



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS
PROGRAMA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

**MONITORAMENTO DAS PASTAGENS CULTIVADAS NO CERRADO GOIANO A
PARTIR DE IMAGENS MODIS ÍNDICES DE VEGETAÇÃO (MOD13Q1)**

FANUEL NOGUEIRA GARCIA

Goiânia
2012

FANUEL NOGUEIRA GARCIA

**MONITORAMENTO DAS PASTAGENS CULTIVADAS NO CERRADO GOIANO A
PARTIR DE IMAGENS MODIS ÍNDICES DE VEGETAÇÃO (MOD13Q1)**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Estudos Socioambientais da Universidade Federal de Goiás, como requisito para obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Natureza e produção do espaço.

Linha de pesquisa: Dinâmica sócio-espacial: urbana, agrária, regional e ambiental.

Orientador: Dr. Laerte Guimarães Ferreira Jr.

Goiânia
2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
GPT/BC/UFG

G216m Garcia, Fanuel Nogueira.
Monitoramento das pastagens cultivadas no cerrado goiano a partir de imagens MODIS índices de vegetação (MOD13Q1) [manuscrito] / Fanuel Nogueira Garcia. - 2012.
xv, 61 f. : il., figs, tabs.

Orientador: Prof. Dr. Laerte Guimarães Ferreira
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, 2012.
Bibliografia.
Inclui lista de figuras, abreviaturas, siglas, quadros e tabelas.
Apêndices.

1. Pastagens – Monitoramento – Goiás (Estado). 2. Vegetação – Imagens MODIS. I. Título.

CDU: 633.2.033-047.36(817.3)

TERMO DE APROVAÇÃO

FANUEL NOGUEIRA GARCIA

MONITORAMENTO DAS PASTAGENS CULTIVADAS NO CERRADO GOIANO A PARTIR DE IMAGENS MODIS ÍNDICES DE VEGETAÇÃO (MOD13Q1)

Dissertação defendida no Programa de Pós-Graduação em Geografia, do Instituto de Estudos Socioambientais da Universidade Federal de Goiás, para a obtenção do título de Mestre em Geografia, aprovada em 27 de Março de 2012, pela Banca Examinadora constituída pelos seguintes professores:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Laerte Guimarães Ferreira Jr.
Presidente da Banca - Orientador

Prof^a. Dr^a. Celene Cunha Monteiro A. Barreira
Membro titular interno (IESA/UFG)

Prof. Dr^a. Maria Socorro Duarte da Silva Couto
Membro titular externo (IFG/Inhumas)

Prof. Dr. Manuel Eduardo Ferreira
Suplente (IESA/UFG)

Goiânia
2012

MEMORIAL DESCRITIVO

- 2006: ano de ingresso na Universidade Federal de Goiás;
- Março de 2007: integrei a equipe do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG);
- Junho a dezembro de 2007: fui estagiário (bolsista) no âmbito de uma parceria entre a UFG e a Anglo American, tendo como produto final um mapa de cobertura e uso da terra para os municípios de Barro Alto e Niquelândia;
- Agosto a dezembro de 2007: participei do Programa Institucional Voluntário de Iniciação Científica (PIVIC-UFG);
- Janeiro de 2008 a julho de 2009: participei do Programa Institucional Bolsista de Iniciação Científica (PIBIC – UFG);
- Dezembro de 2009: defendi a monografia cujo tema foi “Áreas Protegidas no Bioma Cerrado: Pouco Eficientes e Pouco Protegidas”;
- Março de 2010: ingressei no mestrado do Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Estudos Socioambientais da Universidade Federal de Goiás;
- Setembro de 2011: apresentei o relatório de qualificação;
- Março de 2012: defendi minha dissertação de mestrado.
- Durante este período (2006 - 2012) estive diretamente ligados aos seguintes projetos de pesquisas, executados no Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG – UFG): Integração de Informações Espaciais para o Planejamento e Gestão Estratégica do Cerrado - Projeto IPÊ; Mapeamento e Caracterização Biofísica de Áreas de Pastagens Cultivadas no Bioma Cerrado;

Monitoramento ambiental integrado do bioma Cerrado: Entendendo impactos, tendências e cenários de um bioma em Transformação.

- Ao longo desta trajetória acadêmica, participei de grandes eventos científicos e publiquei vários artigos científicos: um artigo publicado na revista brasileira de cartográfica como co-autor; dois artigos publicados no XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (Natal, 2009); um artigo publicado no XI EREGEO - SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOGRAFIA (Jataí, 2009); um artigo publicado no Conpeex (Goiânia, 2009); dois artigos publicados no XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (Curitiba, 2011) e um resumo expandido na 63ª Reunião Anual da SBPC (Goiânia, 2011).
- Além dessas atividades, ministrei vários mini-cursos nas áreas de sensoriamento remoto e geotecnologias em diferentes instituições, dentre elas se destacam a Universidade Federal de Goiás, Universidade Estadual de Goiás (Unidade Cora-Coralina, Cidade de Goiás – GO), Secretaria da Fazenda do Estado de Goiás (SEFAZ – GO) e Festival Internacional de Cinema e Vídeo Ambiental (FICA).

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação de mestrado à minha esposa Bruna Rafaela que sempre me apoia em todos os momentos da minha vida.

Aos meus pais Eurípedes e Maria do Carmo pela educação, incentivo e apoio.

Aos meus irmãos, Elyel e Eurimar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela força que tem me dado até o presente momento.

A toda minha família que sempre confiou e me incentivou.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Laerte Guimarães Ferreira, pela confiança, credibilidade, compreensão, paciência e excelentes sugestões, contribuindo assim para o bom desempenho da pesquisa.

Ao Instituto de Estudos Socioambientais (IESA), em particular, os professores do Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geografia pela contribuição na minha formação.

Ao Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento – LAPIG, por todo apoio de infraestrutura que me foi dado. Aos colegas do LAPIG, em especial, Prof. Dr. Manuel, Dr. Nilson, Dr^a. Fabrizia, Dr^a Noely, Elaine, Pedro, Marlon, Genival, Fernando, Janete, Joana, Juliana, Silvio, Arielle, Herison e Alessandro.

Por fim, agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), cujo apoio financeiro, tornou possível a realização deste estudo.

“A vida só pode ser compreendida olhando-se
para trás; mas só pode ser vivida olhando-se para frente.”

Soren Kierkegaard

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xii
LISTAS DE QUADROS	xiii
LI STA DE SIGLAS	xiv
RESUMO	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUÇÃO E OBJETIVOS	17
1. REFERENCIAL TEÓRICO	21
1.1. Características naturais do Bioma Cerrado	21
1.2. Processo de ocupação e a força da pecuária no estado de Goiás	24
1.3. Tipos de pastagem no Cerrado Goiano	30
1.4. O sensor MODIS e seus produtos	33
2. ÁREA DE ESTUDO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	39
2.2. Procedimentos Metodológicos	40
2.2.1. Descrição e obtenção dos dados	40
2.2.2. Análise dos dados	40
2.2.3. Limitações e restrições do trabalho	42
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	46
CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Rebanho bovino brasileiro entre 1990 e 2010	17
Figura 2- Regiões Hidrográficas do Brasil	22
Figura 3 - Precipitação média anual entre 2000 e 2010 no bioma Cerrado.....	23
Figura 4- Mapa da precipitação média entre 2000 e 2010	23
Figura 5- Representação da sazonalidade no bioma Cerrado.....	24
Figura 6 - Cinco estados com maior rebanho bovino do Brasil	28
Figura 7- Municípios analisados por Tavares et al. (2009)	32
Figura 8 - Superfície da Terra (imagem MODIS)	33
Figura 9 - Mapa de cobertura e uso da terra no Cerrado goiano	39
Figura 10 - Fluxograma das atividades de processamento e análise dos dados	42
Figura 11 - Somatório dos composites EVI ao longo de cada ano.....	43
Figura 12 - Área agrícola classificado como pastagem no PROBIO	44
Figura 13 - Mapa de produtividade média (2001-2009) estimada a partir de índice de vegetação (EVI).....	46
Figura 14 - Principais classes de solo nas áreas de pastagens no Cerrado goiano	48
Figura 15 - Relação do tipo de uso com as classes de solos presente em Goiás	49
Figura 16 - Relação entre tipo de solo e produtividade primária líquida das pastagens (NPP).....	50
Figura 17 - Mapa da média de produtividade primária líquida por município.....	50
Figura 18 - Área de pastagem com baixo índice de produtividade situada no município de São Miguel do Araguaia, sobre solos do tipo Plintossolos	52
Figura 19: Mapa de lotação bovina por município, malha viária e locais dos frigoríficos que atendem o mercado interno e externo.....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Áreas (em hectares) ocupadas pelas diferentes classes de uso da terra nos estados cobertos pelo Bioma Cerrado no ano de 2003.....	28
Tabela 2 - Quantidade de plantas frigoríficas por estados no Brasil em 2011	29
Tabela 3 - Distribuição aproximada das gramíneas forrageiras cultivadas no bioma Cerrado	31
Tabela 4 - Tipo de solo das melhores pastagens da região nordeste do estado.....	51
Tabela 5 - Tipo de solo nas melhores pastagens da região central do estado.....	51
Tabela 6 - Tipo de solo nas melhores pastagens da região sudeste do estado.....	51
Tabela 7 - Relação dos dez municípios com maior rebanho bovino no estado de Goiás e as respectivas médias de produtividade	53

LISTAS DE QUADROS

Quadro 1 - Frigoríficos de exportações situados em Goiás.....	30
Quadro 2 - Informações referentes à pastagem predominante em determinadas regiões do estado.....	32
Quadro 3 - Especificações técnicas do sensor MODIS	34
Quadro 4 - Relação dos produtos MODIS para superfície terrestre.....	35

LI STA DE SIGLAS

ABIEC	Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes
ABRASEM	Associação Brasileira de Sementes e Mudas
EVI	<i>Enhanced Vegetation Index</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LAPIG	Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento
MODIS	Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
NDVI	<i>Normalized Difference Vegetation Index</i>
NPP	<i>Net Primary Productivity</i> (Produtividade Primária Líquida)
POLOCENTRO	Programa de desenvolvimento dos Cerrados
PPM	Pesquisa de Pecuária Municipal
PROBIO	Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira
PRODECER	Programa de Cooperação Nipo-brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados
SIG	Sistema de Informação Geográfica
TRMM	<i>Tropical Rainforest Measuring Mission</i>
UA	Unidade Animal
UNIPASTO	Associação para o Fomento à Pesquisa e Melhoramento de Forrageiras

RESUMO

A pecuária é uma atividade extremamente importante para a economia do Brasil. Essa atividade se caracteriza pela exploração extensiva das pastagens, ocupando vasta área do território, aproximadamente 150 milhões de hectares. Atualmente, o Brasil é o maior exportador de carne bovina no mundo. Em relação aos biomas brasileiros, essa ocupação ocorre principalmente no Cerrado, ocupando uma área de 546.251 km², o que representa cerca de 37% da área total de pastagens no país. Dentre os estados que compõem os limites do Cerrado, Goiás é o que possui maior ocupação por pastagens, com aproximadamente 38.7% de sua área. Além disso, tem um dos maiores rebanhos bovinos, com cerca de 21.3 milhões de cabeças de gado, produzindo em média, 600.000 toneladas de carne por ano. Diante desse contexto, surge a preocupação sobre a qualidade das pastagens cultivadas no estado de Goiás, uma vez que diversos estudos mostram que grandes partes dessas pastagens estão com algum nível de degradação (i.e. baixa capacidade de suporte) e baixa lotação bovina média. Esse estudo, baseado em dados de sensoriamento remoto orbital, bem como bases de dados espaciais e censitários, teve como objetivo avaliar a qualidade das pastagens em Goiás, a partir da estimativa de produtividade primária líquida da vegetação (NPP). A distribuição das pastagens em relação ao tipo de solo, lotação bovina por município, infra-estrutura e localização das plantas de processamento de carne foram considerados também. As estimativas de produtividade foram baseadas nas imagens MODIS13Q1 de índice de vegetação (EVI), para o período de 2001 - 2009. As análises da distribuição de pastagens foram conduzidas através da intersecção do NPP e os dados auxiliares mencionados acima. Os principais resultados desse trabalho são: a) os maiores valores de NPP são encontrados nas porções centrais, sudeste e extremo nordeste do estado de Goiás; b) os maiores índices de NPP estão associados aos seguintes solos: argissolos, cambissolos, neossolos e latossolos, respectivamente; c) a média de lotação bovina no Cerrado goiano em geral é baixa, gira em torno de 1,07 cabeças por hectares; d) há vários municípios (maiores produtores de gado) que estão com suas áreas de pastagens seriamente comprometidas; e) não há grandes correlações entre o local dos frigoríficos e a qualidade das pastagens, bem como a ocupação de gado. Assim, o monitoramento da qualidade das pastagens e a análise de fatores correlatos são de grande importância, pois a pecuária é responsável pela ocupação de maior parte do Cerrado goiano e geração de grandes riquezas para o estado.

Palavras-chave: Pecuária, Pastagem, Produtividade Primária Líquida (NPP).

ABSTRACT

Cattle ranching is extremely important for the economy of Brazil. This activity is characterized by the intensive exploitation of pastures, which occupy a vast area of the Brazilian territory, i.e. approximately 150 million hectares. Currently, Brazil is the largest meat exporter in the world. Concerning its biomes, this occupation occurs mainly in the Cerrado, where the 546.251 km² of area under utilization correspond to about 37% of the total pasture area in the country. Among the states encompassed within the Cerrado limits, Goiás has the largest pasture occupation, over 38.7% of its area. In addition, it has one of the largest livestock, with about 21.3 millions of heads, producing, on average, 600.000 tons of meat a year. Within this context, arises the concern with the quality of the Goiás state pastures, since several studies show that a large portion of these pastures are already degraded (i.e. low capacity), with low cattle occupation. This study, based on remote sensing data, as well as on spatial and census data, aimed at evaluating the quality of the pastures in Goiás through the estimation of the net primary productivity (NPP). The distribution of pastures in relation to soil types, cattle occupation at the municipality level, infra-structure and location of the meat processing plants were considered as well. The productivity estimations were based on the MOD13Q1 vegetation index images (EVI), for the 2001 – 2009 period. The analysis of pasture distribution were conducted through the intersection of the derived NPP and the ancillary data mentioned above. The main conclusions of our study are: a) the highest NPP values are found in the central, southeast and extreme northeastern portions of Goiás; b) the highest NPP values are related to the following soils: argissolos, cambissolos, neossolos and latossolos (Oxisols), respectively; c) the average cattle occupation in the Cerrado in Goiás is usually low, around 1,07 heads per hectare; d) there are several municipalities (major cattle producers) which have the totality of their pastures severely degraded; e) there is no strict correlation between the location of meat processing plants and quality of pastures, as well as cattle occupation. Thus, the monitoring of pasture quality and the analysis of correlated factors are of great importance, as cattle ranching are responsible for the largest occupation of the Cerrado in Goiás e for most of the wealth in the state.

Keywords: Ranching, Pasture, Net Primary Productivity (NPP).

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

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

A década de 2000 foi marcada pela consolidação do Brasil como potência na produção e exportação de carne bovina, assumindo a primeira colocação dentre os países exportadores em 2004. Essa condição foi conquistada graças à rápida ascensão do rebanho bovino entre 2000 e 2004, com um aumento de aproximadamente 35 milhões de cabeças de gado nesse período (figura 1).

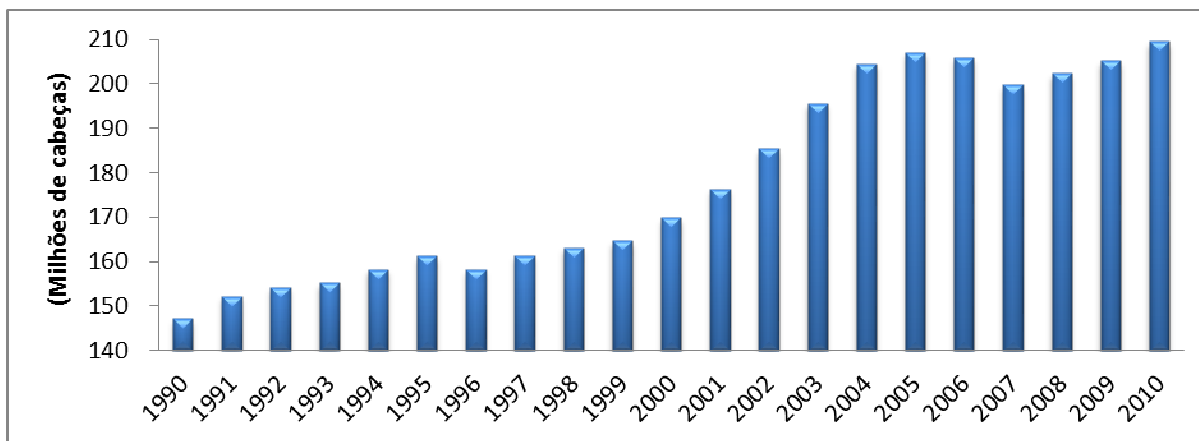


Figura 1: Rebanho bovino brasileiro entre 1990 e 2010

Fonte: IBGE, (2010)

Em relação aos biomas Brasileiros, esta ocupação ocorre principalmente no Cerrado (~ 546. 251 km², i.e, em torno de 26,8% da área total do bioma e cerca de 37% da área total de pastagens no Brasil) (Sano et al., 2009), o qual 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 intensa ocupação.

Dentre os estados que compõem o Cerrado, Goiás é o único totalmente inserido na região *core* deste importante bioma. Em contrapartida, é o quinto estado mais antropizado, com uma conversão de ~ 55% do seu território original, sendo 15% de agricultura e 38,7% de pastagens cultivadas (SANO et al., 2008).

Conforme observado, a pecuária é a atividade que ocupa maior extensão territorial no estado de Goiás. Além disso, dados da Pesquisa de Pecuária Municipal (PPM) do IBGE (2010) indicam que Goiás é o quarto na produção bovina do país, com um rebanho de 21,3 milhões de cabeças de gado, perdendo apenas para os estados de Mato Grosso, com 28,6 milhões, Minas Gerais (22,6 milhões) e Mato Grosso do Sul (22,3 milhões).

Dados da Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (ABIEC) afirmam 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 7 e 8 milhões de cabeças, gerando uma produção de 600 mil toneladas de carne (ABIEC, 2008). Além disso, o estado é o terceiro em números de frigoríficos de exportação, contando atualmente com 10 plantas. Dentre esses frigoríficos, estão presentes os maiores do Brasil e do mundo como JBS, Minerva, Marfrig e outros (ABIEC, 2011).

Mesmo com esses números tão expressivos em relação à produção bovina no estado de Goiás, o produtor, muitas vezes, não se mostra tão otimista diante do cenário da pecuária de corte. Alguns dos elementos que comprometem a lucratividade do setor são os baixos índices zootécnicos (capacidade de suporte do pasto em sustentar determinada quantidade de animal por hectare), a baixa remuneração por parte dos frigoríficos e os elevados gastos com recuperação de pastagem, suplementação animal e mão-de-obra (TAVARES et al., 2009).

Segundo Tavares et al., (2009), para haver uma melhora no setor, é necessário um maior empenho em relação à melhoria destes índices zootécnicos, ou seja, promover um aumento na capacidade de uso das pastagens, haja vista que para a maioria das regiões do estado, este índice está abaixo do ideal. E de acordo com Euclides Filho et al. (1997), consideram como ideal uma taxa de lotação de 1,2 Unidade Animal / hectare (UA/ha).

Diante deste cenário de intensa ocupação por pastagens cultivadas, de baixos índices zootécnicos, baixa lotação bovina média, extrema importância socioeconômica da bovinocultura de corte para o estado de Goiás e insatisfação dos produtores quanto à rentabilidade da atividade, surge a preocupação sobre a qualidade destas pastagens, haja vista as estimativas indicam que ao menos metade das pastagens implantadas no bioma Cerrado esteja em algum nível de degradação, ou seja, com baixa capacidade nutricional, cuja capacidade de suporte não ultrapassa 0,8 (UA/ha) e a produção animal não alcança 40 kg/ha por 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, o *net primary productivity* (NPP), medida 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 (MATTHEW et al., 2002).

Assim, esse estudo, baseado em dados de sensoriamento remoto orbital (MODIS13Q1-EVI), bem como bases de dados espaciais e censitários, tem como principais objetivos: 1) avaliar a qualidade das pastagens no Cerrado goiano a partir da estimativa de produtividade primária líquida da vegetação (NPP); 2) analisar a distribuição da pastagem, conforme parâmetro de qualidade em relação ao tipo de solo, lotação bovina por município, infra-estrutura e frigoríficos.

CAPÍTULO 1:
REFERENCIAL TEÓRICO

1. REFERENCIAL TEÓRICO

1.1. Características naturais do Bioma Cerrado

O bioma Cerrado, originalmente presente em 25% do território nacional, com uma área de aproximadamente 205 milhões de hectares, é dominado por planaltos de estrutura complexa, dotados de superfícies aplainadas de cimeira e sedimentares (AB'SÁBER, 2003). Está situado na porção central do Brasil, fazendo limite com todos os grandes biomas brasileiros: ao norte com a Amazônia, a nordeste com a Caatinga, a leste e sudeste com a Mata Atlântica, a oeste com o Pantanal e ao sul com os Pampas Sulinos.

É considerado a savana tropical mais rica em termos de biodiversidade no mundo, com mais de 7.000 espécies e com elevado nível de endemismo, de aproximadamente quarenta e quatro por cento (RATTER et al., 1996; KLINK; MACHADO, 2005). Suas características físicas, associadas à existência de importantes ecótonos em relação a todos os outros biomas brasileiros, possibilitaram uma extensa diversidade de paisagens. De fato, o Cerrado é considerado um dos 34 *hotspots* de biodiversidade no mundo, tanto por seus aspectos naturais, quanto pela intensa ocupação agropastoril, que o transformou na principal fronteira de expansão agrícola brasileira (MYERS et al., 2000).

Em se tratando de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, o Cerrado desempenha um papel fundamental no processo de distribuição dos recursos hídricos em relação às demais regiões do país e do continente sul-americano, já que sua maior parte está localizada no Planalto Central Brasileiro, que compreende regiões de elevadas altitudes, nas quais se originam grande parte das principais bacias hidrográficas do Brasil e países limítrofes, dentre as quais se destacam as bacias do Araguaia-Tocantins, São Francisco, Paraguai e Paraná (figura 2) (LIMA; SILVA, 2007; LIMA et al., 2007).

Além da importância ambiental e social dos rios do Cerrado, tanto os situados dentro, quanto os que estão à jusante de suas áreas de contribuição, sua disponibilidade é fundamental, economicamente, para a produção agrícola e geração de energia hidrelétrica no país (LIMA; SILVA, 2007).



Figura 2- Regiões Hidrográficas do Brasil

Quanto ao clima do Cerrado, Lima & Silva (2008) afirmam que, além de influenciar diretamente a composição das diferentes tipologias vegetais do Cerrado, é um elemento crucial para compreender a organização e a produção do espaço.

A forte sazonalidade é uma característica típica do Cerrado, com um período chuvoso, quando ocorre mais de 90% da precipitação, que vai de outubro a março do ano seguinte, e um período seco (com ausência quase total das chuvas e baixa umidade relativa) nos demais meses do ano, abril a setembro (LIMA; SILVA, 2007). Dados revelam que a precipitação média anual no período de 2000 a 2010 ficou entre 1200 e 1800 mm (figuras 3 e 4), com destaque para o mês de janeiro, que ficou entre 100 e 500 mm. Em relação às

temperaturas, essas são geralmente amenas ao longo do ano, variando entre 22°C e 27°C (KLINK; MACHADO, 2005).

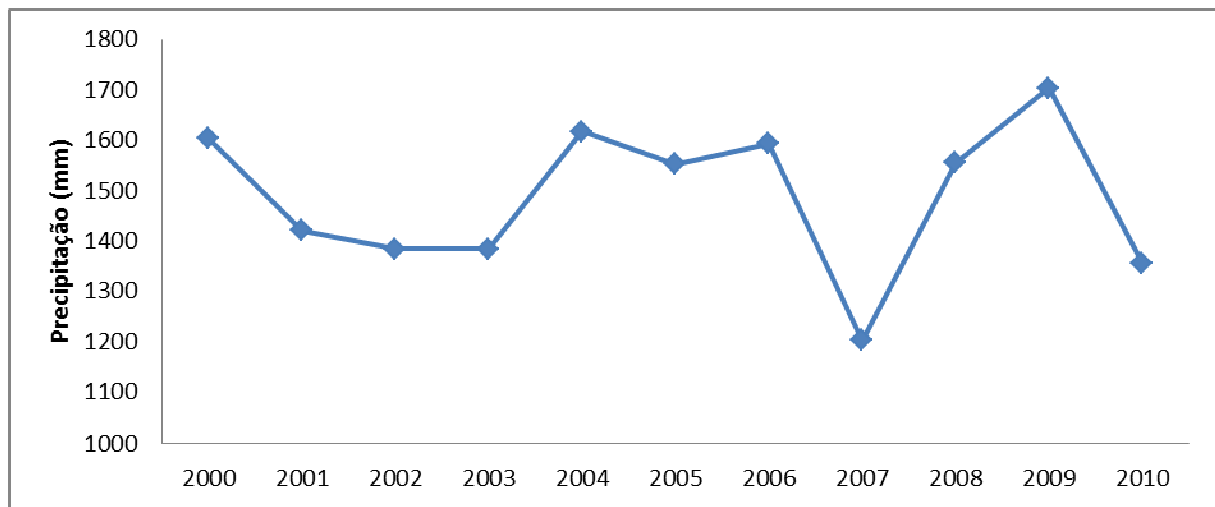


Figura 3 - Precipitação média anual entre 2000 e 2010 no bioma Cerrado

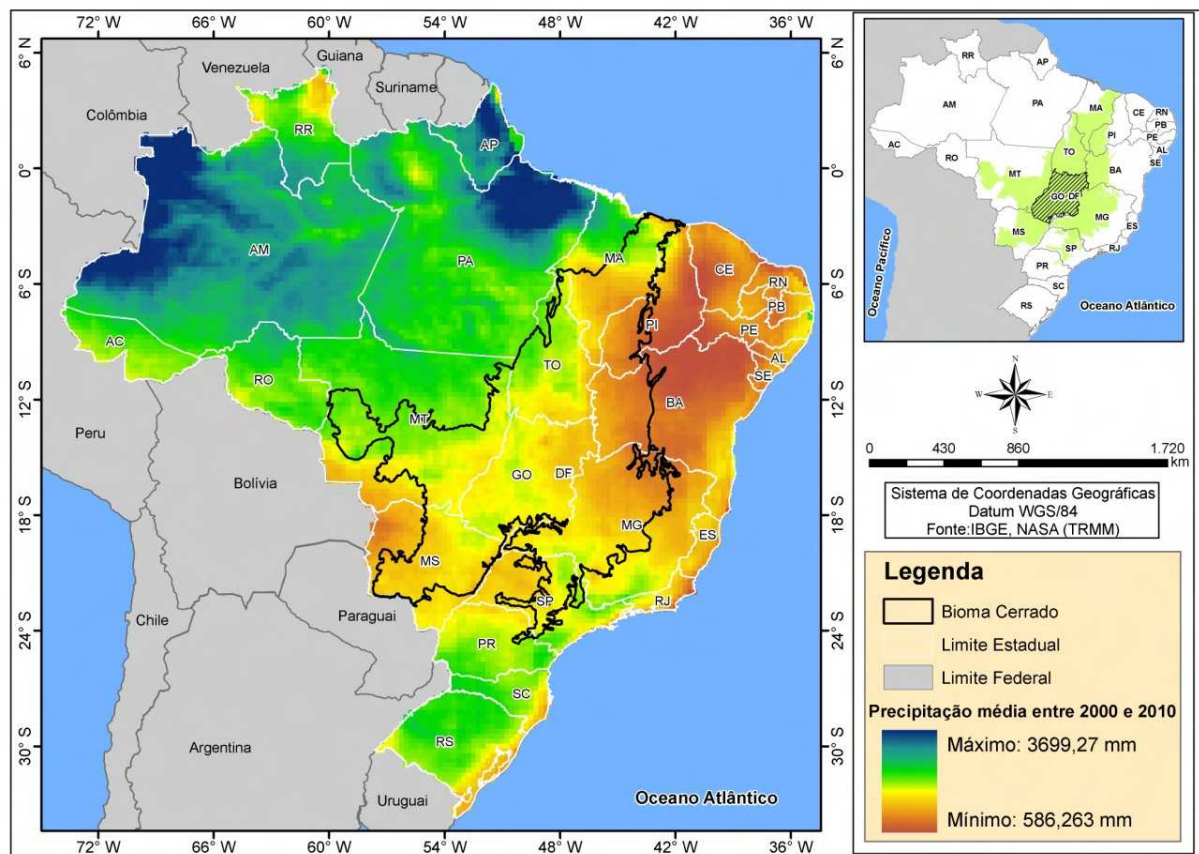


Figura 4- Mapa da precipitação média entre 2000 e 2010

Essa forte sazonalidade existente no Cerrado, com diferentes níveis médios de precipitação ao longo do ano, expressa mudanças significativas na vegetação. Com base nas

Imagens NDVI (Google Earth), pode-se observar na figura 5 que nos meses em que há maior precipitação (outubro a março), a vegetação apresenta uma coloração mais verde. Já em relação ao período seco, observa-se o pico nos meses de julho, agosto e setembro.

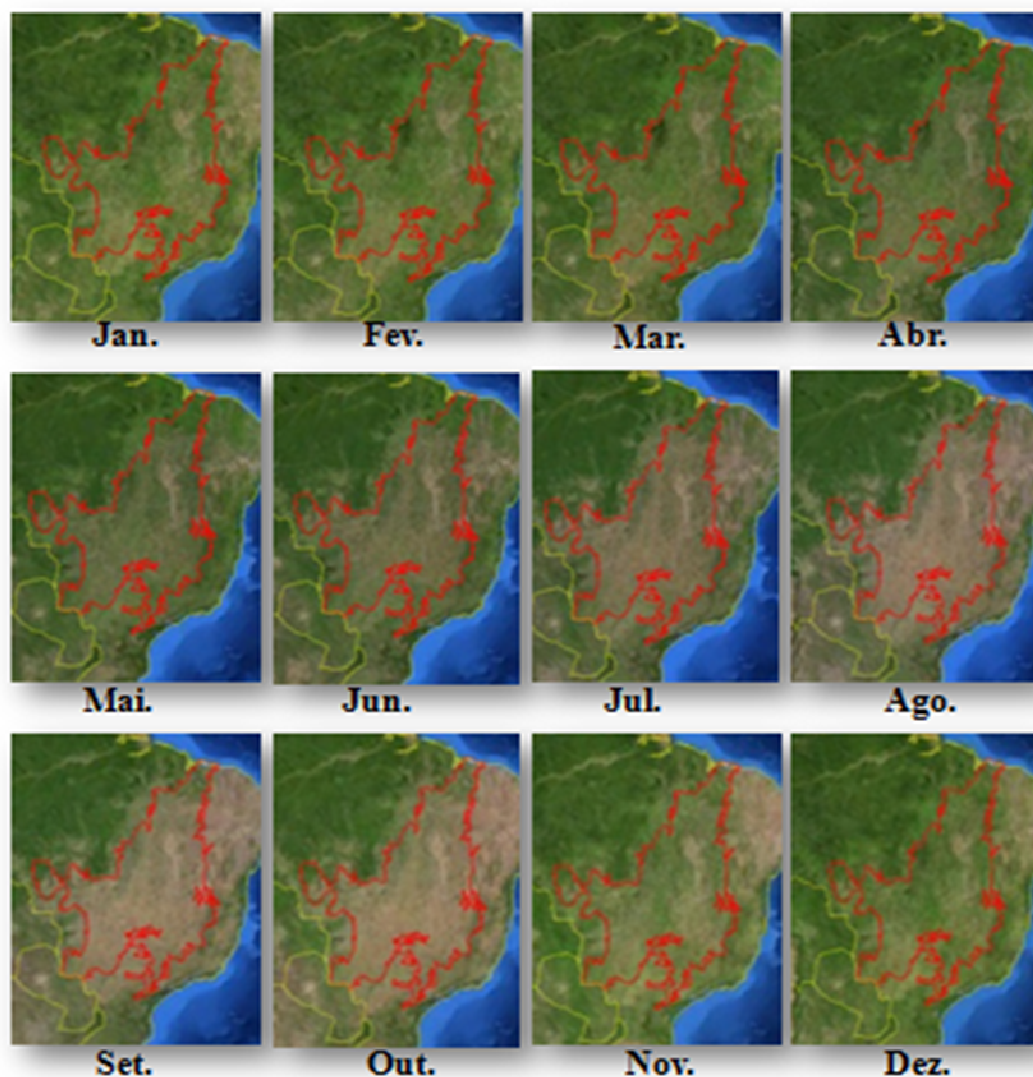


Figura 5- Representação da sazonalidade no bioma Cerrado
Fonte: Imagens NDVI (Google earth)

1.2. Processo de ocupação e a força da pecuária no estado de Goiás

O processo de ocupação do território goiano iniciou-se com sua incorporação ao sistema colonial (1726–1770), tendo como atividade principal a mineração, que ocorreu principalmente no Centro-Sul do estado, mais precisamente na região que ficou conhecida como “Minas dos Goyazes” (CHAUL, 1997).

Com o declínio da mineração em Goiás, um processo de ‘êxodo aurífero’ fez com que grande parte da população abandonasse a Província para se dedicar à agricultura e à formação de grandes fazendas para prática da pecuária extensiva. (MENDES, 2008; FERREIRA; MENDES, 2009).

Vale ressaltar que essa dispersão dos colonos pelo espaço rural veio apenas fortalecer a agricultura e principalmente a pecuária, haja vista que a agropecuária em Goiás já existia desde a época do auge da exploração aurífera, porém, era ofuscada pela extrema importância dada ao ouro na época. Dentre os locais que a atividade agropecuária se desenvolveu durante o período aurífero em Goiás, podem-se destacar os descampados do Arraial de Flores, Arraias, São João da Palma, Conceição, entre outros formadores do Rio Tocantins (CHAUL, 1997).

Devido às enormes dificuldades de transportes, a agricultura existente em Goiás durante o século XIX ficou restrita basicamente à subsistência, fazendo com que a economia goiana girasse em torno da pecuária, que era a atividade mais viável para a região, por exigir, apenas, pastagens naturais, pouca mão de obra, instalações rústicas e reduzido investimento de capital, além do gado ser auto transportado e trazer bons rendimentos e arrecadação estadual (CHAUL, 1997; MENDES, 2008; FERREIRA; MENDES, 2009). Essa era a fonte de esperança da Província em sair da crise provocada pelo declínio da mineração.

O Cerrado goiano, com sua carência de sais minerais, associada a uma topografia desprovida de elevadas altitudes condicionava sobejamente a criação extensiva do gado. Foi nessas condições que o território goiano foi sendo ocupado paulatinamente, bem longe da ilusão do *El-Dorado* do sertão (CHAUL, 1997).

A pecuária foi um meio de se manter ativo o sistema de produção mercantil, abastecendo de gado os mercados das regiões Centro-Sul, Norte e Nordeste do país. De acordo com Chaul, (1997), desde a crise da mineração ao início do século XX, o setor agrário e o erário público teriam sobrevivido das rendas advindas da pecuária.

Apenas na segunda década do século XX, com a chegada da estrada de ferro em Goiás, aliada à malha viária implantada entre 1915 e 1921, foi possível haver um florescimento da agricultura de excedente e uma expansão mais expressiva da pecuária. A implantação dessas infraestruturas melhorou significativamente a articulação, principalmente, do sul goiano, e conseqüentemente, ampliou a possibilidade de comercializar os produtos daquela região no mercado nacional (BARREIRA, 1997; CHAUL, 1997).

Grandes transformações começam a ocorrer em Goiás a partir de 1940, movidas, principalmente, pelas mudanças político-institucionais após 1930, pela construção da cidade de Goiânia, pela abertura de novas vias de penetração no estado, além da regularização de terras devolutas e a implantação de políticas de incorporação de novas áreas emanadas da marcha para o oeste. Essas mudanças ocorreram principalmente nas áreas de matas (às margens da ferrovia), de pastagens naturais e de solos férteis, como os da região Sudoeste do estado, do Vale do São Patrício - onde foi instituído a Colônia Agrícola Nacional do Norte Goiano (CANG-Ceres) - a região do Mato Grosso de Goiás e a vertente do Parnaíba (BARREIRA, 1997; FERREIRA; MENDES, 2009).

Em 1956, quando quase todo o sul do território goiano já se encontrava ocupado, um novo impulso ao movimento de ocupação se desenvolveu. Calcado no Plano de Metas de J.K, esse movimento visou integrar todo o território goiano, com a incorporação de regiões ainda disponíveis ou vazias, como o médio norte e norte do estado (BARREIRA, 1997).

A construção de Brasília aliados a construção de vias de integração nacional foram eventos importantíssimos do ponto de vista da organização espacial no Brasil e em Goiás. Essa articulação, por meio de rodovias federais, repercutiu, principalmente, no interior do Centro Sul do país, interligando áreas produtoras de matéria-primas, centros industriais e mercados internos de consumo (BARREIRA, 1997).

Mesmo com essas séries de medidas implantadas no Brasil Central, beneficiando diretamente o estado de Goiás, ainda existia um fator que limitava bastante a expansão da agricultura em determinadas áreas no território goiano. Esse limite se dava em torno dos solos do Cerrado, que apresentavam baixo potencial para produção agrícola, em virtude de seus solos pobres, com deficiência em fósforo e altos teores de alumínio (EUCLIDES FILHO, 2008).

A partir da década de 1970, o Cerrado se submeteu- se a um acelerado e intenso processo de ocupação, tornando-se a nova fronteira agrícola brasileira. O estado teve um papel crucial neste processo de ocupação, através da implantação de programas voltados ao desenvolvimento regional, como o Programa de Desenvolvimento dos Cerrados (POLOCENTRO), criado a partir do Decreto Federal nº 75.370, janeiro de 1975, com vigência até 1982. Considera-se o programa de maior impacto sobre a fronteira agropecuária do Centro-Oeste, contemplando 70% das áreas territoriais dos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul e 30% das áreas de Goiás e Minas Gerais. Esse programa cadenciou recursos para o aproveitamento de extensas faixas de terras, destinadas, anteriormente, à criação de

gado, além de criar mecanismos para implantação de grandes empreendimentos no Cerrado (FERREIRA; MENDES, 2009; DIAS, 2008).

Esses mecanismos despertaram enorme interesse do Japão em investir capitais no Cerrado brasileiro, o que mais tarde culminou na criação do Programa de Cooperação Nipo-brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados (PRODECER) (DIAS, 2008).

Os investimentos em tecnologias, voltadas para a correção dos solos do Cerrado, além da criação desses programas de desenvolvimento regionais, incentivados pela criação de uma vasta infra-estrutura (rodovias, ferrovias e cidades), foram ações fundamentais para o desenvolvimento não apenas da agricultura, mas também da pecuária. Nesse período, a pecuária no Brasil, em particular no Cerrado, passou por um importante processo de transformação, movido principalmente pela: (i) introdução da *Brachiaria*; (ii) a criação do Polocentro; (iii) o trabalho do Conselho Nacional de Desenvolvimento da Pecuária (CONDEPE) e (iv) a criação da Embrapa (EUCLIDES FILHO, 2008).

Com o fortalecimento das pesquisas, o desenvolvimento de tecnologias fundamentadas na adaptação de espécies forrageiras ao clima e solos do Cerrado, complementadas pela assistência técnica e pela disponibilidade financeira, tanto de capital nacional quanto estrangeiro, foi possível triplicar a taxa média de lotação bovina, i.e., o número de animais por área (EUCLIDES FILHO, 2008).

Esse conjunto de medidas implementadas no Cerrado fez com que se tornasse o bioma mais importante para a produção de alimentos do Brasil, especialmente carnes e grãos. É nele que se concentra a maior área de pastagens cultivadas do País, com aproximadamente 54.006.770 hectares (tabela 1), i.e., em torno de 26,8% da área total do bioma e cerca de 37% da área total de pastagens no Brasil (SANO et al., 2008). Além disso, o Cerrado é o bioma brasileiro com o maior número de cabeças de gado. Com base nos dados do IBGE observa-se que dos cinco estados (Pará, Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Mato Grosso), que mais criam gado no país, no período de 1990 a 2010 quatro estão situados no bioma Cerrado (figura 6). Juntos, esses estados respondem atualmente por aproximadamente 54% do rebanho bovino nacional.

Tabela 1- Áreas (em hectares) ocupadas pelas diferentes classes de uso da terra nos estados cobertos pelo Bioma Cerrado no ano de 2003

Estado	Cerrado (%)	Cultura agrícola	Pastagem cultivada	Reflorestamento	Área urbana	Área com mineração	Total	Uso da terra (%)
PI	37	215.265	521.731	1.379	20.933	0	759.307	8
MA	65	356.028	1.901.655	27.171	35.876	0	2.320.731	11
TO	91	175.565	4.253.134	376.645	36.350	2.406	4.844.100	19
BA	27	1.572.701	2.257.253	125.869	11.892	0	3.967.715	26
MT	40	5.561.053	6.508.944	31.974	64.268	3.289	12.169.529	34
MG	57	2.122.452	11.838.147	1.302.344	171.832	1.889	15.436.664	46
GO	97	5.037.522	12.931.552	50.514	182.089	0	18.201.676	55
DF	100	137.455	119.749	3.504	101.853	0	362.561	62
MS	61	2.712.019	10.948.449	1.017.755	61.630	73	14.739.925	68
PR	2	83.534	103.739	66.697	1.892	0	255.863	68
SP	33	3.585.977	2.622.416	533.236	200.445	213	6.942.286	85
TOTAL		21.559.571	54.006.770	3.537.088	889.059	7.870	80.000.357	39

Fonte: Sano et al. (2008)

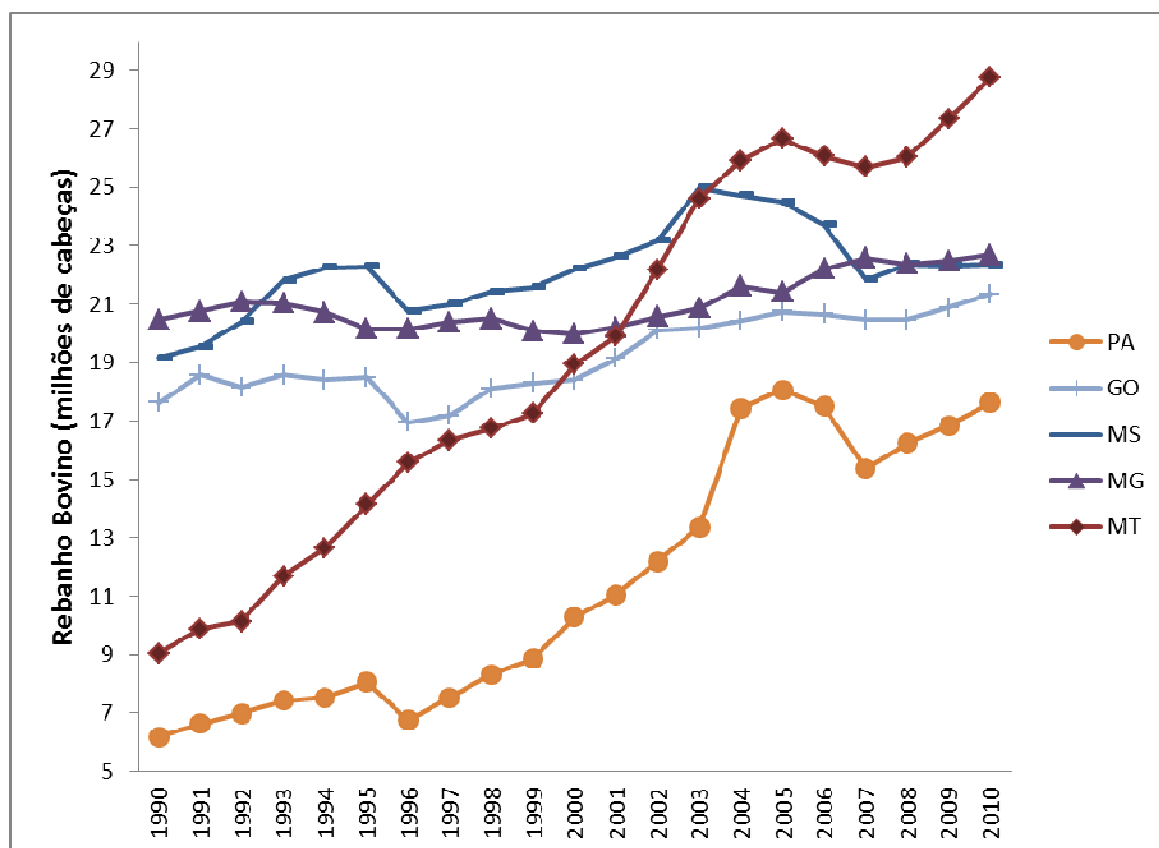


Figura 6 - Cinco estados com maior rebanho bovino do Brasil

Fonte: IBGE, (2010)

Em relação à pecuária em Goiás, Sano et al. (2008) afirmam que esta atividade é responsável pela ocupação de 38,7% do estado através das pastagens cultivadas. Essa extensa ocupação é reflexo da força que a pecuária goiana representa no cenário nacional até os dias de hoje. Dados da Pesquisa de Pecuária Municipal (PPM) do IBGE (2010) indicam que Goiás é o quarto na produção bovina do país, com um rebanho de aproximadamente 21,3 milhões de cabeças, o que representa 10,2% do rebanho bovino do Brasil (figura 6).

De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (ABIEC), o estado de Goiás participa com cerca de 20% do total de carne bovina exportada pelo país, com uma média anual de abate entre 7 e 8 milhões de cabeças, gerando uma produção de 600 mil toneladas de carne (ABIEC, 2008). A estimativa é que, em Goiás, a cadeia produtiva do setor chegue a movimentar R\$7,5 bilhões ao ano e gere mais de 20 mil empregos (TAVARES, et al. 2009). Além disso, Goiás é o terceiro estado brasileiro com maior número de plantas frigoríficas de exportação, contando com 10 no total, com quantidade inferior à apenas aos estados de Mato Grosso (18) e São Paulo (14) (tabela 2).

Tabela 2 - Quantidade de plantas frigoríficas por estados no Brasil em 2011

Estados	Quantidade de Plantas Frigoríficas
Minas Gerais	18
São Paulo	14
Goiás	10
Mato Grosso do Sul	9
Rondônia	9
Minas Gerais	6
Rio Grande do Sul	6
Pará	4
Paraná	2
Tocantins	2
Acre	1
Bahia	1
Espírito Santo	1

Fonte: (ABIEC, 2011)

Dentre os frigoríficos de exportações situados no estado de Goiás, estão presentes os maiores frigoríficos do Brasil e do mundo como JBS, Minerva, Marfrig e outros (ABIEC, 2011) (quadro 1).

Estado	Município	Estabelecimento (Frigorífico)
GO	Anápolis	JBS S/A
GO	Goianésia	MINERVA S. A.
GO	Goiânia	JBS S/A
GO	Goianira	MFB MARFRIG FRIGORIFICOS BRASIL S. A.
GO	Goiás	RODOPA EXPORTAÇÃO DE ALIMENTOS E LOGÍSTICA LTDA – TATUIBI
GO	Mineiros	MARFRIG ALIMENTOS S/A
GO	Mozarlândia	JBS S/A
GO	Palmeiras de Goiás	MINERVA S. A.
GO	Pirenópolis	FRIGORIFICO MERCOSUL S/A – MARFRIG
GO	Rio Verde	MFB MARFRIG FRIGORIFICOS BRASIL S. A.

Quadro 1 - Frigoríficos de exportações situados em Goiás
Fonte: (ABIEC, 2011)

1.3. Tipos de pastagem no Cerrado Goiano

Sabe-se que a pecuária é a atividade responsável pela ocupação de maior parte do bioma Cerrado, em particular, o Cerrado goiano. Muitas vezes, as pastagens são estudadas como algo homogêneo, o que não condiz com a realidade, haja vista que há diferentes espécies sendo cultivadas, variando principalmente em função das características naturais da área de cultivo (solo, clima e etc.).

Porém, essa distinção da distribuição espacial das diferentes espécies de forrageiras cultivadas é muito difícil de ser realizada. Conforme dados estatísticos disponíveis, visitas técnicas, consultas a firmas de sementes ligadas à UNIPASTO/ABRASEM, e técnicos da área de sementes, Macedo (2005) obteve uma estimativa da área (ha) e da distribuição porcentual aproximada dos principais gêneros e espécies cultivados no Cerrado (tabela 3).

Tabela 3 - Distribuição aproximada das gramíneas forrageiras cultivadas no bioma Cerrado

Gêneros e Espécies	1995		2005	
	milhões ha	%	milhões ha	%
<i>Brachiaria decumbens</i>	26,4	55	15,0	25
<i>Brachiaria brizantha</i>	9,6	20	30,0	50
<i>Brachiaria humidicola</i>	4,3	9	5,4	9
<i>Brachiaria ruziziensis</i> ., <i>dictyoneura</i> , etc.	0,5	1	0,6	1
Subtotal	40,8	85	51,0	85
<i>Panicum maximum</i> (Colonião)	3,8	7	1,2	2
<i>Panicum maximum</i> (Tanzânia, Mombaça)	0,4	1	4,8	8
<i>Panicum maximum</i> (Tobiatã, Centenário)	0,6	2	1,2	2
Subtotal	4,8	10	7,2	12
Outros gêneros:				
<i>Andropogon</i> , <i>Melinis</i> , <i>Cynodon</i>	2,4	5	1,8	3
Total	48,0	100	60,0	100

Fonte: Macedo, (2005)

De acordo com essas informações, Macedo (2005) destaca a diminuição da área ocupada pela *Brachiaria decumbens* cv Basilisk em favor da *Brachiaria brizantha* cv Marandu, e o aumento da área plantada pelos cultivares de *Panicum maximum* Tanzânia e Mombaça. Mesmo com a expansão de diversas outras cultivares, as *brachiarias* continuam ocupando a maior área plantada com cerca de 85% do total e os *panicuns* ao redor de 12%.

Para o estado de Goiás, observa-se também a predominância dessas espécies citadas acima. Segundo Tavares et al. (2009), que faz uma análise dos custos de produção e da rentabilidade da atividade de pecuária de corte nas principais regiões produtoras do estado, envolvendo os municípios de São Miguel do Araguaia, Nova Crixás, Jataí, Rio Verde, Catalão, Ceres, Niquelândia, Uruaçu e Porangatu (figura 7), os quais são responsáveis pela criação de 13,7% do rebanho bovino em Goiás, foi possível observar a distribuição espacial dessas espécies nesses municípios (quadro 2).

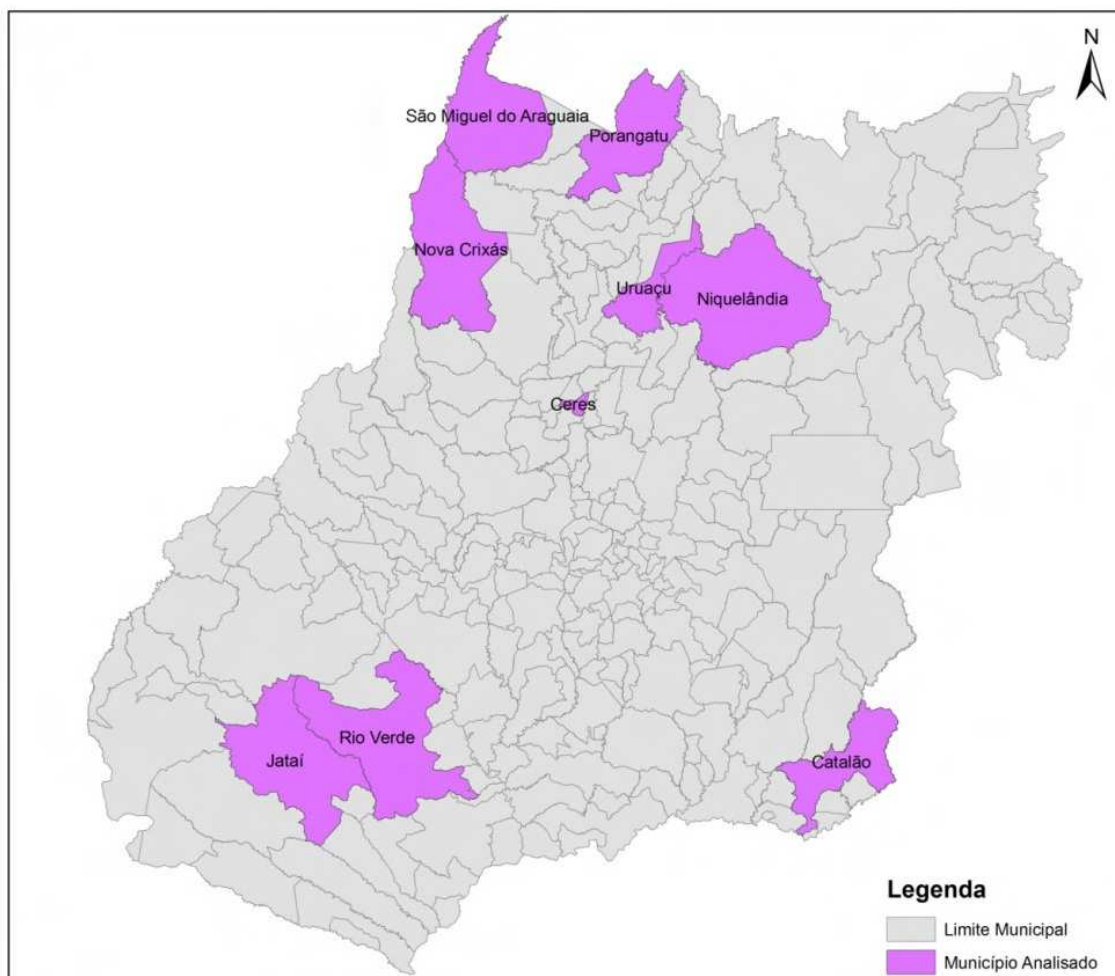


Figura 7- Municípios analisados por Tavares et al. (2009)

Município	Tipo de pastagem predominante
Catalão	90% das pastagens são formadas por <i>Brachiaria brizantha</i>
Jataí	80% da pastagem são formadas por <i>Brachiaria decumbens</i>
Rio Verde	80% da pastagem são formadas por <i>Brachiaria decumbens</i>
Niquelândia	70% de <i>Brachiaria brizantha</i> e 15% de capim <i>Andropogon</i>
Uruaçu	70% de <i>Brachiaria brizantha</i> e 30% são formadas por <i>Andropogon</i>
Ceres	80% de <i>Brachiaria brizantha</i> e 20% de <i>Brachiaria humidicola</i>
Nova Crixás	70% de <i>Brachiaria brizantha</i> e 30% de capim <i>Andropogon</i>
Porangatu	90% de capim <i>Andropogon</i> , 5% de <i>Brachiaria brizantha</i> e 5% de <i>Brachiaria humidicola</i>
São Miguel do Araguaia	50% de <i>Brachiaria brizantha</i> , 10% de <i>Brachiaria humidicola</i> e 40% de capim <i>Andropogon</i>

Quadro 2 - Informações referentes à pastagem predominante em determinadas regiões do estado

Fonte: Tavares et al. (2009)

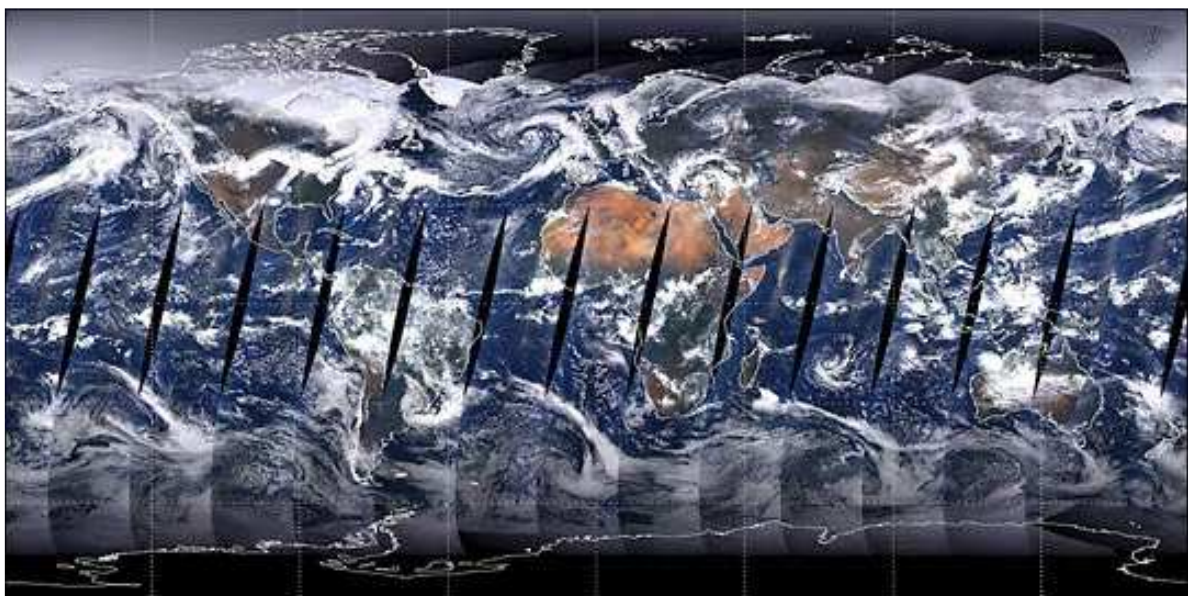
Para a região de Formosa, situado a leste de Brasília, Sano et al. (2002), realizaram uma pesquisa no âmbito do projeto “Metodologia para Mapeamento de Pastagens Degradadas no Cerrado”, que contemplou os seguintes tipos de pastagens cultivadas, bastante representativas do Bioma Cerrado: capim *Andropogon*, *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens*, com níveis baixo e médio de degradação.

1.4. O sensor MODIS e seus produtos

O sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) é o principal instrumento das plataformas TERRA e AQUA, lançados em dezembro de 1999 e fevereiro de 2000, respectivamente, faz parte do programa de coleta de dados *Earth Observing System* (EOS), que tem como objetivo o estudo da atmosfera, dos oceanos e da superfície terrestre.

O MODIS possui 36 bandas espectrais, contidas no intervalo de 0,4 a 14,4 μm do espectro eletromagnético. Duas bandas são adquiridas na resolução espacial de 250 m, outras cinco bandas na resolução de 500 m e as demais 29 bandas em 1 km. A varredura de 55° para cada lado na órbita de 705 km de altura resulta numa faixa imageada de 2.330 km, propiciando resolução temporal quase diária (a cada 1 - 2 dias). (JUSTICE et al., 2002; HUETE et al., 2002; SOARES et al., 2007) (quadro 3). A figura 8 exhibe a superfície da terra imageada pelo sensor MODIS em um dia.

Figura 8 - Superfície da Terra (imagem MODIS)



Fonte: USGS (NASA)

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Área Imageada	Resolução Radiométrica
MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer)	1	620 - 670 nm	250 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km	12 bits
	2	841 - 876 nm				
	3	459 - 479 nm				
	4	545 - 565 nm	500 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km	12 bits
	5	1230 - 1250 nm				
	6	1628 - 1652 nm				
	7	2105 - 2155 nm				
	8	405 - 420 nm				
	9	438 - 448 nm				
	10	483 - 493 nm				
	11	526 - 536 nm				
	12	546 - 556 nm				
	13	662 - 672 nm				
	14	673 - 683 nm				
	15	743 - 753 nm				
	16	862 - 877 nm				
	17	890 - 920 nm				
	18	931 - 941 nm				
	19	915 - 965 nm				
	20	3660 - 3840 nm				
	21	3929 - 3989 nm	1000m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km	12 bits
	22	3929 - 3989 nm				
	23	4020 - 4080 nm				
	24	4433 - 4498 nm				
	25	4482 - 4549 nm				
	26	1360 - 1390 nm				
	27	6535 - 6895 nm				
	28	7175 - 7475 nm				
	29	8400 - 8700 nm				
	30	9580 - 9880 nm				
	31	10780 - 11280 nm				
	32	11770 - 12270 nm				
	33	13185 - 13485 nm				
	34	13485 -13785 nm				
	35	13785 -14085 nm				
	36	14085 -14385 nm				

Quadro 3 - Especificações técnicas do sensor MODIS
Fonte: Embrapa: www.sat.cnpem.embrapa.br/conteudo/terra

Outra característica importante do MODIS é a disponibilização de seus produtos de forma gratuita e pronta para o uso, i.e. georreferenciados e corrigidos para efeitos atmosféricos (nuvens, aerossóis etc.), permitindo o monitoramento da superfície terrestre de forma precisa. Segundo Soares et al. (2007), essa política de distribuição gratuita dos dados MODIS viabilizou sua utilização em um grande número de aplicações para o melhor conhecimento e entendimento do nosso planeta, proporcionando uma condição inédita para

estudos multidisciplinares com o intuito de avaliar o crescente impacto da atividade antrópica e monitorar as mudanças na superfície e na atmosfera terrestre.

Dentre os produtos disponibilizados pelo MODIS, voltados para o monitoramento dos continentes estão àqueles relacionados ao balanço energético, à vegetação e a cobertura terrestre (quadro 4).

ESDT	PRODUTOS
PRODUTOS RELACIONADOS AO BALANÇO ENERGÉTICO	
MOD 09	Reflectância de superfície
MOD 11	Temperatura da superfície da Terra e emissividade
MOD43	BRDF/Albedo
MOD 10 E 29	Cobertura de neve e extensão de gelo na superfície do mar
PRODUTOS VOLTADOS À VEGETAÇÃO	
MOD 13	Índices de vegetação (NDVI e EVI)
MOD 15	Índice de área foliar (LAI) e FPAR
MOD 17	Fotossíntese líquida e produtividade primária
PRODUTOS VOLTADOS À COBERTURA TERRESTRE	
MOD 12	Cobertura da terra e mudança na cobertura da terra
MOD 14	Anomalias termais, fogo e queima de biomassa
MOD 44	Conversão da cobertura vegetal

Quadro 4 - Relação dos produtos MODIS para superfície terrestre

Fonte: Latorre et al. (2003)

Dentre os produtos MODIS, destaca-se o MOD13, que apresenta dados relativos aos índices de vegetação, sendo eles, o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) e o *Enhanced Vegetation Index* (EVI), produzidos globalmente com resolução de 1 km, 500m e 250m, em composição de imagens ou mosaicos a cada 16 dias. Esses dois índices se complementam em estudos globais da vegetação e fornecem informações sobre detecção de mudanças vegetais e parâmetros biofísicos do dossel (LATORRE et al., 2003).

O NDVI é sensível à presença de clorofila e outros pigmentos da vegetação responsáveis pela absorção da radiação solar na banda do vermelho. Este índice é mensurado a partir da relação entre valores espectrais (reflectância) das bandas do infravermelho próximo (800-1100 nm) e a do vermelho (600-700 nm), e tem como objetivo eliminar diferenças

sazonais do ângulo solar e minimizar os efeitos da atenuação atmosférica. O NDVI é obtido pela equação (1) e seus valores variam entre -1 e 1 (HUETE et al., 2002; LATORRE et al., 2003):

$$NDVI = \frac{\rho_{IVP} - \rho_V}{\rho_{IVP} + \rho_V} \quad (1)$$

ρ = refletâncias das bandas

IVP = banda do infravermelho próximo

VP = banda do vermelho

Uma das limitações do NDVI é a sua rápida saturação, o que o torna insensível ao aumento da biomassa vegetal a partir de determinado estágio de desenvolvimento (LATORRE et al., 2003).

Já o EVI é menos sensível às variações do solo e mais sensível às variações na resposta estrutural do dossel, incluindo o índice de área foliar (IAF), a fisionomia da planta e a arquitetura do dossel. Esse índice foi desenvolvido para otimizar o sinal da vegetação, melhorando a sensibilidade em regiões com maiores densidades de biomassa, além de propiciar o monitoramento da vegetação através de uma ligação do sinal de fundo do dossel e a redução das influências atmosféricas. O EVI pode ser calculado através da equação (2) (JUSTICE et al., 1998; HUETE et al., 2002; LATORRE et al., 2003):

$$EVI = \frac{G \cdot (IVP - V)}{L + IVP + C1 \cdot V - C2 \cdot Azul} \quad (2)$$

IVP = banda do infravermelho próximo;

VP = banda do vermelho;

L é fator de ajuste para o solo;

C1 e C2 são coeficientes de ajuste para efeito de aerossóis da atmosfera;

G é o fator de ganho;

Os valores dos coeficientes, da equação (2) adotados pelo algoritmo do EVI são: L=1, C1=6, C2=7.5 e G= 2.5 (HUETE et al., 1997; JUSTICE et al., 1998).

Segundo Soares et al. (2007), esses índices de vegetação do produto MOD13 permitem realizar estudos, tanto ao longo do tempo quanto no espaço, sobre as condições da

cobertura vegetal, em escalas global e regional. Os principais objetivos e as características desse produto são:

- a) gerar índices de vegetação por meio de mosaicos de imagens para minimizar ou mesmo eliminar presença de nuvens;
- b) obter os índices na melhor resolução espacial possível;
- c) padronizar a geometria de aquisição e iluminação das imagens;
- d) assegurar a qualidade e a consistência dos dados;
- e) descrever e reconstituir dados de variações fenológicas;
- f) discriminar com precisão variações interanuais na vegetação;
- g) gerar mosaicos de imagens compostas em períodos de 8, 16 e 30 dias.

Em uma análise realizada por Ferreira et al. (2005), sobre a sazonalidade do bioma Cerrado, com base nos índices de vegetação NDVI e EVI, foi constatado que o EVI apresenta um melhor desempenho para discriminação sazonal da cobertura vegetal nesse bioma, por ser mais sensível a pequenas variações do índice de área foliar (IAF).

Vale ressaltar que no Brasil e, particularmente no Cerrado, os sistemas de produção de carne bovina caracterizam-se pela dependência quase que exclusiva de pastagens, com destaque para os cultivares dos gêneros *Brachiaria*, *Panicum*, *Andropogon* e *Stylozanthes*. Um dos grandes problemas da produção forrageira é a sazonalidade, em particular as forrageiras tropicais que, mesmo no período das chuvas, não são capazes de produzir, por muito tempo, alimentos com qualidade suficiente para atender as exigências para crescimento dos animais. Durante o período seco, além da redução na quantidade de matéria seca, há decréscimo acentuado na sua qualidade (EUCLIDES FILHO, 2008).

CAPÍTULO 2

ÁREA DE ESTUDO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2. ÁREA DE ESTUDO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1. Área de Estudo

A área de estudo compreende o Cerrado goiano, originalmente presente em aproximadamente 97% do estado de Goiás, situado na região Centro-Oeste do Brasil. Caracterizado pela intensa ocupação de seu território, com destaque para as pastagem e agricultura, o Cerrado goiano faz parte do celeiro do Brasil na produção de grãos e carnes. As áreas de pastagem se distribuem por todo o estado, enquanto que a agricultura ocorre predominante no sudoeste e centro-sul (figura 9).

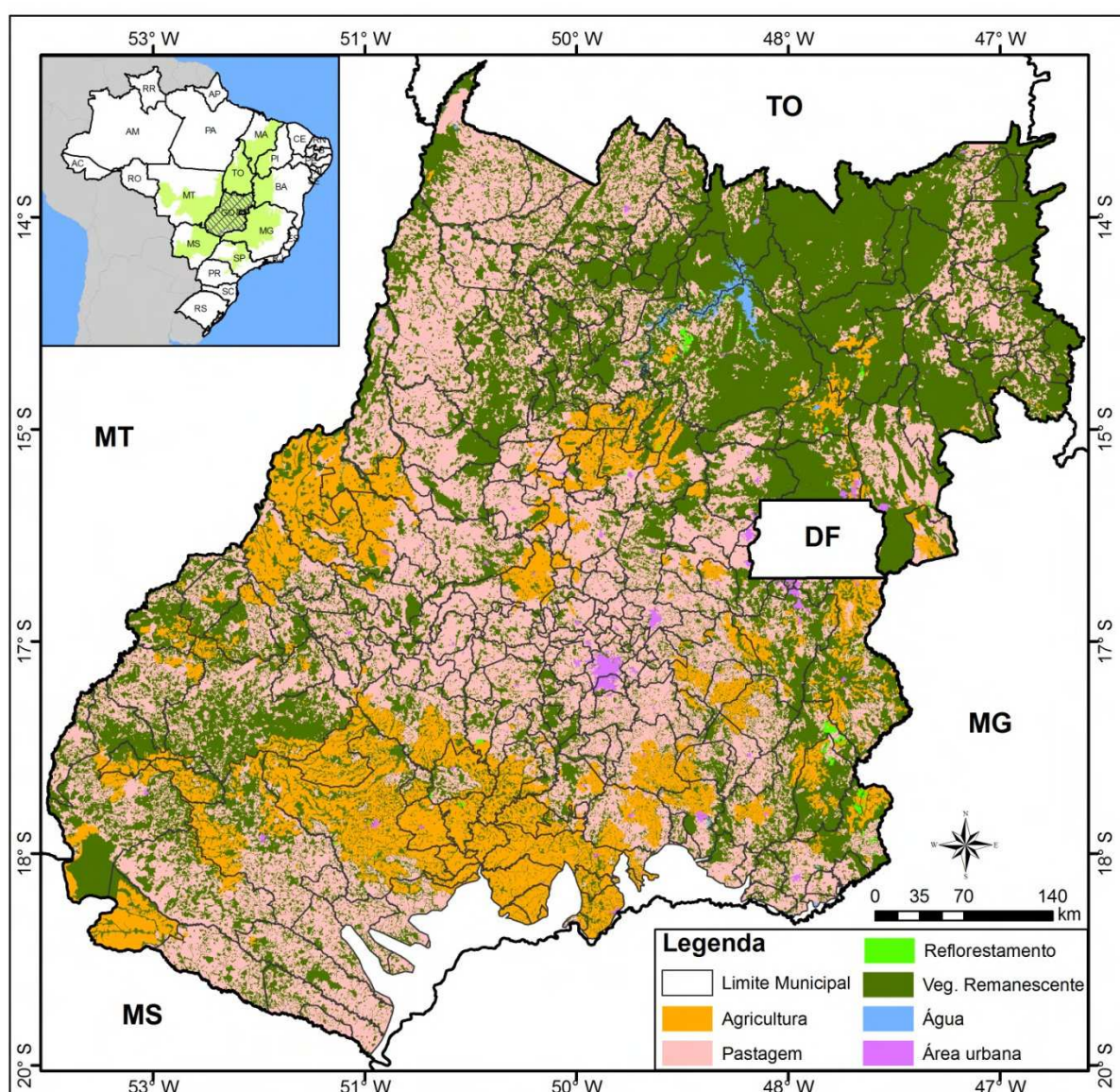


Figura 9 - Mapa de cobertura e uso da terra no Cerrado goiano

2.2. Procedimentos Metodológicos

2.2.1. Descrição e obtenção dos dados

Os dados *MODIS13Q1*, índice de vegetação EVI (*enhanced vegetation index*), utilizado neste trabalho, possuem resolução temporal de 16 dias e resolução espacial de 250 m (HUETE et al., 2002). Essas imagens encontram-se disponíveis na *homepage* 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), devidamente filtradas para efeitos de contaminações residuais por aerossóis, nuvens e sombras. Esse índice (EVI) oferece dados temporais e espaciais consistentes sobre as condições da vegetação, de modo a monitorar a atividade fotossintética em suporte a detecção de mudança e interpretações biofísicas e estudo da fenologia (LATORRE et al., 2003).

Em relação aos dados cartográficos utilizados, estes compreendem o mapa de cobertura e uso da terra (PROBIO), limite do bioma Cerrado (MMA, 2007) (disponível em www.mma.gov.br), mapa de solos do estado de Goiás, limites políticos (municipal, estadual e federal) e malha viária encontram-se disponíveis na internet através do SIEG (Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás), que pode ser acessado através do endereço www.sieg.go.gov.br.

Já os dados relacionados à atividade de pecuária, ou seja, área de pastagem no cerrado goiano, rebanho bovino e lotação bovina (i.e. número de cabeças de gado por hectare) foram obtidos junto ao censo agropecuário do IBGE de 2006 e Pesquisa de Pecuária Municipal, disponíveis em www.ibge.gov.br. Quanto aos dados de localização dos frigoríficos de exportação, esses foram obtidos junto a Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes, disponível em http://www.abiec.com.br/2_mapa.asp.

2.2.2. Análise dos dados

Esta pesquisa considera 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, resultando em diferentes respostas espectrais ao longo de um ciclo hidrológico completo, as quais, por sua vez, são passíveis de discriminação por meio dos chamados índices de vegetação (FERREIRA et al., 2003).

Assim, para essa discriminação, primeiramente foi feita a aquisição do mosaico de imagens MODIS13Q1, índice de vegetação EVI (*enhanced vegetation index*), correspondente ao período de 2001 a 2009 para toda a área originalmente ocupada por Cerrado.

Na segunda etapa, foram feitas as divisões de cada pixel dos valores de EVI dos *composites* por 10.000, assim como o somatório dos valores de EVI ao longo de cada ano, i.e., 23 *composites*, entre 2001 e 2009, conforme a seguinte equação (3):

$$\text{Imagem_Produtividade}_{2001, 2002 \dots 2009} = (\sum \text{EVI}_{01_23}) \quad (3)$$

As Imagens_Produtividade, resultantes do somatório dos valores EVI ao longo de cada ano (2001, 2002...2009) (eq. 01) são, em fato, aproximações de valores (*pixel a pixel*) de produtividade primária líquida (RATANA et al., 2005), conceituada por Matthew et al. (2002) como sendo a medida do vigor e da capacidade de crescimento da vegetação, constituindo assim, um importante parâmetro para o monitoramento da qualidade e manejo de áreas de pastagens cultivadas.

Em uma terceira etapa, foi realizada a normalização destes somatórios (i.e., valores anuais acumulados), a partir da seguinte equação (4):

$$[(X_i) - (X_{\min})] / [(X_{\max}) - (X_{\min})] \quad (4)$$

X_i : refere-se à imagem de determinado ano

$X_{\min}$: pixel de menor valor na imagem

$X_{\max}$: pixel de maior valor na imagem

Assim, cada imagem somatório tem os seus valores, pixel a pixel, variando entre 0 e 1.

Logo após, essas imagens foram recortadas para as áreas ocupadas por pastagens cultivadas no Cerrado goiano, tendo como base os polígonos de pastagens extraídos do mapa de cobertura e uso da terra (PROBIO) e o limite do estado de Goiás.

Em seguida, foi calculado o valor médio de cada *pixel* da imagem “somatória EVI” para todo o período analisado (2001 a 2009). Posteriormente, com base nesse índice e nos limites municipais e mapa de solos, foram geradas médias de produtividade para cada classe em todos os municípios do Cerrado goiano.

Os distintos valores médios de “NPP” por municípios e tipos de solos foram avaliados em relação à lotação bovina (i.e. número de cabeças por hectare), conforme dados do Censo Agropecuário (IBGE, 2006), malha viária pavimentada e principais frigoríficos, (figura 10 e apêndice A).

Para obtenção da porcentagem de pastagem no entorno dos frigoríficos, foi gerado um *buffer* de 15 km, i.e. foi criado um polígono com um raio de 15 km no entorno desses frigoríficos. Posteriormente, foi realizada a intersecção entre esses *buffers* e os polígonos de pastagens do PROBIO.

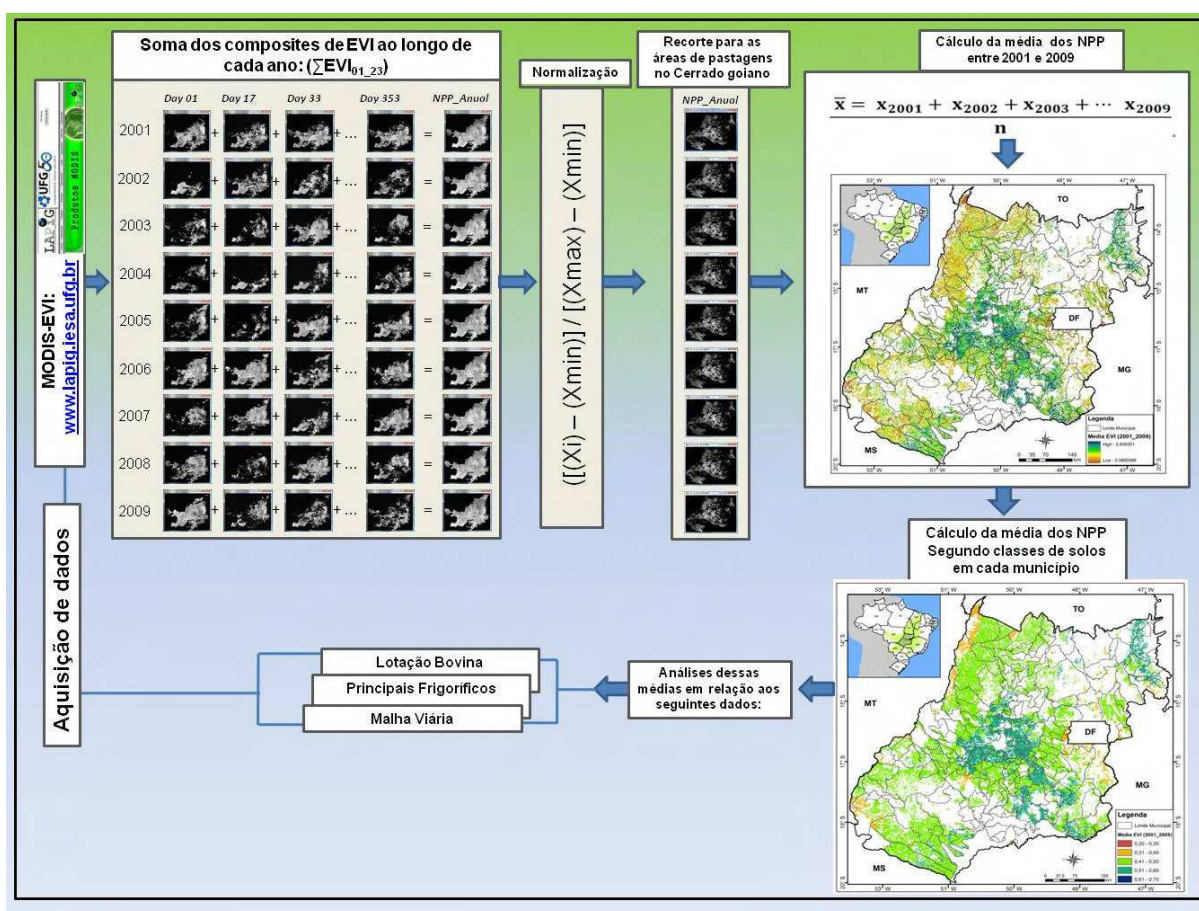


Figura 10 - Fluxograma das atividades de processamento e análise dos dados

2.2.3. Limitações e restrições do trabalho

A princípio, a primeira limitação encontrada se refere à escala dos produtos MODIS-EVI utilizados, tendo em vista que este é projetado para análises mais amplas, pois possui uma resolução espacial de 250 metros. Quando se trabalha com áreas pequenas, como é o

caso de vários polígonos de pastagem, a informação não é muito precisa, pois sofre influências de alvos vizinhos a pastagem.

Outra limitação refere-se à estimativa da *Net Primary Productivity* (NPP), haja vista que esta é realizada a partir do somatório de 23 *composites* EVI ao longo de cada ano. Nem sempre esses *composites* estão livre de falhas, ou seja, há inúmeras ausências de pixels em determinado *composites*, podendo assim, comprometer o resultado final da estimativa (figura 11).

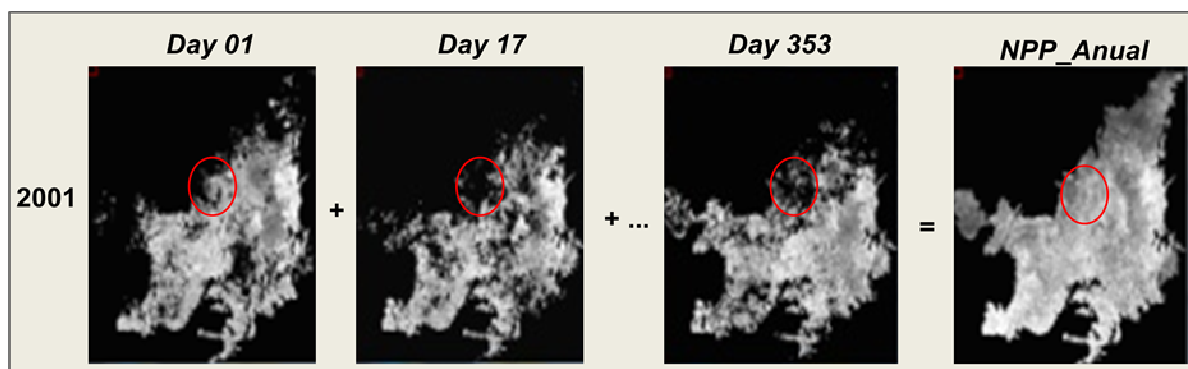


Figura 11 - Somatório dos composites EVI ao longo de cada ano

Outra dificuldade encontrada, refere-se a estimativas tanto da área plantada de pastagens cultivadas, quanto de lotação bovina, tendo em vista a carência de estatísticas agropecuárias, assim como de um mapa mais detalhado e atualizado das áreas de pastagens. Em relação ao mapa de pastagem, o mais atualizado que se encontra disponível atualmente é o PROBIO, elaborado com base em imagens de 2002 e 2003. Além desse descompasso temporal, o mapa foi elaborado numa escala dotada de generalizações (1:250.000). Essas limitações do mapa de uso, particularmente a classe de pastagem, pode induzir o pesquisador a resultados e análises equivocadas.

Um exemplo de resultado equivocado pode ser observado na figura 12, que retrata um polígono situado no município de Abadiânia de Goiás que está denominado no mapa de uso como pastagem, porém, com base numa imagem de alta resolução obtida no *Google Earth*, observa-se que se trata de uma área agrícola. Esse problema ocasionou uma interpretação distorcida, haja vista o que parecia ser uma área de pastagem com baixa produtividade primária líquida, de fato é uma área agrícola, cuja dinâmica de uso é totalmente diferente.

Diante do exposto, fica evidente a dificuldade de trabalhar com dados de diferentes escalas, fontes e datas.

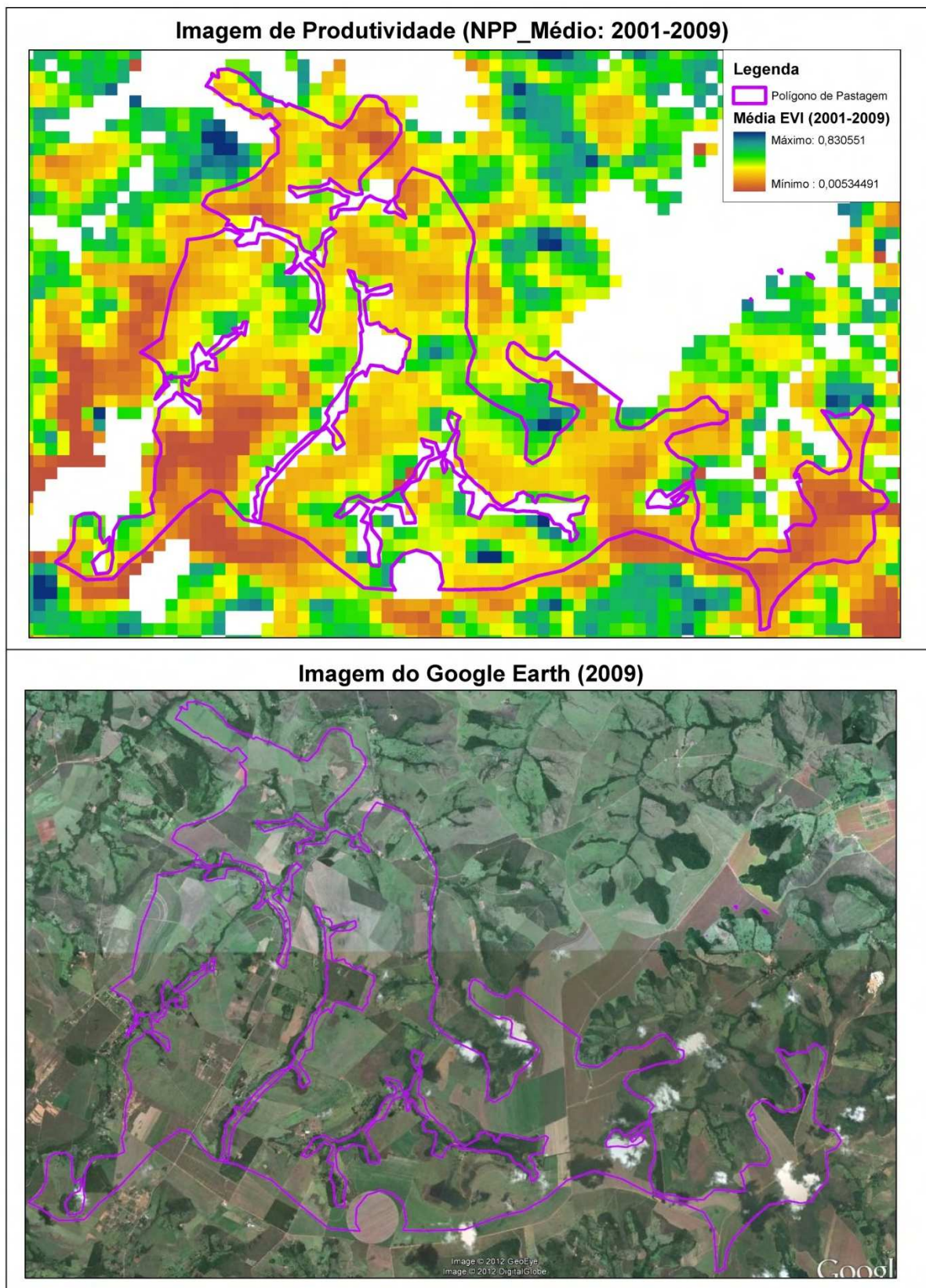


Figura 12 - Área agrícola classificado como pastagem no PROBIO

CAPÍTULO 3:
RESULTADOS E DISCUSSÕES

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Considerando os dados de produtividade primária líquida das áreas de pastagem cultivada no Cerrado goiano, estimados a partir de imagens MODIS (2001, 2002.....2009) índice de vegetação EVI (*enhanced vegetation index*), pode-se observar que as áreas que possuem os maiores valores concentram-se, principalmente, nas regiões central, sudeste e extremo nordeste do estado de Goiás, enquanto que os menores índices se distribuem predominantemente no entorno de Brasília e em grande parte na depressão do Araguaia, norte e noroeste do estado (figura 13).

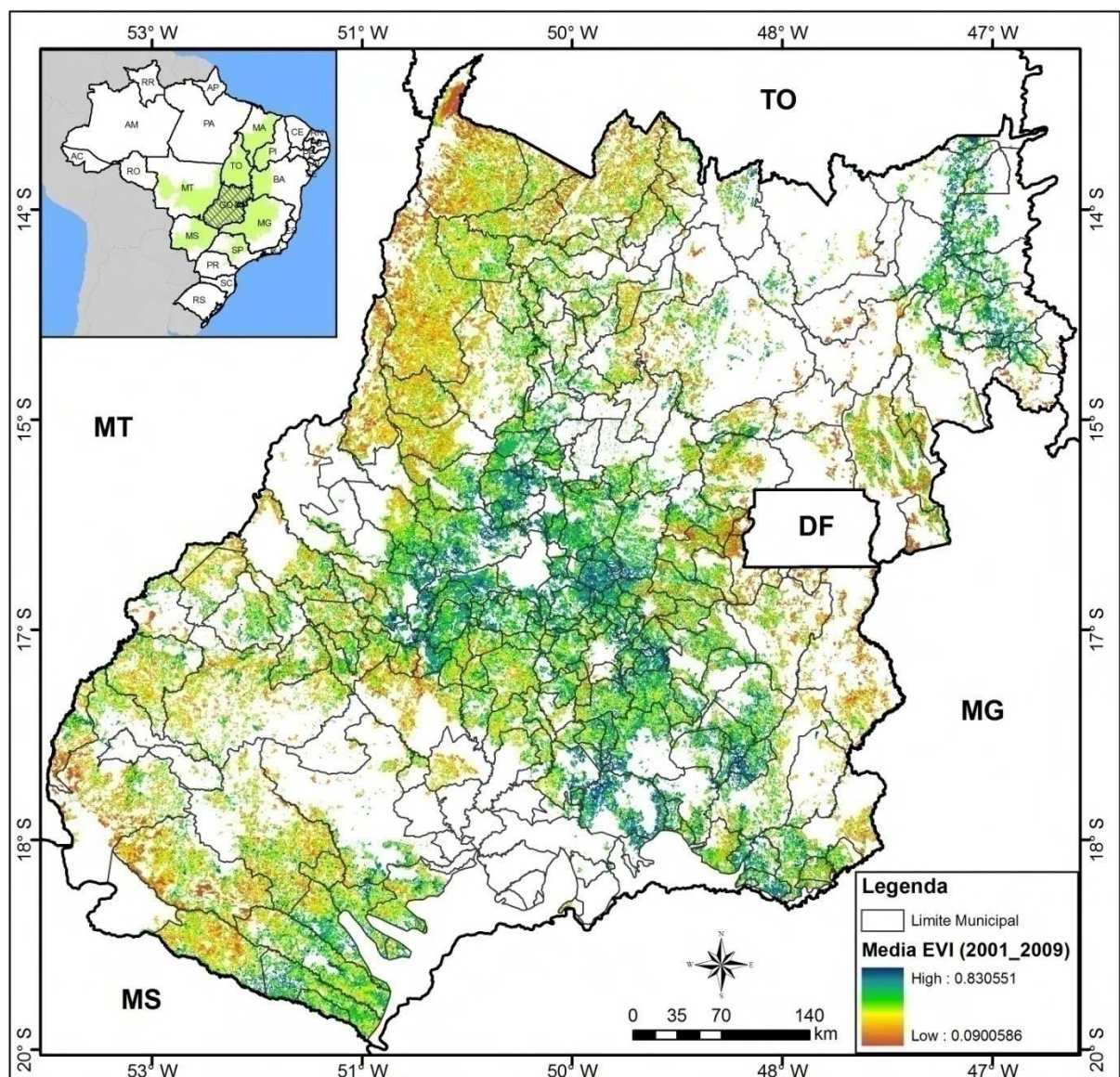


Figura 13 - Mapa de produtividade média (2001-2009) estimada a partir de índice de vegetação (EVI)

Em relação à produtividade das pastagens, Martha Jr. e Vilela (2002) afirmam que é inevitável a redução na capacidade de suporte do pasto ao longo do tempo em sistema de produção que não prevê algum programa de correção e adubação do solo na fase de estabelecimento e manutenção da pastagem.

Na busca por um melhor entendimento da distribuição das pastagens no Cerrado goiano e seus respectivos índices de produtividade (NPP), procurou-se verificar em que tipo de solo as pastagens estão presentes e qual a relação dessa variável com os índices em análise.

Sabe-se que em Goiás, predominam os Latossolos, com 43,13% do seu território (RADAMBRASIL, 2005). Esses solos ocorrem predominantemente em relevos com formas residuais de superfícies de aplainamento, mais conhecidos como chapadas, que apresentam topografia plana a suave-ondulada. São solos profundos (geralmente superiores a 2m), não hidromórficos e possuem sequência de horizontes A, B e C. Quimicamente, 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 4,0 a 5,3. Possuem capacidade de água que varia em média entre 260 mm e 760 mm, conforme sua textura (baixo, médio e alto teor de argila). Quando mal manejado, apresenta alto risco de erosão, pois possui estrutura granular, cujo comportamento hídrico é semelhante ao da areia (REATTO et al., 2008).

Em segundo lugar estão os Cambissolos, presentes em 16,83% do estado (RADAMBRASIL, 2005). Esses solos geralmente estão associados a relevos mais movimentados (ondulados e forte-ondulados). São solos que variam desde raso a profundo, com espessuras entre 0,2 m e 1 m. Possuem capacidade de água que varia em média entre 30 mm e 120 mm, conforme sua profundidade. Potencialmente, esses solos deveriam ser destinados à preservação permanente, pois se encontram em relevos mais íngremes ou são mais rasos (REATTO et al., 2008).

Já os Neossolos Quartzarênicos, terceiro mais abundante no estado, com 15,21% (RADAMBRASIL, 2005), têm como características principais a profundidade (mínimo de 2 m), a textura arenosa ou franco – arenosa, constituídos basicamente por quartzo. Geralmente, estão associados a sedimentos arenosos, 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).

Os Argissolos, presentes em 14,6% do estado (RADAMBRASIL, 2005), compreendem os solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural de cores avermelhadas. São profundos e apresentam maior fertilidade natural e potencial.

Quimicamente, podem ser eutróficos, distróficos ou álicos. Possuem capacidade de água que varia em média entre 170 mm a 500 mm, conforme sua textura (baixo, médio e alto teor de argila). Ocupam, na paisagem, a porção inferior das encostas, geralmente nas encostas côncavas onde o relevo se apresenta ondulado (8% a 20% de declive) ou forte-ondulado (20% a 45% de declive) (REATTO et. al, 2008).

Os demais solos existentes em Goiás são: Plintossolos (4,23%), Gleissolos (2,11%) e chernossolos (0,71%) (RADAMBRASIL, 2005).

Em relação aos tipos de solos existentes nas áreas de pastagem no Cerrado goiano, observa-se a predominância dos Latossolos, até mesmo pela abundância deste solo no estado, presente em 44,6 % das áreas de pastagens no Cerrado goiano, em seguida vêm os Argissolos (19,4 %), Cambissolos (16,9 %) e Neossolos (10,8 %) (figura 14).

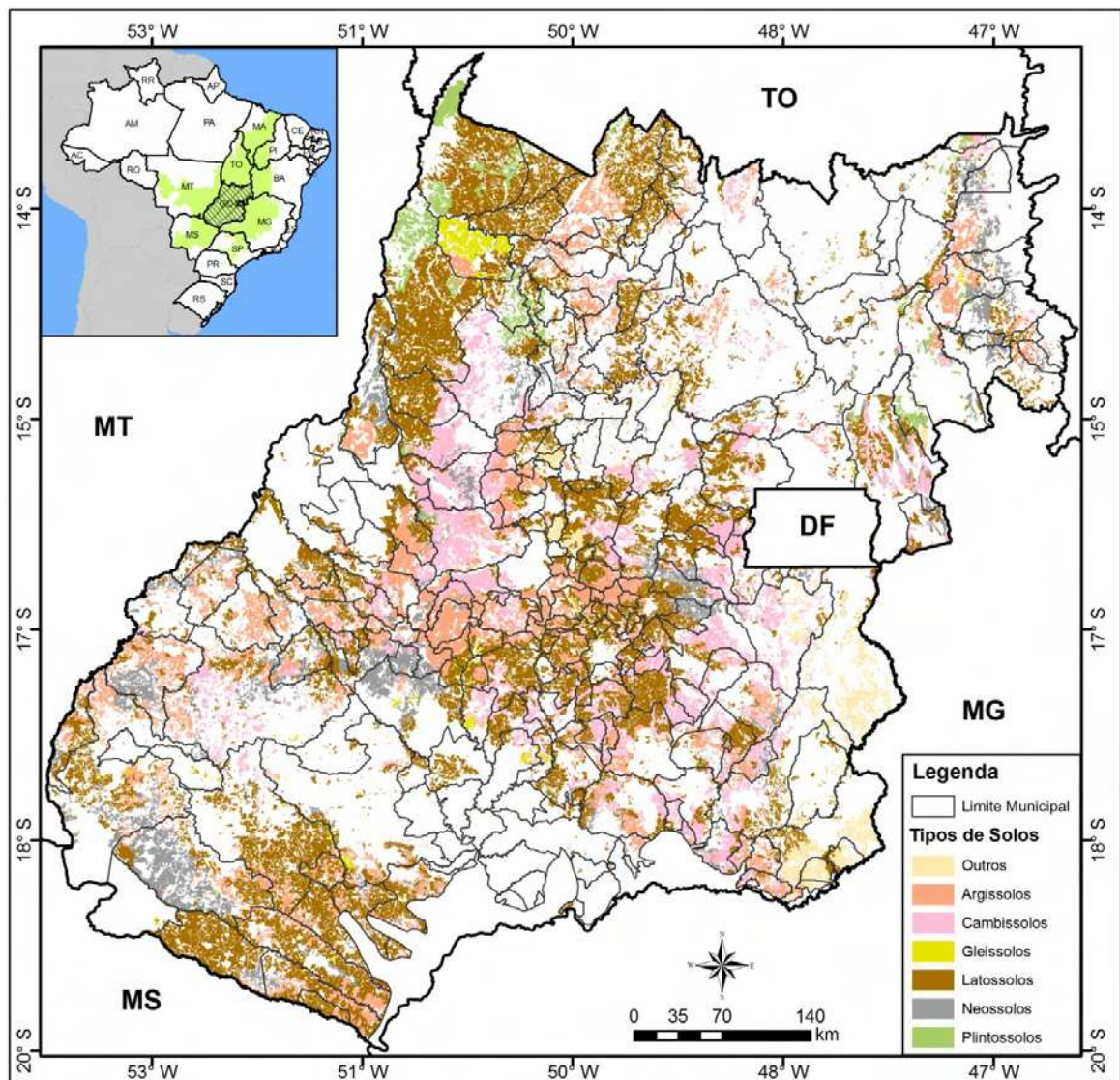


Figura 14 - Principais classes de solo nas áreas de pastagens no Cerrado goiano

Vale ressaltar que as áreas de pastagens possuem um padrão de ocupação diferenciado quando comparado à agricultura no que se refere ao tipo de solo. Observa-se na figura 15, a distribuição mais uniforme das áreas de pastagens em relação às classes de solos, i.e., 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%.

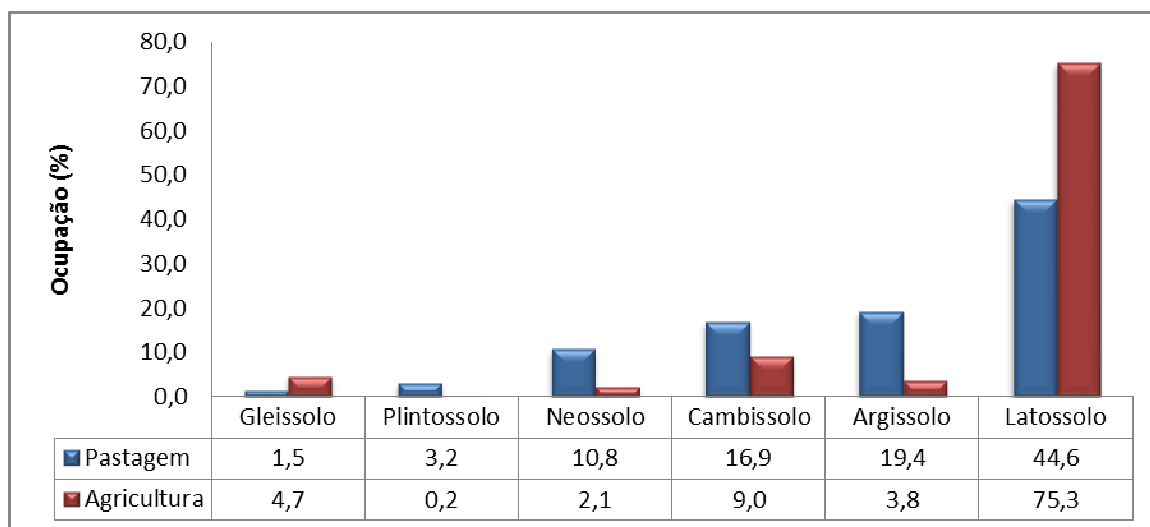


Figura 15 - Relação do tipo de uso com as classes de solos presente em Goiás

Esse fato demonstra a força que a agricultura exerce sobre a pecuária, até mesmo na ocupação de determinado tipo de solo. Segundo Macedo (2005), os solos ocupados por pastagens em geral são marginais, quando comparados àqueles usados pela agricultura de grãos. 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 apresentem problemas de produtividade e de sustentabilidade de produção.

Com base nessa afirmação e nos dados de produtividade primária líquida (NPP) 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 16).

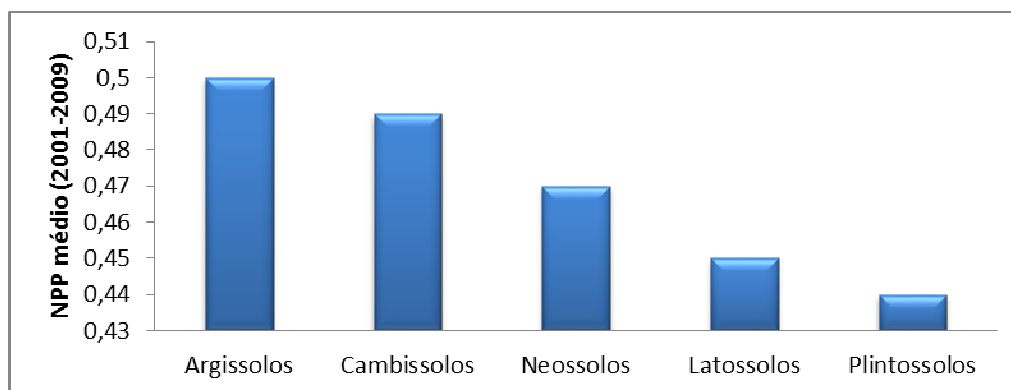


Figura 16 - Relação entre tipo de solo e produtividade primária líquida das pastagens (NPP)

Quando se particulariza a análise por tipo de solo em cada município, observa-se um padrão de produtividade diferenciado para os municípios de determinada região. As pastagens situadas nos municípios das regiões nordeste, centro e sudeste goiano foram as que apresentaram os melhores índices de produtividade primária (figura 17).

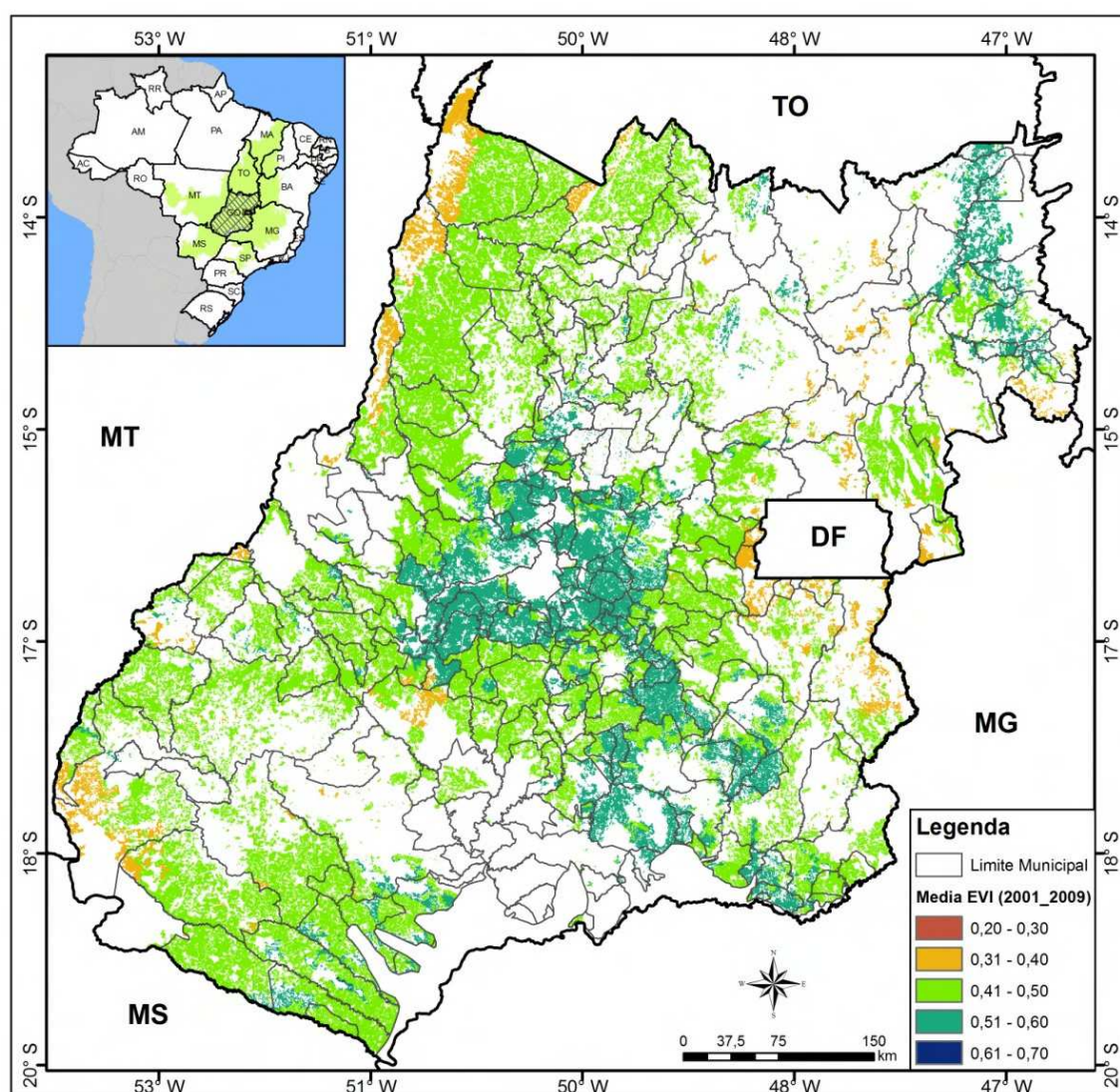


Figura 17 - Mapa da média de produtividade primária líquida por município

Para a região do nordeste goiano, aproximadamente 65% das pastagens estão com índices variando entre 0,51 e 0,70. Quanto ao tipo de solo, 34,3% destas pastagens estão em Neossolos, seguidas de Argissolos e Latossolos (tabela 4). Vale ressaltar que as demais áreas com pasto nessa região apresentam um nível intermediário de produtividade (0.41 e 0.50), assim como grande parte do estado.

Tabela 4 - Tipo de solo das melhores pastagens da região nordeste do estado

Tipo de Solo	Representatividade (%)	Área (ha)
Neossolos	34,36	143277
Argissolos	28,95	120738
Latosolos	18,96	79078
Cambissolos	12,46	51977
Plintossolos	4,51	18824

Fonte: LAPIG

Para a região central do estado, aproximadamente 64% das pastagens possuem índices entre 0.51 e 0.70. Deste total, 41.8% destas pastagens estão em Argissolos, seguidas de Latossolos e Cambissolos (tabela 5).

Tabela 5 - Tipo de solo nas melhores pastagens da região central do estado

Tipo de Solo	Representatividade (%)	Área (ha)
Argissolos	41,89	663401
Latosolos	30,74	297659
Cambissolos	18,79	486951
Chernossolos	4,15	65757
Neossolos	3,97	62823

Fonte: LAPIG

Já em relação à região sudeste do estado, terceira região com melhores índices de produtividade, apenas 45% das pastagens desta região se encontram com índices elevados (i.e., entre 0.51 e 0.70). Deste total, 35.7% das pastagens estão em Argissolos, seguidas de Latossolos e Cambissolos (tabela 6).

Tabela 6 - Tipo de solo nas melhores pastagens da região sudeste do estado

Tipo de Solo	Representatividade (%)	Área (ha)
Argissolos	35,72	663401
Cambissolos	35,67	486951
Latosolos	24,72	297659
Neossolos	3,86	62823

Fonte: LAPIG

Para as demais regiões do estado, observa-se que as pastagens se encontram num patamar de produtividade intermediário (índices entre 0.41 e 0.50), porém com alguns enclaves de áreas com boa qualidade (ex. extremo sul de Goiás) 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 (figura 18), assim como no entorno do Distrito Federal (exposto anteriormente na figura 17).

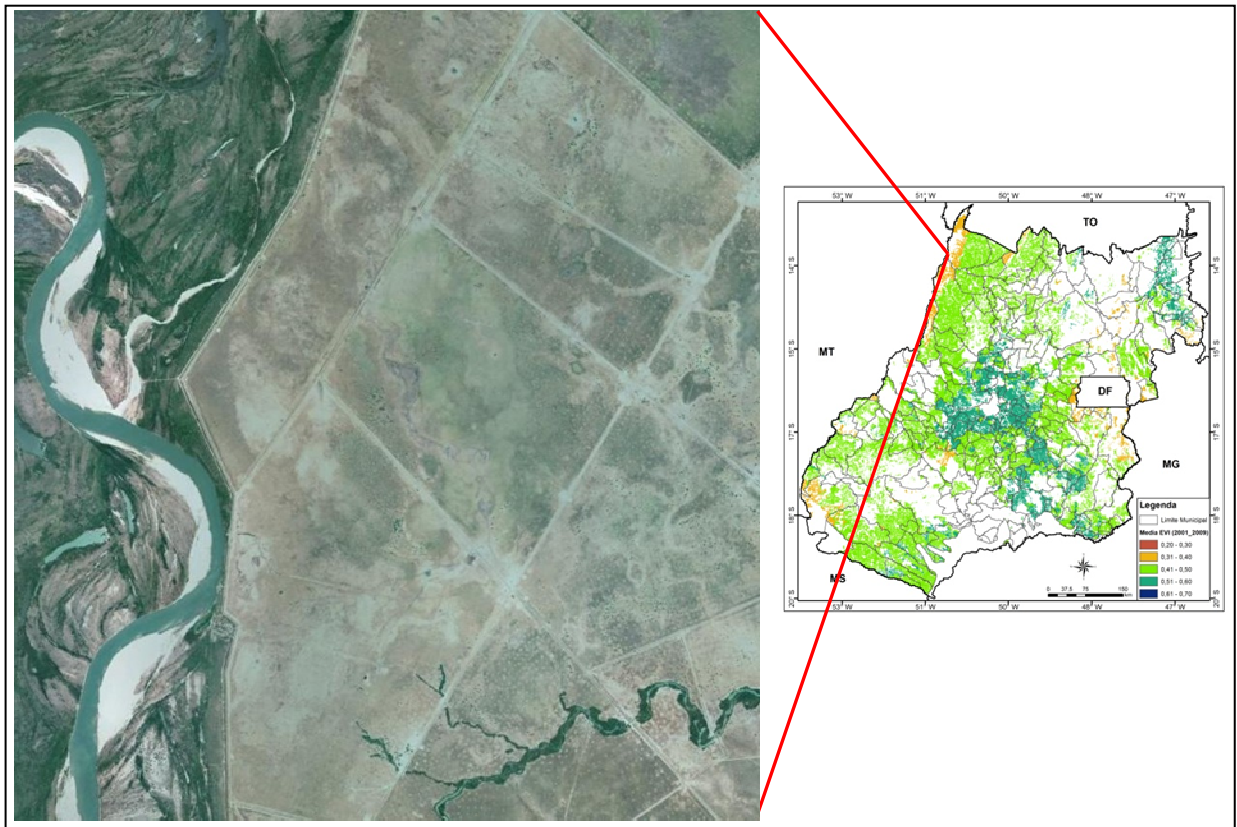


Figura 18 - Área de pastagem com baixo índice de produtividade situada no município de São Miguel do Araguaia, sobre solos do tipo Plintossolos

Com base nos dados da Pesquisa Pecuária Municipal (IBGE, 2010) e nas médias de produtividade primária (NPP) 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 com baixos índices de produtividade. Dentre esses municípios, Caiapônia e Porangatu (3º e 8º em quantidade bovina, respectivamente) são os que possuem os menores índices (0,44). Em relação as classe de solos, os Latossolos e os Cambissolos são os locais onde as pastagens apresentaram os menores valores médios (tabela 7).

Tabela 7 - Relação dos dez municípios com maior rebanho bovino no estado de Goiás e as respectivas médias de produtividade

Municípios	Rebanho bovino (2009)	Média de produtividade primária por classe de solo					Média Municipal
		Argissolo	Cambissolo	Latossolo	Neossolo	Gleissolos	
Montes Claros de Goiás	286.500	0.46	-	0.46	0.43	0.50	0.46
Mineiros	305.000	0.47	0.50	0.42	0.42	0.43	0.45
Porangatu	315.165	0.41	-	0.41	0.47	0.49	0.44
Jataí	330.000	0.45	0.42	0.44	0.49	0.43	0.45
Quirinópolis	334.000	0.48	0.42	0.49	0.52	0.59	0.50
Jussara	350.620	0.49	-	0.47	0.49	0.50	0.49
Rio Verde	412.000	0.49	0.44	0.46	0.47	0.44	0.46
Caiapônia	424.674	0.45	0.44	0.43	0.45	0.43	0.44
São Miguel do Araguaia	550.622	-	-	0.40	0.48	0.55	0.48
Nova Crixás	737.585	0.45	0.41	0.42	0.50	0.49	0.45
Média por classe de solo	-	0.46	0.44	0.44	0.47	0.48	-

Fonte: LAPIG

Em relação à ocupação efetiva das áreas de pastagens no Cerrado goiano, observa-se que a taxa média de lotação bovina dos municípios é de 1,07 UA/ha. O que chama atenção nestes dados é o fato de 77 dos 243 municípios analisados possuem lotação inferior à média estadual. Em fato, mesmo com o fortalecimento das pesquisas e o 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), muitos municípios goianos possuem baixas taxas médias de lotação bovina (geralmente inferior a 1 unidade animal/ha). Além disso, apenas 17 municípios possuem lotação superior a 3 UA/ha (figura 19).

Os municípios com as menores taxas estão situados nas regiões sudoeste, leste e extremo norte do estado. Quando analisadas essas taxas de lotação em relação aos 28 frigoríficos instalados no estado, distribuídos em 25 municípios, observa-se que nove destes estão situados nesses municípios com baixa lotação, o que sugere que nem sempre o gado é criado próximo do abatedouro (figura 19). De fato, apenas 6,3% da pastagem cultivada no estado estão situados numa distância de até 15 km desses frigoríficos.

Quanto à infra-estrutura, observa-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 infra-estrutura 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.

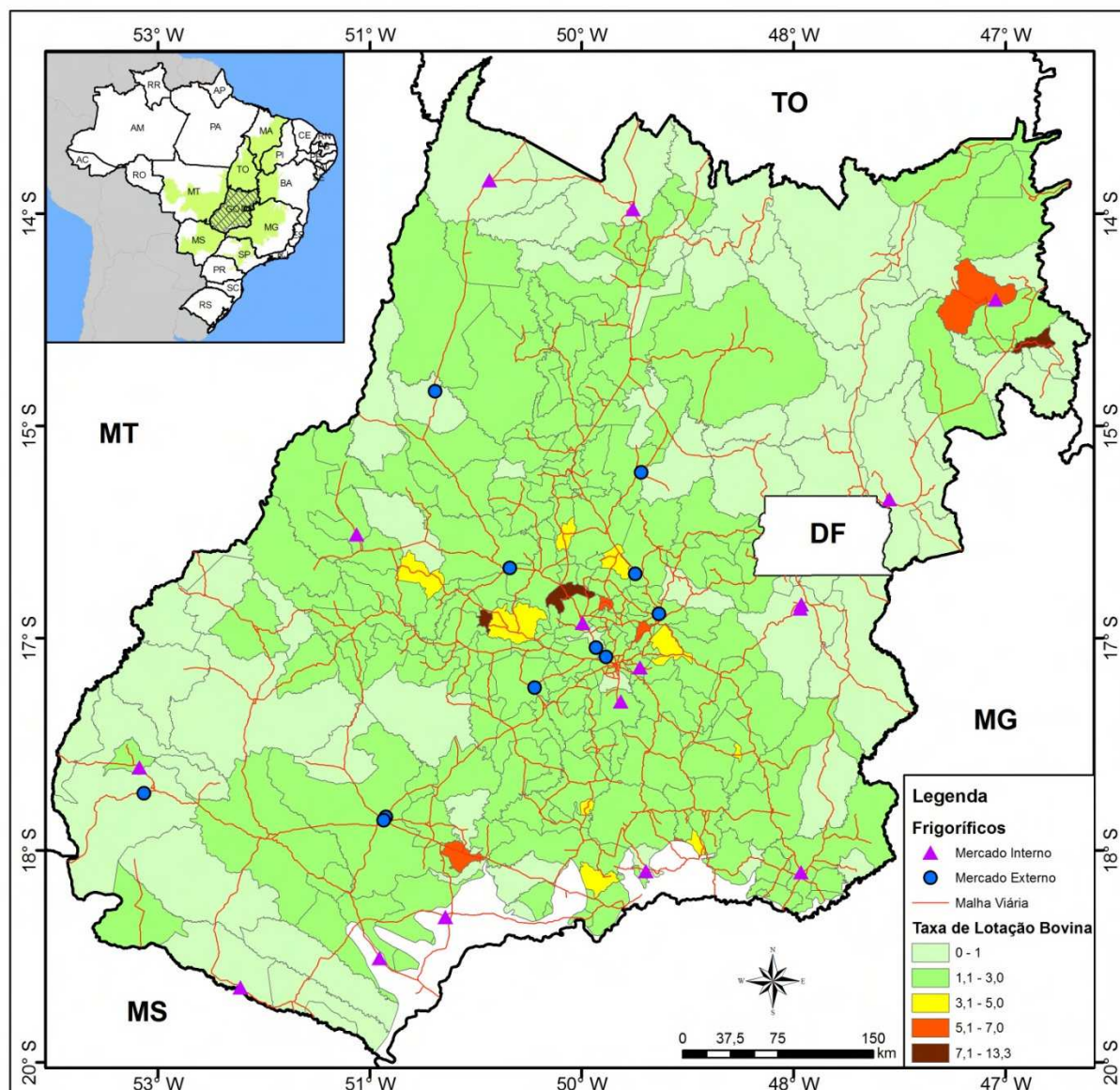


Figura 19: Mapa de lotação bovina por município, malha viária e locais dos frigoríficos que atendem o mercado interno e externo

A partir da comparação entre os valores médios de produtividade primária, com os dados de lotação bovina por municípios, apresentados na figura 19, observa-se a existência de um determinado padrão na distribuição destes dados. Os municípios situados nas regiões sul, central e extremo nordeste do estado, particularmente os municípios de Divinópolis, São Domingos, Monte Alegre e Campos Belos, possuem elevados índices, tanto de lotação bovina (superior a 1,2 UA/ha), quanto de produtividade primária, (superior a 0,50) o que representa

um bom aproveitamento das pastagens, com práticas de manejo que respeitam a capacidade de suporte do pasto.

Esses padrões também são evidentes em locais onde ocorre a situação inversa, ou seja, baixa produtividade e baixa lotação bovina, como em alguns municípios das regiões sudoeste, norte e entorno do Distrito Federal. Esse fato revela que no estado há várias áreas de pastagens que necessitam de reparos, visando uma melhora nos índices de produtividade efetiva, ou seja, aumentando tanto a qualidade do pasto, quanto a quantidade de gado criado por hectare.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Monitorar a qualidade das pastagens e analisar seus fatores correlatos são de grande importância, pois a pecuária é atividade responsável pela ocupação de maior parte do Cerrado goiano e pela geração de grandes riquezas para o estado.

Com base 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 (0,40 e 0,60). Poucas são as áreas com baixíssimos índices (inferior a 0,40), e praticamente não há locais com valores próximo a 1, o que indicaria excelentes condições (observar figura 16).

Ainda em relação à produtividade, observou-se que os melhores índices estão associados aos Argissolos, Cambissolos e Neossolos, e não aos Latossolos, tendo em vista que este o tipo de solo predominante nas áreas de pastagens.

Para melhor entender esse fato, é preciso analisar as 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.

Diante disso, percebe-se que as áreas de pastagens com os melhores índices de produtividade estão associadas a solos naturalmente mais férteis, que não demandam tanta correção, como é o caso dos Argissolos.

Outra constatação feita nesse trabalho está relacionada à baixa ocupação efetiva das pastagens no Cerrado goiano, tendo em vista a enorme área ocupada pela pecuária. Além disso, observou-se também, que a qualidade das pastagens nos dez principais municípios criadores de gado no estado encontra-se baixa.

Em relação à infraestrutura, pode se perceber que a maioria das áreas de pastagens cultivadas estão situadas ao longo das principais rodovias do estado. Quanto aos frigoríficos, percebe-se que não há grandes correlações entre a localização destes com a área de pastagem e a quantidade de gado criado no seu entorno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Exportações de carne bovina do Brasil (2008)**. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/estatisticas/91.pdf>>. Acesso em: 20 fevereiro de 2011

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

AB'SÁBER, A. N. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo: **Ateliê**, 2003, 159 p.

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.

BARREIRA, C. C. M. A. **.Região da Estrada do Boi: Usos e Abusos da Natureza**. Goiânia: Editora UFG, 1997.

CHAUL, N. N. F. **.Caminhos de Goiás: da construção da decadência aos limites da modernidade..** 1. ed. Goiânia: CEGRAF, 1997. v. 1.000. 289 p.

DIAS, B. F. S. Conservação da Biodiversidade no Bioma Cerrado: histórico dos impactos antrópicos no Bioma Cerrado. In: Faleiro, F. G.; Neto, A. L. F. (Ed.). **Savanas: Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina, DF: Embrapa, p. 303-333, 2008.

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. de. 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...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. v.2. p.201-203.

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, DF: Embrapa Cerrados, 2008. p. 613 – 644.

FERREIRA, I. M; MENDES, E. de P. P. . A organização do espaço agrário em Goiás: povoamento e colonização (do século XVIII ao XX). In: **XIX Encontro Nacional de Geografia Agrária**, 2009, São Paulo. ANAIS DO XIX-ENGA, 2009. p. 1-27.

FERREIRA, M. E; PECCININI, A. A.; FERREIRA, Jr.L. G.; HUETE, A. R. Análise da sazonalidade de paisagens antrópicas e nativas do bioma Cerrado através dos produtos MODIS índices de vegetação, área foliar e atividade fotossintética. In: **XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 2005, Goiânia, 16 a 21 de abril. XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005. p. 505-512

FERREIRA, Jr., 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, 534-550, 2003.

FERREIRA JR., L.G. ;FERREIRA, N. C. ; FERREIRA, MANUEL EDUARDO . **Sensoriamento Remoto da Vegetacao: Evolucao e Estado-da-Arte**. Acta Scientiarum. Biological Sciences ^{JCR}, v. 30, p. 379-390, 2008.

HUETE, A., DIDAN, K.; MIURA, T.; RODRIGUEZ, E. P.; GAO, X.; FERREIRA, L. G.(2002). **Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices**. Remote Sens. Environ.83:195–213.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Pecuária Municipal 2010**. Disponível em:< www.ibge.gov.br>Acessado em 10 de Janeiro de 2012.

_____. **Mapas interativos (Mapa de Biomas)**.<http://www.ibge.gov.br/mapas/>, 2004.

_____. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006** (rev./2009). Disponível em <www.ibge.gov.br> Acessado em 10 de Jul. 2011.

JUSTICE, C O.; VERMOTE, E., TOWNSHEND, J. R. G.; DEFRIES, R.;ROY, P. D; HALL,D.K, SALOMONSON, V.; PRIVETTE, J.L.; RIGGS, G.; STRAHLER, A.; LUCHT, W.;MYNENI, R. B; KNYAZIKHIN, Y.; RUNNING, S. W.; NEMANI, R. R.; WAN, Z.;HUETE, A. R.; LEEUWEN, W. V.; WOLFE, R. E.; GIGLIO, L.; MULLER, J. P; LEWIS,P.; BARNSLEY, M. (1998). **The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS): land remote sensing for global change research**. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 36(4):1228-1247.

JUSTICE, C. O., TOWNSHEND, J. R. G., VERMOTE, E. F., MASUOKA, E., WOLFE, R. E., SALEOUS, N., ROY, D. P., MORISETTE, J. T. (2002). An overview of MODIS. **Land data processing and product status**. Remote Sens. Environ.83: 3 –15.

KLINK, C A ; MACHADO, R. B. . Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 707-713, 2005.

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

LIMA, J. E. F. W. ; SILVA, E. M. da .Recursos hídricos do Bioma Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. de; RIBEIRO, J.F.. (Org.). **Cerrado: Ecologia e Flora**. 2 ed. Brasília: Embrapa Cerrados, 2008, v. 1, p. 90-106.

LIMA, J.E.F.W., SILVA, E.M. da. Estimativa da contribuição hídrica superficial do Cerrado para as grandes regiões hidrográficas brasileiras. In: **Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 17., 2007, São Paulo. Anais. CD-ROM, 2007.

LIMA, J.E.F.W., SILVA, E.M. da.; KOIDE, S. **The Challenge in managing water resources in the Cerrado Biome**, Brazil. In: IUGG General Assembly, 24, 2007, Perugia, Italy. Anais, 2007.

MACEDO, M.C.M. **Pastagens no ecossistema Cerrado: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável**. In: SIMPÓSIOS - A PRODUÇÃO ANIMAL E OFOCO NO AGRONEGÓCIO, 2005, Goiânia. Anais da 42a Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. p. 56-84.

MARTHA Jr., G. B.; VILELA, L. . **Pastagens no Cerrado: baixa produtividade pelo uso limitado de fertilizantes**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2002 (Documento).

MATTHEW, C. R; JEROME, C. W.; STEVEN, W. R.; **Mapeando a produtividade semanal da vegetação de pastagens usando dados MODIS**. I Conferência Virtual Global sobre Produção Orgânica de Bovinos de Corte 02 de setembro à 15 de outubro de 2002. Disponível em: www.cpap.embrapa.br/agencia/congressovirtual/pdf/portugues/03pt01.pdf

MENDES, E. de P. P. . **Ocupação e produção no Cerrado Goiano: do século XVIII ao XX**. In: IX Simpósio Nacional Cerrado; II Simpósio Internacional Savanas Tropicais, 2008, Brasília (DF). IX Simpósio Nacional Cerrado; II Simpósio Internacional Savanas Tropicais, 2008. p. 1-7.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. 2007. **Mapa de cobertura vegetal dos biomas Brasileiros**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/>> Acesso em: 08 jul. 2010.

MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., da FONSECA, G.A.B. & Kent, J. **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. Nature, v. 403: 853-858, 2000.

OLIVEIRA, O.C.; OLIVEIRA, I.P.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. **Chemical and biological indicators of decline/degradation of Brachiaria pastures in the Brazilian Cerrado**. Agriculture, Ecosystems and Environment, v.103, p.289-300, 2004.

RADAMBRASIL. **Mapa de Solos - Projeto RadamBrasil**. Determinação de áreas prioritárias para unidades de preservação - Cons.Imagem/WWF – RADAMBRASIL. Agência Ambiental, 2005.

RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; ATKINSON, R.; RIBEIRO, J. F. **Analysis of the floristic composition of the Brazilian Cerrado vegetation II: comparison of the woody vegetation of 98 areas**. Edinburgh Journal of Botany, v. 53, p.153-180, 1996.

REATTO, A ; CORREIA, J. R. ; SPERA, S. T. ; MARTINS, E. S. . **Solos do Bioma Cerrado: aspectos pedológicos**. In: Sano S.; Almeida S. P.; Ribeiro J. F.. (Org.). Cerrado: Ecologia e Flora. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008, v. 1, p. 109-149.

SANO, E. E., ROSA, R.; BRITO, J.L.S.; FERREIRA Jr. L.G. **Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil**. Environmental Monitoring and Assessment (doi 10.1007/s10661-009-0988-4.), 2009.

_____. **Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado.** Pesquisa Agropecuária Brasileira (1977. Impressa)^{JCR}, v. 43, p. 153-156, 2008.

SANO, E. E; BEZERRA, H. da S; BARCELLOS, A. de O; ROSA, R. **Metodologias para Mapeamento de Pastagens Degradadas no Cerrado.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Edição 70. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002.

SOARES, J. V.; BATISTA, G. T.; SHIMABUKURO, Y. E. Histórico e descrição. In: RUDORFF, B. F. T.; SHIMABUKURO, Y. E.; CEBALLOS, J. C. (Org.). In: **O sensor MODIS e suas aplicações ambientais no Brasil.** São José dos Campos: Parêntese, 2007. 423 p.

TAVARES, E. C. N., CARVALHO, T. B.,ZEN, S. **Rentabilidade econômica da bovinocultura de corte no Estado de Goiás.** In. 47º Congresso SOBER (Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural), Porto Alegre., 2009.