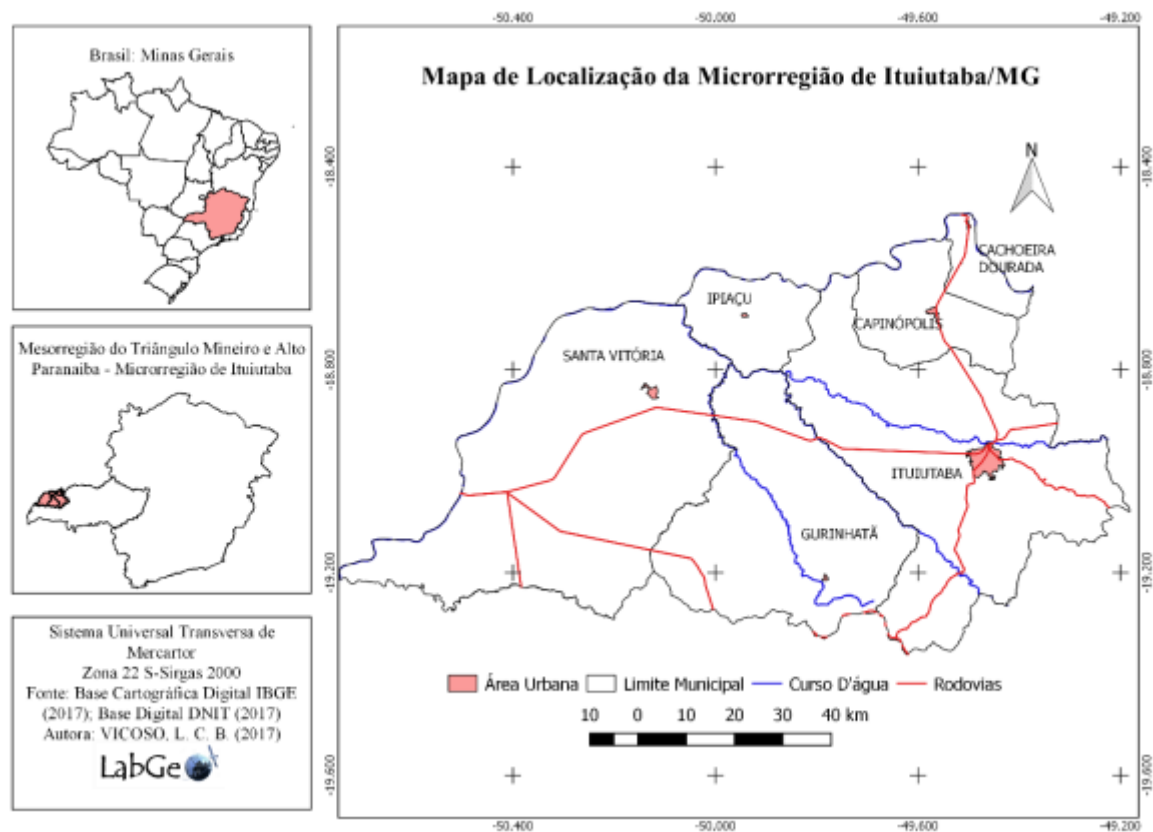
Com isso, pretende-se aplicar o modelo no intuito de realçar as áreas de pastagem na microrregião e verificar se houve expansão, substituição ou redução das áreas destinadas a esse uso. No mapeamento realizado com imagens Landsat5 do ano de 2015, a área correspondente as pastagens na microrregião ocupavam 599.289 ha o que equivale à 34% da área total da microrregião.

Dados do último censo agropecuário Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE, 2006) apontam que cerca de 539.163 ha eram ocupados pelas pastagens mostrando um aumento de 11% nas áreas destinadas a pecuária. Esse artigo é parte integrante da dissertação de mestrado que pretende avaliar o estágio de degradação das pastagens da microrregião uma vez que, as pastagens degradadas possuem perda de vigor e qualidade assim havendo a necessidade, por parte dos pecuaristas, de abertura de novas áreas através da derrubada de árvores ou incrementação na alimentação bovina com ração e vitamínicos.

Assim, ao integrar os sistemas para que possam evoluir harmonicamente sem danos ambientais e econômicos, e contribuir para o um desenvolvimento mais sustentável e retendo o carbono no solo fazendo com que esse não venha a ser emitido na atmosfera.

Caracterização da área de estudo

Levando em consideração a questão de escala, a microrregião de Ituiutaba é localizada na Mesorregião Geográfica do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, ambas situadas a oeste do Estado de Minas Gerais, com uma extensão territorial de 8.736,204 km² (873620,4 ha). Atualmente, segundo as projeções do IBGE, estima-se que a área em estudo tem no total 150 mil, 977 habitantes, sendo que sua densidade demográfica é de 17, 29 hab./km², dados de 2014.



Mapa 1: Mapa de localização da Microrregião Geográfica de Ituiutaba/MG.

A área abrange o domínio do cerrado, destacando assim a importância do estudo da ocupação desse pelo uso antrópico, principalmente voltado para a abertura de áreas para a exploração das pastagens por meio da pecuária extensiva.

Em função da contínua abertura de novas áreas para pastagem e agricultura, estima-se que, aproximadamente 40% deste bioma tenham sido desmatados (Sano et al., 2002, p. 3), de um total de 208 milhões de ha. Há, portanto, uma real necessidade de se estabelecer o monitoramento sistemático da vegetação, através do uso operacional e efetivo dos diversos produtos de sensoriamento remoto, atualmente disponíveis.

O monitoramento das pastagens, propicia estudos voltados para melhor ordenamento e ocupação das áreas destinadas a pecuária, e, conseqüentemente propor alternativas de conservação e preservação dessas, para que possa evitar a abertura de novas áreas e propiciar a conservação do cerrado. Para tanto, a proposta é sugerir o MLME, para o mapeamento das pastagens, e posteriormente, em pesquisas futuras, classificar o estágio de degradação das pastagens na microrregião.

As técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, tornam-se de extrema relevância para este estudo, uma vez que não há necessidade de contato direto com o alvo, permite avaliar uma área mais extensa e, em caso de dúvidas quanto à resposta espectral dos alvos, o campo para verificação se torna uma alternativa. Sendo assim, conforme destacado pelos autores:

O Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME) possui como objetivos básicos (1) reduzir o volume de dados a serem utilizados em um processamento (e.g. classificação de imagens) e (2) realçar os alvos de interesse. Este modelo fundamenta-se no pressuposto de que a resposta espectral de um pixel, numa imagem qualquer (bandas 1, 2, ..., m), seria uma combinação linear dos espectros de diversos materiais contidos na superfície. Nestas condições, para qualquer imagem (multiespectral ou hiperespectral) e sendo as respostas espectrais dos componentes conhecidas, as proporções destes podem ser estimadas, de forma individual, por meio da geração de imagens-fração (SHIMABUKURO E SMITH, 1995, p. 66)

O MLME transforma a informação espectral em informação física (valores de proporção das componentes pixel). A imagem fração vegetação realça as áreas de cobertura vegetal; a imagem fração solo realça as áreas de solo exposto; enquanto a imagem fração sobre/água realça as áreas ocupadas com corpos d'água (rios e lagos) e também áreas queimadas, áreas alagadas. considera-se como imagem fração sombra ou água, por que esses dois alvos apresentam respostas espectrais semelhantes.

As imagens fração, são os resultados obtidos partindo da geração do MLME. São os produtos gerados da aplicação de algoritmos matemáticos, segundo ressaltam:

Elas representam as porções dos componentes na mistura espectral. Em geral, todos os algoritmos produzem o mesmo resultado, isto é, geram as mesmas imagens-fração quando as equações de restrição não são utilizadas, ou seja, as proporções de 0 a 1. Normalmente são gradas imagens fração vegetação, solo e água/sombra, que são alvos geralmente presentes em qualquer cena terrestre. As imagens-fração podem ser consideradas uma forma de redução da dimensionalidade dos dados e também uma forma de realce das informações. Além disso, o modelo de mistura espectral transforma a informação espectral em informação física (valores de proporção dos componentes no pixel; não confundir com outro tipo de transformação que converte dados espectrais ou radiométricos em grandezas físicas como radiância e refletância). (SHIMABUKURO E PONZONI, 2017, p. 77)

Vale ressaltar que o MLME não é um classificador, mas sim uma técnica de transformação de imagens para facilitar a extração de informações. Sendo assim, é necessário haver um classificador após a geração do MLME. Para esse trabalho será elaborado a

classificação de Isoseg. Esse classificador esta disponibilizado no Spring para classificar regiões partindo de uma imagem segmentada.

Santos, Paluzio e Saito (2010, s.p) explicam que esse é um algoritmo agrupamento de dados não-supervisionado, aplicado sobre o conjunto de regiões, que por sua vez são caracterizadas por seus atributos estatísticos de média e matriz de covariância, e também pela área.

Assim, a matriz de covariância e o vetor de média, para estimar o valor central de cada classe. Este algoritmo se resume em três fases sendo:

(1^a) **Definição do limiar:** o usuário define um limiar de aceitação, dado em porcentagem. Este limiar por sua vez define uma distância de Mahalanobis, de forma que todas regiões pertencentes a uma dada classe estão distantes da classe por uma distância inferior a esta. Quanto maior o limiar, maior esta distância e conseqüentemente maior será o número de classes detectadas pelo algoritmo. (2^a) **Deteção das classes:** as regiões são ordenadas em ordem decrescente de área e inicia-se o procedimento para agrupá-las em classes. Serão tomados como parâmetros estatísticos de uma classe (média e matriz de covariância), os parâmetros estatísticos da região de maior área que ainda não tenha sido associada a classe alguma. Em seguida, associa-se a esta classe todas regiões cuja distância de Mahalanobis for inferior a distância definida pelo limiar de aceitação. Assim, a primeira classe terá como parâmetros estatísticos aquelas regiões com maior área. As classes seguintes terão parâmetros estatísticos de média das regiões de maior área, que não tenham sido associadas a nenhuma das classes previamente detectadas. Esta fase repete-se até que todas regiões tenham sido associadas a alguma classe. (3^a) **Competição entre classes:** as regiões são reclassificadas, considerando-se os novos parâmetros estatísticos das classes, definidos na etapa anterior. A fase 2 consiste basicamente na deteção de classes, sendo um processo sequencial que pode favorecer as classes que são detectadas em primeiro lugar. Com vista a eliminar este favorecimento", procede-se a "competição entre classes. Esta competição consiste em reclassificar todas as regiões. O parâmetro estatístico (média de cada classe é então recalculado. O processo repete-se até que a média das classes não se altere (convergência). Ao término, todas regiões estarão associadas a uma classe definida pelo algoritmo. O usuário deverá então associar estas classes (denominadas temas, no Spring) às classes por ele definidas no banco de dados. (SANTOS, PALUZIO E SAITO, 2010, s.p.)

Dessa forma, o classificador IsoSeg foi escolhido por se mostrar mais eficiente no que tange os estudos aplicados a aplicação do MLME.

Materiais e Métodos




A metodologia de trabalho, foi realizada de acordo com as seguintes etapas:

1ª etapa: elaboração do referencial teórico sobre o tema da pesquisa por meio de artigos científicos em revistas especializadas, livros, periódicos e consulta aos bancos de dados do IBGE;

2ª etapa: aquisição no site da NASA (<http://earthexplorer.usgs.gov/>), das imagens do sensor TM/Landsat5 adquiridas em julho de 2015 e julho de 2002. A escolha da data, se deu em consequência da ausência de nuvens que ocorre no período de estiagem no cerrado (de maio a outubro).

3ª etapa: as imagens do TM/Landsat 5 passaram por processamento que se iniciou pelo seu georreferenciamento, moseicagem e recorte da área no SIG QGis 2.8. Posteriormente, foi realizada a composição colorida 3B4G5R e a aplicação da técnica de contraste linear no SIG Spring 5.2.7.

4ª etapa: Com a geração da composição colorida, foi iniciado o processo de geração das imagens fração do MLME. Para realizar o procedimento, as respostas espectrais dos componentes puros (*endmembers*) são consideradas conhecidas, ou seja, são obtidas diretamente na imagem. Nesse caso, os *endmembers* serão extraídos das bandas 3, 4 e 5. Devido a familiaridade com a área de estudo, foi possível extrair informações dos *endmembers* puros dessa forma gerando curvas de reflectância melhores. Shimabukuro e Ponzoni (2017) explicam que quanto mais familiarizado com a análise de curvas de diferentes recursos naturais, maior será a facilidade na escolha do *endmember* quando estiver trabalhando com imagens convertidas em valores de reflectância da superfície, uma vez que a forma da curva informa muito sobre a natureza dos *pixels* escolhidos. O quadro 1 exemplifica as amostras que foram utilizadas para a geração das imagens fração para o mês de julho do ano de 2002 e 2011.

Mês	Sombra/água	Vegetação	Solo
Julho			

Quadro 03: Chave de fotointerpretação da área de estudo.
 Autora: VIÇOSO, L. C. B. (2017)

5º etapa: Posterior a geração das imagens-fração, foi delimitada a área que compõe somente a microrregião de Ituiutaba e feita a escolha das imagens fração solo e vegetação. A imagem-fração gerada pelo componente sombra não será utilizada devido que para a reflectância das áreas de pastagem, os alvos de interesse englobam somente vegetação e solo.

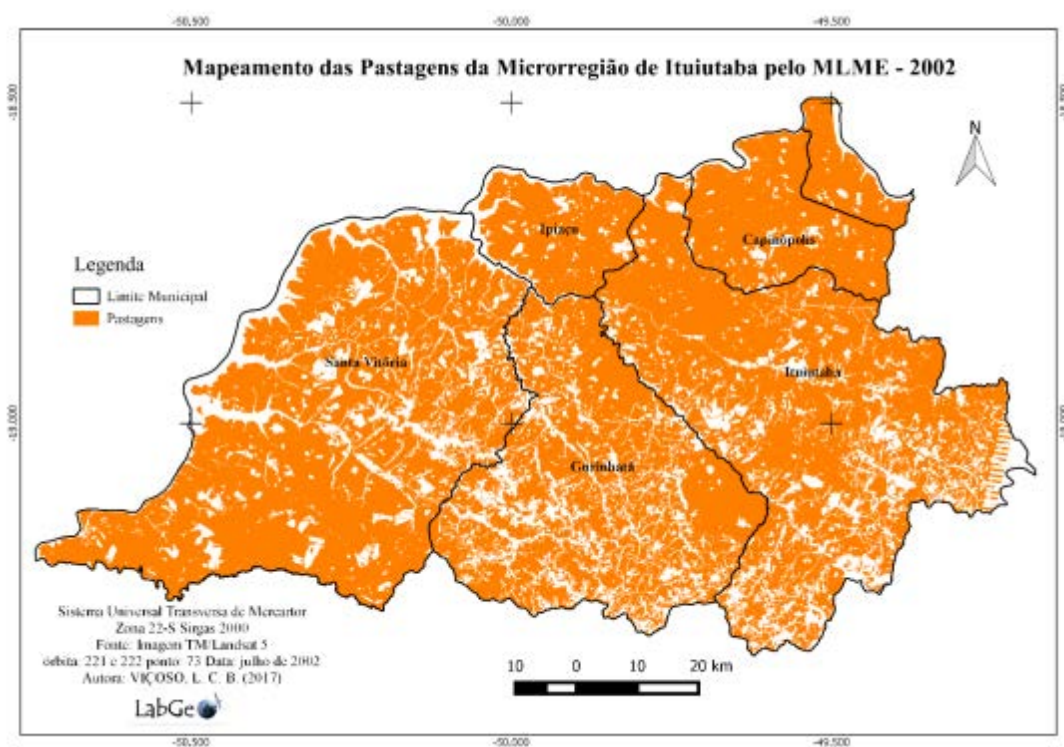
5ª etapa: No software Spring 5.3, aplicou-se a técnica de segmentação de imagens, anterior à classificação digital de imagens, com valores de similaridade 20 e área 20. Por não existir um valor padrão para definir a similaridade e a área, após vários testes, esses valores foram considerados os melhores;

6ª etapa: Com o objetivo de facilitar a interpretação e permitir a realização de uma análise quantitativa a microrregião foi submetida à classificação Ioseg onde definiu-se um limiar de aceitação (expresso em porcentagem) que corresponde à distância máxima de Maha-lanobis que para essa pesquisa foi utilizado em 75%.

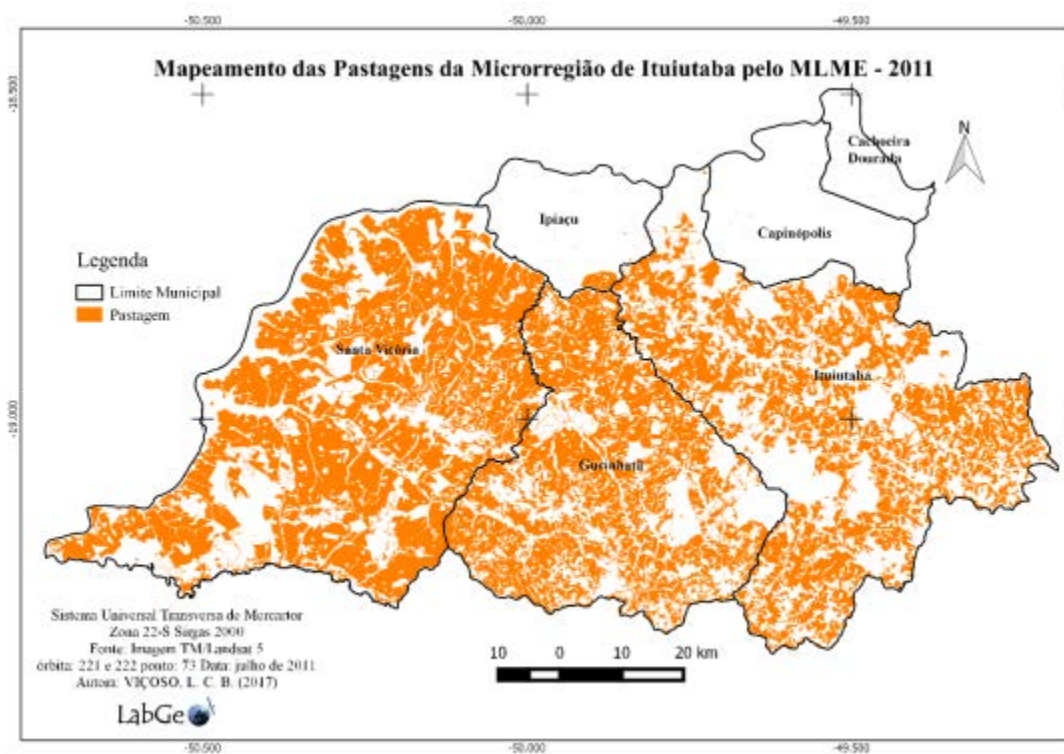
7º etapa: Por fim, após a classificação, foram extraídos manualmente as classes que correspondiam a pastagem. Esse procedimento foi possível por meio da observação em tela dos alvos que foram classificados comparando com as imagens fração solo e vegetação. O classificador IsoSeg criou quatro classes que abrangem as pastagens tanto para o ano de 2002 quanto para o ano de 2011.

Resultados e discussões

Os resultados apontaram que no ano de 2002 cerca de 673.801 ha eram ocupados pelas pastagens, o que corresponde à 77,1% da área total da microrregião de Ituiutaba. Já no ano de 2011 as áreas destinadas as pastagens, ocupavam 301.598 ha, o que corresponde há 34,5% da microrregião. Os mapas 3 e 4, mostram as áreas mapeadas utilizando o MLME para identificação das áreas e o classificador IsoSeg para identificação das áreas de pastagens.



Mapa 02: Pastagens da microrregião de Ituiutaba/MG no ano de 2002.
 Autora: VIÇOSO, L. C. B. (2017)



Mapa 02: Pastagens da microrregião de Ituiutaba/MG no ano de 2011.
 Autora: VIÇOSO, L. C. B. (2017)

Observa-se que no período abrangido pela pesquisa, as áreas destinadas as pastagens foram reduzidas. Isso deve-se a substituição das áreas de pastagem por outros usos principalmente a agricultura com a cultura do milho, sorgo e de maior destaque a cana-de-açúcar.

No ano de 2002, segundo dados do CANASAT (2017, s.p.), a cana-de-açúcar ocupava cerca de 4.729 ha. Já no ano de 2011, essa área aumentou para 73.709 ha. A cana-de-açúcar, atualmente possui grande representatividade na microrregião não somente pela alta demanda, mas também por incentivos do governo na instalação de usinas canavieiras.

Pode-se constatar que, ainda que as pastagens sofreram redução nas suas áreas, a pecuária possui grande destaque na microrregião pois dados do IBGE mostram que no ano de 2002 criavam-se cerca de 787.347 cabeças de gado, enquanto que no ano de 2010, 693.070 cabeças de gado.

Apesar da redução na quantidade de cabeças de gado, o IBGE (2017) aponta que no ano de 2015 a microrregião possuía 761.560 cabeças de gado. Esse aumento não se deve à expansão das áreas de pastagem, mas sim, as políticas de incentivo de recuperação de áreas destinadas as pastagens como o programa agricultura de baixo carbono (ABC) que começou a ser aplicado na microrregião de Ituiutaba no ano de 2012 (VIÇOSO, 2014, p.5).

Considerações Finais

As áreas destinadas as pastagens, merecem destaque no que tange o uso e ocupação do solo, não somente por se tratar de áreas de relevante importância para a pecuária como também por questões ambientais. O mapeamento de pastagens permite que se possa adotar medidas de recuperação das áreas que não se encontram em bom estágio de manejo evitando a abertura de novas áreas e melhor aproveitamento do rebanho.

As técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento são ferramentas que facilitam o mapeamento das áreas. O MLME mostrou-se eficiente na identificação das áreas identificadas como pastagens, mas vale ressaltar que o trabalho de campo e o conhecimento prévio da área de estudo contribuem para a veracidade das áreas mapeadas.

Por fim, vale ressaltar que as áreas destinadas as pastagens nos anos de 2002 e 2011, serviram de amparo para a pesquisa de mestrado futura que visa avaliar o estágio de

degradação das pastagens da microrregião de Ituiutaba e verificar se as medidas adotadas para recuperação das áreas estão sendo devidamente cumpridas.

Agradecimentos

Agradecemos pela concessão de bolsa de mestrado financiada pela Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES) e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG.

Referências Bibliográficas

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Dados sobre pastagens no Brasil, ano base 2006. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&o=11&i=P&c=854>>. Acesso em: 20 abr. 2012

IESA/LAPIG. **Instituto de Estudos Socioambientais - Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento**. Pastagem.org. Universidade Federal de Goiás, 2017. Disponível em: <<https://pastagem.org/index.php/pt-br/>>. Acesso em: 24 de maio de 2017.

ROSA, R.; BRITO, J. L. S. **Introdução ao Geoprocessamento: Sistema de Informação Geográfica**. Uberlândia, 1996. 104 p.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 7º Ed. Uberlândia: EDUFU, 2009. 264p.

Sano, E.E.; Barcellos, A.O.; Bezerra, H.S. **Assessing the spatial distribution of cultivated pastures in the Brazilian savanna**. *Pasturas Tropicales*, 22 (3), p. 2-15, 2002.

SHIMABUKURO, Y. E.; PONZONI, F. J. **Mistura Espectral: modelo linear e aplicações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017. 127 p

SHIMABUKURO, Y. E.; PONZONI F. J. **Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

Shimabukuro, Y. E.; Novo, E.M.; Ponzoni, F.J. **Índice de vegetação e modelo linear de mistura espectral no monitoramento da região do Pantanal**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*: Brasília, vol. 33, número especial, p. 1729- 1737, 1998.

Shimabukuro, Y.E.; Smith, J.A. **Fraction images derived from Landsat TM and MSS data for monitoring reforested areas**. *Canadian Journal of Remote Sensing*, vol. 21, no. 1, 67-74, 1995.

VIÇOSO, L. C. B; ROSENDO, J. dos S. **O Programa Agricultura de Baixo Carbono (ABC) no Município de Ituiutaba – MG. 2014**. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/15579136-Professora-dra-jussara-dos-santos-rosendo-orientadora-e-professora-universidade-federal-de-uberlandia-ufu-e-mail-jussara-facip-ufu.html>>. Acesso em: 23 maio 2017.