

## Distribuição e avaliação da acuidade espacial dos mapeamentos da área de pastagem para o Brasil

Fernando Moreira de Araújo<sup>1</sup>  
Adriano Silva de Faria<sup>1</sup>  
Laerte Guimarães Ferreira<sup>1</sup>  
Sérgio Henrique de Moura Nogueira<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento – LAPIG/IESA/UFG  
Campus II Samambaia - Caixa Postal 131 – CEP 74001970 - Goiânia - GO, Brasil  
{ fernandomsbl, fariasilvaadriano, lapig.ufg, serque }@gmail.com

**Abstract.** Agriculture and pastures are an important sector of the Brazilian economy, especially in relation to the production of commodities that aims to serve the world market. Livestock production in Brazil is characterized by extensive management, at the landscape level, which confers low animal production per unit area. Due to the diversity of genera of grasses (*Andropogon*, *Brachiaria*, and others), different management, spatial location, relief, soil and climate, produce a mapping of pasture areas in Brazil through satellite images is a complex process. Thus, this analysis aims to present the synthesis and evolution of the pasture area in Brazil based on the different mapping initiatives, as well as to evaluate the spatial accuracy of these current mappings. The increase of pasture area in Brazil between 2002 and 2014, according to the most recent mappings, was 14,542,120 ha, evolving from 151,519,048 ha (PROBIO) to 166,061,167 ha. The Brazilian states that presented the greatest expansion of the pasture area were Mato Grosso (11 Mha), Maranhão (5,2 Mha), Pará (3,3 Mha), Tocantins (2,8 Mha) and Rondônia (2,7 Mha). The states of Goiás, Minas Gerais and Mato Grosso do Sul, important producers of livestock in Brazil, there was a considerable retraction of the pasture area, on average of 2 Mha. The average accuracy of the mappings that compose the mapping of the pasture area to the Brazilian territory is medium-high, approximately 73%.

**Palavras-chave:** pasture area, Mapping, land use, accuracy.

### 1. Introdução

A agropecuária é um importante setor da economia brasileira, sobretudo em relação a produção de commodities agrícolas (soja, milho, café, suco de laranja, etc.) que visa atender o mercado mundial. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) mostra que a agropecuária é o único setor da economia brasileira que cresceu em 2015 em relação ao ano anterior (1,8%) (IBGE, 2016a). Em termos territoriais, e de acordo com os dados do censo agropecuário de 2006 (segunda apuração), as áreas dedicadas à agricultura e à pecuária ocupam 56,3 Mha e 160 Mha, respectivamente (IBGE, 2006b).

A produção pecuária no Brasil é caracterizada pelo manejo extensivo a nível da paisagem (i.e. extensas áreas, baixo manejo, sem a utilização de fertilizantes, etc.), o que confere baixa produção animal por unidade de área. Por outro lado, com o aumento da demanda e da qualidade de carne pelo mercado internacional, tem ocorrido o aumento do manejo de pastoreio intensivo em sistema de rotação (piquetes menores e forrageiras com grande produção de biomassa). Sistemas de manejo intensivos proporcionam produtividade (arroba/ano) e ganhos nutricionais diferenciados para o gado (corte e leite) (Berndt et al., 2013), bem como redução na produção do gás metano, o qual apresenta potencial de aquecimento global 23 vezes maior que o dióxido de carbono (Broucek, 2014).

Devido a diversidade de gêneros das gramíneas forrageiras (i.e. *Andropogon*, *Brachiaria*, *Panicum*, etc), diferentes manejos empregados (tipo de raça e quantidade de unidade animal por hectare), localização espacial (região), relevo, solo e clima (definindo distintas regiões edafo-climáticas), o mapeamento das áreas de pastagens no Brasil, por meio da utilização de imagens de satélite, é um processo complexo, haja vista a diversidade de respostas espectrais (em função de diferenças em textura, cor e geometrias de imageamento) (Hill et al., 2011),

bem como pela confusão entre as classes de cobertura e uso da terra, como agricultura e vegetação herbácea remanescente (Grecchi, et al., 2013; Muller et al., 2015).

Tendo por referência os mapeamentos do uso da terra e cobertura vegetal remanescente para os biomas brasileiros, realizado no âmbito da iniciativa PROBIO (MMA, 2007), essa análise tem o objetivo de apresentar a síntese e a evolução da área de pastagem no Brasil com base nas diferentes iniciativas de mapeamento, bem como avaliar a acurácia espacial dos mapeamentos atuais.

## 2. Materiais e Métodos

Para essa análise, o mapeamento zero da área de pastagem para o território brasileiro é a iniciativa do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO) realizado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA). O Projeto PROBIO realizou o mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal remanescente para os seis biomas brasileiros utilizando imagens dos satélites Landsat 5 (TM) e 7 (ETM+) de 2002, técnicas de classificação automática (segmentação de alvos) e interpretação visual.

Para analisar a evolução da dinâmica da área de pastagem atual do Brasil em comparação com o momento 2002, serão utilizadas os mapeamentos das iniciativas TerraClass Amazônia (2012) (Embrapa, 2012), TerraClass Cerrado (2013) (Brasil, 2015), Bacia do Alto Paraguai (BAP) (2012) (Classes de Pastagem (AP), Alteração Natural/Manejo (ANM) e Alteração Antrópica (AA)) (WWF e SOS pantanal, 2012), PROBIO Mata Atlântica (MMA, 2007), Lapig Caatinga (2014) e IBGE 2012 para o Rio Grande do Sul (RS). O mapeamento da BAP foram inclusas outras classes em função da utilização para o pastoreio. Os mapeamentos para os biomas Amazônia e Pantanal possuem constantes atualizações por meio dos projetos TerraClass (2004, 2008, 2010 e 2012) e Bacia do Alto Paraguai (2002-2008, 2008-2010, 2010-2012 e 2012-2014), respectivamente. Entretanto, os demais biomas, a atualização dos mapeamentos da área de pastagens é pontual após o PROBIO, i.e. Cerrado (2013), Pampa (2012) e Caatinga (2014), e sem atualização, como a Mata Atlântica. O Mapeamento Lapig para a Caatinga foi realizado com base em imagens Landsat 8 (OLI0 para o ano de 2014, com o foco nas áreas de pasto limpo e solo exposto. Esta pesquisa considerou somente iniciativas que promoveram o mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal remanescente para todo o bioma.

Para avaliar a acurácia espacial dos mapeamentos supracitados, foram utilizados métodos de inspeção visual de pontos aleatórios por área de pastagem (Figura 2A), tiles de 5 x 5 km (Figura 2B), amostrais (2.000 aleatórios em função da proporção da área de pastagem na cena Landsat) (Figura 2C) e pontos de campo coletados com o Sistema de Posicionamento Global (Global Position System – GPS) (Figura 2D). Ao todo foram inspecionados 408.013 pontos. Os pontos gerados aleatoriamente em função da área de pastagem seguiram o critério de 1 ponto para cada 50.000 há, enquanto os pontos amostrais de 2.000 pontos seguiu a seguinte regra, se uma cena Landsat (limite útil) possui 50% ocupada por pastagem, 1.000 pontos forma gerados sobre a área de pastagem e, os outros 1.000 pontos, fora da área de pastagem. Os pontos foram gerados sem considerar qualquer regra espacial.

A inspeção visual teve como base imagens Landsat 8 (recorte temporal de 2013 a 2015) e as imagens de alta resolução espacial fornecidas pela plataforma *Google Earth*. Devido a intrínseca sazonalidade dos biomas utilizou-se imagens Landsat 8 do período seco e chuvoso.

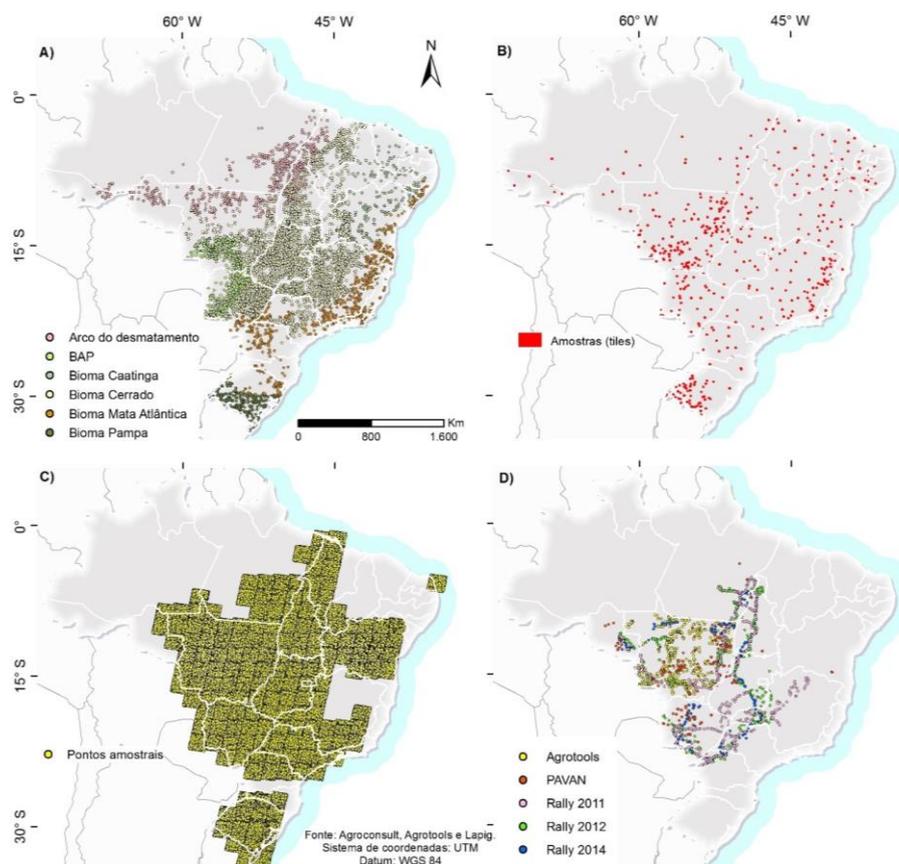


Figura 2. Distribuição espacial dos pontos aleatórios (A), Tiles 5 x5 km (B), 2.000 pontos por cena (C) e coletados em campanhas de campo (D) para avaliação da acurácia da área de pastagem.

A tabela 1 apresenta a quantidade de pontos gerados aleatoriamente sobre cada mapeamento avaliado no processo de inspeção visual/acurácia espacial. Os pontos coletados por GPS (*Global Positioning System*) referentes a coluna “Outras fontes” foram fornecidos pelos parceiros do Rally da Pecuária (campanhas 2011, 2012 e 2014), Aliança da Terra (pontos *Pasture Validation Network* – PAVAN) e Agrotools (Figura 3D). Os biomas Caatinga e Pampa não possuem pontos coletados em campo por essas iniciativas.

Tabela 1. Quantidade de pontos aleatórios para a avaliação espacial dos mapeamentos bases que compõem a máscara síntese da área de pastagem para o território brasileiro.

Mapeamento de pastagem	Fonte	Área (ha)	Pontos Aleatórios/Área Pastagem	2000 pontos	Tiles (5x5km)	Outras fontes
Arco do desflorestamento	TerraClass Amazônia (2012)	31.010.600	620	12.577	32.675	636
Bacia do Alto Paraguai	BAP (2014)	13.433.861	411	7.386	48.071	392
Caatinga	Lapig (2014)	17.778.824	193	4.862	39.060	0
Cerrado	TerraClass Cerrado (2013)	60.084.339	4.080	30.477	99.252	897
Mata Atlântica	PROBIO (2002)	31.057.500	621	12.380	58.794	172
Pampa	IBGE 2012	11.485.400	230	5.497	48.730	0

### 3. Resultados e Discussões

#### 3.1. Distribuição espacial da área de pastagem no Brasil

O incremento da área de pastagem no Brasil entre 2002 a 2014, de acordo com os mapeamentos mais recentes que compõem o mapeamento síntese da área de pastagem, foi de 14.542.120 ha, evoluindo de 151.519.048 ha (PROBIO) para 166.061.167 ha atualmente (Figura 3). A maior expansão ocorreu na região *core* da pecuária bovina (regiões centro-oeste e norte do Brasil). Os estados brasileiros que apresentaram maior expansão da área de pastagem foram o Mato Grosso (MT), Maranhão (MA), Pará (PA), Tocantins (TO) e Rondônia (RO), sendo 11 Mha, 5.2 Mha, 3.3 Mha, 2.8 Mha e 2.7 Mha, respectivamente. Os estados do PA, MT, RO e MA também apresentaram o maior ganho de rebanho pecuário no período analisado, sendo 7.8, 6.5, 4.7 e 3.1 milhões de cabeça de gado, respectivamente (IBGE, 2015).

Os estados de Goiás (GO), Minas Gerais (MG) e Mato Grosso do Sul (MS), importantes produtores da pecuária no Brasil, houve uma considerável retração da área de pastagem, em média de 2 Mha. Contudo, o rebanho pecuário aumentou em MG (3,2 milhões) e em GO (1,5 milhões), enquanto no MS houve retração de 2 milhões do seu efetivo (IBGE, 2015). O efetivo pecuário atual para esses três estados é de 1,3 cabeça/ha. O estado do Rio Grande do Sul (RS) foi o único estado fora da região *core* que apresentou aumento considerável da área de pastagem (3.4 Mha), enquanto o rebanho pecuário se manteve estável, apresentando lotação de 1,4 cabeça/ha.

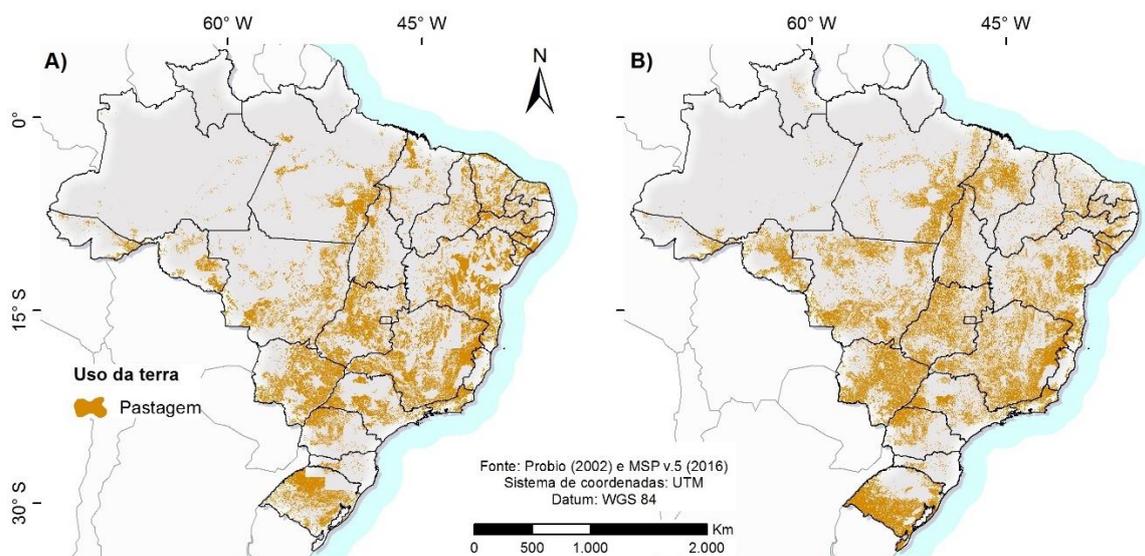


Figura 3. Distribuição espacial da área de pastagem segundo o mapeamento do projeto PROBIO (A) e máscara síntese (B).

A figura 4 mostra a diferença da área de pastagem entre o PROBIO e o mapeamento síntese da área de pastagem atual.

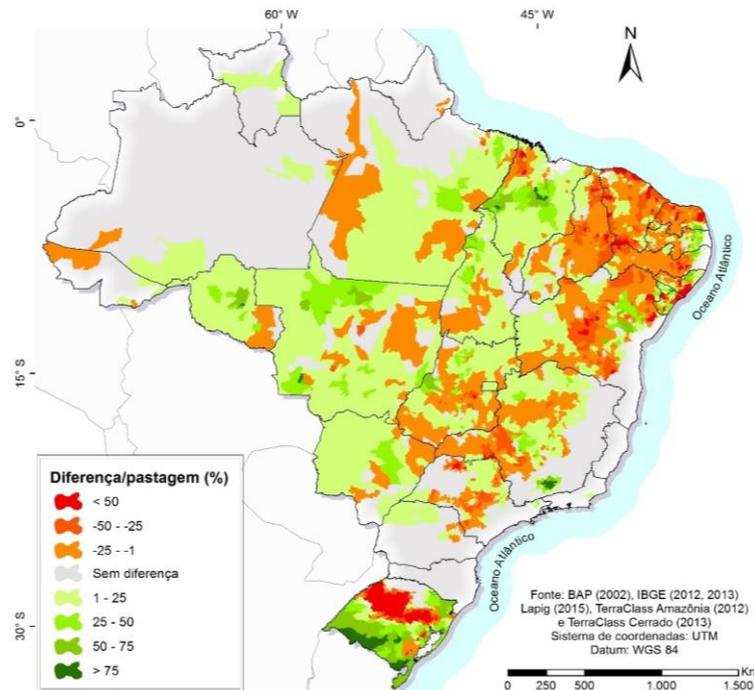


Figura 4. Diferença da área de pastagem mapeada pelo PROBIO e o mapeamento síntese da área de pastagem atual por município.

No bioma Caatinga, os estados do Maranhão e Paraíba foram os únicos que apresentaram expansão da área de pastagem no mapeamento Lapig, enquanto para os demais estados ocorreu a redução da pastagem em relação ao PROBIO. Os estados do Ceará (CE), Bahia (BA) e Piauí (PI) apresentaram redução média da área de pastagem em torno de 2 Mha (Figura 5).

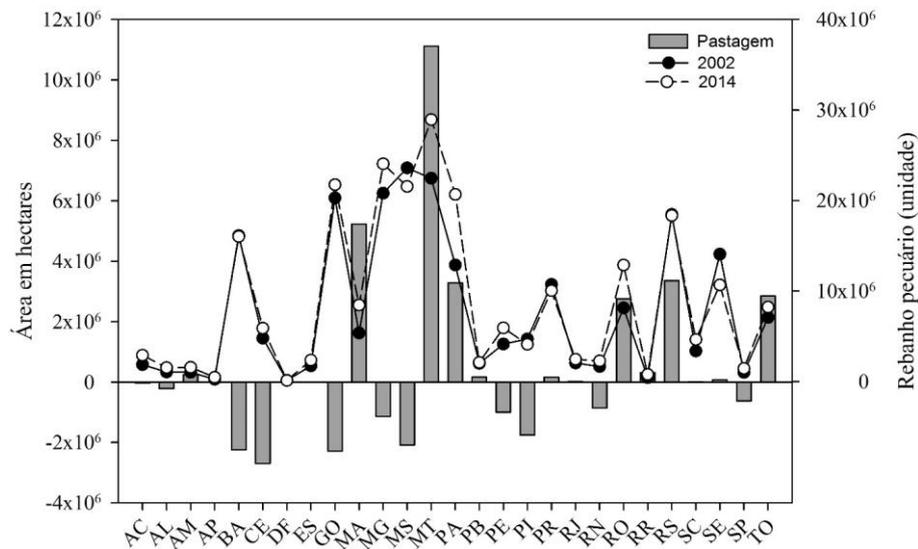


Figura 5. Diferença da área de pastagem entre os mapeamentos PROBIO e síntese e a dinâmica do rebanho bovino entre 2002 e 2014 por Estado.

### 3.2. Acurácia da máscara síntese da área de pastagem

A acurácia espacial dos mapeamentos da área de pastagem para o território brasileiro é variável. A acurácia média dos mapeamentos que compõem o mapeamento síntese da área de pastagem para o território brasileiro é média-alta, ou seja, aproximadamente 73% (Figura 6).

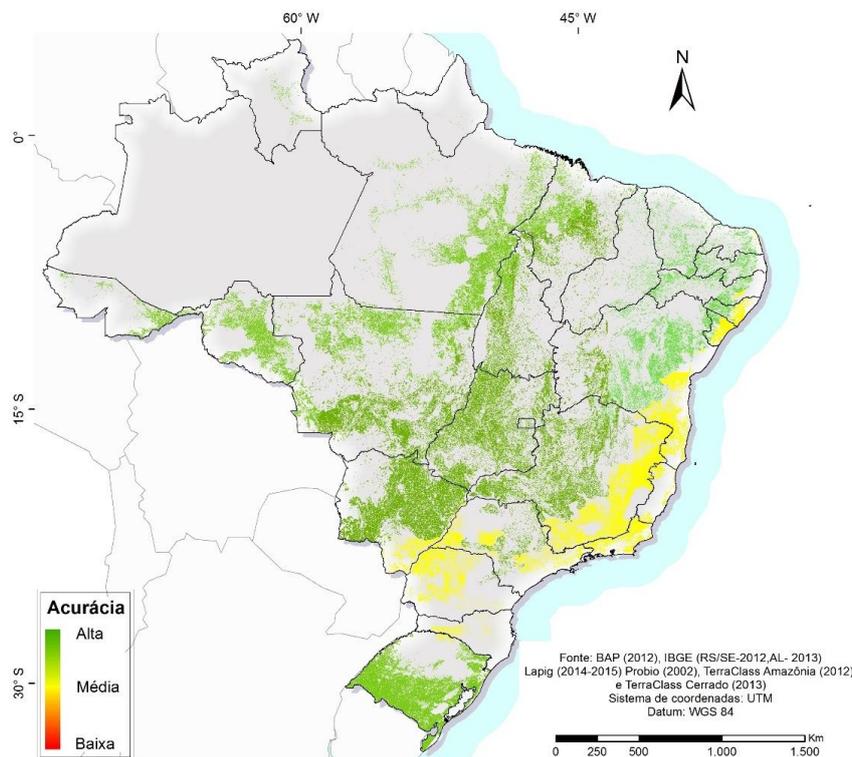


Figura 6. Acurácia média dos mapeamentos da área de pastagem que compõem o mapeamento síntese para o território brasileiro.

A figura 5 nos mostra que as regiões brasileiras com os maiores rebanhos bovinos no Brasil possuem os mapeamentos com elevada acurácia espacial (i.e. Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Pará e Rondônia), ainda que necessitem de atualizações mais recentes para equilibrar os erros de comissão e omissão em função da alta dinâmica de uso da terra pela pecuária e agricultura. Os Mapeamentos TerraClass Amazônia, TerraClass Cerrado, BAP e IBGE/Pampa (RS) registraram as maiores acurácias, sendo 77%, 81%, 80% e 75%, respectivamente. Contudo, esses mesmos mapeamentos apresentam alto erro de omissão.

A tabela 2 demonstra a acurácia dos mapeamentos que compõem o mapeamento síntese da pastagem. Os diferentes procedimentos de inspeção visual demonstram que a utilização dos mapeamentos de pastagens em análises mais acuradas (i.e. escala maior que a proposta) é preciso ser feito o refinamento dessas bases (atualização do incremento), enquanto para análises regionais, os mesmos estão adequados em função da alta acurácia espacial.

Tabela 2. Acurácia espacial dos mapeamentos da área de pastagem por bioma de acordo com os pontos amostrais e de campo.

Mapeamento de pastagem/bioma	Pontos Aleatórios/Área Pastagem (%)	2.000 pontos (%)	Tiles (5x5km) (%)	Outras fontes (%)
Amazônia	69	86	73	79
Caatinga	64	80	65	-
Cerrado	80	87	85	80
Mata Atlântica	51	53	69	46
Pampa	47	88	90	-
Pantanal	76	87	85	79

Ainda que os mapeamentos da área de pastagem que compõem o mapeamento síntese necessitem de atualização regular (i.e. anual) e apresente grandes generalizações, essa base fornece boa acurácia espacial, principalmente mapeamentos como o BAP (2014) e TerraClass Cerrado (2013), os quais permitem tecer relações mais precisas da produção pecuária no Brasil, já que em 2016, completa-se 10 anos sem dados oficiais do Censo Agropecuário, sendo a principal iniciativa de recenseamento no país para diagnóstico do setor agropecuário.

#### 4. Conclusões

O mapeamento síntese da área de pastagem se apresenta como uma ótima alternativa para compreender a dinâmica espacial do uso da terra no território brasileiro. A acurácia espacial dos recentes mapeamentos é satisfatória, já que apresentam uma precisão global, em média, de 73%. Contudo, a atualização de mapeamentos como TerraClass Amazônia e Cerrado deve ser constante, entre 2 anos, devido a evolução da dinâmica de ocupação do uso da terra, como também diminuir o erro de omissão das novas áreas. Nessa perspectiva, se faz necessário a unificação dos métodos de classificação, interpretação visual e definição das classes de uso da terra e cobertura vegetal remanescente para os biomas.

A produção pecuária no Brasil é preciso se tornar mais eficiente em relação a utilização da sua extensa área de pastagem, ainda que a lotação pecuária tenha apresentado aumento entre 2006 e 2014. A lotação pecuária é baixa em relação aos níveis de produtividade que pode alcançar, sobretudo sem pressionar as áreas de vegetação remanescente existentes, como está ocorrendo na região do MATOPIBA, onde as áreas remanescentes estão sofrendo pressão da produção agrícola e pecuária

Somente a partir de dados mais acurados será possível tecer relações mais condizentes com a realidade produtiva e preservação dos diferentes ambientes que integram os biomas brasileiros tão ameaçados e convertidos.

#### Agradecimentos

Esse trabalho é parte dos esforços coordenados pelo Lapig (Laboratório de processamento de imagens e geoprocessamento - UFG) para mapear e caracterizar as áreas de pastagens do bioma Cerrado. Reconhecemos e agradecemos o apoio da Gordon and Betty Moore Foundation e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG / PRONEX, processo 201200766130154, chamada pública nº 007/2012).

#### Referências

Berndt, A.; Solórzano, L.A.R.; Sakamoto, L.S. **Pecuária de corte frente à emissão de gases de efeito estufa e Estratégias diretas e indiretas para mitigar a emissão de Metano.** In: VI Simpósio de Nutrição de Ruminantes – Nutrição de precisão para sistemas intensivos de produção de carne: Alto desempenho e baixo impacto ambiental/ Anais. Botucatu. p. 3-19, 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Mapeamento do Uso e Cobertura do Cerrado: TerraClass Cerrado 2013.** MMA, SBF. Brasília: MMA, 2015. 67 p.

Broucek, J. Production of Methane Emissions from Ruminant Husbandry: A Review. **Journal of Environmental Protection**, Vol. 5, p.1482-1493, 2014.

EMBRAPA e INPE. **Projeto TERRACLASS - Sumário Executivo: Levantamento de informações de uso e cobertura da terra na Amazônia.** 25 p., 2012. Disponível em: [http://www.inpe.br/cra/projetos\\_pesquisas/TerraClass\\_2012\\_26nov2014.pdf](http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/TerraClass_2012_26nov2014.pdf)>. Acesso em 20 fev. 2015.

GRECCHI, R.C., GWYN, Q.H.J., BÉNIÉ, G.B., & FORMAGGIO, A.R. (2013). Assessing the spatiotemporal rates and patterns of land-use and land-cover changes in the Cerrados of southeastern Mato Grosso, Brazil. **International Journal of Remote Sensing**, Vol. 34, p. 5369–5392, 2013.

Hill, M. J.; Hanan, N. P.; Hoffmann, W.; Scholes, R.; Prince, S.; Ferwerda, J.; Lucas, R. M.; Baker, I.; Arneth, A.; Higgins, S. I.; Barrett, D. J.; Disney, M.; Hutley, L. Remote sensing and modeling of savannas: The state of the dis-union. In: **34th International Symposium on Remote Sensing of Environment - The GEOSS Era: Towards Operational Environmental Monitoring**, Sydney, NSW, 2011.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Indicadores IBGE. Contas Nacionais Trimestrais – Indicadores de Volume e Valores correntes. 4º tri/2015**. 2016a. 39p.

\_\_\_\_\_. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA**. 2016b. Disponível em:  
<<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?z=t&o=24&i=P>>. Acesso em: 13.jan.2016.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Levantamento da Cobertura Vegetal Nativa do Bioma Mata Atlântica**. Edital Probio 03/2004. Brasília, 2007a. 84p.

Müller, H.; Rufin, P.; Griffiths, P.; Siqueira, A. J. B.; Hostert, P. Mining dense Landsat time series for separating cropland and pasture in a heterogeneous Brazilian savanna landscape, **Remote Sensing of Environment**, Vol. 156, p. 490-499, 2015.

WWF- Brasil e Instituto SOS Pantanal. **Monitoramento das alterações da cobertura vegetal e uso do Solo na Bacia do Alto Paraguai – Porção Brasileira – Período de Análise: 2010 a 2012**. Iniciativa: Instituto SOS Pantanal e Embrapa Pantanal. Brasília, 2012.