

## Indicativo de pastagens plantadas em processo de degradação no bioma Cerrado

Ricardo Guimarães Andrade<sup>1</sup>  
Antônio Heriberto de Castro Teixeira<sup>1</sup>  
Janice Freitas Leivas<sup>1</sup>  
Gustavo Bayma Siqueira da Silva<sup>1</sup>  
Sandra Furlan Nogueira<sup>1</sup>  
Daniel de Castro Victoria<sup>1</sup>  
Luiz Eduardo Vicente<sup>1</sup>  
Édson Luís Bolfe<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Embrapa Monitoramento por Satélite - CNPM/EMBRAPA  
Av. Soldado Passarinho, 303, Fazenda Chapadão - 13070-115 - Campinas - SP, Brasil  
{ricardo.andrade, heriberto.teixeira, janice.leivas, gustavo.bayma, sandra.nogueira,  
daniel.victoria, luiz.vicente, edson.bolfe}@embrapa.br

**Abstract.** Pasture areas in the Cerrado biome are highly relevant to the rational use of natural resources in order to achieve economic and environmental sustainability. In this context, remote sensing techniques have been essential for obtaining information relevant to the assessment of vegetation conditions on a large scale. This study aimed at mapping indications of degradation processes of planted pastures in the Cerrado Biome using NDVI time series from SPOT Vegetation sensor (VGT-S10) for the years 2006 to 2011. The results indicate that approximately 24% of planted pastures have some indication of degradation process. However, if pastures in stable conditions are included, then 35% pastures in the Biome shows signs of degradation. Furthermore, it was found that the states of Mato Grosso, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul and Goiás concentrate about 80% of degraded planted pastures in the Cerrado biome.

**Palavras-chave:** pasture degradation, remote sensing, Spot Vegetation, degradação de pastagens, sensoriamento remoto.

### 1. Introdução

No Brasil, a atividade pecuária gera 6,8 milhões de empregos diretos e indiretos (8,3% dos postos de trabalho totais), sendo de participação significativa no produto interno bruto (PIB). O destaque econômico dessa atividade se deve principalmente por ter nas pastagens extensivas a principal fonte alimentar do rebanho bovino, apresentando um dos menores custos de produção de carne no mundo, estimado em 60% e 50% dos custos da Austrália e Estados Unidos, respectivamente (Ferraz e Felício, 2010). Por esse mesmo motivo, a degradação das pastagens tem sido um grande problema para o setor, causando prejuízos econômicos e ambientais.

O processo de degradação de pastagens é um fenômeno complexo que envolve causas e efeitos (consequências) que levam à gradativa diminuição da capacidade de suporte da pastagem (Dias-Filho, 2011). O bioma Cerrado, com 203,4 milhões de hectares, que representa aproximadamente 24% do território nacional e responde por 55% da produção de carne do País, boa parte dos cerca de 53 milhões de hectares com pastagens cultivadas apresentam algum processo de degradação. Assim, a base da modernização dos sistemas de produção praticados no País deverá ser o aumento da eficiência produtiva através da reutilização das áreas que atualmente se encontram abandonadas ou subutilizadas (Dias-filho, 2011).

A recuperação de pastagens degradadas terá papel decisivo nesse processo de modernização, tornando possível o aumento da produção sem promover a expansão das áreas de pastagem via desmatamento. Segundo Dias-Filho (2014), esse potencial de aumento de produtividade vem sendo constatado nos últimos anos, o ritmo de crescimento do rebanho bovino vem superando o aumento das áreas de pastagem (plantadas e naturais) do País. Nesse

caso, o autor cita que as razões para o aumento de produtividade são várias, com destaque para a maior disponibilidade de tecnologia para o melhoramento das pastagens e a grande influência das pressões ambientais e de mercado que estimulam o uso de tecnologia na formação e no manejo das pastagens.

Como auxílio para o estabelecimento de um manejo racional dos recursos naturais torna-se imprescindível identificar e monitorar o crescimento das forrageiras e avaliar a relação entre a produção e as questões ambientais. Nesse sentido, é de fundamental importância a obtenção de indicadores espacialmente explícitos das condições das pastagens (Andrade et al., 2013a). Esse é um dos aspectos relacionados à sustentabilidade, especialmente dos sistemas pecuários no Brasil Central, pois a recuperação de pastagens degradadas tem sido de difícil implementação e entre os vários fatores destaca-se a falta de informações atualizadas e detalhadas a respeito da distribuição espacial desses ambientes (Sano et al., 2000).

A degradação de pastagens é um processo evolutivo de perda de vigor, produtividade e capacidade de recuperação natural, tornando-as suscetíveis aos efeitos nocivos de pragas, doenças e plantas invasoras (Macedo et al., 1993). Estudos recentes mostram que técnicas de sensoriamento remoto são bastante promissoras para o monitoramento do processo de degradação de pastagens tanto em escala local (Abdon et al., 2009; Andrade et al. 2013b) quanto regional (Gao et al., 2006; Liu et al., 2010; Andrade et al., 2013a). Assim, a caracterização das condições das áreas de pastagens pode ser avaliada por meio de dados provenientes de sensores a bordo de plataformas orbitais, pois fornecem cobertura em diferentes escalas e que pode auxiliar, de forma dinâmica, no diagnóstico e na obtenção de indicadores relacionados com a sustentabilidade econômica e ambiental das áreas de pastagens, contribuindo, por exemplo, com o Programa Agricultura de Baixo Carbono (ABC), estabelecido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2012), que prevê diversas ações mitigatórias das emissões de gases de efeito estufa (GEE).

Tradicionalmente, o monitoramento da vegetação por sensoriamento remoto tem sido realizado a partir de índices de vegetação (Lasaponara, 2006). Dentre esses, o NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) (Rouse et al., 1973) é sensível às características biofísicas da vegetação e é um meio importante para o monitoramento das mudanças de uso e cobertura da terra (Liu et al., 2010). Diante do exposto, objetivou-se realizar o mapeamento apresentando o indicativo de pastagens plantadas em processo de degradação no bioma Cerrado a partir de séries temporais de NDVI do sensor SPOT Vegetation.

## 2. Material e Métodos

A área de estudo compreende as pastagens plantadas do bioma Cerrado. Foram utilizadas as áreas de pastagens plantadas classificadas por meio do projeto PROBIO referentes ao ano de 2002 (Sano et al., 2008) e disponibilizadas em <<http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm?/>>. Em relação aos dados de sensoriamento remoto, foi utilizado o produto NDVI (síntese de 10 dias) provenientes de imagens Spot Vegetation (VGT-S10) para o período de janeiro de 2006 a setembro de 2011. As imagens foram obtidas gratuitamente no site da Vito, da Bélgica ([www.free.vgt.vito.be](http://www.free.vgt.vito.be)). Os dados originais de NDVI (1 km de resolução espacial) são disponibilizados na escala de 0 a 255 (níveis de cinza). Para converter os valores de NDVI no intervalo que varia de -1 a +1, aplicou-se a equação (Liu et al., 2010):

$$NDVI = (DN \times 0,004) - 0,1 \quad (01)$$

Em que, DN é o número digital de cada pixel da imagem. Esta conversão é necessária para trabalhar os valores de NDVI como uma grandeza física e assim poder comparar os dados entre si ao longo da série temporal.

A partir da série temporal de dados NDVI a análise de regressão linear foi utilizada para simular a tendência de alterações positivas ou negativas em áreas de pastagens. Stow et al. (2003) adotou esse método para simular a taxa de alteração do “verdor” (*greenness*) da vegetação. Para cada pixel, a tendência linear de NDVI máximos anuais durante o período de estudo foi estimada por meio da aplicação da regressão ordinária dos mínimos quadrados. Em que *Slope* é o coeficiente de inclinação da linha de regressão ajustada em cada pixel. Se *Slope* é positivo, indica que a vegetação pode estar em processo de recuperação, enquanto que valores negativos de *Slope* pode indicar a ocorrência de algum processo de degradação.

$$Slope = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})(Y_{NDVI_i} - \overline{Y_{NDVI}})}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (02)$$

Em que, n é igual a 6 devido a utilização de uma série de 6 anos de dados NDVI (período de 2006 a 2011); i representa o ano 1 para 2006, ano 2 para 2007 até o ano 6 para 2011;  $Y_{NDVI_i}$  é o valor máximo do NDVI no ano i. O *Slope* foi utilizado para avaliar a mudança do NDVI ao longo da série como um todo.

Neste estudo, foram analisadas duas condições para estipular o valor de *Slope* que determina a existência de indicativos de degradação das pastagens: (i) na primeira condição foi considerado que quando *Slope* era menor que -0,001 havia algum indicativo de degradação. Já na segunda condição considerou-se que as pastagens apresentavam algum indicativo de degradação quando o coeficiente de inclinação (*Slope*) era menor que 0,001, ou seja, nesse valor está incluído o intervalo de *Slope* que corresponde a condição de estabilidade da vegetação que varia no intervalo de -0,001 a 0,001 (Liu et al., 2010). Pois, supõe-se que parte das pastagens no bioma Cerrado pode estar em condições estabilizadas dentro de alguma condição de degradação. A partir dessas condições, foram estabelecidas classes indicativas de pastagens degradadas e não degradadas.

### 3. Resultados e Discussão

A Figura 1 apresenta o mapa indicativo de degradação das áreas de pastagens plantadas no bioma Cerrado ao considerar pastagens com degradação quando  $Slope < -0,001$ . Nesse caso, foram identificados que cerca de 12,5 milhões de hectares (24%) das pastagens plantadas do Cerrado apresentam algum indicativo de degradação. Ao fazer uma análise desse indicativo de degradação das pastagens plantadas no bioma Cerrado por Estados, observou-se que Tocantins e Piauí são os que apresentam a menor (13%) e a maior (38%) porcentagem de pastagens plantadas com indicativos de degradação, respectivamente. Porém, a área do bioma Cerrado com pastagem plantada degradada no Tocantins (528 mil hectares) é quase três vezes maior que a apresentada no Piauí (185 mil hectares). Nesse caso, em termos de abrangência territorial, os Estados do Paraná e do Distrito Federal quando comparados aos demais Estados, são os que apresentam a menor área de pastagem plantada degradada do bioma Cerrado, com valores de 19 e 30 mil hectares, respectivamente. Entretanto, áreas de pastagem plantada degradada acima de 2 milhões de hectares foram observadas nos Estados de Mato Grosso, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Goiás, com destaque para Mato Grosso do Sul e Goiás em que área com indicativos de degradação foi de 2,8 e 3,5 milhões de hectares, respectivamente. Vale ressaltar que o bioma Cerrado abrange praticamente todo o Estado de Goiás e que há presença significativa de outros biomas nos Estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais e a área de pastagem plantada degradada pode ser ainda bem

maior. Porém, cerca de 80% da área de pastagens degradadas no bioma Cerrado estão concentradas no território desses quatro Estados.

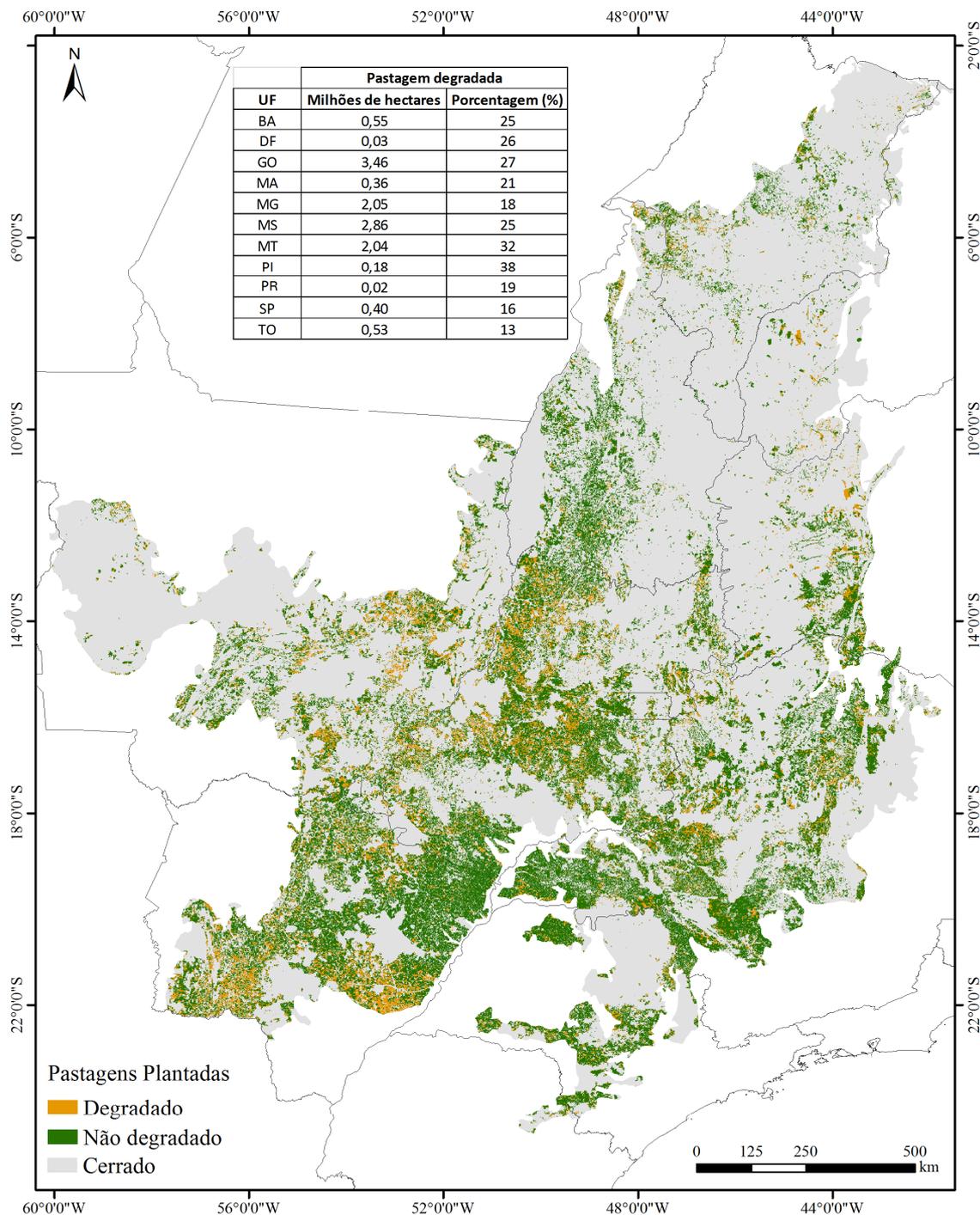


Figura 1. Pastagens plantadas com e sem indicativos de processos de degradação no bioma Cerrado. Análise do coeficiente de inclinação da linha de regressão ajustada em cada pixel (*Slope*), obtida a partir de dados provenientes do Spot-Vegetation, considerando degradado quando  $Slope < -0,001$ .

Na Figura 2 visualiza-se o mapa com indicativos de degradação das pastagens plantadas no bioma Cerrado ao considerar pastagens com degradação quando  $Slope < 0,001$ , ou seja, foi incluído o intervalo de *Slope* que corresponde à condição de estabilidade da vegetação ( $-0,001$

a  $+0,001$ ), supondo que parte das pastagens plantadas pode estar em condições estabilizadas dentro de alguma condição de degradação.

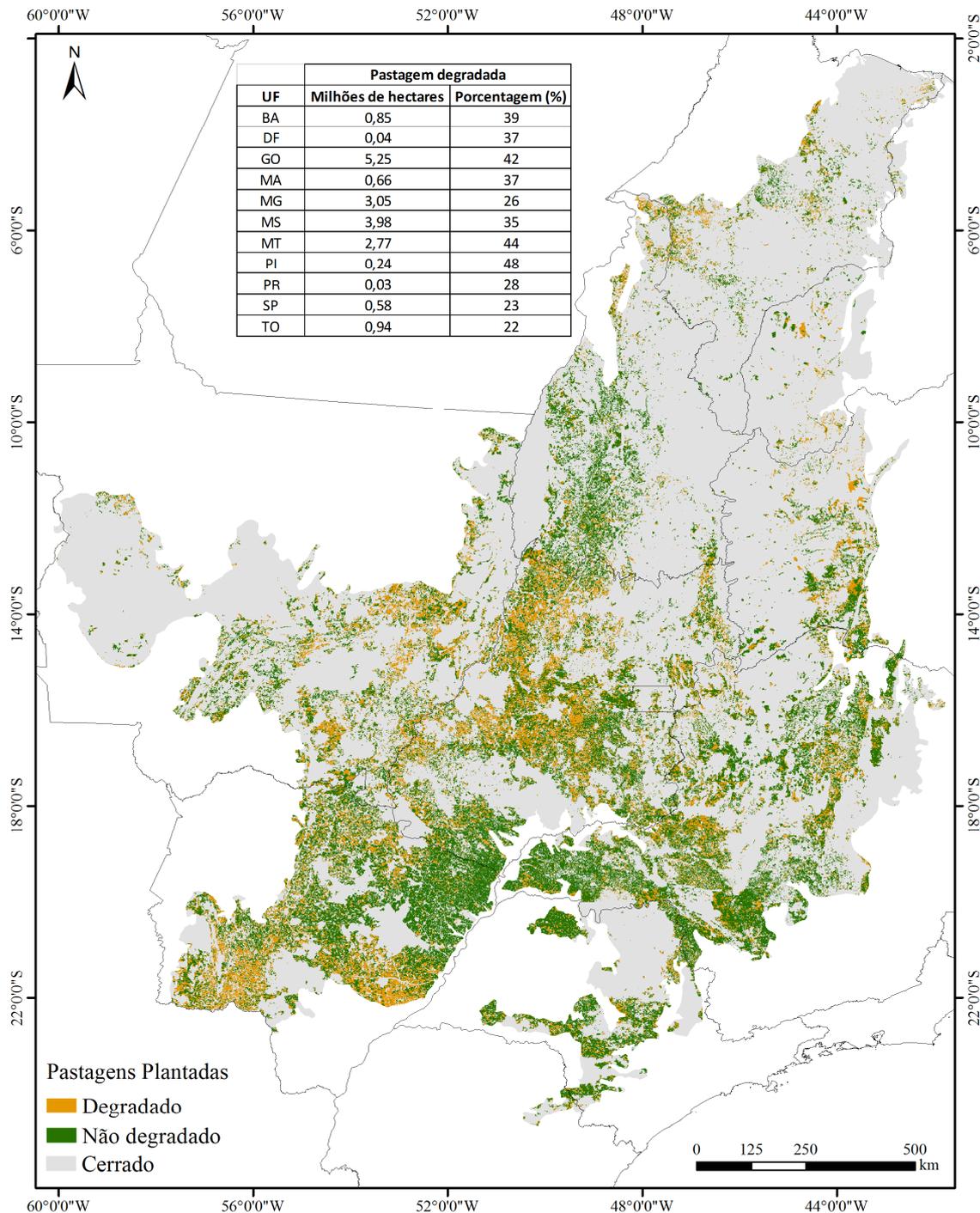


Figura 2. Pastagens plantadas com e sem indicativos de processos de degradação no bioma Cerrado. Análise do coeficiente de inclinação da linha de regressão ajustada em cada pixel (*Slope*), obtida a partir de dados provenientes do Spot-Vegetation, considerando degradado quando  $Slope < +0,001$ . Nesse caso, adicionou-se o intervalo de estabilidade da vegetação por supor que parte das pastagens pode estar em condições estabilizadas dentro de alguma condição de degradação.

Para a classificação apresentada no mapa da Figura 2, identificou-se que cerca de 18,4 milhões de hectares (35%) das pastagens plantadas no bioma Cerrado possuem algum indicativo de degradação, o que representa menos da metade do valor encontrado na literatura para o bioma Cerrado. Estima-se que cerca de 80% das pastagens cultivadas no Brasil Central encontra-se em degradação (Macedo et al., 2000; Peron e Evangelista, 2004). Ao considerar apenas a fase de engorda, a produtividade de carne de uma pastagem degradada pode ser até seis vezes inferior a de uma pastagem boa (Macedo et al., 2000). Por outro lado, em estudo diagnóstico das pastagens no Brasil ao considerar a taxa de lotação (TL - Unidades Animais - UA - por hectare) como possível referência para supor a porcentagem total de pastagens degradadas no País, Dias-Filho (2014) estimou que 75% das pastagens brasileiras estariam de moderada ( $0,4 < TL \leq 0,8 \text{ UA ha}^{-1}$ ) a fortemente degradadas ( $TL \leq 0,4 \text{ UA ha}^{-1}$ ), sendo apenas o restante na condição de levemente degradada ( $0,8 < TL \leq 1,5 \text{ UA ha}^{-1}$ ) ou não degradada ( $TL > 1,5 \text{ UA ha}^{-1}$ ).

Kichel et al. (2012) afirmaram que uma pastagem degradada pode apresentar menos de 50% de seu potencial produtivo em relação às condições edafoclimáticas do local onde foi implantada e da espécie ou cultivar da forrageira utilizada. Além disso, ao considerar as fases de recria e engorda de bovinos de corte, os autores relataram que, sob uma pastagem degradada, a produtividade animal gira em torno de 3 arrobas  $\text{ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , enquanto numa pastagem em bom estado pode-se atingir em média 16 arrobas  $\text{ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . Nesse caso, se recuperar de 12,5 a 18,4 milhões de hectares é possível um acréscimo potencial na produção de carne bovina em pastagens plantadas no Cerrado de 2,4 a 3,6 milhões de toneladas por ano. Vale ressaltar que, o Programa ABC tem por meta induzir a recuperação de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas em todo o País até 2020. Para tanto, a adoção de sistema de integração lavoura-pecuária (iLP) e lavoura-pecuária-floresta (iLPF) são alternativas promissoras que visa a fixação de carbono no solo pelo grande aporte de resíduos vegetais que produz. A implementação, por exemplo, de sistema iLP em pelo menos 4 milhões de hectares é uma das metas propostas no ABC. Se a meta for alcançada será possível reduzir as emissões de 18 a 28 milhões de t  $\text{CO}_2$  eq. ou mais apenas nesse caso específico. Dias-Filho (2014) relata que em pastos recuperados é possível alcançar maior produtividade e menor emissão de gases de efeito estufa por animal, tornando a pecuária uma atividade economicamente mais rentável e ambientalmente mais eficiente.

#### 4. Conclusões

De acordo com a metodologia aplicada foi possível identificar que 12,5 milhões de hectares (24%) das pastagens plantadas no Cerrado estão com algum indicativo de degradação. Ao considerar também as áreas de pastagens em condições de estabilidade como degradadas, a área de pastagens plantadas com indicativos de degradação sobe para cerca de 18,4 milhões de hectares (35%). Destaca-se ainda que os Estados de Mato Grosso, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Goiás concentram cerca de 80% das áreas de pastagens plantadas com indicativo de degradação no bioma Cerrado.

As informações obtidas constituem-se em uma importante base de dados que visa contribuir para compreensão dos processos de uso e cobertura da terra e servir como potencial apoio no planejamento, implementação e monitoramento de políticas públicas relacionadas com as pastagens neste relevante bioma brasileiro.

#### Referências Bibliográficas

Abdon, M. M.; Luciano, A. C. S.; Silva, J. S. V.; Oliveira, M. S. Classificação de pastagens degradadas nos municípios de Corguinho e Rio Negro, MS, utilizando fusão de imagens CBERS. **Geografia**, Rio Claro, v. 34, número especial, p. 709-720, 2009.

Andrade, R. G.; Leivas, J. F.; Garçon, E. A. M.; Silva, G. B. S.; Gomes, D.; Vicente, L. E.; Bolfe, E. L.; Victoria, D. C. Indicativo de degradação de pastagens a partir de dados Spot Vegetation. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2013, Foz do Iguaçu, PR. XVI SBSR - Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** São José dos Campos, SP: SELPER Brasil/INPE, 2013a. p. 6917-6922.

Andrade, R. G.; Rodrigues, C. A. G.; Sanches, I. D.; 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, p. 234-243, 2013b.

Dias-Filho, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 4.ed.rev. atual. e ampl. Belém: Ed. do Autor, 2011. 216p.

Dias-Filho, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 36p. (Documentos, 402).

Ferraz, J. B. S.; Felício, P. E. D. Production systems: an example from Brazil. **Meat Science**, v. 84, n. 2, p. 238-243, 2010.

Gao, Q.; Li, Y.; Wan, Y.; Lin, E.; Xiong, W.; Jiangcun, W.; Wang, B.; Li, W. Grassland degradation in Northern Tibet based on remote sensing data. **J. Geographical Sciences**, v. 16, n. 2, p. 165-173, 2006.

Kichel, A.N.; Costa, J.A.A.; Almeida, R.G. Vantagens da recuperação e renovação de pastagens degradadas com a utilização de sistemas integrados de produção agropecuária. **Revista Agro & Negócios**, v.11, n.14, p.48-50, 2012.

Lasaponara, R. Estimating interannual variations in vegetated areas of Sardinia island using SPOT/VEGETATION NDVI temporal series. **IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters**, v. 3, n. 4, p. 481-483, 2006.

Liu, S.; Wang, T.; Guo, J.; Qu, J.; An, P. Vegetation change based on SPOT-VGT data from 1998-2007, northern China. **Environ. Earth Sci.**, v. 60, p. 1459-1466, 2010. doi 10.1007/s12665-009-0281-4.

Macedo, M. C. M.; Euclides, V. P. B.; Oliveira, M. P. Seasonal changes in the chemical composition of cultivated tropical grasses in the savannas of Brazil. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Rockhampton. **Proceedings...** Palmerston North: New Zealand Grassland Association, 1993. p. 2001-2002.

Macedo, M. C. M.; Kichel, A. N.; Zimmer, A. H. Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 2000. 4 p. (Comunicado Técnico, 62).

MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). **Plano ABC**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/desenvolvimento-sustentavel/plano-abc>>. Acesso em 06 nov. 2014.

Peron, A.J.; Evangelista, A.R. Degradação de pastagens em regiões do cerrado. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.3, p.655-661, 2004.

Rouse, J. W.; Haas, J. A.; Schell, J. A.; Deering, D. W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In: Earth Resources. Technology Satellite-1 Symposium, 3., Washington D.C., 1973. **Proceedings...** Washington, D. C.: NASA. Goddard Space Flight Center, v. 1, p.309-317. (NASA SP-351).

Sano, E. E.; Chaves, J. M.; Bezerra, H. S.; Feitoza, L. Identificação dos principais tipos de pastagens cultivadas do Cerrado a partir de Sensoriamento Remoto. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM: soil functioning under pastures in intertropical areas, 2000, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Cerrados; IRD, 2000. 1 CD-ROM.

Sano, E. E.; Rosa, R.; Brito, J. L.; Ferreira, L. G. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 153-156, 2008.

Stow, D.; Daeschner, S.; Hope, A.; Douglas, D.; Petersen, A.; Myneni, R.; Zhou, L.; Oechel, W. Variability of the seasonally integrated normalized difference vegetation index across the north slope of Alaska in the 1990s. **International Journal of Remote Sensing**, v. 24, n. 5, p. 1111-1117, 2003.