

Revista Brasileira de Cartografia (2013) N<sup>o</sup> 65/6: 1075-1086  
Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto  
ISSN: 1808-0936

## **ANÁLISE DA QUALIDADE DAS PASTAGENS CULTIVADAS DO CERRADO GOIANO A PARTIR DE IMAGENS MODIS ÍNDICES DE VEGETAÇÃO**

*Quality Assessment of Cultivated Pastures in the Cerrado Goiano Based on  
MODIS Vegetation Index Images*

**Fanuel Nogueira Garcia<sup>1</sup>; Laerte Guimarães Ferreira<sup>1</sup>  
& Edson Eyji Sano<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup>Universidade Federal de Goiás – UFG**

**Instituto de Estudos Sócio-Ambientais - Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento**  
Campus Samambaia, Caixa Postal: 131, CEP:74001-970, Goiânia – GO, Brasil  
fanuelng@yahoo.com.br, laerte@iesa.ufg.br

**<sup>2</sup>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA**  
**Laboratório de Biofísica Ambiental – Embrapa Cerrados**

Embrapa BR-020 km 18 Caixa Postal 08223 CEP: 73301-970 Planaltina - DF, Brasil  
sano@cpac.embrapa.br

*Recebido em 12 de Julho, 2012/ Aceito em 25 de Outubro, 2012*  
*Received on July 12, 2012/ Accepted on October 25, 2012*

### **RESUMO**

O estado de Goiás é um dos maiores produtores bovinos do país, com cerca de 21,3 milhões de cabeças de gado e produção média anual de 600.000 toneladas de carne. Aproximadamente 38,7% da área territorial do estado está ocupada por pastagem cultivada, a qual se encontra, em grande parte, degradada e com baixa lotação bovina. Diante da necessidade de um monitoramento sistemático destas áreas, este estudo, baseado em dados de sensoriamento remoto orbital de resolução espacial moderada (imagens índices de vegetação MODIS13Q1 EVI), bem como bases de dados espaciais e censitários, teve por objetivo avaliar a qualidade das pastagens em Goiás, para o período de 2001 a 2009, a partir da estimativa de produtividade primária líquida (PPL) da vegetação, cujos valores foram analisados em relação às principais classes de solos e padrões de lotação bovina. Os principais resultados e conclusões foram: a) os maiores valores de PPL foram encontrados em pastagens situadas nas porções central, sul e extremo nordeste de Goiás; b) os maiores índices de PPL estiveram associados a Argissolos, Cambissolos, Neossolos e Latossolos; e c) vários municípios (maiores produtores de gado) estão com suas áreas de pastagens seriamente comprometidas. Estes dados corroboram a necessidade de se monitorar a qualidade das pastagens, considerando diversos fatores correlatos (ex. solos, infraestrutura existente, lotação bovina), de tal forma que, através de uma maior governança territorial e modernização da cadeia produtiva associada à pecuária de corte, seja possível, além de maior lucratividade e eficiência, uma produção ambientalmente mais sustentável.

**Palavras-chave:** Pecuária, Pastagens Degradadas, Produtividade Primária Líquida.

## ABSTRACT

The State of Goiás is one of the greatest producers of cattle in the country, with about 21.3 millions of heads and average annual production of 600,000 tons of meat. Approximately 38.7% of the State is occupied by pasturelands. This arises a concern with the quality of the pastures, since several studies have shown that a large portion of them is already degraded and with low cattle occupation. This study, based on moderate spatial resolution remote sensing imagery (MODIS13Q1-EVI), as well as on spatial and census data, aimed at evaluating the quality of the pastures in Goiás through the estimation of a net primary productivity proxy (NPP) for the 2001 – 2009 period. The main results and conclusions of our study were: a) the highest NPP values were found in the central, southern and extreme northeastern portions of Goiás; b) the highest NPP values were related to Argissolos, Cambissolos, Neossolos and Latossolos; and c) there are several municipalities (major cattle producers) which have the majority of their pastures severely impacted. Thus, the monitoring of pasture quality and the analysis of correlated factors (e.g. soils, infrastructure, cattle occupation) are of great importance, so that, through improved territorial governance and modernization of the meat production chain, a more efficient and environmental sustainable cattle industry may be achieved.

**Keywords:** Cattle Ranching, Degraded Pastures, Net Primary Productivity.

## 1. INTRODUÇÃO

A pecuária, atividade de destaque na economia do Brasil, caracteriza-se pela exploração extensiva das pastagens e ocupação de vasta área do território nacional - aproximadamente 150 milhões de hectares (MMA, 2007). Atualmente, o Brasil é o maior exportador de carne bovina no mundo, detendo o maior rebanho comercial, com cerca de 209 milhões de cabeças (IBGE, 2010; CNPC, 2011).

Em relação aos biomas brasileiros, esta ocupação ocorre principalmente no Cerrado, cujas áreas de pastagem (~ 546. 251 km<sup>2</sup>) correspondem a 26,8% da área total do bioma e cerca de 37% da área total de pastagens no Brasil (SANO et al., 2010; BUSTAMANTE et al., 2012). O Cerrado abrange 12 estados (IBGE, 2004), compreende grande número de nascentes e parte considerável das principais regiões hidrográficas da América do Sul e é considerado um dos 34 *hotspots* de biodiversidade no mundo (MYERS et al., 2000), tanto por seus aspectos naturais quanto pela ocupação intensa e acelerada.

Dentre os estados que compõem o Cerrado, Goiás, o único totalmente inserido na sua região *core*, é o quinto estado mais antropizado, com uma conversão de ~ 55% do seu território original, sendo 15% agricultura e 38,7% de pastagens cultivadas (SANO et al., 2008). Dados da Produção da Pecuária Municipal (PPM) do IBGE (2010) indicam que Goiás é o quarto maior produtor de bovinos do país, com um rebanho estimado em 21,3 milhões de cabeças de gado, atrás apenas de Mato Grosso (28,6

milhões), Minas Gerais (22,6 milhões) e Mato Grosso do Sul (22,3 milhões). Da mesma forma, dados da Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (ABIEC) indicam que o estado de Goiás participa com cerca de 20% do total de carne bovina exportada pelo país, com uma média anual de abate entre 2 e 3 milhões de cabeças (ABIEC, 2012). Além disso, o estado é o terceiro em número de frigoríficos de exportação, contando atualmente com 10 plantas (ABIEC, 2011).

Apesar de números tão expressivos em relação à produção bovina no estado de Goiás, os produtores, não se mostram tão otimistas diante do cenário da pecuária de corte. Alguns dos elementos que comprometem a lucratividade do setor são: (i) baixos índices zootécnicos (capacidade de suporte do pasto, ou seja, quantidade de animal por hectare), bastante comuns em sistemas de produção que não preveem algum programa de correção e adubação do solo na fase de estabelecimento e manutenção da pastagem (MARTHA JÚNIOR e VILELA, 2002); (ii) baixa remuneração por parte dos frigoríficos; e (iii) elevados gastos com recuperação de pastagem, suplementação animal e mão-de-obra (TAVARES et al., 2009). Segundo esses autores, um melhor desempenho no setor está intimamente ligado ao aumento dos índices zootécnicos, os quais, para a maioria das regiões do estado, estão abaixo do ideal, em torno de 1,2 unidade animal/hectare (UA/ha) (EUCLIDES FILHO et al., 1997).

Diante deste cenário, ressalta-se a preocupação com a qualidade das pastagens, as

quais, segundo estimativas recentes, estão em grande parte degradadas, o que resulta em baixa capacidade de suporte (~ 0,8 UA/ha) e baixa produção animal (~ 40 kg/ha/ano em peso vivo) (BARCELLOS, 1996; OLIVEIRA et al., 2004).

Dados de sensoriamento remoto orbital constituem uma alternativa bastante confiável e economicamente viável para o monitoramento da cobertura vegetal em grandes áreas (FERREIRA et al., 2008). Em particular, a produtividade primária líquida (PPL), medida da biomassa acumulada ao longo de um ciclo de crescimento e, portanto, parâmetro do vigor e da capacidade de crescimento da vegetação, é certamente um importante parâmetro para o monitoramento da qualidade e manejo de áreas de pastagens cultivadas (REEVES et al., 2002; FERREIRA et al., 2012).

Tendo por base a premissa de que a produtividade primária das pastagens cultivadas no bioma Cerrado varia principalmente em função da ocorrência de espécies e práticas de manejo, o que resulta em diferentes comportamentos espectrais ao longo de um ciclo hidrológico, os quais, por sua vez, são passíveis de serem discriminados por meio dos chamados índices de vegetação (FERREIRA et al., 2003; FERREIRA et al., 2012), este estudo busca: 1) avaliar a qualidade das pastagens no Cerrado goiano a partir da estimativa de PPL; e 2) analisar a distribuição da pastagem, conforme parâmetro de qualidade, em relação aos principais tipos de solo, lotação bovina por município, infraestrutura e frigoríficos existentes.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Área de Estudo

A área de estudo compreende o Cerrado goiano, originalmente presente em aproximadamente 97% do estado de Goiás e situado na região Centro-Oeste do Brasil. Caracterizado pela intensa ocupação de seu território, com destaque para a pastagem e agricultura, o Cerrado goiano faz parte do celeiro do Brasil na produção de grãos e carnes (MENDES, 2008). Enquanto as áreas de pastagens se distribuem por todo o estado, a agricultura ocorre predominantemente no sudoeste e centro-sul (Figura 1).

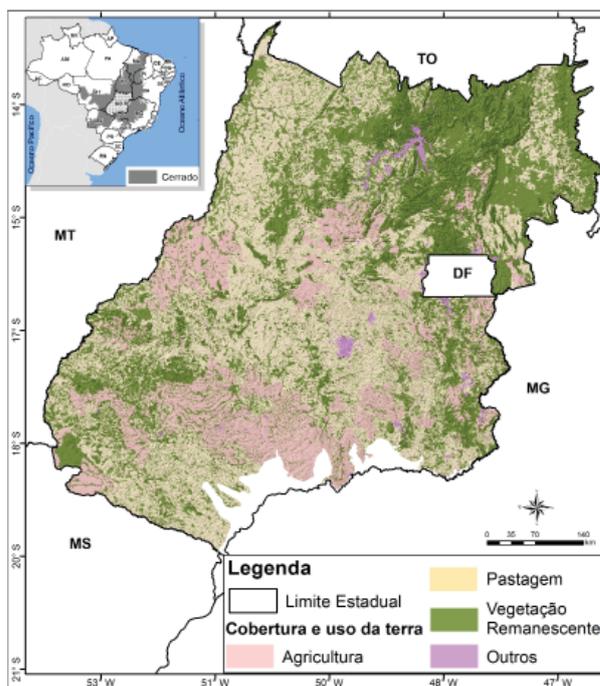


Fig.1 - Mapa de cobertura e uso da terra na região originalmente ocupada por vegetação típica de Cerrado no Estado de Goiás.

### 2.2 Descrições dos Dados

Os dados MODIS13Q1, índice de vegetação EVI (*enhanced vegetation index*), utilizados neste trabalho possuem resolução temporal de 16 dias e resolução espacial de 250m (HUETE et al., 2002). Essas imagens encontram-se disponíveis no portal do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento do Instituto de Estudos Socioambientais da Universidade Federal de Goiás (LAPIG/IESA/UFG – [www.lapig.iesa.ufg.br](http://www.lapig.iesa.ufg.br)), devidamente filtradas para efeitos de contaminações residuais por aerossóis, nuvens e sombras (MEDEIROS et al., 2009). O EVI oferece dados temporais e espaciais consistentes sobre as condições da vegetação, permitindo o monitoramento da atividade fotossintética em suporte à detecção de mudanças, interpretações biofísicas e o estudo da fenologia (FERREIRA et al., 2003; LATORRE et al., 2003).

Os dados cartográficos utilizados compreenderam: (i) mapa de uso da terra para o todo o bioma Cerrado, elaborado no âmbito do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO), à escala de 1:250.000, tendo como base as imagens LANDSAT ETM+ de 2002 (SANO et al., 2010);

(ii) limite do bioma Cerrado, disponível no portal do Ministério do Meio Ambiente ([www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)); e (iii) mapa de solos, limites políticos (municipal, estadual e federal) e malha viária do estado de Goiás, disponíveis no portal do Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás (SIEG) ([www.sieg.go.gov.br](http://www.sieg.go.gov.br)).

Quanto aos dados relacionados à pecuária, ou seja, área de pastagem no Cerrado goiano, rebanho bovino e lotação bovina (i.e. número de cabeças de gado por hectare), estes foram obtidos junto ao Censo Agropecuário do IBGE de 2006 e PPM (2001 a 2010) ([www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)). Os dados de localização dos frigoríficos foram obtidos junto à Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes ([www.abiec.com.br/2\\_mapa.asp](http://www.abiec.com.br/2_mapa.asp)).

### 2.3 Análise dos Dados

Com vistas à discriminação das pastagens no estado de Goiás, foram obtidos mosaicos de imagens MODIS EVI, correspondentes ao período de 2001 a 2009, para toda a área originalmente ocupada por Cerrado. Em uma segunda etapa, procedeu-se ao somatório dos valores de EVI ao longo de cada ano, totalizando 23 composições, entre 2001 e 2009, conforme Eq. (1):

$$\text{Imagem\_Produtividade}_{2001,2002\dots2009} = (\sum \text{EVI}_{01,23}) \quad (1)$$

As imagens-produtividade resultantes do somatório dos valores EVI ao longo de cada ano (2001-2009) (Eq. 1) são, em fato, aproximações de valores (*pixel a pixel*) de PPL (RATANA et al., 2005), constituindo, assim, um importante parâmetro para o monitoramento da qualidade e manejo de áreas de pastagens cultivadas.

Em seguida, cada um destes somatórios (valores anuais acumulados) foi normalizado conforme equação abaixo:

$$[(X_i) - (X_{min})] / [(X_{max}) - (X_{min})] \quad (2)$$

onde  $X_i$  = valor de um pixel de uma imagem de determinado ano;  $X_{min}$  = *pixel* de menor valor na imagem; e  $X_{max}$  = *pixel* de maior valor na imagem.

Em relação ao conjunto de imagens somatório, normalizadas para cada período analisado, calculou-se, *pixel a pixel*, os respectivos valores médios, o que resultou em uma única imagem produtividade, recortada conforme as áreas ocupadas por pastagens cultivadas no Cerrado goiano e analisada segundo os limites municipais e de classes de solos encontradas no estado de Goiás.

Os valores médios de PPL, por município e tipos de solos, foram avaliados em relação à lotação bovina (número de cabeças por hectare), conforme dados do Censo Agropecuário (IBGE, 2006), malha viária pavimentada e principais plantas frigoríficas (Figura 2), em relação às quais gerou-se um *buffer* de 15 km.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em relação aos dados de PPL das áreas de pastagem cultivada no Cerrado goiano, estimados a partir de imagens MODIS EVI, observou-se que os maiores valores do índice foram encontrados, principalmente, nas regiões central, sul e extremo nordeste do estado, enquanto que valores mais baixos ocorreram, predominantemente, no entorno de Brasília e nas porções norte e noroeste do estado (depressão do Araguaia) (Figura 3).

Quanto aos tipos de solos existentes nas áreas de pastagem no Cerrado goiano (Figura 4), predominam: (i) Latossolos, presentes em 44,6% destas áreas. Estes solos ocorrem, preferencialmente, em relevos com formas residuais de superfícies de aplainamento, mais conhecidos como chapadas, e apresentam topografia plana a suave-ondulada. São solos profundos (geralmente superiores a 2m). Mais de 95% dos Latossolos são distróficos e ácidos, de baixa a média capacidade de troca catiônica e com nível de pH em torno de 4 a 5,3. Quando mal manejados, apresentam alto risco de erosão, pois possuem estrutura granular, cujo comportamento hídrico é semelhante ao da areia (REATTO et al., 2008); (ii) Argissolos, com 19,4%, que compreendem os chamados solos minerais não hidromórficos, com horizonte B textural de cores avermelhadas. São profundos e apresentam boa fertilidade natural e potencial. Quimicamente, podem ser eutróficos, distróficos ou álicos. Ocupam, na paisagem, a porção inferior das encostas, geralmente côncavas,

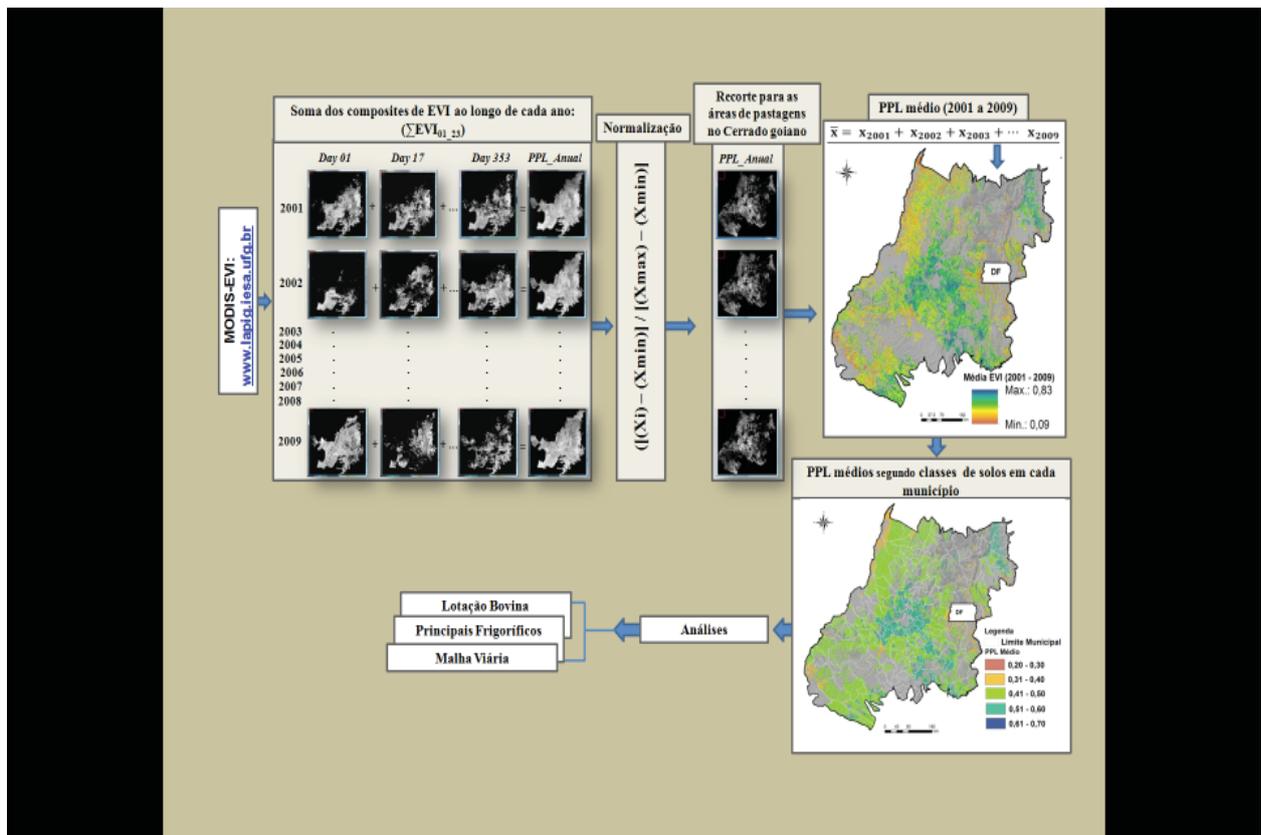


Fig. 2 - Fluxograma das principais etapas de processamento e análise dos dados (DOY = Day of the Year / dia do ano).

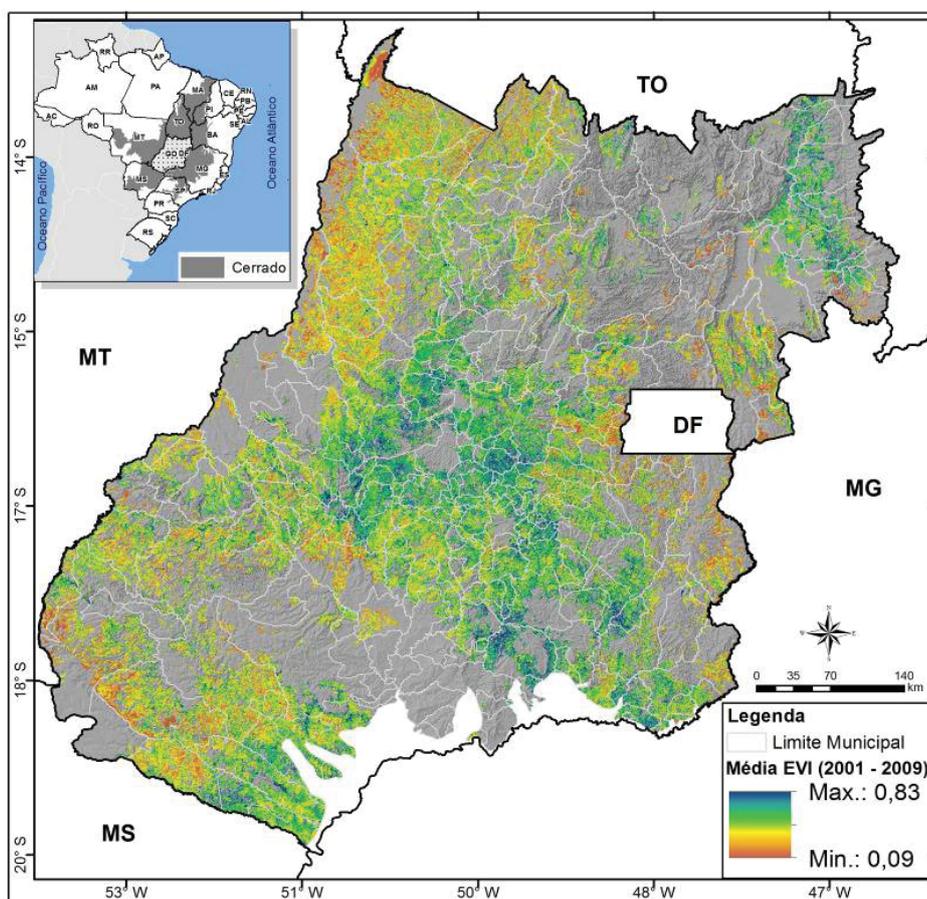


Fig. 3 - Mapa de produtividade média (2001-2009) estimada a partir de imagens índice de vegetação (MODIS EVI).

onde o relevo se apresenta ondulado (8% a 20% de declive) ou forte-ondulado (20% a 45% de declive) (REATTO et al., 2008); (iii) Cambissolos, presentes em 16,9% das áreas de pastagens, estão geralmente associados a relevos mais movimentados (ondulados a forte-ondulados). São solos que variam desde raso a profundo, com espessuras entre 0,2m a 1m. Potencialmente, esses solos deveriam ser destinados à preservação permanente, pois se encontram em relevos mais íngremes ou

são mais rasos (REATTO et al., 2008); (iv) Neossolos, presentes em 10,8% das áreas de pastagens, cujas principais características são a profundidade (superior a 2m) e a textura arenosa ou franco-arenosa, haja vista estarem associados a sedimentos arenosos (constituídos basicamente de quartzo), normalmente em relevo plano ou suave-ondulado. Estes solos são muito suscetíveis à erosão, pois estão condicionados a baixos teores de argila e de matéria orgânica (REATTO et al., 2008).

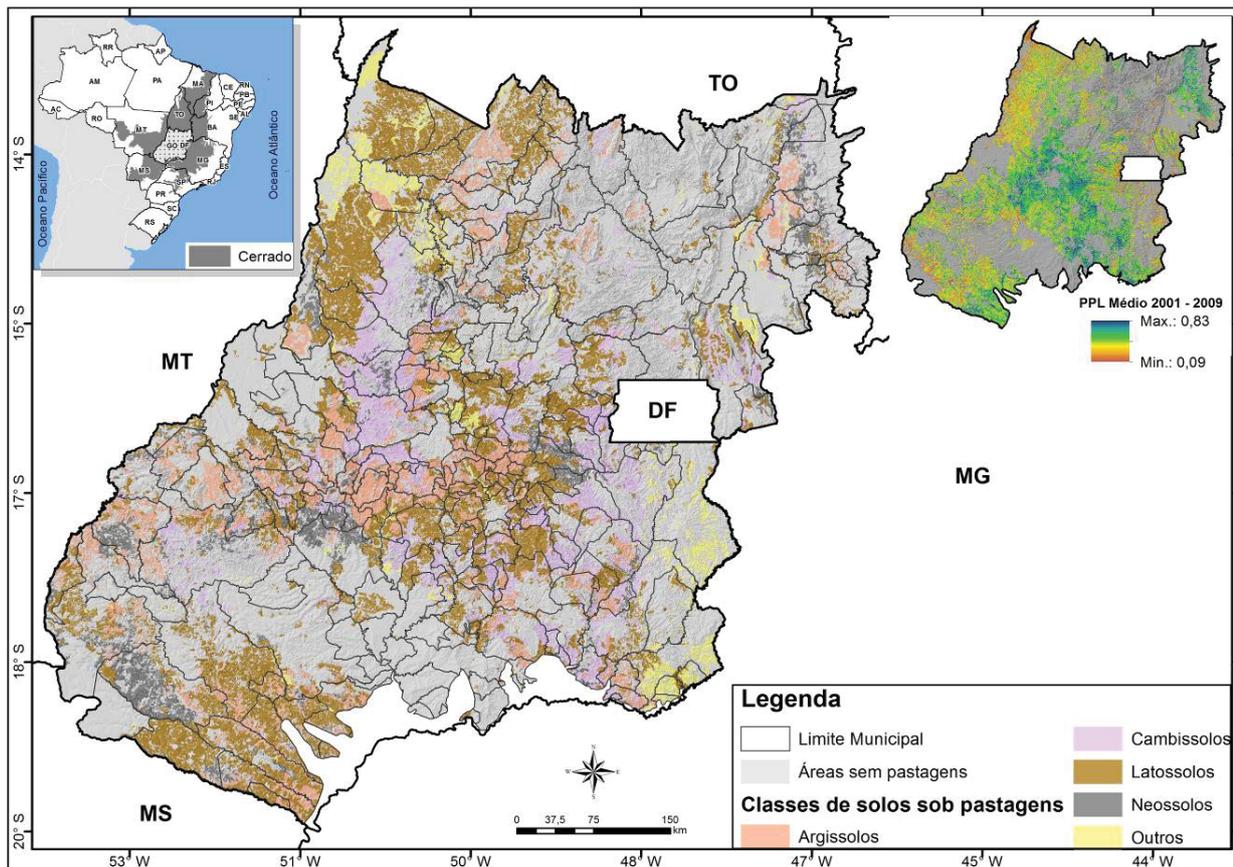


Fig. 4 - Principais classes de solos nas áreas de pastagens no Cerrado goiano. No detalhe à direita, distribuição das pastagens conforme valores médios de produtividade.

Vale ressaltar que as áreas de pastagens possuem um padrão de ocupação diferenciado quando comparado à agricultura, principalmente quanto ao tipo de solo. Observa-se, na Figura 5, que as áreas de pastagens estão distribuídas de forma mais uniforme em relação às classes de solos, ou seja, estão presentes com elevada representatividade (> 10%) em pelo menos quatro tipos de solos, diferentemente da agricultura, que possui 75,3% de suas áreas agrícolas sobre Latossolos e nenhuma outra ocupação com representatividade superior a 10%.

Segundo Macedo (2005), os solos ocupados por pastagens são, em geral, marginais, quando comparados àqueles usados pela agricultura. Esses solos apresentam problemas de fertilidade natural, acidez, topografia, pedregosidade ou limitações de drenagem. Os solos de melhor aptidão agrícola são ocupados pelas lavouras anuais de grãos ou as de grande valor industrial, para a produção de óleo, fibras, resinas, açúcar, etc. Assim, as áreas destinadas à exploração dos bovinos de corte apresentam problemas de produtividade e de sustentabilidade de produção.

Em fato, e com base nos dados de PPL gerados para as áreas de pastagens, percebe-se que, de forma geral, as pastagens situadas em Argissolos foram as mais produtivas, seguidas por Cambissolos, Neossolos e Latossolos (Figura 6).

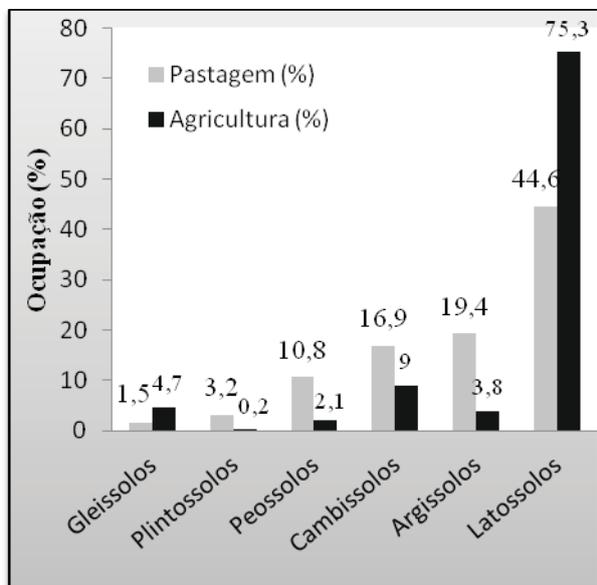


Fig. 5- Relação do tipo de uso com as classes de solos.

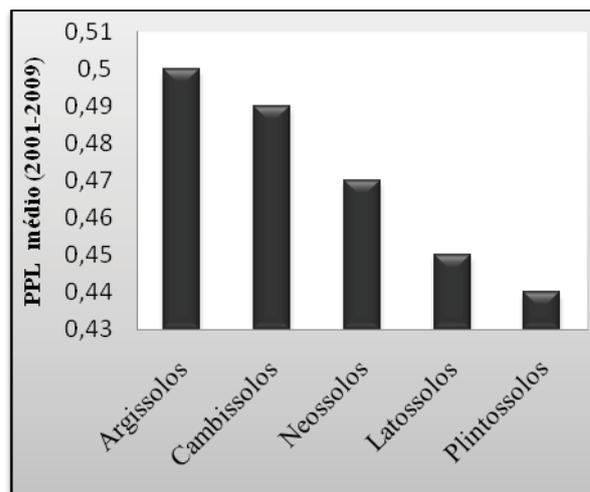


Fig.6 - Relação entre tipo de solo e produtividade primária líquida (PPL).

Quando se condiciona a análise por tipo de solo, em cada município, observa-se um padrão de produtividade diferenciado regionalmente. Em particular, as pastagens situadas nos municípios das regiões nordeste, centro e sudeste goiano foram as que apresentaram os melhores índices de produtividade primária (Figura 7).

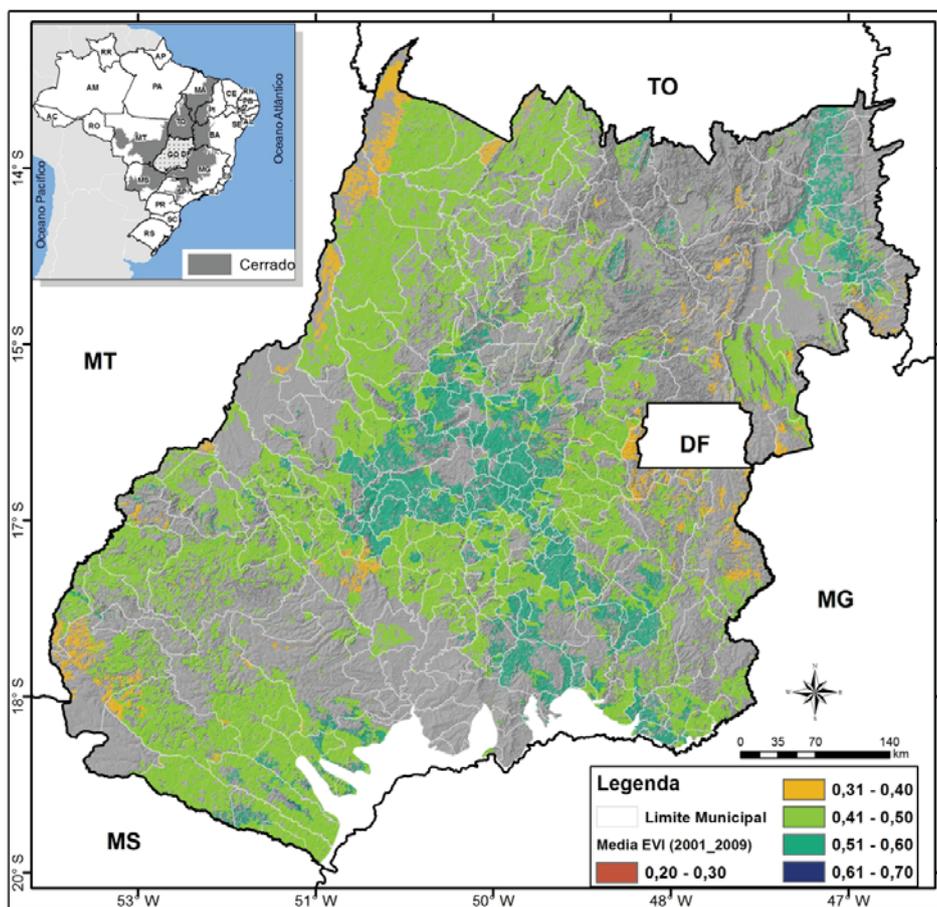


Fig. 7 - Distribuição dos valores de PPL (média do período 2001 – 2009), espacializados conforme o valor médio determinado para as diferentes classes de solos e limites municipais.

Para a região do nordeste goiano, aproximadamente 65% das pastagens apresentaram valores entre 0,51 e 0,70. Quanto ao tipo de solo, 34,3% destas pastagens estão sobre Neossolos, seguidos de Argissolos e Latossolos (Tabela 1). Vale ressaltar que as demais áreas com pasto nessa região apresentaram um nível intermediário de produtividade (PPL entre 0,41 e 0,50), assim como em grande parte do estado.

Tabela 1: Tipos de solos associados às pastagens da região nordeste do estado com maiores valores de PPL

Solo	Representatividade (%)	Área (ha)
Neossolos	34,36	143.277
Argissolos	28,95	120.738
Latossolos	18,96	79.078
Cambissolos	12,46	51.977
Plintossolos	4,51	18.824

Para a região central do estado, aproximadamente 64% das pastagens possuem valores de PPL entre 0,51 e 0,70. Deste total, 41,8% das pastagens estão sobre Argissolos, seguidos de Latossolos e Cambissolos (Tabela 2).

Tabela 2: Tipos de solos associados às pastagens da região central do estado com maiores valores de PPL

Solo	Representatividade (%)	Área (ha)
Argissolos	41,89	663.401
Latossolos	30,74	297.659
Cambissolos	18,79	486.951
Chernossolos	4,15	65.757
Neossolos	3,97	62.823

Já em relação à região sudeste do estado, terceira região com melhores índices de produtividade, apenas 45% das pastagens se encontram com valores de produtividade entre 0,51 e 0,70. Deste total, 35,7% das pastagens estão em Argissolos, seguidos de Cambissolos e Latossolos (Tabela 3).

Tabela 3: Tipos de solos associados às pastagens da região sudeste do estado com maiores valores de PPL

Solo	Representatividade (%)	Área (ha)
Argissolos	35,72	663.401
Cambissolos	35,67	486.951
Latossolos	24,72	297.659
Neossolos	3,86	62.823

Para as demais regiões do estado, foi observado que as pastagens encontram-se num patamar de produtividade intermediário (PPL entre 0,41 e 0,50), porém, com alguns encraves de áreas com boa qualidade (extremo sul de Goiás, por exemplo) e outras bastante comprometidas, como é o caso de algumas áreas situadas no extremo noroeste do estado, mais precisamente no município de São Miguel do Araguaia, assim como no entorno do Distrito Federal (Figura 7).

Com base nos dados da PPM (IBGE, 2010) e nas médias de PPL por classe de solo em cada município, foi possível observar que a qualidade das pastagens, nos dez principais municípios criadores de gado do estado de Goiás, encontra-se, potencialmente, baixa. Dentre esses municípios, Caiapônia e Porangatu (terceiro e oitavo em quantidade bovina, respectivamente) são os que possuem os menores índices de PPL (0,44). Em relação às classes de solos, os Latossolos e os Cambissolos são os locais onde as pastagens apresentaram os menores valores médios (Tabela 4).

Em relação à ocupação efetiva das áreas de pastagens no Cerrado goiano, a taxa média de lotação bovina dos municípios é de 1,07 UA/ha. Por sua vez, chama atenção o fato de 77 dos 243 municípios analisados possuírem lotação inferior a esta média, apesar do fortalecimento das pesquisas e do desenvolvimento de tecnologias, fundamentadas na adaptação de espécies forrageiras ao clima e solos do Cerrado, com intuito de aumentar a taxa média de lotação bovina (EUCLIDES FILHO, 2008). No outro extremo, apenas 17 municípios apresentaram lotação superior a 3 UA/ha.

Os municípios com as menores taxas de lotação estão situados nas regiões sudoeste, leste e extremo norte do estado. Quando analisadas em relação aos 28 frigoríficos instalados no estado, distribuídos em 25 municípios, observa-se que nove destas plantas estão situadas em municípios com baixa lotação (Figura 8). De fato, apenas 6,3% da pastagem cultivada no estado está situada a uma distância inferior a 15 km desses frigoríficos.

Quanto à infraestrutura, percebe-se que as áreas de pastagens estão situadas ao longo dos principais eixos viários, assim como as principais unidades frigoríficas. Essa informação chama a

atenção sobre a importância da infraestrutura na implementação e consolidação tanto da indústria como da atividade agropecuária.

Aproximadamente 74% das pastagens cultivadas no Cerrado goiano estão situadas até 15 km dessas rodovias.

Tabela 4: Relação dos dez municípios com maior rebanho bovino no estado de Goiás e respectivas médias de PPL.

Município	Rebanho bovino (2009)	Média de produtividade primária por classe de solo					Média Municipal
		Argissolos	Cambissolos	Latossolos	Neossolos	Gleissolos	
Montes Claros de Goiás	286.500	0,46	-	0,46	0,43	0,50	<b>0,46</b>
Mineiros	305.000	0,47	0,50	0,42	0,42	0,43	<b>0,45</b>
Porangatu	315.165	0,41	-	0,41	0,47	0,49	<b>0,44</b>
Jataí	330.000	0,45	0,42	0,44	0,49	0,43	<b>0,45</b>
Quirinópolis	334.000	0,48	0,42	0,49	0,52	0,59	<b>0,50</b>
Jussara	350.620	0,49	-	0,47	0,49	0,50	<b>0,49</b>
Rio Verde	412.000	0,49	0,44	0,46	0,47	0,44	<b>0,46</b>
Caiapônia	424.674	0,45	0,44	0,43	0,45	0,43	<b>0,44</b>
São Miguel do Araguaia	550.622	-	-	0,40	0,48	0,55	<b>0,48</b>
Nova Crixás	737.585	0,45	0,41	0,42	0,50	0,49	<b>0,45</b>
<b>Média por classe de solo</b>	-	<b>0,46</b>	<b>0,44</b>	<b>0,44</b>	<b>0,47</b>	<b>0,48</b>	-

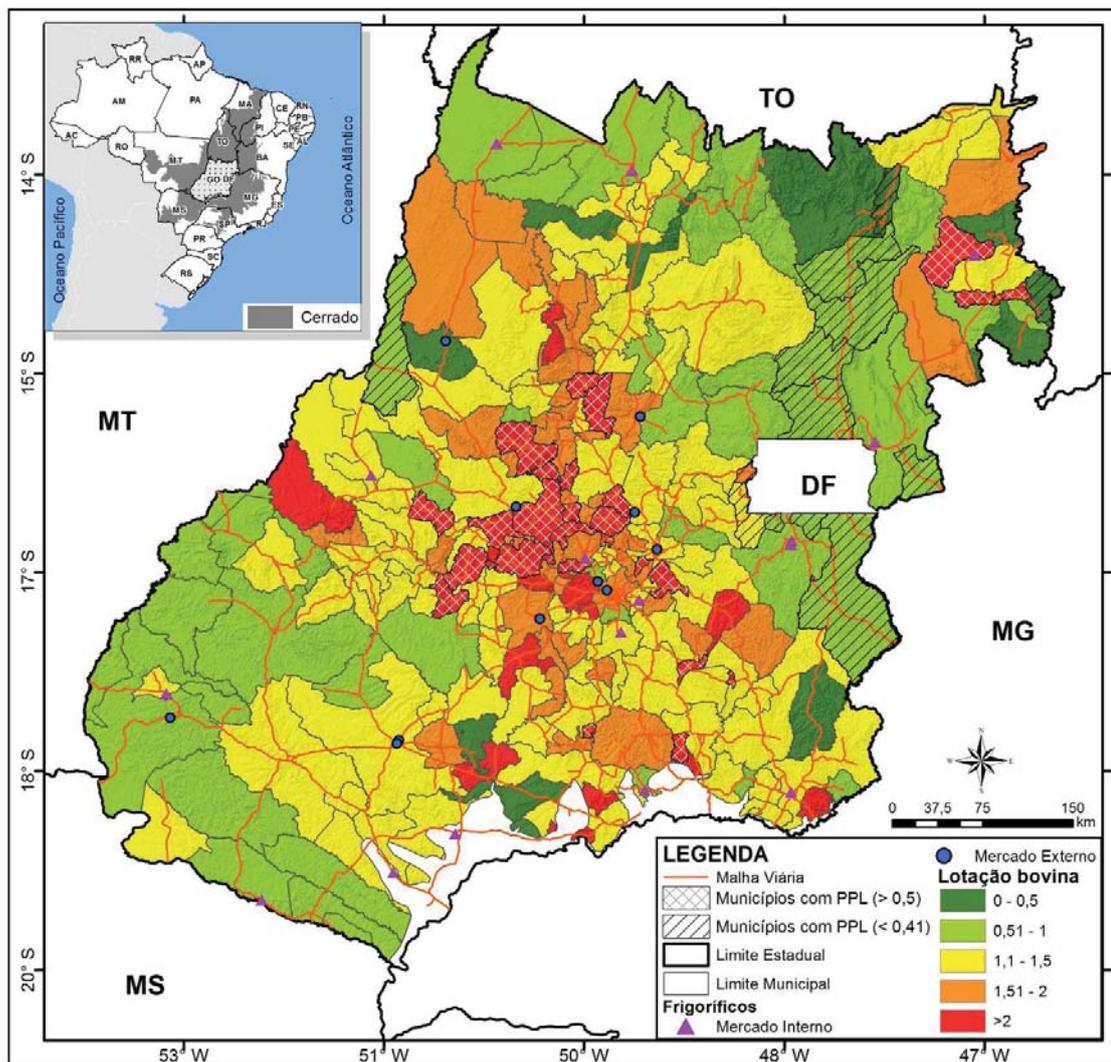


Fig. 8 - Distribuição da lotação bovina no Cerrado goiano em relação à infra-estrutura instalada.

Ao comparar os valores médios de produtividade primária com os dados de lotação bovina por municípios (Figura 8), observa-se a existência de um determinado padrão espacial. Vários municípios situados nas regiões sul, central e extremo nordeste do estado possuem elevados índices, tanto de lotação bovina (superior a 2 UA/ha), quanto de produtividade primária (superior a 0,50), o que representa um bom aproveitamento das pastagens, com práticas de manejo que demonstram coerência com a capacidade de suporte do pasto.

Esses padrões também são evidentes em locais onde ocorre a situação inversa, ou seja, baixa produtividade (inferior a 0,41) e baixa lotação bovina (inferior a 1 UA/ha), como em alguns municípios das regiões norte e entorno do Distrito Federal (Figura 8). Esse fato revela que no estado há várias áreas de pastagens que necessitam de recuperação, visando uma melhora nos índices de produtividade efetiva, ou seja, aumentando tanto a qualidade do pasto, quanto a densidade de gado criado por hectare.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O monitoramento da qualidade das pastagens e análise de seus fatores correlatos são de fundamental importância, pois a pecuária é atividade responsável pela ocupação de maior parte do Cerrado goiano e pela geração de grandes riquezas para o estado.

Neste estudo, a qualidade das pastagens no Cerrado goiano foi inferida e avaliada com base em imagens índices de vegetação de resolução espacial moderada (escala de semi-detalle), cujos valores acumulados ao longo de um ciclo hidrológico completo foram assumidos como indicativos da produtividade primária líquida. Com base nesta abordagem e nos dados aqui apresentados, constatou-se que as áreas de pastagens no Cerrado goiano encontram-se, predominantemente, num patamar de qualidade que varia entre baixo e médio (PPL entre 0,40 e 0,60).

Ainda em relação à produtividade, observou-se que os melhores índices estão associados aos Argissolos, Cambissolos e Neossolos, e não aos Latossolos, o tipo de solo predominante nas áreas de pastagens. Este padrão de ocupação está associado às diferentes formas de manejo praticadas pela pecuária e pela

agricultura. Na pecuária, raramente os produtores possuem programas de correção e adubação do solo na fase de estabelecimento e manutenção da pastagem. Já na agricultura, particularmente na monocultura, esse tratamento do solo é realizado praticamente todo ano (exceto em algumas áreas com cana-de-açúcar), sempre visando aumentar a produtividade. Assim, percebe-se a tendência das áreas de pastagens com os melhores índices de produtividade estarem associadas a solos naturalmente mais férteis, que não demandam tanta correção, como é o caso dos Argissolos.

Outra constatação deste estudo diz respeito à baixa lotação efetiva das pastagens no Cerrado goiano, tendo em vista a enorme área ocupada pela pecuária. Além disso, observa-se que a qualidade das pastagens nos dez principais municípios criadores de gado no estado encontra-se baixa.

Em relação à infraestrutura, pôde-se perceber que a maioria das áreas de pastagens cultivadas está situada ao longo das principais rodovias do estado. Quanto aos frigoríficos, também situados ao longo de eixos viários importantes, é interessante observar que estes se localizam de forma independente das áreas de pastagens ou critérios de lotação bovina. Este fato, associado ao predomínio de pastagens de baixa qualidade e ocupação regular, sugere a necessidade de maior governança territorial e modernização da cadeia produtiva associada à pecuária de corte, buscando assim, além de maior lucratividade e eficiência, uma produção ambientalmente mais sustentável.

#### AGRADECIMENTOS

Este trabalho, desenvolvido no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Estudos Sócio-Ambientais da Universidade Federal de Goiás (IESA / UFG), se insere entre as várias iniciativas do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG / UFG) voltadas ao monitoramento sistemático e gestão territorial do bioma Cerrado. Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio (Edital Universal 471198/2009-9) e pelas bolsas concedidas (mestrado, PQ IC e PQ II, respectivamente). Suporte financeiro para esta pesquisa também foi obtido junto ao *United States*

National Aeronautics and Space Administration (NASA) – *Land-Cover and Land-Use Change Program* (LCLUC) (NNX11AE56G).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Quantidade de Abate**. 2012. Disponível em: <[http://www.abiec.com.br/2\\_abate.asp](http://www.abiec.com.br/2_abate.asp)> Acesso: 20 fev. 2012.

ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Frigoríficos exportadores**. 2011. Disponível em: <[www.abiec.com.br/2\\_mapa.asp](http://www.abiec.com.br/2_mapa.asp)> Acesso: 16 fev. 2012.

BARCELLOS, A. O. Sistemas extensivos e semi-intensivos de produção: pecuária bovina de corte nos cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8., Brasília, DF, 1996. **Anais...** Planaltina: EMBRAPA – CPAC, 1996. p. 130-136.

BUSTAMANTE, M. M. C.; CARLOS, C.A.; SMERALDI, R.; AGUIAR, A. P. D.; BARIONI, L.G.; FERREIRA, L.G.; LONGO, K.; MAY, P.; PINTO, A.S.; OMETTO, J. P. H. B. Estimating greenhouse gas emissions from cattle raising in Brazil. **Climatic Change**, p. 1-19, 2012 (doi: 10.1007/s10584-012-0443-3).

CNPC. Conselho Nacional de Pecuária de Corte -National Beef Cattle Council (2011). **Balanco de Pecuária Bovídea de Corte: 1994–2010**. Disponível em: <<http://www.cnpc.org.br/arquivos/Balanco.xls>> Acesso: 20 maio. 2012.

EUCLIDES FILHO, K. A. Pecuária de corte no Cerrado Brasileiro. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. (Org.), **Savanas: Desafios e Estratégias para o Equilíbrio entre Sociedade, Agronegócio e Recursos Naturais**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. p. 613-644.

EUCLIDES FILHO, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. P. Desempenho animal em pastagens de gramíneas recuperadas com diferentes níveis de fertilização. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Brasília: SBZ, v.2, p.201-203, 1997.

FERREIRA, L.G.; YOSHIOKA, H.; HUETE, A.R.; SANO, E.E. Seasonal landscape and spectral vegetation index dynamics in the Brazilian Cerrado: an analysis within the

Large-Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia (LBA). **Remote Sensing of Environment**, v.87, n.4, p.534-550, 2003.

FERREIRA, L.G.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, M. E. Sensoriamento remoto da vegetação: Evolução e estado-da-arte. **Acta Scientiarum**, v.30, p.379-390, 2008.

FERREIRA, L.G.; SANO, E. E.; FERNANDEZ, L.; ARAÚJO, F. M. Biophysical characteristics and fire occurrence of cultivated pastures in the Brazilian savanna observed by moderate resolution satellite data. **International Journal of Remote Sensing**, 2012 (no prelo).

HUETE, A.; DIDAN, K.; MIURA, T.; RODRIGUEZ, E. P.; GAO, X.; FERREIRA, L. G. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. **Remote Sensing of Environment**, v.83, p. 195–213, 2002.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal 2010**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/download/estatistica.shtm>>. Acesso: 10 jan. 2012.

IBGE. **Mapa de Biomas do Brasil**. 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/mapas/>>. Acessadoem: 15 jul. 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/default.shtm>>. Acesso: 10 jul. 2011.

LATORRE, M. L.; ANDERSON, L. O.; SHIMABUKURO, Y. E.; CARVALHO JUNIOR, O. A. Sensor MODIS: características gerais e aplicações. **Espaço e Geografia**, v.6, p.97-126, 2003.

MACEDO, M. C. M. Pastagens no ecossistema Cerrado: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42. Goiânia, GO, 25-28 julho 2005. **Anais...** Brasília: SBZ, 2005, p.56-84.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L. **Pastagens no Cerrado: baixa produtividade pelo uso limitado de fertilizantes**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002, 30p. (Documentos, 50.).

- MEDEIROS, L. C.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, L. G.; FERREIRA, M. E. Cerrado online: plataforma de distribuição de informações geográficas produzidas pelo Programa de Monitoramento de Desmatamentos do Bioma Cerrado. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14. Natal, RN, 25-30 abril 2009. **Anais...**São José dos Campos: INPE, 2009. v.1, p.2309-2316.
- MENDES, E. P. P. Ocupação e produção no Cerrado Goiano: do século XVIII ao XX. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 9. Brasília, DF, 12-17 outubro 2008. **Anais...** Brasília: Embrapa Cerrados, 2008, 17p.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Mapa de cobertura vegetal dos biomas brasileiros**. 2007. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm>> Acesso: 08 jul. 2010.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, p. 853-858, 2000.
- OLIVEIRA, O.C.; OLIVEIRA, I.P.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. Chemical land biological indicators of decline/degradation of Brachiaria pastures in the Brazilian Cerrado. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.103, p.289-300, 2004.
- RATANA, P.; HUETE, A.R.; FERREIRA, L.G. Analysis of Cerrado physiognomies and conversion in the MODIS seasonal-temporal domain (LBA special issue). **Earth Interactions**, v.9, 22p., 2005.
- REATTO, A.; CORREIA, J. R.; SPERA, S. T.; MARTINS, E. S. Solos do Bioma Cerrado: aspectos pedológicos. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO J. F. (org.). **Cerrado: Ecologia e Flora**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008, v.1, p.109-149.
- REEVES, M. C.; WINSLOW, J. C.; RUNNING, S. W. Mapeando a produtividade semanal da vegetação de pastagens usando dados MODIS. In: CONFERÊNCIA VIRTUAL GLOBAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE BOVINOS DE CORTE, 1. Congresso virtual, 02 setembro - 15 outubro 2002. **Anais...** Corumbá: Embrapa Pantanal, 13p. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/agencia/congressovirtual/pdf/portugues/03pt01.pdf>>. Acesso: 11 jun. 2012.
- SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L.; FERREIRA, L. G. Mapeamento semi-detalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.153-156, 2008.
- SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L.S.; FERREIRA, L. G. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v.166, p.113-124, 2010.
- TAVARES, E. C. N.; CARVALHO, T. B.; ZEN, S. Rentabilidade econômica da bovinocultura de corte no Estado de Goiás. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 47. Porto Alegre, 26-30 julho 2009. **Anais...** Brasília: SOBER, 16p.