



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

OSCAR IVAN DE ORO AGUADO

**PRÁTICAS DE MANEJO PECUÁRIO NA MICRORREGIÃO DE SÃO MIGUEL DO
ARAGUAIA, GOIÁS: UMA ANÁLISE A PARTIR DE DADOS DE CAMPO E DE
SENSORIAMENTO REMOTO**

GOIÂNIA

2017

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: ☒ **Dissertação** ☐ **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Nome completo do autor: OSCAR IVAN DE ORO AGUADO

Título do trabalho: PRÁTICAS DE MANEJO PECUÁRIO NA MICRORREGIÃO DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA, GOIÁS: UMA ANÁLISE A PARTIR DE DADOS DE CAMPO E DE SENSORIAMENTO REMOTO

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento ☒ SIM ☐ NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.



Assinatura do (a) autor (a)

Data: 13 / 02 / 2017

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

OSCAR IVAN DE ORO AGUADO

**PRÁTICAS DE MANEJO PECUÁRIO NA MICRORREGIÃO DE SÃO MIGUEL DO
ARAGUAIA, GOIÁS: UMA ANÁLISE A PARTIR DE DADOS DE CAMPO E DE
SENSORIAMENTO REMOTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Ciências Ambientais (CIAMB), da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal de Goiás (UFG), como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Laerte Guimarães Ferreira

Co-orientador: Dr. Fernando Moreira de Araújo

GOIÂNIA

2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

De Oro, Oscar Iván Aguado

Práticas de manejo pecuário na microrregião de São Miguel do
Araguaia, Goiás: uma análise a partir de dados de campo e de
sensoriamento remoto [manuscrito] / Oscar Iván Aguado De Oro. –
2017.

10, 110 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Laerte Guimarães Ferreira; co-orientador
Dr. Fernando Moreira de Araújo.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Pró
reitoria de Pós-graduação (PRPG), Programa de Pós-Graduação em
Ciências Ambientais, Goiânia, 2017.

Bibliografia. Anexos. Apêndice.

Inclui siglas, mapas, fotografias, símbolos, gráfico, tabelas, lista
de figuras, lista de tabelas.

1. Pastagem. 2. Degradação. 3. Série Temporal. 4. Tendência. I.
Ferreira, Laerte Guimarães, orient. II. Título.

CDU 502/504



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

ATA DA DEFESA PÚBLICA DE DISSERTAÇÃO Nº 001/2017

Aos três dias do mês de fevereiro do ano de dois mil e dezessete, às 14:00, reuniu-se na sala Aqua do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento – LAPIG/UFG, a Banca Examinadora composta pelos: Prof. Dr. Laerte Guimarães Ferreira Junior – CIAMB, o Prof. Dr. Fausto Miziara – CIAMB, e o Prof. Dr. Victor Rezende Moreira Couto – EVZ/UFG, para, sob a presidência do primeiro, proceder a defesa da Dissertação intitulada: **“Práticas de manejo pecuário na microrregião de São Miguel do Araguaia, Goiás: uma análise a partir de dados de campo e de sensoriamento remoto”**, de autoria de Oscar Ivan de Oro Aguado, discente de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (CIAMB), área de concentração em Estrutura e Dinâmica Ambiental. Foi realizada a avaliação oral no sistema de apresentação e defesa de dissertação de autoria do discente. Terminada a avaliação oral, a Banca Examinadora reuniu-se emitindo os seguintes pareceres mediante as justificativas e sugestões abaixo:

Membro da Banca	Parecer (Aprovado/Reprovado)	Assinatura
Dr. Laerte Guimarães Ferreira Junior	Aprovado	
Dr. Fausto Miziara	Aprovado	
Dr. Victor Rezende Moreira Couto	Aprovado	

JUSTIFICATIVAS e SUGESTÕES:

Após a avaliação, o referido candidato foi considerado Aprovado na defesa de dissertação. Às 16:25 horas, o Prof. Dr. Laerte Guimarães Ferreira Junior, Presidente da Banca Examinadora, deu por encerrada a sessão e, para constar, lavrou-se a presente Ata.

Prof. Dr. Fausto Miziara
Membro Titular

Prof. Dr. Victor Rezende Moreira Couto
Membro Titular

Prof. Dr. Laerte Guimarães Ferreira Junior
Presidente

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter colocado no meu destino a realização deste mestrado, como também da tenacidade, saúde e sabedoria para poder consegui-lo.

Os meus pais Rafael Francisco De oro Aguado e Lila Rosa Aguado Baron por cultivar o interesse pela minha continuação na formação acadêmica. Os meus irmãos por serem sempre modelos a seguir.

Especial agradecimento a minha esposa Judith Victoria Ochoa Varela, pela força, amor, respeito, compreensão e demais valores, que ajudaram substancialmente para eu poder concluir uma etapa mais na minha vida pessoal e acadêmica.

Ao professor Dr. Laerte Guimarães Ferreira, pela orientação e apoio no desenvolvimento desta pesquisa, como também, da confiança e a oportunidade de aprendizado no âmbito do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG). Por outro lado, também ao meu co-orientador, Dr. Fernando Moreira de Araújo, pela sua dedicação, ensinamento e apoio durante todo período do mestrado.

Aos professores Dr. Fausto Miziara e Dr. Victor Rezende Moreira Couto, por terem aceito compor a banca do meu exame de qualificação, como também da banca examinadora e terem dedicado o tempo na leitura, sugestões e análise deste trabalho.

À toda equipe do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG/UFG), que a conselho e contribuiu muito com este trabalho, por meio de sugestões e análises críticos.

À Organização dos Estados Americanos (OEA) e ao Grupo Coimbra de Universidades Brasileiras (GCUB) pela oportunidade e concessão da realização do mestrado no Brasil.

RESUMO

A degradação das pastagens é um processo presente na região tropical e no Brasil, pois estima-se que, aproximadamente, há mais de 100 milhões de hectares em más condições de conservação e manejo. Este trabalho tem como objetivo compreender, de forma exploratória, a qualidade das espécies de pastagens *Brachiaria Brizantha* e *Andropogon Gayanus* avaliando as características sazonais e de tendências em relação aos fatores condicionantes da degradação na microrregião de São Miguel do Araguaia. A metodologia consistiu na seleção de pastagens em três níveis de degradação para as espécies supracitadas; levantamento histórico do manejo para os últimos 15 anos; e análise do vigor vegetativo estimado por meio de imagens de satélite provenientes do sensor MODIS, i.e. produto MOD13Q1 – NDVI, para o período de 2000 a 2015. A série temporal foi analisada utilizando métricas sazonais e o algoritmo Breaks For Additive Season and Trend (BFAST) para análise de tendências e identificação dos fatores de degradação para os três níveis de degradação de ambas espécies. Os resultados demonstraram a diferenciação entre as três categorias de gestão de pastagens (ótimo, razoável e pobre) para as duas espécies de capim utilizando os dados coletados em campo e orbitais. Conforme às métricas sazonais, estatisticamente, as espécies apresentaram comportamentos de vigor vegetativo diferenciados ($t= 2,083$; $gl= 375$; $p<0,001$), sendo que, a discriminação é maior utilizando as métricas de amplitude e máximo do índice NDVI. As pastagens ótimas ($t=2,876$; $gl=375$; $p<0,001$) e pobres ($t=4,142$; $gl=375$; $p<0,001$) apresentam diferenciação de acordo com comportamento sazonal, enquanto as pastagens razoáveis não ($t=0,745$; $gl=375$; $p>0,05$). Os pastos ótimos e razoáveis de *B. Brizantha* apresentaram comportamentos semelhantes ao longo do período da análise, enquanto que o pasto pobre apresentou comportamentos diferenciados para as métricas de amplitude e média. Entretanto, os pastos ótimos, razoáveis e pobres da espécie *A. Gayanus* apesar de apresentar qualidades e manejos diferenciados em campo, os valores de NDVI, ao longo da série temporal, apresentaram comportamentos semelhantes para ambas qualidades. A análise de Tendências demonstrou que as altas temperaturas dos anos 2007 e 2010 geraram pontos de quebras negativos para ambas espécies, enquanto os anos de 2009 e 2013 foram pontos de quebras positivas pelo aumento dos registros pluviométricos de precipitações. Como conclusão, os dados orbitais de resolução moderada, particularmente de NDVI, permitem a diferenciação das espécies de pastagens e de suas respectivas qualidades mediante a análise de séries temporais e, por outro lado, a análise de tendência mostrou que ambas espécies de capim apresentaram alta sensibilidade aos fatores climáticos El Niño e La Niña em relação ao manejo empregado.

Palavras-chave: Pastagem, Degradação, Série Temporal, Tendência.

ABSTRACT

Pasture degradation is a process in the tropical region and in Brazil, it is estimated that there are approximately 100 million hectares under poor conservation and management conditions. This work aims to understand, in an exploratory way, the quality of the *Brachiaria Brizantha* and *Andropogon Gayanus* species, evaluating the seasonal and trend characteristics in relation to the conditioning factors of the degradation in the microregion of São Miguel do Araguaia. The methodology consisted in the selection of pastures in three levels of degradation for the species mentioned above; historical management for the last 15 years; and estimated vegetative vigor analysis using satellite images from the MODIS sensor, i.e. product MOD13Q1 - NDVI, for the period 2000 to 2015. The time series was analyzed using seasonal metrics and the algorithms Breaks For Additive Season and Trend (BFAST) for trend analysis and identification of the degradation factors for the three levels of degradation of both species. The results demonstrated the differentiation between the three categories of pasture management (optimal, reasonable and poor) for the two grass species using data collected in the field and orbital. According to the seasonal metrics, statistically, the species presented differentiated vegetative vigor behaviors ($t = 2,083$, $gl = 375$, $p < 0.001$), and the discrimination is higher using the amplitude and maximum metrics of the NDVI index. The optimal pastures ($t = 2.876$, $gl = 375$, $p < 0.001$) and poor ($t = 4,142$, $gl = 375$, $p < 0.001$) differed according to seasonal behavior, while reasonable pastures did not ($t = 0.745$; $gl = 375$, $p > 0.05$). The optimal and reasonable pastures of *B. Brizantha* presented similar behaviors over the analysis period, whereas the poor pasture presented differentiated behaviors for the amplitude and average metrics. However, the optimal, reasonable and poor pastures of the *A. Gayanus* species, despite having differentiated qualities and management in the field, the NDVI values throughout the temporal series presented similar behaviors for both qualities. The Trends analysis showed that the high temperatures of 2007 and 2010 generated negative breaks points for both species, while the years of 2009 and 2013 were points of positive breaks due to the increase in rainfall records. As a conclusion, moderate resolution orbital data, particularly NDVI, allow the differentiation of pasture species and their respective qualities through the analysis of time series and, on the other hand, trend analysis showed that both species of grass showed high Sensitivity to the climatic factors, as El Niño and La Niña, in relation to the management used.

Keywords: Pasture, Degradation, Time Series, Trend.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Modelo teórico simplificado do processo de degradação de pastagem. (1) Causas, (2) efeitos primários, (3) efeitos secundários, e (4) pastagem degradada.	14
Figura 2 – Modelo simplificado do processo de degradação de pastagens cultivadas em suas diferentes etapas no tempo	22
Figura 3 – Modelo simplificada do conceito de pastagem degradada.....	23
Figura 4 – Arranjo hierárquico dos fatores no estabelecimento de um sistema de produção animal baseado em pastagens	26
Figura 5 – Regime climático da microrregião de São Miguel do Araguaia	35
Figura 6 – Mapa de solos da microrregião de São Miguel do Araguaia	37
Figura 7 – Mapa de hipsometria da microrregião de São Miguel do Araguaia	39
Figura 8 – Mapa de uso e cobertura da microrregião, projeto TerraClass Cerrado	40
Figura 9 – Mapa de declividade da microrregião de São Miguel do Araguaia	42
Figura 10 – Distribuição espacial rebanho bovino de corte e leiteiro nos municípios do Estado de Goiás	44
Figura 11 – Finalidade do rebanho bovino corte e leite dos anos 1955, 2006, 2014 na região de São Miguel do Araguaia	44
Figura 12 – Evolução da variação do efetivo bovino por municípios ano 2000 até 2014	45
Figura 13 – Uso e ocupação do solo na microrregião de São Miguel do Araguaia	46
Figura 14 – Distribuição espacial das áreas de pastagens plantadas por municípios nas microrregiões do Estado de Goiás, Censo Agrário 2006	48
Figura 15 – Distribuição espacial das pastagens degradadas no Estado de Goiás. 2011	49
Figura 16 – Porcentagens de áreas de pastagens com baixa, média, alta e sem indicativo de degradação por microrregiões do Estado de Goiás	50
Figura 17 – Distribuição espacial das pastagens por microrregiões do Estado de Goiás	51
Figura 18 – Práticas agrícolas na microrregião de São Miguel do Araguaia segundo Censo Agrário 2006	52
Figura 19 – Maquinas e instrumentos agrícolas por estabelecimentos na microrregião de São Miguel do Araguaia	52
Figura 20 – Localização territorial da microrregião de São Miguel do Araguaia no estado de Goiás	53
Figura 21 – Fluxograma dos dados e etapas de análises seguidos neste trabalho	54
Figura 22 – Representação esquemática (sem escala) do desenho experimental adotado para amostrar áreas de pastagem <i>B. Brizantha</i> e <i>A. Gayanus</i> na campanha do setembro de 2015..	56
Figura 23 – Fluxograma ilustrando as etapas de obtenção das series temporais do NDVI – SG para a geração métricas sazonais e de tendências (BFAST)	59
Figura 24 – Classificação das condições visuais das pastagens em três estágios de degradação (A) Ótimo, (B) Razoável, (C) Pobre, em período seco	65
Figura 25 – Presença de cupinzeiros (<i>Cornitermes Cumulans</i>) em pastos formados entre 15 e 23 anos sem reformas, medição do diâmetro e altura. E presença de plantas invasoras Ciganinha (<i>Memora peregrina</i>)	67
Figura 26 – Distribuição da área verde (%) das fotografias entre as condições de manejo em áreas de pastagens <i>B. Brizantha</i> e <i>A. Gayanus</i>	68
Figura 27 – Distribuição das alturas entre as categorias de manejo em áreas de pastagens <i>B. Brizantha</i> e <i>A. Gayanus</i>	69
Figura 28 – Média dos perfis temporais do NDVI– SG e seus respectivos desvios padrões para as amostras de pastagens: A) <i>A. Gayanus</i> , B) <i>B. Brizantha</i> e C) comparação.	70

Figura 29 – Valores anuais do NDVI – SG, A) Máximo, B) Mínimo, C) Média, e D) Amplitude para as pastagens <i>B. Brizantha</i> e <i>A. Gayanus</i>	72
Figura 30 – Série temporal das tipologias de pastagens e as suas condições, A) Ótimas, B) Razoável, e C) Pobre	73
Figura 31 – Métricas dos valores anuais de NDVI – SG, A) Máximo, B) Mínimo, C) Média, e D) Amplitude para os três estágios de degradação ótimo, razoável e pobre por tipologia de pastagens	75
Figura 32 – Média dos perfis temporais do NDVI– SG e seus respectivos estágios ótimo, razoável e pobre para as amostras de pastagens a) <i>B. Brizantha</i> , e b) <i>A. Gayanus</i>	78
Figura 33 – Métricas dos valores anuais do NDVI – SG, A) Máximo, B) Mínimo, C) Média, e D) Amplitude para os três estágios diferenciados das pastagens <i>B. Brizantha</i>	80
Figura 34 – Valores anuais do NDVI – SG, A) Máximo, B) Mínimo, C) Média, e D) Amplitude para os três estágios diferenciados das pastagens <i>A. Gayanus</i>	81
Figura 35 – Escala de cor do NDVI para os estágios ótimo, razoável e pobre	82
Figura 36 – Matriz de frequência entre o ano 2000 a 2016 do NDVI – SG para os estágios ótimos, razoável e pobre das pastagens <i>B. Brizantha</i>	84
Figura 37 – Matriz de frequência entre o ano 2000 a 2016 do NDVI – SG para os estágios ótimos, razoável e pobre das pastagens <i>A. Gayanus</i>	86
Figura 38 – Comportamento da temperatura máxima e mínima média anual (°C) da região noroeste do Estado de Goiás	87
Figura 39 – Comportamento da precipitação média anual (mm) da região noroeste do estado de Goiás	87
Figura 40 – Série temporal e BFAST dos três tipos de manejo ótimo (A), razoável (B, D) e pobre (C) das pastagens <i>A. Gayanus</i>	89
Figura 41 – Série temporal e BFAST dos três tipos de manejo ótimo (A, B), razoável (C) e pobre (D) das pastagens <i>B. Brizantha</i>	90
Figura 42 – Distribuição da precipitação média mensal e NDVI (SG) mensal correspondente aos anos de 2000 até 2015 para as pastagens de <i>B. Brizantha</i> e <i>A. Gayanus</i>	94
Figura 43 – Serie temporal do cultivar de <i>B. Brizantha</i> com qualidade manejo de pasto ótimo, razoável e pobre	106
Figura 44 – Serie temporal do cultivar de <i>A. Gayanus</i> com qualidade de manejo de pasto ótimo, razoável e pobre	107
Figura 45 – Análise comparativa das qualidades de <i>B. Brizantha</i> e <i>A. Gayanus</i> . A) Ótimo, B) Razoável, C) Pobre, e D) <i>B. Brizantha</i> e <i>A. Gayanus</i>	107
Figura 46 – Análise comparativa das métricas máxima, mínima, média e amplitude das qualidades ótimas, razoável e pobre das tipologias de pastagens	108
Figura 47 – Série temporal e BFAST das pastagens <i>A. Gayanus</i>	109
Figura 48 – Série temporal e BFAST das pastagens <i>B. Brizantha</i>	110

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Principais fatores e causas da degradação das pastagens tropicais	20
Tabela 2 – Grau de degradação do pasto	25
Tabela 3 – Tipo de uso e cobertura da microrregião de São Miguel do Araguaia	41
Tabela 4 – Evolução da estrutura fundiária na microrregião de São Miguel do Araguaia	46
Tabela 5 – Caracterização das categorias de gestão do pastejo ótimo, razoável e pobre das propriedades visitadas na microrregião de São Miguel do Araguaia	61
Tabela 6 – Categorias de gestão do pastejo (CGP*) e parâmetros limitantes da qualidade da pastagem	65
Tabela 7 – Valores médios (M^*) e desvio padrão (D_{sp}) da altura e % de área verde	67

LISTA DE SIGLAS

APPs – *Áreas de Preservação Permanente*
BFAST – *Breaks For Additive Season and Trend*
CGP – *Categoria de Gestão de Pastejo*
EVI – *Índice de Vegetação Melhorado*
GEE – *Gases de Efeito Estufa*
IBGE – *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*
MLME – *Modelo Linear de Mistura Espectral*
MODIS – *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*
MPRI – *Índice de Reflectância Fotoquímica Modificada*
NDVI – *Índice de Vegetação de Diferença Normalizada*
ODK – *Open Data Kit*
PPM – *Pesquisa Pecuária Municipal*
QCS – *Queda na Capacidade de Suporte*
RL – *Reserva Legal*
SAVI – *Índice de Vegetação Ajustado ao Efeito do Solo*
SG – *Savitzky-Golay*
VANT – *Veículo Área não Tripulado*
VFA – *Vegetação Fotossinteticamente Ativa*
VNFA – *Vegetação não Fotossinteticamente Ativa*

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	11
2.	OBJETIVOS.....	12
2.1.	Objetivo Geral.....	12
2.2.	Objetivos Específicos	12
3.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
3.1.	Aspectos Sobre a Gestão das Pastagens e suas Implicações na Qualidade	13
3.1.1.	Fatores que Contribuem para a Degradação das Pastagens.....	14
3.1.2.	Indicadores e Consequências de Degradação de Pastagens	21
3.1.3.	Gestão de Pastagens	26
3.1.4.	Benefício do Meio Ambiente	27
3.1.5.	Principais Forrageiras do Cerrado: <i>Brachiaria Brizantha</i> e <i>Andropogon Gayanus</i>	29
3.2.	Uso de Dados Satelitários no Mapeamento e Monitoramento da Dinâmica das Pastagens.....	30
3.3.	Análises da Dinâmica Pecuária na Microrregião de São Miguel do Araguaia, uma Perspectiva Desde o Local do Estado de Goiás por Meio de Dados Censitários	34
3.3.1.	Caracterização Fisiográfica da Microrregião de São Miguel do Araguaia	35
3.3.2.	Caracterização Socioeconômica e Pecuária da Microrregião de São Miguel do Araguaia	42
4.	ÁREA DE ESTUDO - MICRORREGIÃO DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA.....	53
5.	MATERIAL E MÉTODOS.....	54
5.1.	Fase de Coleta de Informação em Campo, Dados Censitários e Cartográficos.....	54
5.2.	Métodos	57
6.	RESULTADOS	61
6.1.	Avaliação da Gestão e a Qualidade das Pastagens na Microrregião de São Miguel do Araguaia.....	61
6.2.	Series Temporais: Sazonalidade e Tendências	69
6.2.1.	Análise de Sazonalidade por Meio dos Perfis Temporais do NDVI	69
6.2.2.	Análise de Tendência das Áreas de Pastagens <i>B. Brizantha</i> e <i>A. Gayanus</i> de Condições Diferenciadas	86
7.	DISCUSSÃO.....	90
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	94
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
	APÊNDICE	105

1. INTRODUÇÃO

A pastagem plantada é a principal fonte de alimentação dos ruminantes. Atualmente, a área de pastagem ocupa 50 milhões de km² no mundo, representando 37% da cobertura de uso da terra e cobertura vegetal remanescente terrestre, excluindo Groelândia e a Antártica (MARA, 2012; YANG, 2012). Atualmente, 20% das áreas de pastagens altamente produtivas no mundo estão sendo ocupadas pela expansão agrícola (RAMANKUTTY et al., 2008; DIXON et al., 2014).

Existe um incremento da renda per capita e a mudança no padrão do consumo alimentar da população mundial, especialmente dos países desenvolvidos, cuja média de consumo varia de 110 – 120kg/habitante/ano de carne. Por sua vez, nos países emergentes esse consumo é 10 vezes menor e se estima que, para o ano de 2030, o consumo de carne será duas vezes maior (FAO, 2013). Por outro lado, calcula-se que até 2050 haverá um aumento de 70% na produção pecuária, acarretando a intensificação do setor, do desmatamento e das áreas de pastagens degradadas (FAO, 2014).

Particularmente a degradação das pastagens apesar de ser considerado um problema de abrangência global, com ocorrência na América Latina Tropical (MARA, 2012), é um processo muito comum nos ecossistemas de pastagens tropicais (DIAS-FILHO, 2007). Por outro lado, a “degradação” é um conceito que pode ter diferentes significados e interpretações dependendo do enfoque, seja do pecuarista, do ecólogo ou do responsável político (DAVIDSON et al., 2008; FERREIRA et al., 2013a). Entretanto, existem evidências que demonstram que a degradação é provocada principalmente pela inadequada gestão de pastagens (FAO, 2009; YANG, 2012; DUSSEUX et al., 2014).

No Brasil existem aproximadamente 175 milhões de hectares de pastagens (LAPIG, 2016), as quais são utilizadas como principal fonte de alimentação dos 215 milhões de cabeças de gado bovino (PPM, 2015), cuja produção pecuária é reconhecida entre as mais importantes do mundo (FERREIRA et al., 2014). Estima-se que há mais de 100 milhões de hectares em diferentes estágios de degradação entre o Brasil Central e Amazônia Legal Brasileira (DIAS-FILHO, 2014). Nesse contexto, o Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento criou o Plano ABC (2013) para a recuperação de 15 milhões de ha degradadas em todo o Brasil. Evidentemente, há falta de informação relacionada às causas principais da degradação das pastagens (ISMAR, 2015). Os mecanismos desenvolvidos até o momento não são suficientemente efetivos e claros para a avaliação do potencial produtivo das pastagens.

No Estado de Goiás, particularmente na microrregião de São Miguel do Araguaia, considerada o polo de referência produtiva e de tradição pecuária, cujo o efetivo bovino supera os 2 milhões de cabeças para uma área de pastagem de correspondente de 1.513.253 ha (MMA, 2015), juntamente com outras seis (6) microrregiões, estão localizadas mais de 30% das pastagens degradadas no Estado (PPM, 2015; LAPIG, 2016; ANDRADE et al., 2013). Além disso, essas microrregiões apresentam uma intensificação pecuária baseada no gado de corte para atender, principalmente, a demanda do mercado externo, como também nas escalas local e nacional, evidentemente em menor proporção (ARRAIS, 2016).

Nesse sentido, elaborou-se a hipótese de que é possível identificar os diferentes níveis de degradação das pastagens cultivadas por meio de sensores remotos orbitais de resolução espacial moderada. Esta pesquisa tem como objetivo principal entender o comportamento espaço – temporal dos diferentes estágios das pastagens mediante dados orbitais. Para ser mais específico, as pastagens cultivadas no território brasileiro apresentam estágios de degradação diferenciados em função do manejo praticado aliado a fatores bióticos, abióticos e edáficos dos distintos ecossistemas em que os pastos estão localizados (DIAS-FILHO, 2011; OLIVEIRA et al., 2004). Entretanto, para a detecção os diferentes padrões fenológicos, os índices de vegetação (i.e. NDVI, SAVI, EVI, etc.) podem identificar a qualidade das pastagens por meio de séries temporais provenientes de imagens orbitais juntamente com o histórico de manejo pecuário da propriedade. Portanto, temos a seguinte questão: é possível avaliar diferentes estágios de degradação das pastagens mediante análises históricas do manejo pecuário (dados da propriedade) e do uso de conjuntos de dados provenientes de sistemas sensores remotos orbitais?

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar as condições de manejo e qualidade das pastagens mediante dados orbitais de resolução espacial moderada no Estado de Goiás, em particular na microrregião de São Miguel do Araguaia.

2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar as condições de manejo e de qualidade dos estágios diferenciados das pastagens mediante métodos indiretos em campo na microrregião de São Miguel do Araguaia;
- Analisar o comportamento dos estágios de degradação das áreas de pastagens (*B. Brizantha* e *A. Gayanus*) por meio de séries temporais e avaliação de tendências utilizando dados satelitários MODIS de resolução moderada.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Os fatores que participam na dinâmica das pastagens podem ser explicados em várias perspectivas, entre elas está a interdisciplinar, na qual conjuga diversos conhecimentos disciplinares imersos no objeto de estudo. Analisar as causas ou consequências da degradação agrônômica e biológica das pastagens exige um nível de conhecimento em áreas específicas, tais como a botânica (ciclo da produtividade das forrageiras), a zootecnia (gestão das pastagens) (OLIVEIRA et al., 2004) e as ciências ambientais para analisar a dinâmica ambiental, bem como sintetizar de forma holística os impactos ambientais e a proposição de soluções adequadas para construção de uma pecuária mais sustentável (MARCELO et al., 2010; DIAS-FILHO, 2007).

Este referencial teórico está subdividido em três temas principais: o primeiro sobre o manejo e sua relação na qualidade das pastagens tropicais; o segundo, sobre a intensificação da pecuária no Estado de Goiás cuja área geográfica em particular é a microrregião de São Miguel do Araguaia; e por último, como o sensoriamento remoto tem sido aplicado no mapeamento e monitoramento na dinâmica das pastagens tropicais.

3.1. Aspectos Sobre a Gestão das Pastagens e Suas Implicações na Qualidade

Existe teoricamente uma dinâmica complexa presente nos processos de degradação das pastagens e que envolvem diversas causas e consequências. Como pode ser observado na Figura 1, seção um (1) do modelo, existem diversos fatores, como as práticas de manejo, bióticos e abióticos, que condicionam o desenvolvimento da planta forrageira, sendo que alguns fatores são passíveis de controle e outros não. Na seção dois (2), é possível observar de que forma as consequências primárias, como a aparição de “plantas daninhas” ou invasoras que são indicadores da queda da produtividade do solo (ciclagem de nutrientes), podem conduzir a espécie forrageira à diminuição da sua capacidade competitiva pelos recursos do espaço onde

se desenvolve, como também pela crescente proporção de solo exposto. Além dessas consequências, pode ainda ocorrer a queda da produção de biomassa e, consequentemente, da capacidade de suporte (seção três (3)). Por último, considerando todos os indicadores apresentados para a pastagem, temos o estágio da degradação da pastagem (DIAS-FILHO, 2011).

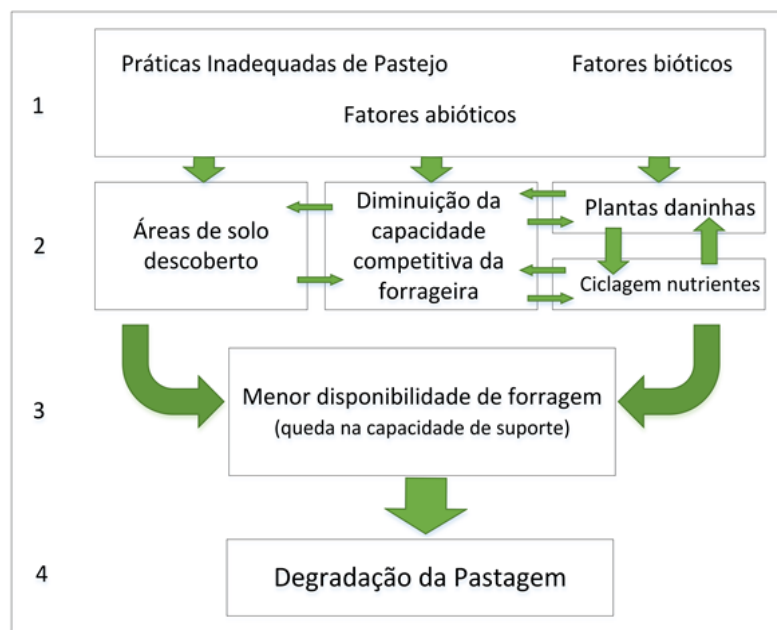


Figura 1. Modelo teórico simplificado do processo de degradação de pastagem. (1) Causas, (2) efeitos primários, (3) efeitos secundários, e (4) pastagem degradada. Fonte: adotada Dias-Filho (2011).

3.1.1. Fatores que Contribuem para a Degradação das Pastagens

De acordo com Padilla et al. (2009) a perda da fertilidade natural do solo é a principal causa de degradação e dos prejuízos econômicos na pecuária. Essa perda de produtividade do solo é causada por três (3) fatores, entre os quais se encontram o manejo indiscriminado e excessivo da utilização do fogo; insetos-pragas e doenças que são muito comuns em pastagens tropicais e que de certa maneira contribuem no processo; e climáticos, pois em estiagens prolongadas provocam a formação e crescimento de espécies invasoras, enquanto o excesso de umidade em épocas de chuvas permitem a proliferação de insetos-pragas e doenças, como também podem gerar perda da fertilidade do solo pelos processos de erosão e lixiviação.

Os *Fatores Abióticos* são considerados como componentes físicos e químicos do meio ambiente. As plantas forrageiras utilizam energia solar para fixar carbono dentro de sua estrutura e tal processo de fixação e distribuição do carbono estão sendo amplamente afetados

pelos componentes externos do ambiente, os quais condicionam a qualidade e o seu valor nutritivo (SANTO et al., 2011).

Em parte, as características ecofisiológicas das plantas forrageiras tropicais evidentemente estão influenciadas pelo conjunto de componentes climáticos como a luminosidade, pluviosidade, umidade e, especialmente, a temperatura, a qual têm maior importância na qualidade e produção de forragem (SANTOS et al., 2011). Excepcionalmente, os eventos climáticos severos e prolongados, como a estiagem ou maior intensidade das chuvas, podem levar direta ou indiretamente a redução do vigor e a capacidade de competitividade da planta forrageira com outras espécies, conduzindo à degradação da pastagem (DIAS-FILHO, 2011).

As altas temperaturas, produto dos períodos prolongados de estiagem, conduzem a forrageira ao estresse devido a menor disponibilidade de água no solo, afetando seu crescimento e a recuperação pós-pastejo. No caso de períodos intensos de chuvas, o excesso de água no solo ou o encharcamento reduz os processos da fotossíntese e o desenvolvimento das raízes (DIAS-FILHO, 2011). Além disso, a radiação solar, que se encontra comprometida pelo excesso de dias nublados, afeta de duas maneiras o desenvolvimento das forrageiras, primeiro o crescimento da forrageira ao reduzir a taxa fotossintética e a segunda promove a diminuição dos teores de açúcares solúveis, aminoácidos e ácidos orgânicos com aumento paralelo nos teores da parede celular, afetado a digestibilidade da forrageira (DIAS-FILHO, 2002). Do mesmo modo, a queda na capacidade produtiva do solo como a base do sistema afeta significativamente a ciclagem de nutrientes (DIAS-FILHO, 2011).

Os *Fatores Bióticos* podem destacar-se como os componentes vivos que se desenvolvem nas diferentes proximidades ecológicas das pastagens. Conhecer as características ecofisiológicas dos insetos-pragas são extremamente importantes porque permite entender os padrões de distribuição e ocorrência de propagação nas áreas de pastagens. Por outro lado, na medida que os insetos-pragas saem do período de diapausa no começo da estação chuvosa, a probabilidade de monitorar esse processo mediante imagens de satélite é muito baixa devido à presença de nuvens, pois limita o monitoramento do impacto da degradação e dificulta o controle biológico devido ao período temporal e espacial (tamanho do pixel) do imageamento.

Considera-se que as características ambientais específicas da Zona Intertropical favorecem de maneira significativa à proliferação de insetos-pragas e de patógenos (VALÉRIO, 2008; LENNÉ & SONODA, 1990). No Brasil existem vários tipos de insetos que afetam de maneiras distintas os sistemas de produção pecuária. Na ordem de impactos ao sistema pecuário

se encontra a cigarrinha-das-pastagens, percevejos castanhos, os cupins, a cochonilha dos cupins, as formigas cortadeiras e as larvas de escarabeídeos. A Cigarrinha-das-pastagens é considerada a praga de maior relevância pela indução do processo de degradação das pastagens e tem constituído um problema extremamente danoso no sistema de produção pecuária (VALÉRIO, 2005; 2008).

Particularmente os cupins montículos (*Cornitermes*) sua presença é considerada, entre vários pesquisadores, uma consequência do processo de degradação das pastagens, que pode ser visto como resultado do manejo inadequado, especificamente, do solo e do pasto (AQUINO et al., 2008; DIAS-FILHO, 2011). Além disso, sustentam que favorecem ao balanço de nutriente no solo (ROCHA JUNIOR et al., 2013). Segundo Oliveira et al. (2004), as pastagens que se encontram em um nível de degradação alto, a biomassa da raiz tende a morrer ou envelhecer, levando a diminuição da produtividade do pasto. Nesse momento, a raiz morta ou velha se converte na principal fonte de alimento para o cupim, demonstrando uma alta correlação das áreas de pastagens degradadas com a presença deste tipo de inseto (OLIVEIRA et al., 2011). Entretanto, o cupim acelera o processo de reciclagem de nutrientes no solo, realizando um importante papel no ecossistema das pastagens.

Caso contrário acontece com os cupins subterrâneos (*Syntermes*), que são considerados como inseto-praga que prejudicam os pastos em formação (VALÉRIO, 2005). Na realidade é que para os pecuaristas o cupim traz prejuízos econômicos devido à perda da área útil e pelo custo do investimento para a recuperação e controle no pasto.

Conforme a pesquisa feita por Oliveira et al. (2011), os cupins, como parte da macrofauna existente nos sistemas edáficos, são relevantes para o funcionamento correto das pastagens, os quais infelizmente são poucos os estudos desenvolvidos que demonstram esse aspecto nos solos do Cerrado. Consideram a idade do pasto como indicador importante de qualidade, como também o grau de infestação e a presença dos montículos de cupins como do inseto não provoca perdas na produtividade das pastagens. Por outro lado, Peron et al. (2004) consideram que os cupins comprometem a formação e a manutenção das pastagens causando ocupação das áreas para o pastejo.

Em uma pesquisa que desenvolveram Czepak et al. (2003) identificaram as espécies que ocupam os cupins de montículo nas pastagens do estado de Goiás. Para isso, efetuaram amostragem em áreas de pastagens com 1 ha em 133 municípios, sendo contabilizados o número total de cupinzeiros, altura e diâmetro. Como resultado, em média são encontrados 73 cupinzeiros por hectare, com diâmetro de 83cm e ocupam 0,4% da área útil do Estado. Foram

identificadas dezenove (19) espécies de cupins, onde se destacaram as *Cornitermes Snyderi* (58%), *Cornitermes cumulans* (14%), *Procornitermes araujo* (6%), enquanto a presença de espécies do gênero *Syntermes* foi baixa (4%). A espécie de cupins que predomina é o *Cornitermes* (78%), já considerada a espécie indicadora do processo de degradação do pasto.

As plantas daninhas como fatores bióticos de degradação, segundo Dias-filho (2011), são consideradas uma consequência do processo de degradação das pastagens. Mas existem casos específicos onde esses tipos de plantas sequestram os nutrientes do solo, especificamente fósforo e o nitrogênio, tornando-os temporariamente indisponíveis para as pastagens (FONTES, 2003; MOREIRA et al., 2011). Nunes (1999) explica que entre as plantas invasoras mais mencionadas pelo pecuarista está a Ciganinha (*Memora peregrina*) a qual é nativa da região do Cerrado, cuja ocorrência é muito comum em áreas de pastagens degradadas. O mecanismo para sua propagação é a semente, que é transportada pela ação do vento por grandes distâncias. Em geral, essa planta é considerada um problema para os pecuaristas em função dos prejuízos econômicos e da rápida propagação.

No processo de degradação das pastagens são considerados como *fatores de manejo da pastagem* as diferentes causas que estão inseridas no desenvolvimento da gestão da pastagem. De acordo com Dias-Filho (2011) são três as causas principais que levam a degradação das pastagens, sendo: 1) Práticas inadequadas de manejo do pastejo, referência a taxa de lotação ou períodos de descanso que não consideram os aspectos fenológicos da planta forrageira; 2) práticas inadequadas de manejo da pastagem, a não reposição periódica de fertilizante no solo e uso excessivo do fogo; e 3) falhas no estabelecimento, como o preparo inadequado do piquete, semente de baixo valor cultural, semeadura na época imprópria e/ou pastejo em intervalos de tempo inadequados.

Na gestão do pastejo são consideradas como variáveis importantes a taxa de lotação (UA/ha), os intervalos de pastejo (contínuo ou rotativo), os períodos de descansos e as características morfofisiológicas (subpastejo e superpastejo) que tem relação direta entre a oferta de forragem e velocidade de crescimento da planta forrageira, das quais no seu conjunto determinam fatores como intensidade e frequência da desfolhação da forrageira que são importantes nos estudos de produção e manejo de plantas forrageiras (DIAS-FILHO, 2011; PEDREIRA, 2015).

De acordo com Silva et al. (2007), a intensidade e a frequência devem ser definidas em razão do conhecimento fisiológico da forrageira e também dos hábitos alimentícios do tipo de animal para garantir o desenvolvimento adequado das pastagens, caso contrário, o não

entendimento de algum desses fatores poderia levar à perda da capacidade homeostática desse ecossistema, e como consequência à degradação do mesmo. Além disso, Júnior et al. (2004) propõe que se deve procurar o ponto de equilíbrio entre esses dois fatores para alcançar a produtividade animal e condições ótimas para as pastagens.

Segundo estudos realizados por Dias-Filho (2011), a intensidade e a frequência definem o tipo de manejo do pastejo, em caso dos dois (2) fatores estarem acima da capacidade de rebrota, indicam que o pasto se encontra com superpastejo, caso contrário, está abaixo da capacidade do crescimento e de produção do pasto, indicam um estado de subpastejo. Ambas situações influenciam na deterioração do pasto, no caso da primeira existe alta probabilidade que o grau de desfolhação não permita a rebrota do pasto de forma ideal, gerando solos expostos para a proliferação de plantas invasoras ou processos erosivos e lixiviação de nitratos no solo (DUSSEUX et al., 2014); enquanto no segundo caso, plantas mais velhas aumentam a taxa do alongamento do colmo e diminuição na taxa de perfilhamento, perdendo produtividade no pasto. Portanto, para a determinação do ponto de equilíbrio sobre o manejo de pastagem, o uso do manejo de altura do dossel forrageiro permite nortear, juntamente com o conhecimento dos princípios ecofisiológicos da planta, variáveis como sua máxima desfolhação, condições para iniciar e terminar o pastejo, velocidade de crescimento e o aumento da produtividade do pasto (PEDREIRA, 2015).

Conforme o manejo de pastagens, são considerados fatores determinantes no desenvolvimento da planta forrageira a fertilidade do solo (ciclagem de nutrientes) e o uso da queima. Para começar, considera-se que a perda da ciclagem de nutrientes pode acontecer mediante a remoção de nutrientes devido ao alto consumo da forragem para alimentação do animal (BODDEY et al., 2004). Dias-Filho (2011b) coloca que a ausência de adubação periódica e as falhas no manejo do pastejo são causas importantes de degradação.

Existem diferentes elementos químicos como nutrientes que afetam a produtividade da planta forrageira. A ciclagem de nitrogênio além de fornecer os elementos nutricionais para a produtividade da planta forrageira, segundo uma pesquisa realizada por Boddey et al. (2004), demonstraram que existe alta correlação na diminuição na produtividade do pasto na medida que aumenta a perda de nutrientes, principalmente nitrogênio disponível no solo. A manutenção dos níveis considerados adequados do fósforo disponível no solo na região do Cerrado é uma limitante e, portanto, se converte em uma das maiores preocupações da gestão de pastagens (MACEDO, 2005). De acordo com Dias-Filho (2011) 87% do fósforo consumido pelo animal

retorna mediante dejetos, mas não de forma homogênea se não em lugares pontuais preferivelmente solo exposto ou em bebedouro.

O uso do fogo é talvez um dos métodos que, por sua facilidade, é aplicado com certa frequência na região do Cerrado para o controle de plantas daninhas, insetos-pragas e eliminação da forragem velha em estabelecimentos de pastagem. Não obstante, a intensidade (temperatura) e a duração da queima irão determinar as condições de produtividade do pasto (FERREIRA et al., 2013). Peron et al. (2004) consideram que a ocorrência do fogo tem consequências diretas no surgimento de plantas invasoras acelerando o processo de degradação da pastagem, sendo que os elementos atmosféricos (vento, água, etc.) contribuem tanto na compactação e lixiviação de nitratos no solo, como também na interrupção gradual da ciclagem de nutrientes ao solo. Rocha Junior et al. (2013) colocam que o emprego do fogo reduz a quantidade de matéria orgânica presente. No entanto, Santos et al. (2016) afirma que em áreas de vegetação onde se tem a presença da passagem do fogo não ocorreram mudanças significativas ao longo do tempo. O autor considera necessário estudar o impacto das queimadas em época seca, onde se registra as maiores temperaturas e a maior quantidade de matéria seca disponível altamente inflamável.

Aguiar (2013) considera que a queima reduz evidentemente a disponibilidade de biomassa de pastagens, mas também no processo de retorno do potássio, produto das cinzas, aumenta o vigor de crescimento da pastagem após a queima. Por outra parte, Salman (2007) considera, ao contrário do explicando anteriormente, que o uso frequente do fogo esgota a reserva das raízes e base do caule, diminuindo o vigor da rebrota. Por tanto, não fica claro se o crescimento da pastagem é temporal (curto prazo) ou realmente a produtividade se mantém (longo prazo) como uma prática “adequada” para renovação ou recuperação das pastagens. Entre as formas possíveis de poder analisar o impacto das queimadas ao longo dos anos o uso de sensoriamento remoto mais específica com a metodologia de series temporais se converte na opção mais viável para entender de forma espacial e pontal os efeitos da queima.

Outra característica que envolve o manejo é o preparo do piquete/área do pasto o qual tem efeito na eficiência da planta forrageira para assimilar de forma rápida os nutrientes disponíveis no solo. No Cerrado onde a fertilidade é baixa a resposta a essa eficiência é fundamental para evitar processos de erosão e lixiviação no solo por efeito do intemperismo atmosférico (vento e água), que poderiam levar à degradação das pastagens (FARIA et al., 2015).

Na tabela 1 pode-se observar de forma resumida as principais causas associadas a cada um dos fatores que contribuem na degradação das pastagens tropicais.

Tabela 1. Principais fatores e causas da degradação das pastagens tropicais. Fonte: Adaptado de Macedo et al. (2012); Dias-Filho (2011); Santo et al. (2011).

FATORES	CAUSAS
GESTÃO DE PASTAGEM	Recurso Físico Baixa fertilidade do solo Preparo do solo Correção de acidez e/ou adubação Ausência ou uso inadequado de adubação e manutenção Práticas inadequadas de conservação do solo pós pastejo Sistemas e métodos de plantio Recurso Vegetal Má formação inicial dos pastos Germoplasma inadequado do local Manejo do fogo (intensidade e frequência) Aplicação excessiva de roçagens Períodos de descansos do pasto Intensidade e frequência da desfolhação Conhecimento morfofisiológico da forrageira (subpastejo e superpastejo) Recurso Animal Taxa de lotação inadequadas (UA/ha) Intervalos de pastejo (contínuo e rotativo) inadequados Manejo de animal na fase de formação
BIOTICO	Ocorrência e/ou manejo de inseto-praga Ocorrência e/ou manejo de plantas daninhas Ocorrência e/ou manejo de doenças
ABIOTICO	Estiagem e/ou chuvas prolongadas Prolongação de dias nublados Encharcamento Alta temperatura e pouca disponibilidade de água

Ismar (2015) avaliou vários desses fatores que contribuem no processo de degradação dos pastos nas diferentes microrregiões em Goiás. Os resultados demonstraram que o fator que melhor explica a degradação das pastagens é o baixo nível de instrução dos produtores, e propõe o trabalho participativo, entre produtor e técnico, para fazer uma boa gestão das pastagens e garantir a sustentabilidade do sistema produtivo da propriedade.

Conforme o manejo do solo, é necessário ter conhecimento sobre as propriedades físicas e químicas do solo para evitar processos de degradação do pasto. Por outro lado, os fatores climáticos, que na maior parte dos casos é de prever afetando o gerenciamento das pastagens, mas é um fato que um pasto bem manejado é menos propenso a degradar-se em épocas extremas de chuvas ou de seca.

3.1.2. Indicadores e Consequências de Degradação de Pastagens

Começando que a “degradação” das pastagens é um termo genérico pelos diferentes significados existem por meio da interpretação dos pecuaristas, ecólogos, e responsáveis políticos (DAVIDSON et al., 2008). Geralmente a degradação é associada a perda de vigor, de produtividade ou de resiliência natural da pastagem (MARCELO et al., 2010; FERREIRA et al., 2013a).

De acordo com Dias-Filho (2011), a produtividade animal é o parâmetro universal para definir os estágios das pastagens, assumindo que, a degradação das pastagens tropicais leva a perda da capacidade do pasto de manter a sua produtividade biológica. Nessa mesma linha, Padilla et al. (2009) consideram que a degradação é a perda do vigor vegetativo e da produtividade por unidade de área por animal, bem como pela presença de solo exposto, processos erosivos e plantas invasoras de baixo rendimento e valor nutritivo, gerando deterioração ecológica e econômica incompatível com o sistema de produção pecuária.

Existem poucos modelos que explicam os processos que ocasionam a degradação das pastagens tropicais. Dentre essas tentativas, Macedo et al. (1999) explicam que, em um primeiro momento, a deficiência de nitrogênio e de fósforo no solo são determinantes para a queda no vigor e da produtividade. Nessa fase, é fundamental que as práticas de manejo agrônomicos auxiliem no processo de reposição desses nutrientes para controlar a degradação e evitar maiores prejuízos econômicos. Não atendidas essas necessidades, inicia-se o processo de degradação da pastagem com a queda da produtividade e da qualidade da forrageira, levando ao aparecimento das plantas invasoras, das pragas e doenças. Com a intensificação desses processos, o maior pisoteio do solo exposto ocasiona a compactação no solo e o surgimento de processos erosivos devido ao manejo inadequado sem considerar os impactos associados aos fatores ambientais (Figura 2).

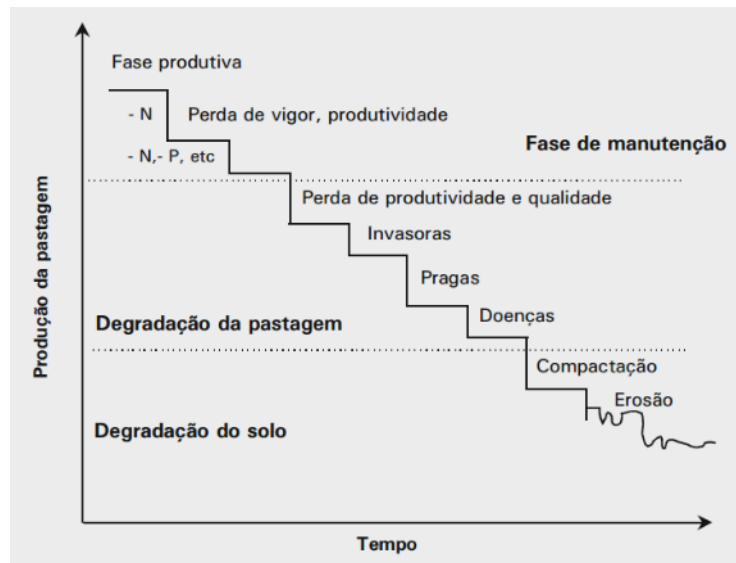


Figura 2. Modelo simplificado do processo de degradação de pastagens cultivadas em suas diferentes etapas no tempo. Fonte: Macedo et al. (1999)

O modelo elaborado por Dias-Filho (2011) baseado na capacidade de suporte, demonstra que a presença de plantas invasoras é um indicativo da perda de competição da planta forrageira, caracterizando o processo de degradação agrícola. A germinação não uniforme da forrageira, a facilidade de adaptação em diversas condições edafoclimáticas, o crescimento rápido e a elevada capacidade de reprodução vegetativa, as plantas invasoras acarretam certas vantagens competitivas que favorecem o seu desenvolvimento (AGUIAR, 2013). Por outro lado, esse processo é comum em regiões que o período seco não é tão severo ou pela presença de vegetação nativa em alta proporção. Estima-se que, para cada quilo de matéria verde produzida por planta invasora, há um decréscimo na produção de um (1) quilo da pastagem cultivada (NETO et al., 2006). Conforme as características da degradação biológica, há um aumento das taxas de decomposição da matéria orgânica e dos processos erosivos, os quais estão relacionados à diminuição da cobertura vegetal do solo devido ao superpastejo (DIAS-FILHO, 2011) (Figura 3).

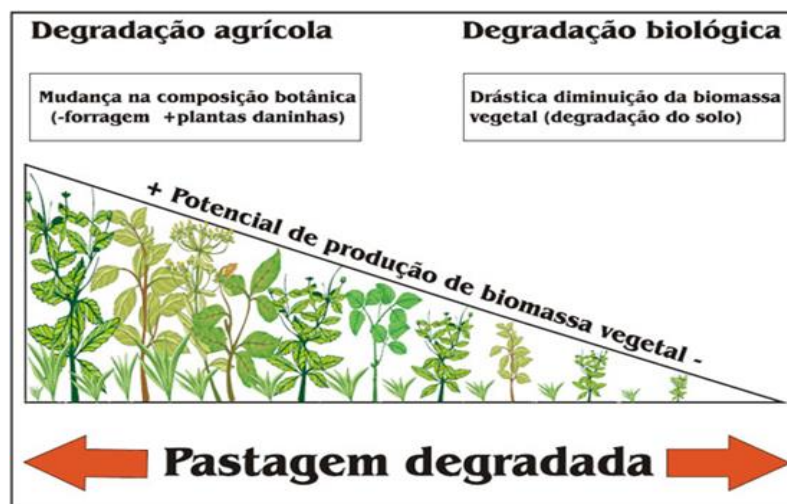


Figura 3. Modelo simplificado do conceito de pastagem degradada. Fonte: Dias-Filho (2011)

Como consequência da inadequada gestão da pastagem, a formação da degradação agrônômica no ecossistema de pastagens se encontra fortemente influenciada pela capacidade de competição interespecífica² da planta forrageira. De acordo com Zanine & Santos (2004), o tempo da competição determina os prejuízos no crescimento, no desenvolvimento, e consequentemente, na produção, portanto, o entendimento da competição entre espécies de plantas (forrageira e invasora) é de extrema importância nos sistemas pastoris. No seu trabalho exploram que a competição das plantas se desenvolve em duas esferas denominadas de competição Acima do Solo que envolve fatores como luz e calor sensível, e outros como os de competição Abaixo do Solo que incorpora os recursos básicos do solo como nutrientes, incluindo água e pelos menos 20 minerais essenciais e espaço.

Zanine & Santos (2004) concluem em sua revisão bibliográfica que, para melhorar os fatores de competição de uma planta forrageira, deve-se optar por arranjos especiais que minimizem a competição por luz, como também de um sistema radicular da planta forrageira que explore melhor o solo que facilite e otimize a captura de nutrientes e minerais para impedir a formação radicular de outras espécies invasoras. Além disso, as habilidades competitivas do sistema radicular de explorar melhor o solo e as propriedades de absorção dos tecidos radiculares vão permitir o uso eficiente dos elementos nutricionais.

O desenho do plantio é considerado como uma variável chave para entender a produção de biomassa da forrageira em uma determinada área. Tanto que, o arranjo espacial do plantio é considerado como uma variável mais de qualidade, segundo Machado et al., (1996 apud.

² Recursos do meio ambiente (luz, água, nutrientes, CO₂, etc.) pelo que a planta forrageira compete com outra (ZANINE & SANTOS, 2004).

ZANINE & SANTOS, 2004) existe diminuição em certos parâmetros como matéria seca, altura e número de perfilhos por unidade de área a causa do aumento no espaçamento entre touceiras. Além disso, quando o desenho do plantio não contempla as limitantes do solo para suprir a demanda nutricional da planta forrageira, pode-se apresentar deficiências na produtividade por competição intraespecíficas pelos recursos influenciando na produtividade da planta.

Em teoria quando uma pastagem sorteia de forma ótima cada um dos fatores interespecíficos entre outras plantas invasoras, isso quer dizer, que a pastagem está em ótimas condições e, portanto, em ótimo manejo. Dado o caso contrário a forrageira perde posição sobre esses recursos, se poderia indicar que essa pastagem está em processo de degradação, pelo que se deve entrar com medidas corretivas no plantio. Por outro lado, a planta forrageira nessa competição deve sombrear a invasora e o sistema radicular da planta forrageira deve impedir que o sistema radicular da planta invasora consiga ter um volume do solo bem explorado. Portanto, quando se consegue ter uma pastagem que impede o desenvolvimento ou invasão de outras plantas diz-se que tem um ótimo manejo de pastagens.

A heterogeneidade do solo segundo Zanine & Santos (2004) é outro fator que pode influir diretamente no rendimento da forrageira indistintamente da sua habilidade competitiva. Portanto, solos que sejam heterogêneos em termos de nutrientes é factível encontrar arranjos diferenciados no desenvolvimento das raízes que podem afetar a homogeneidade e qualidade do pasto em termos de produção de lâminas foliares. Por outro lado, sabendo que os solos ricos em nutrientes permitem uma melhor proliferação das raízes, em períodos secos, essa vantagem permite que as raízes consigam água na profundidade do solo podendo manter-se nesses períodos.

Também a heterogeneidade pode ser explicada pela preferência alimentícia do animal, seja pastejando uma pastagem com menor relação lâmina-colmo, bem como pela menor disponibilidade de forragem (ZANINE et al., 2006). A homogeneidade do pasto é também um indicador visual de degradação da pastagem, o qual influencia diretamente o desempenho e desgaste do animal. Por isso, os parâmetros de estimativas, como a variabilidade da altura do pasto em diferentes estágios de degradação, são coerentes e úteis para avaliar a produção de biomassa das diferentes espécies forrageiras. Outros autores expressam a necessidade de estabelecer parâmetros de degradação mais pontuais. Andrade et al. (2006) propõem quatro níveis de degradação agrônômica baseados no porcentual de espécies invasoras no pasto, sendo caracterizada uma pastagem produtiva aquela que possui até 10% de sua área ocupada por

outras espécies, enquanto para a degradação avançada, esse percentual de ocupação varia entre 61% a 100% (Tabela 2).

Tabela 2. Grau de degradação do pasto. Fonte: Andrade et al. (2006)

Grau de degradação	Porcentual de área com espécies invasoras
<i>Produtiva</i>	0-10
<i>Degradação leve</i>	11-35
<i>Degradação moderada</i>	36-60
<i>Degradação avançada</i>	61-100

Vários são os parâmetros estabelecidos para caracterizar os estágios diferenciados das pastagens. Os parâmetros físicos do solo são os mais utilizados para avaliar a degradação de pastagens, destacando-se a resistência do solo à penetração de raízes, o sistema poroso, a densidade do solo, conteúdo da água no solo, e a capacidade de armazenamento de água e do ar baseado no conteúdo de água no solo e a porosidade (FIDALSKI et al., 2008; CARDOSO et al., 2011).

Atualmente não existe um protocolo de classificação uniforme dos estágios de degradação das pastagens tropicais (DIAS-FILHO, 2011; AGUIAR, 2013). Uma das primeiras classificações baseadas em parâmetros visuais foi proposta por Barcelos (1986), que definiu quatro parâmetros limitantes de degradação, sendo a perda do vigor da forrageira, plantas daninhas, solo exposto e sinais de processos erosivos. Posteriormente, surgiram outras classificações baseadas em parâmetros de produtividade, Spain & Gualdrón (1988) propuseram seis (6) parâmetros limitantes visuais ordenados sendo: vigor relacionado à qualidade, pouca população, presença de plantas daninhas, formigueiros e cupinzeiros e sinais de erosão laminar, os quais estão agrupados em quatro (4) níveis importantes de degradação.

Dias-Filho (2011) baseado, principalmente, na Queda na Capacidade de Suporte (QCS), propõe quatro estágios de degradação das pastagens baseado nas características dos parâmetros supracitados, agrupando-os em “degradação agrícola” e “degradação biológica” para avaliar os estágios das pastagens em campo.

3.1.3. Gestão de Pastagens

De acordo com Amorim et al. (2013), não existe um consenso sobre o método de manejo do pastejo (i.e., sistema rotativo e contínuo) em relação às perdas de produtividade e da qualidade da pastagem. A produtividade vai depender da tomada de decisão entre a taxa de lotação, tempo do animal no pasto, a forrageira cultivada e a categoria do animal. Portanto, a discussão só sobre a efetividade ou não do método empregado no manejo de pastagens se torna secundária e tem perdido a relevância (PEDREIRA, 2015).

Na atualidade a gestão da pastagem nos permite compreender e articular de forma mais adequada os recursos envolvidos na dinâmica produtiva dos estabelecimentos pecuários, onde o gerente ou proprietário pode influir de forma direta ou indireta em algum dos recursos do sistema. Segundo Sheath & Clark (1996), é possível estabelecer arranjos hierárquicos dos fatores envolvidos no estabelecimento de um sistema de produção animal baseado em pastagem, por meio de quatro fatores importantes, sendo: recursos físicos (características edafológicas e climáticas); recursos vegetais (aspectos morfológicos e fenológicos da forrageira); recursos animais (demanda alimentícia); e o sistema de manejo, caracterizado pelo conjunto de critérios usados na tomada de decisão e subdividido em perfil do sistema e o método de pastejo (Figura 4) (PEDREIRA, 2015).



Figura 4. Arranjo hierárquico dos fatores no estabelecimento de um sistema de produção animal baseado em pastagens. (Adaptado de SHEATH & CLARK, 1996)

Uma das características preponderantes na gestão das pastagens é também o recurso humano que executa as funções diárias e de conhecimento na propriedade. O entendimento da unidade total de produção por parte do gerente ou proprietário não garante uma ótima

produtividade do estabelecimento sem o pessoal para executar funções específicas. Além disso, para a ótima gestão da pastagem é preciso que o produtor ou gerente da propriedade conheça a situação dos recursos físicos e vegetais da propriedade, pois irá permitir uma melhor gestão desses recursos. Por outro lado, a sustentação no tempo desta atividade exige o comprometimento na conservação e preservação dos recursos naturais existentes, como também a viabilidade econômica da atividade (ISMAR, 2015).

Por outro lado, o intervalo de descanso e frequência do pastejo é uma das estratégias mais importantes dentro da gestão das pastagens para manter o bom desenvolvimento do pasto. Segundo Silva et al. (2007) definir esses intervalos vai permitir de acordo com o tipo de cultura o máximo de aproveitamento da área foliar como o tempo que precisa para rebrotar de forma ótima.

O aumento na capacidade de suporte como o pastejo rotacionado são dois indicadores de intensificação da pecuária (PIRES, 2006). Ambos estão associados à gestão da pastagem desta forma: o aumento na capacidade de suporte faz utilização do manejo do pastejo como a adubação, fertilidade do solo e número de rebanho; o pastejo rotacionado está associado ao tamanho e à adequação do rebanho por unidade de área ou piquetes (AGUIAR, 2013). Por outro lado, no Cerrado, a correção de solos altamente ácidos ocorre por meio de calagem e gessagem (DIAS-FILHO, 2011).

Segundo Dias-Filho (2007) a sustentabilidade dos pastos tropicais está baseada na eficiência do manejo de solo, especificamente na otimização da ciclagem de nutrientes aplicando, minimizando perdas e priorizando a entrada de nutrientes com adubação de forma periódica e reposição via aumento da matéria orgânica do solo. Peron et al. (2004) concordam e enfatizam que o manejo do animal influencia no processo de extração e reciclagem dos nutrientes, i.e., pastagem perene e pastejo contínuo a reciclagem dos nutrientes é de 70% a 90%.

3.1.4. Benefício do Meio Ambiente

Vários são os benefícios ambientais por manter as pastagens em boas condições ambientais e recuperar as pastagens degradadas. Por exemplo, a incorporação do enfoque ecológico no sistema produtivo pecuário tem demonstrado grandes resultados, como a mudança na concepção de produzir mais em menor área, diminuindo os impactos ambientais (DIAS-FILHO, 2010). Com o enfoque ecológico, as pastagens são ecossistemas que oferecem serviços e benefícios ambientais, mas que estão ameaçadas pelo processo de degradação (PETERSEN

& STRINGHAM, 2008). Diante dessa preocupação, Krogh et al. (2002) propõem o uso de estratégias para o melhoramento das condições ambientais das pastagens que possibilitem a restauração do ecossistema degradado e, em contrapartida, gere benefícios econômicos e ecológicos, tornando-se um sistema de produção pecuária sustentável.

De acordo com Cerri et al. (2009) a pecuária é responsável pela emissão de importantes Gases de Efeito Estufa (GEE) como o Metano (CH_4), o óxido de nitroso (N_2O) e o gás carbono (CO_2). No Brasil, a atividade pecuária é responsável por 50% do total das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) nacional (BUSTAMANTE et al., 2012).

Identificando e melhorando as condições de saúde da pastagem e do manejo pecuário, os serviços ecossistêmicos são potencializados, ou seja, diminui a produção de GEE como o CH_4 (metano) e aumenta o estoque CO_2 no solo (SMITH et al., 2007; CARO et al., 2014); Segundo Amézquita et al. (2008), as pastagens produtivas são tão efetivas para acumular carbono no solo que, em algumas ocasiões, superam o armazenamento das áreas de florestas nativas; aumenta a produção de vapor de água para a atmosfera por meio da evapotranspiração (MEIRELLES et al., 2011); promovem a conservação dos solos e facilitam a capacidade de rebrota dos pastos (DUSSEUX et al., 2014).

Em regiões onde predomina a vegetação nativa o desmatamento é mais intenso, particularmente em fronteira com a pecuária bovina extensiva, devido entre outras causas, ao alto investimento que pode representar a recuperação da pastagem que se encontra em um alto nível de degradação, o que leva por preferência desmatar que recuperar (SILVA et al., 2013; MARCELO et al., 2010). Por outro lado, isso poderia ser mitigado, Oliveira & Corsi (2005 apud BORGUES, 2015) mostram que a recuperação de pastagens também é vista de forma positiva para o meio ambiente, pois contribui para a redução do desmatamento para abertura de novas áreas pela atividade pecuária. Diaz-Filho (2011) coloca que para um hectare de pastagem recuperado, pelo menos dois (2) hectares de vegetação natural deixam de ser desmatados contribuindo para a mitigação das emissões de GEE.

Borgues (2015) relaciona que em ambientes como o Cerrado, os solos descobertos podem perder a sua produtividade em até 59 toneladas solo/ha/ano, mas pastagens bem manejadas diminuem os riscos de erosão (i.e. linear ou laminar). Na atualidade, a incorporação do enfoque de sustentabilidade no sistema produtivo pecuário tem demonstrado grandes resultados, como a mudança de concepção de produzir mais em áreas menores para diminuição dos impactos provenientes da produção (DIAS-FILHO, 2010).

3.1.5. Forrageiras do Cerrado: *Brachiaria Brizantha* e *Andropogon Gayanus*

***Brachiaria Brizantha*:** Existem entorno de 100 espécies associadas ao gênero *Brachiaria* e se encontram distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais de ambos hemisférios. Na sua ordem de importância os cultivares de *B. Brizantha*, no específico cv *Marandu* (Braquiarião) é uma das mais cultivadas na América Tropical, seguido do cv. *Toledo* e a cv. *A Liberdade* (ZULETA et al., 2002).

Apesar da existência de várias cultivares, elas podem se diferenciar de outras mediante as características tais como robustez, altura, rizomas muito curtos e encurvados, com colmos iniciais prostrados, mas produzindo afilhos predominantemente eretos, lâminas foliares linear-lanceoladas, esparsamente pilosas na face ventral e glabras na face dorsal. Conforme as suas características fisiológicas apresentam uns rangos climáticos e de solos limitantes. No caso dos fatores climáticos se observa que a temperatura ótima da espécie está entre os 35°C e 15°C, com médias ótimas de 30°C (SHERMAN & RIVEROS, 1990), em precipitação de 800 mm a 3.500 mm (CUESTA & PÉREZ, 1988; VAN SCHAIK, 1992), em altitude até os 3.000 metros (SOARES FILHO, 1994; SHERMAN & RIVEROS, 1990).

***Andropogon Gayanus*:** a espécie é originária do África tropical, pertence à Tribu *Andropogon* situada dentro da subfamília *Panicoideae* das gramíneas. Esta espécie de capim se caracteriza pela sua adaptabilidade às condições climáticas e a solos ácidos e de baixa fertilidade principalmente da região do Cerrado. Por outro lado, é resistente aos ataques da cigarrinha das pastagens, tolerância à seca, a solos ácidos com altos níveis de alumínio tóxico, a queimadas, baixa exigência de fósforo e nitrogênio, alta compatibilidade com leguminosas, boa produção de sementes, com taxa elevada de multiplicação de 25 ha/ano, é muito aceitável pelo o bovino, excelente ganho de peso por animal, e rápida rebrota em períodos de chuvas (BATISTA & GODOY, 1995).

De acordo com as características fisiológicas a espécie apresenta limitantes climáticas e edafológicas. No caso dos fatores climáticos os estudos já realizados demonstram que esta espécie se desenvolve de maneira eficiente entre as temperaturas 20°C e 37°C, com precipitações que oscilam entre os 400 mm a 1.500 mm (CIAT, 1991), cabe ressaltar que outros autores reportaram que a espécie suporta precipitação entre os 700 mm e 3.500 mm. Altitude ótima se encontra entre os 0 a 1.300 metros sobre o nível do mar (PETERS et al., 2011; CIAT, 1991).

3.2. Uso de Dados Satelitários no Mapeamento e Monitoramento da Dinâmica das Pastagens

Entender vários dos princípios (causas e consequências) que participam na gestão das pastagens como na degradação das mesmas, fornecem elementos substanciais para poder compreender as limitações e possibilidades do sensoriamento remoto na discriminação ou separação de estágios diferenciados dos pastos como também o impacto ocasionado pelo manejo.

Em uma escala geral o sensoriamento remoto oferece algumas técnicas poderosas como a análise do comportamento das bandas espectrais, que consegue abordar todos os aspectos relacionados à dinâmica das pastagens, demonstrando sua capacidade para estabelecer padrões e de fato discriminar parâmetros biofísicos na vegetação (FERREIRA et al., 2013a; DUSSEUX et al., 2014). Assim o documenta Xu et al. (2015), ao explicar que desde o ano 1984 até 2015 foram publicados 1.057 artigos, dentre os quais, 70% está enfocado no monitoramento das pastagens na vegetação, 29% para os animais, 30% para os solos e 25% para o meio ambiente. Nesse contexto existe evidentemente a necessidade do uso dos índices ou indicadores de vegetação para avaliação das condições biofísicas dos pastos.

A grande maioria dos estudos de fenologia em sensoriamento remoto estão focados em extrair métricas fenológicas das séries temporais de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI (WHITE et al., 2009). Os índices de vegetação são fornecedores de informações de parâmetros biofísicos da vegetação que permitem estabelecer indicadores que ajudam a determinar seus comportamentos fenológicos (FERREIRA et al., 2013a). O NDVI, o qual é o mais utilizado por descrever rapidamente as propriedades da vegetação, utiliza a diferença entre faixas espectrais, infravermelho próximo e Vermelho. Embora, para o uso do NDVI, existem influências importantes, externas e internas que restringem a sua utilidade geralmente. Normalmente, os índices melhoram quando se incorporam os fatores de ajustes de solo e/ou atmosféricos (AHAMED et al., 2011). Não obstante, entre os índices de vegetação com fatores de ajuste Índice de Vegetação Ajustado ao Solo – SAVI, Índice de Vegetação Melhorado – EVI e EVI2 existem diferenças significativas que permitem descrever e diferenciar de forma mais aceita as respostas fenológicas especialmente em pastagens (FERREIRA et al., 2014). No EVI2, ao contrário do EVI, não existe inclusão da banda espectral na faixa do azul, cuja função é minimizar ruídos e incertezas associadas com a presença de aerossóis na atmosfera (SILVEIRA et al., 2013).

De acordo com Ferreira et al. (2013a) tanto EVI, como o NDVI apresentam respostas sazonais semelhantes, no entanto o EVI ao ser mais sensível à variação sazonal e espacial da vegetação permite entender melhor as respostas altas e baixas do vigor vegetativo das pastagens. Não obstante, é possível pensar que o fator de ajuste presente no EVI acaba por minimizar o efeito do tipo de solo em áreas de pastagens com algum tipo de degradação “biológica” ou “agronômica”, por tanto o NDVI acabaria por ser o índice mais adequado para monitorar e avaliar a qualidade das pastagens pelo nível de sensibilidade que este índice pode ter da interação pasto – sensor.

Cabe ressaltar que não existe uma metodologia clara para classificar as condições dos pastos ou avaliar seu potencial produtivo em todo o Brasil devido à complexidade, como a diversidade de gramíneas (cultivadas e naturais), diferentes técnicas de manejo de pastejo, suas características edafoclimáticas e, principalmente, a extensão da área de pastagem no Brasil (AGUIAR, 2013).

Vários pesquisadores vêm se interessando no uso do sensoriamento remoto para mapeamento e monitoramento da dinâmica das pastagens. Li et al. (2016) mediante informação de dados de campo, dados de índices de vegetação puro (PVI) e o sistema integrado de classificação ordenada para pastos (IOCSG) para classificar diferentes tipologias de pastos e produtividade de biomassa vegetal em Mongólia – China, com imagens MODIS e Landsat 8 OLI. Os PVI foram extraídos usando o método de análise de mistura espectral (SMA). Os resultados demonstraram consistências dos PVI para diferenciar tipologias e medir a biomassa em diferentes tipos de pasto (R:75%).

Ferreira et al. (2013a) fizeram estudo de análise dos parâmetros biofísicos das pastagens do bioma Cerrado, mediante a correlação de dados de campo (i.e. biomassa total, biomassa verde, e % de área verde) e dados de NDVI e EVI dos sistemas sensores orbitais de resolução alta (Landsat-TM) e moderada (MODIS). Os resultados mostraram uma alta correlação entre o NDVI e a % de área verde (95%), gerando um produto da % área verde com as imagens MODIS. Além disso, os dados corroboram que a análise dos parâmetros biofísicos permitiu um conhecimento amplo sobre as pastagens do Brasil.

Davidson et al. (2008) analisaram as áreas de pastagens degradadas de uma propriedade situada no Estado de Pará – Brasil, mediante três (3) índices, o Vegetação Fotossintética (PV por suas siglas em inglês), Vegetação não Fotossintética (NPV) e Solo Exposto (S) com imagens Landsat. Mostraram que esses índices são consistentes para revelar sinais de

degradação nos pastos, além de ter a sensibilidade para determinar a intensificação da desfolhação do piquete, também mostrou a produtividade das pastagens ao perceber que em sistemas de manejo intensivo a produtividade animal se manteve.

Em outra pesquisa Andrade et al. (2013) avaliaram o uso das imagens de satélite Spot entre os anos de 2006 e 2011 para a gerar o mapa de pastagens degradadas para o Estado de Goiás. Os resultados do processamento das imagens e o cálculo de declividade classificaram as pastagens em três (3) estágios de degradação com intervalos de -0,005 a -0,001 era considerada de baixa degradação, de -0,013 a -0,005 média, e menores de -0,013 alta ou forte degradação.

Outro método muito utilizado na análise das pastagens são as séries temporais (FERREIRA et al., 2013a), as quais permitem gerar parâmetros sazonais e caracterizar processos fenológicos das pastagens (ARANTES et al., 2016). Tais parâmetros são estimados mediante os índices de vegetação. Também fornecem informações sobre mudanças na distribuição espacial das zonas bioclimáticas, indicando variações nos padrões de circulação de grande escala ou mudanças no uso da terra (EKLUNDH et al., 2015). Por tanto faz-se importante, a coleta de dados históricos sobre as práticas de manejo agrícola para explicar processos e mudanças das pastagens.

Kuenzer et al. (2015) explicam que para a análise das séries temporais devem ter-se em conta, particularmente, os aspetos como a variação e as tendências do clima. Por outro lado, os parâmetros estatísticos mais aplicados para a identificação de padrões em uma série temporal são a média, mínimo/máximo, desvio padrão, variabilidade, anomalias e tendências.

Uma pesquisa feita por Hott et al. (2016) analisaram o potencial de crescimento das pastagens (i.e. crescimento vegetativo) na Zona da Mata – MG, mediante uma série temporal de NDVI do produto MOD13Q1 do sensor MODIS entre os anos 2000 e 2013. Os resultados demonstraram consistência de um R:95% dos dados NDVI/MODIS na série temporal para medir o potencial de rebrota das pastagens. Produto dessa consistência foram definidas cinco (5) categorias, muito baixo a muito alto, mostrando que 46% dos pastos apresentaram um baixo crescimento vegetativo.

Zhang et al. (2016) avaliaram a produção de biomassa das pastagens utilizando o modelo de fusão de reflectância adaptativa espacial e temporal (STARFM por sua sigla em inglês), para gerar dados de índice de vegetação por diferenças normalizadas sintéticas (SNDVI) a partir de séries temporais de Landsat e MODIS. Parte dos resultados foi uma melhora na resolução temporal (8-d) e médias espaciais (30-m). Por outro lado, os dados do MODIS/NDVI

mostraram uma acurácia de 73% e uma estimacão da producao de biomassa de 30,6 g/m². Além disso, o uso do Modelo STARFM mostrou ser muito consistente dado que permitiu diminuir a resolucao temporal a 8 dias e detectar anomalias sobre o manejo do pasto e sua dinamica.

Outra pesquisa similar foi de Maynard et al. (2016) que avaliaram os efeitos da alteracao da resolucao espacial da imagem sobre a capacidade para detectar sinais de alteracoes ecologicamente significativa nas pastagens naturais a partir da correlacao das imagens de resolucao alta (Landsat 8 OLI, 30-m) e moderada (MODIS, 250-m) em series temporais. Os resultados demonstraram que, por efeito da baixa heterogeneidade espacial da escala da paisagem, os sensores tiveram capacidades similares para detectar mudancas na vegetacao. Por outro lado, MODIS foram mais consistentes na eficacia de analisar a dinamica temporal das pastagens por serem mais “limpos” nos 16 dias da sua passagem, que as Landsat 8.

As pesquisas em deteccao de anomalias para a modelagem de tendencias dos ecossistemas de planta terrestre aumentaram a compreensao dos eventos historicos da paisagem. O metodo para deteccao de mudancas e tendencias The breaks for additive season and trend – BFAST (VERBESSELT et al., 2010), funciona entorno da logica dos parametros sazonais dos dados do NDVI originais do sensor MODIS, ruidos (i.e. nuvens, misturas) presentes na passagem do satelite e analise de tendencias.

De acordo com Verbesselt et al. (2010) sao dois os objetivos: o primeiro esta baseado na deteccao das mudancas abruptas e de componentes de tendencias; e o segundo, a caracterizacao dos componentes dessa mudanca no ecossistema, como magnitude, direcao e tempo. Por outro lado, determinam que sao tres (3) tipos de mudancas que pode avaliar o metodo como os cambios fenologicos (i.e. variacoes climaticas a curto prazo); mudancas abruptas (i.e. desmatamento, cultura, fogo e erros do sensor); e as mudancas graduais, o qual e uma tendencia linear desencadeada por uma mudanca suave produto do uso inadequado das terras e fatores climaticos. Os dados historicos de campo como o uso de outros produtos satelitarios permitem a validacao do metodo.

As imagens de satelites geralmente apresentam pixels compostos por mistura espectral, na maior parte das vezes, devido a variacao e proximidades dos alvos na superficie (FERREIRA et al., 2003), os quais podem ser menores ou maiores do que o limite espacial do pixel. Por isso considera-se trabalhar com pixels puros ou “endmember” para, isolar a mistura espectral de cada alvo presente no pixel permitindo que uma imagem de satelite seja analisada numa escala de subpixel, sempre que se utilize o MLME (FERREIRA et al., 2007). O uso do Modelo Linear

de Mistura Espectral (MLME) em áreas de cobertura de vegetação, constituem uma ferramenta importante para registrar evidências nas mudanças das pastagens produzido por fatores os antrópicos e naturais (SILVA et al., 2013).

Existem vários métodos e instrumentos para avaliar a qualidade das pastagens em campo. Para avaliação da gestão das pastagens há uma série de métodos, desde a amostragem de biomassa (seca e verde) em distintos períodos, seco e chuvoso, os quais são caros economicamente, propensos a erros e demandam muito tempo; a utilização de parâmetros visuais em relação a homogeneidade do pasto; utilização de fotografias verticais adquiridas em campo, para estimar os percentuais de cobertura verde da superfície a Vegetação Fotossinteticamente Ativa – VFA, a Vegetação não Fotossinteticamente Ativa – VNFA e solo exposto (BOOTH et al., 2011).

Assim mesmo os avanços tecnológicos, miniaturização da eletrônica, sensores remotos e computacionais, o arcabouço tecnológico atual tem contribuído de forma decisiva para a realização de análises e monitoramento da qualidade das pastagens de forma remota ou em campo (ZHANG et al., 2012; SALAMÍ et al., 2014). O uso das imagens de alta resolução espacial estão, cada vez mais, sendo utilizadas como uma fonte de informações de altíssima relevância para monitorar e mapear diferentes tipos de coberturas agrícolas (RANGO et al., 2010). O uso de Veículos Aéreos não Tripulados (VANT) em comparação aos produtos obtidos de sensoriamento remoto, oferecem uma série de vantagens em termos de resolução temporal, resolução espacial, custos menores e minimização de problemas atmosféricos (LALIBERTE et al., 2011; HUNT et al., 2010).

3.3. Análises da Dinâmica Pecuária na Microrregião de São Miguel do Araguaia, uma Perspectiva Desde o Local do Estado de Goiás por Meio de Dados Censitários

A análise da dinâmica territorial enfocada na caracterização da pecuária de Goiás, permitiu entender as relações que existem entre os diversos aspectos físicos (i.e. solo, clima, relevo, etc.), ambientais e sociais da microrregião. Por outro lado, a intensificação da pecuária é produto das relações do custo de oportunidade dos aspectos antes mencionados. Portanto, um território com baixo custo de oportunidade vai influir no potencial desenvolvimento das pastagens e, portanto, um setor pecuário mais fortalecido.

A continuação o panorama dos atributos geográficos da microrregião de São Miguel do Araguaia mostra exatamente a vantagem do território para que combinam adequadamente com

o uso produtivo do solo atual e que compete fortemente com outros tipos de culturas, mais especificamente a soja.

3.3.1. Caracterização Fisiográfica da Microrregião de São Miguel do Araguaia

Segundo da Silva et al. (2006) o clima da microrregião é considerado Tropical Semiúmido, com temperatura média anual de 23°C, para os meses de agosto e setembro apresentam maiores índices térmicos, alcançando valores médios em torno de 35°C. Por outro lado, os meses de junho e julho se registram as temperaturas mais baixas, indicando valores médios em torno de 15°C. Conforme regime de chuvas é uni-modal caracterizado por um período chuvoso distribuído nos meses de outubro a abril e outro seco de maio a setembro. O índice pluviométrico médio anual está em torno de 1.532 mm e 95% do total de precipitação ocorre no período de outubro a abril com destaque de chuvas máximas para os meses de dezembro e janeiro (Figura 13). A umidade relativa do ar varia durante o ano tendo índices entre 76% a 80% e o mês mais seco é agosto, onde apresenta valores em torno de 50% a 54%. Em geral a microrregião por encontrar-se no centro geográfico privilegiado da região do Cerrado o que demonstra em certas circunstâncias um clima estável comparados com aquelas áreas com fronteiras nas regiões biogeográficas.

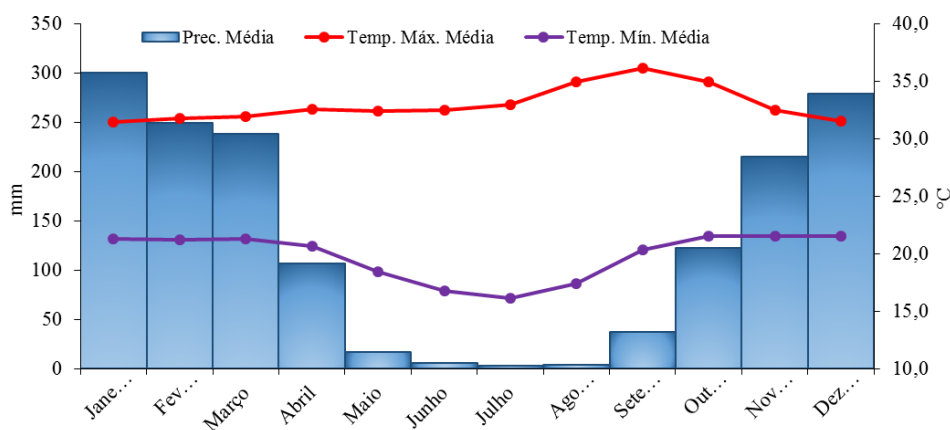


Figura 5. Regime climático da microrregião de São Miguel do Araguaia. Fonte: INMET (2016), elaborado pelo Autor.

Com relação aos solos na microrregião de São Miguel do Araguaia se encontraram que os solos predominantes em todo o território são os Latossolos Vermelho – Amarelo Distrófico, o qual corresponde a 50% do total da área; seguido, os Plintossolos Pétricos Concrecionários que se encontram em maior proporção com 24%, incluindo os Plintossolos Háplicos; os

Cambissolos que vem a corresponder com 13%; os Neossolos (6%) que estão mais associadas ao relevo mais acidentado localizado em sua maior parte no município de Crixás; os Gleissolos (5%) que em parte estão associadas a Depósitos Aluvionares presentes no município de São Miguel do Araguaia e boa parte nos municípios de Mundo Novo, Uirapuru e Novas Crixás; por último se encontram os Argissolos (1%) cuja formação se encontra localizada no município de Mundo Novo (Figura 14) (RADAMBRASIL, 2013).

Nessa ordem de ideia, a representatividade de solos Latossolos Vermelho – Amarelo, junto com, as características da pecuária da microrregião, que em sua maior parte é extensiva (taxa média de lotação bovina é em função da produção da forragem) é possível pensar que boa parte dos solos da microrregião não estejam comprometidos em sua qualidade física (FIDALSKI et al., 2008).

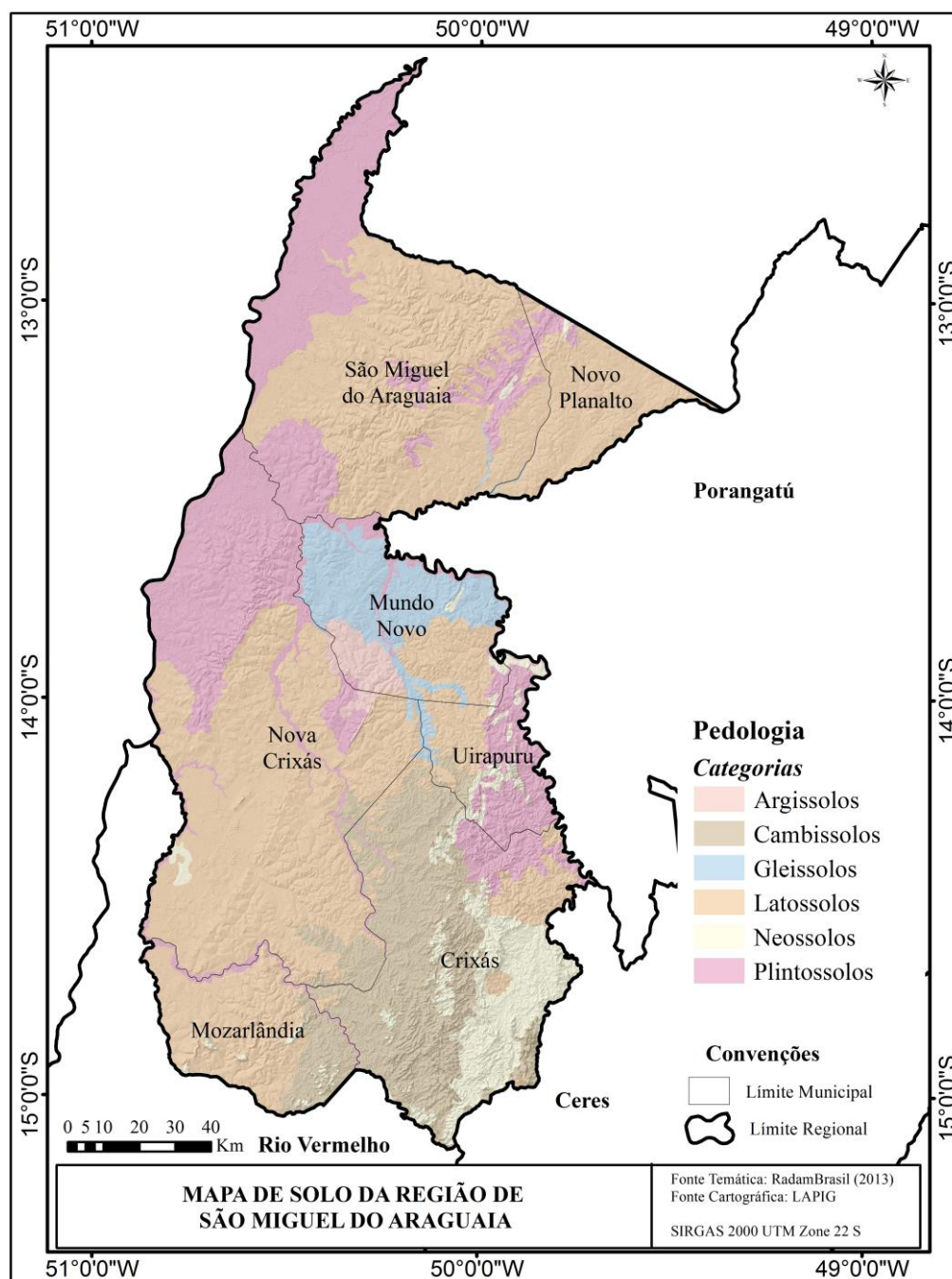


Figura 6. Mapa de solos da microrregião de São Miguel do Araguaia. Fonte: Radambrasil (2013).

Outros aspectos geográficos presentes na microrregião como a hidrologia, geomorfologia, geologia e o uso atual, dotam a este território de uma paisagem extremamente interessante e particular. Segundo Almeida (2006) existe uma ampla cobertura de redes hídricas que estão distribuídas na vasta extensão da microrregião. Dentro dessa cobertura podem-se mencionar seis (6) importantes rios como o Crixás-açu, Crixás-Mirim, dos Peixes, Jacaré, Vermelho que desembocam no principal rio Araguaia. Por outro lado, cobrindo o território se

encontram os Sistemas de Aquíferos o Cristalino Noroeste – SACNW que cobre a parte leste da microrregião e se caracteriza por apresentar reservatórios associados a rochas cristalinas e porosidade secundária fissural; e a Serra da Mesa – SASM que compreende o conjunto de rochas associadas ao Grupo Serra da Mesa, Sequências Vulcanossedimentares e ao Grupo Baixo Araguaia. No entanto, o potencial hidrológico se vê reduzido para a microrregião ao não apresentar subsolos rochosos e fraturados.

Segundo Latrubesse (2006) a geomorfologia da microrregião em sua totalidade está conformada pela Superfície Regional de Aplainamento IVC – SRAIVC, com cotas de altura que se situam entre os 250 – 450 metros característico de um relevo bem desenvolvido. Além disso, a morfologia do território está dividida em dois compartimentos influenciada pelo relevo nas quais tem áreas onde formam-se superfícies mais acidentada bordeando a zona leste (E) da microrregião e uma zona mais suavemente ondulada associada à parte oeste (W) da Planície Fluvial do rio Araguaia. Os municípios com relevo mais acidentado são Crixás e Uirapuru com alturas de até 950 metros, seguindo ao norte começa se apresentar um câmbio na morfometria do território, encontrando-se áreas muito mais planas fáticas para qualquer atividade agropecuária (Figura 15).

Em direção à planície do Bananal onde aflora a Formação Araguaia, está formada por sedimentos areno-conglomeráticos e silto-argilosos do Terciário Superior – Quaternário. Por outro lado, é muito comum encontrar na região solos plintossolos por ser uma área de superfícies planas, no entanto podem ser observados outras localidades solos de tipo gleissolos mais especificamente na região de Luís Alves (ALMEIDA et al., 2006).

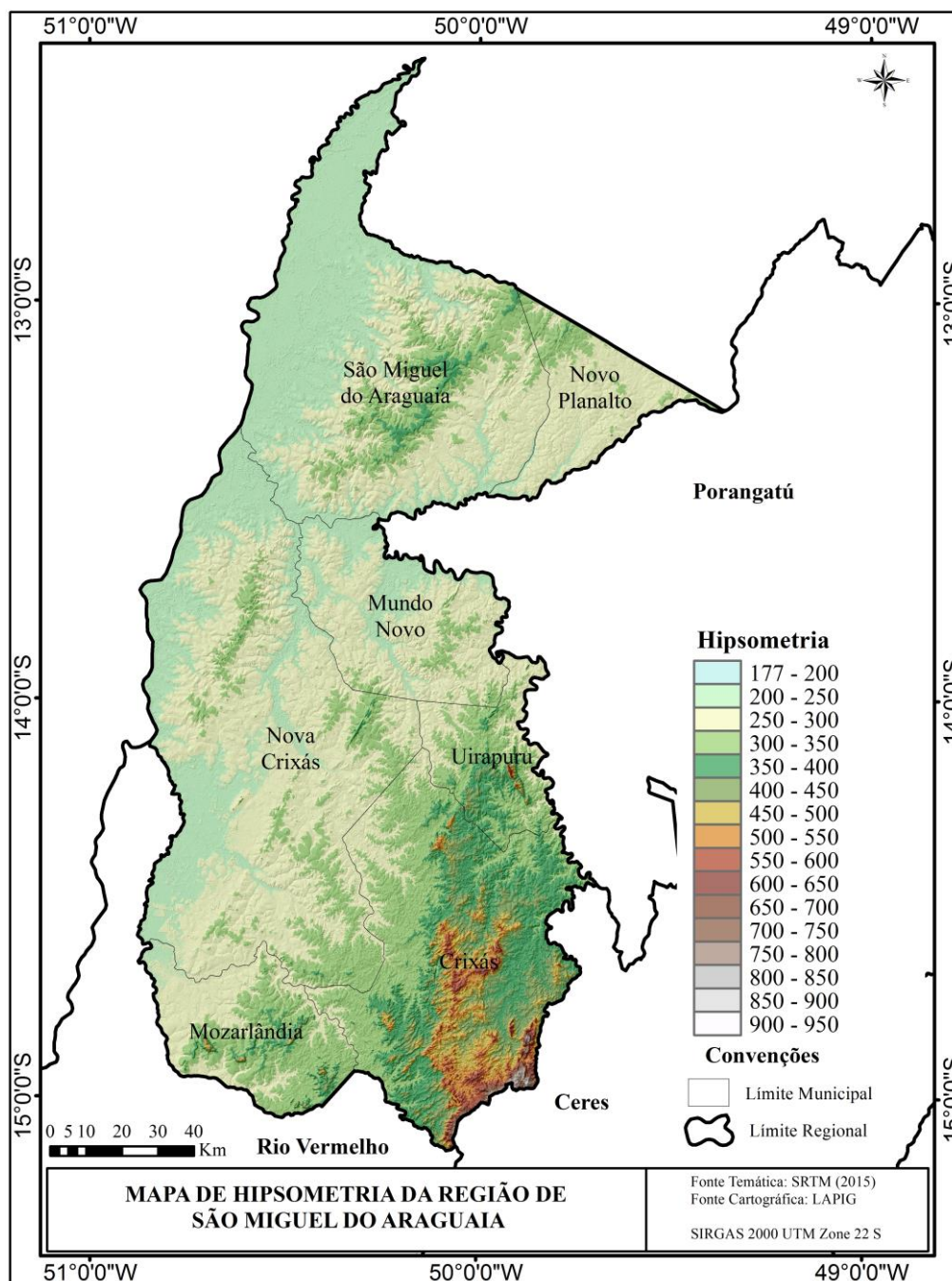


Figura 7. Mapa de hipsometria da microrregião de São Miguel do Araguaia. Fonte: SRTM (2015).

Em meados de 1950, o principal processo de ocupação da região foi o meio ambiente que oferecia aspectos favoráveis ao desenvolvimento, tais como o clima, os solos e florestas, além disso os vazios em termos de apropriação que se apresentavam (BARREIRA, 1997). Na atualidade esse processo de ocupação das áreas de pastagens se consolidou no sentido noroeste encontrando-se limitado por uma ampla extensão de vegetação especificamente cerrado

influenciada por aspectos geomorfológicos como a superfície regional de aplanamento (MMA, 2015).

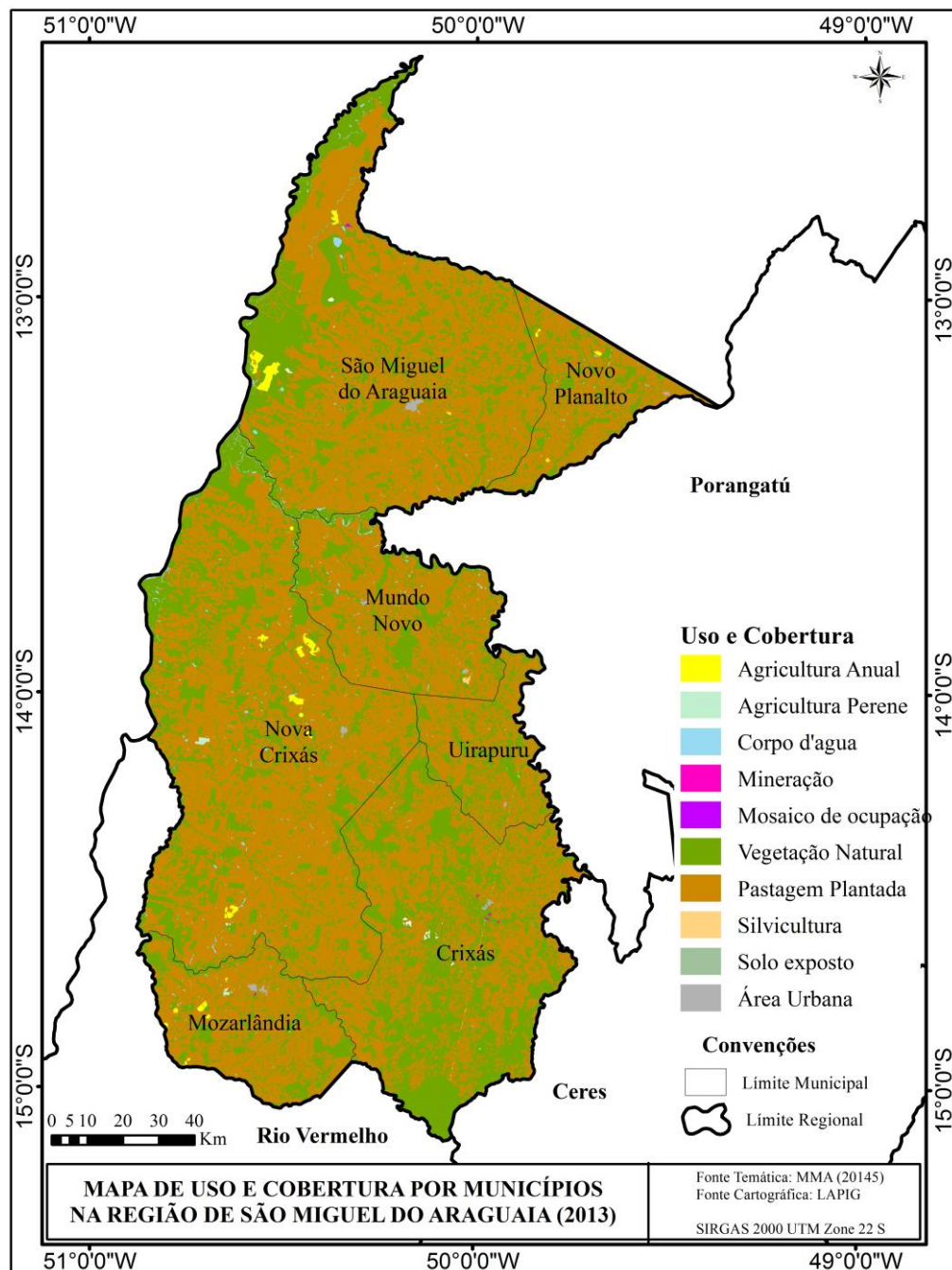


Figura 8. Mapa de uso e cobertura da microrregião, projeto TerraClass Cerrado. Fonte: MMA, (2015).

De acordo aos dados do MMA (2015), as áreas de pastagens plantadas é o principal uso na microrregião, com um aproximado de 1.523.532 ha equivale ao 62% do total da área ocupada. As áreas de vegetação natural ocupam o segundo o lugar com 885.097 ha (36%) e está conformadas pelas diferentes fitofisionomias e áreas de pastagens naturais que compõe o

Cerrado (Tabela 3). A região por ser evidentemente conservadora de acordo à grande proporção de pastagens plantadas ainda disponível, é muito provável que áreas especificamente de pastagens naturais estejam diminuindo por causa da intensificação pecuária e o desenvolvimento tardio da agricultura.

Tabela 3. Tipo de uso e cobertura da microrregião de São Miguel do Araguaia. Fonte: MMA, (2015)

Tipo de Uso e Cobertura	Área (ha)	%
<i>Pastagem plantada</i>	1.523.532	62,5
<i>Vegetação Natural</i>	885.097	36,3
<i>Corpo d'agua</i>	13.285	0,5
<i>Agricultura Anual</i>	9.194	0,4
<i>Área Urbana</i>	3.117	0,1

Fazendo uma relação entre a tabela anterior, processo histórico de ocupação na microrregião e as entrevistas com os pecuaristas foram achadas algumas explicações sobre as áreas de vegetação nativa que ainda existem. Uma delas é que existe uma percepção sobre o cuidado das Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL) motivadas pelas políticas de fiscalização e controle ambiental; e por outro lado, em propriedades com alto nível de tecnificação e investimento, os proprietários manifestaram o uso e benefício de estratégias de proteção e conservação dessas unidades para a produção de serviços ambientais, principalmente da produção de água.

Para analisar aspectos como a forma do relevo e a suscetibilidade à formação de erosão linear de acordo ao grau de dissecação do terreno e o uso atual. Pode-se observar na Figura 17 os intervalos de declividade menores que 8% representam 87% de todo o território, mostrando que boa parte da microrregião apresenta um relevo suave-ondulado visando a plano e, portanto, a dessecação é baixa e o grau de suscetibilidade à erosão linear é fraco tendendo a muito fraco.

Essas áreas são altamente recomendáveis para labores de pecuárias o qual concorda com o uso atual; seguidamente, encontra-se um relevo mais ondulado com declividade de 8% a 20% o qual correspondem a 13% da área, com dessecação moderada e cujo grau de suscetibilidade é médio; as declividades que oscilam entre os 20% a 45% correspondem a relevos considerados fortemente ondulado, de dessecação forte e cujo grau de suscetibilidade é forte também, e como se percebe no mapa, boa parte dessa área se encontra em Crixás, tendo como uso principal na maioria do terreno a vegetação natural (MMA, 2015) para evitar potencial de erosão linear; por último, encontra-se declividades maiores que 45% o qual correspondem a 0,3% e seu uso

principal concorda com o de proteção e preservação de áreas de floresta, dado que são terrenos muito instáveis devido ao relevo.

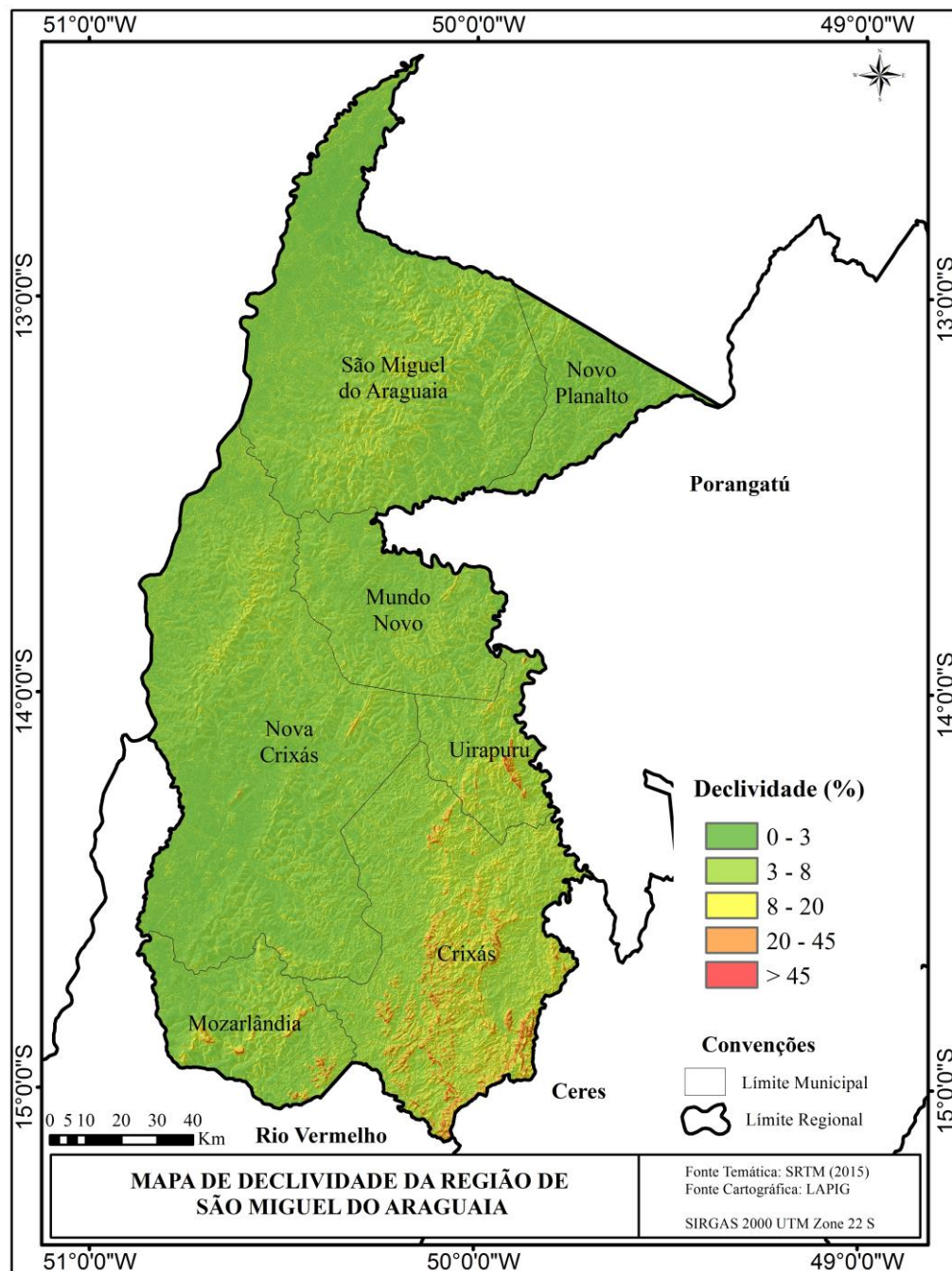


Figura 9. Mapa de declividade da microrregião de São Miguel do Araguaia.

3.3.2. Caracterização Socioeconômica e Pecuária da Microrregião de São Miguel do Araguaia

A microrregião de São Miguel do Araguaia tem se mostrado como um dos focos da produção pecuária no Estado de Goiás. O seu desenvolvimento pecuário teve origem em

meados de 1950 e sua consolidação deu-se mediante a regularização fundiária das terras devolutas do Estado. Com isso surgem as aglomerações e surge o município de São Miguel do Araguaia para converter-se na principal referência. Essa década teve mudanças na forma de apropriação do solo tanto que o pioneiro passa a ser visto como pecuarista. Na década de 1960 começa o processo de implementação e consolidação com a chegada de pecuaristas especificamente de São Paulo, Minas e Sul de Goiás para investir no setor. Este trouxe consigo uma ocupação intensiva das propriedades como também a maior ocupação de terras por parte dos latifundiários e consigo aplicações de práticas de manejo agressivas, as quais modificaram a paisagem da região. Na década de 70 a 80 se executa o maior desmatamento sistemático na região para formação de pastos nos grandes latifúndios em função da pressão das políticas econômicas que obrigavam o pecuarista aumentar a produção. O principal processo de ocupação da região para aquele momento histórico foi o meio ambiente, pois apresentava aspectos favoráveis como clima, solo e floresta (BARREIRA, 1997). Após 48 anos a circulação com a estrada GO-164 conhecida como a Estrada do Boi, que da entrada aos municípios da microrregião, apresentam condições precárias, o que inibe um maior potencial de desenvolvimento na produção agropecuária (ARRAIS, 2016).

Na atualidade o sistema pecuário que predomina é o extensivo apesar do aumento de confinamentos e a coexistência de sistemas semi-intensivos e intensivos. Esse sistema de intensificação de produção por confinamento geralmente é utilizado em entorno de 90 dias especificamente no período de entressafras para reduzir a idade média de abate (MACHADO et al., 2012).

Em comparação com os dados do censo agrário de 2006 (1.689.403 Cabeças) e a Produção Pecuária Municipal – PPM de 2014 (2.149.000 Cabeças) a produção do efetivo bovino teve um aumento de 27,2% posicionando-a em 9% acima da média do Estado. Conforme a Figura 10, a distribuição do rebanho de corte e leiteiro apresentam padrões espaciais específicos, como por exemplo, o padrão espacial existente entre o efetivo bovino e o gado de corte se encontram limitados na região noroeste, oeste e sudoeste do Estado com maior produção na microrregião de São Miguel do Araguaia. No caso do rebanho leiteiro o padrão espacial está no sentido sudeste do Estado influenciado obviamente pela cultura leiteira do Estado de Minas Gerais (ARRAIS, 2016). Por outro lado, Machado et al. (2012) explicam que fatores como a disponibilidade de áreas de pastagens, insumos agropecuários e o preço da terra em Goiás contribuem de forma positiva na competitividade da produção pecuária especificamente no gado de corte no Estado.

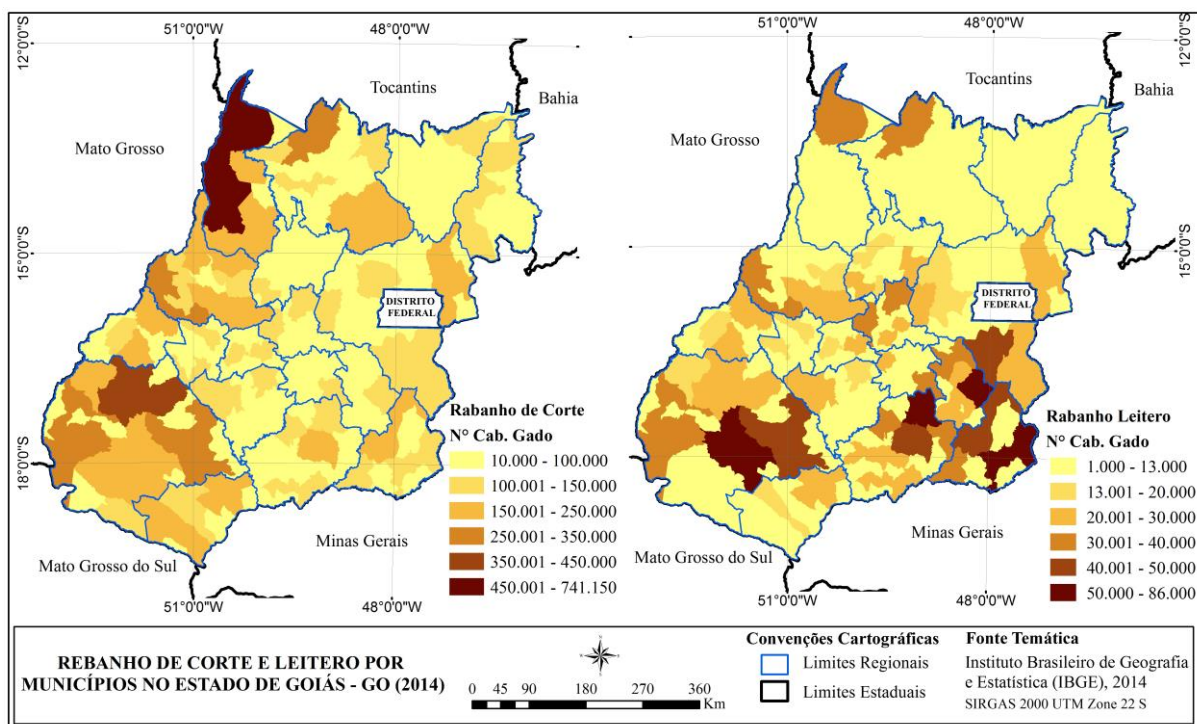


Figura 10. Distribuição espacial rebanho bovino de corte e leiteiro nos municípios do Estado de Goiás.

Já no âmbito regional, a partir do censo de 1995 até 2014 o gado de corte na microrregião tem aumento um 68,8% (2.085.902 cabeças), enquanto o rebanho leiteiro aumentou 3,5%, (63.098 cabeças). O gado de corte tem sido sempre a principal referência de produção na região desde 1950 (BARREIRA, 1997), pois os dados da Pesquisa Pecuária Municipal (PPM) de 2014 demonstram que 97,1% da totalidade do rebanho é de corte e 2,9% está direcionado a produção de leite.

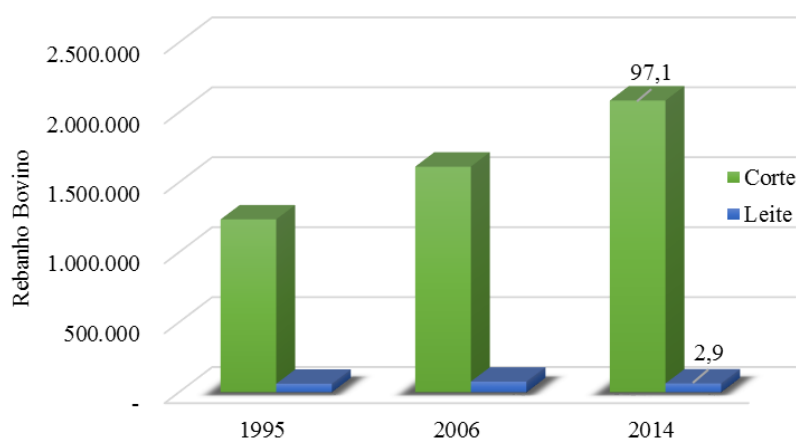


Figura 11. Finalidade do rebanho bovino corte e leite dos anos 1955, 2006, 2014 na região de São Miguel do Araguaia. Fonte: IBGE, 2016

Há que destacar que nos últimos 15 anos só dois (2) municípios Novas Crixas e São Miguel do Araguaia apresentaram a maior proporção do efetivo bovino equivalente ao 62% do total da microrregião. No ano 2002 se evidencia um incremento de 31% de um ano para outro devido à instalação de novas unidades frigoríficas na parte leste do Estado, o que diminuiu os custos de organização da produção e, portanto, seu aumento (IBGE, 2003). Neto et al. (2015) explicam que entre essa década de 1980 e 2010 o Estado de Goiás estava passando por uma revolução agropecuária estimulada pelo aprimoramento de técnicas de produção como confinamentos, normas sanitária na maioria de propriedades rurais, unidades frigoríficas, entre outras, o que modificou a especialização geográfica do setor pecuário; o que anteriormente eram enviados a campos nos Estados de Minas Gerais e São Paulo para depois seguir nos frigoríficos do território paulista.

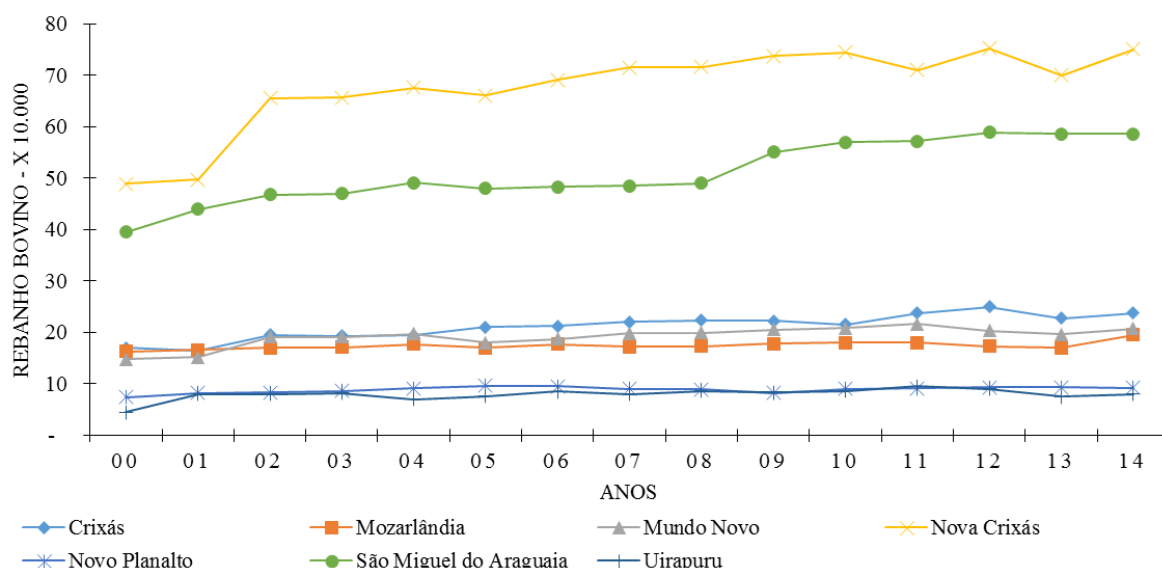


Figura 12. Evolução da variação do efetivo bovino por municípios ano 2000 até 2014. Fonte: IBGE, 2016

Sem dúvida alguma, os padrões de organização do espaço agrário na microrregião, como a estrutura fundiária mantido intato até a atualidade, tem permitido em parte desenvolver a atividade pecuária que se encontra muito consolidada na microrregião. Tal o demostram os censos agropecuários 1995 e 2006, onde o número de estabelecimentos na microrregião foi de 3.099 para 4.544 cujo aumento foi de 46,6% no período (Tabela 4). A porcentagem de latifúndios (maiores que 100 ha) em 1995 correspondia a 68% das propriedades, porém, juntas, essas terras ocupariam 98% do espaço rural total. No censo agrário de 2006, a porcentagem de latifúndios desceu a 41%, sendo que 95% do espaço rural continuou nas mãos de poucos

proprietários. Isso explica que o tipo de pecuária que existe e além de ser extensiva, é conservadora. Por outro lado, em menos de 10 anos o número de minifúndios (menores a 100 ha) aumentou até 59% e continua representando a menor ocupação do espaço rural na microrregião. O aumento desses pequenos estabelecimentos pode estar atribuído à expansão da agricultura familiar ou compra de chácaras para habitantes das cidades cuja renda não depende do setor primário ou agrícola (HOFFMANN et al., 2010).

A porcentagem de espaço rural ocupada demonstra que a região continua sendo meramente conservadora desde sua formação o que faz pensar que são estabelecimentos cujo valor cultural e produtivo tem sido herdado aos filhos.

Tabela 4. Evolução da estrutura fundiária na microrregião de São Miguel do Araguaia. Fonte: IBGE.

Grupo de Área (ha)	1995				Grupo de Área (ha)	2006			
	Estab.	(%)	Área (ha)	(%)		Estab.	(%)	Área (ha)	(%)
0 - 10	116	3,74	666	0,03	0 - 10	206	4,53	1.080	0,05
10 - 100	892	28,78	46.878	2,08	10 - 100	2.484	54,67	103.172	5,06
100 - 1.000	1.517	48,95	595.976	26,48	100 - 1.000	1.289	28,37	524.280	25,70
> 1.000	574	18,52	1.607.181	71,41	> 1.000	565	12,43	1.411.172	69,19
Total	3.099	-	2.250.709	-	Total	4.544	-	2.038.982	-

Apesar dos dados proporcionados do projeto TerraClass Cerrado (MMA, 2015), os dados do IBGE confirmam que o uso e ocupação das terras, particularmente as áreas de pastagens para o ano 2006 se mantiveram em 72% (1.477.534 ha), seguidamente das áreas de lavouras e mata/floresta que apresentaram aumentos em comparação com os dados censitários de 1995. O uso da terra que mais apresentou crescimento foi lavoura que cresceu 121% (55.657 ha), seguidamente de mata/floresta com 10% (459.486 ha). Evidentemente o crescimento da lavoura se está gestando pela expansão da agricultura particularmente a de soja.

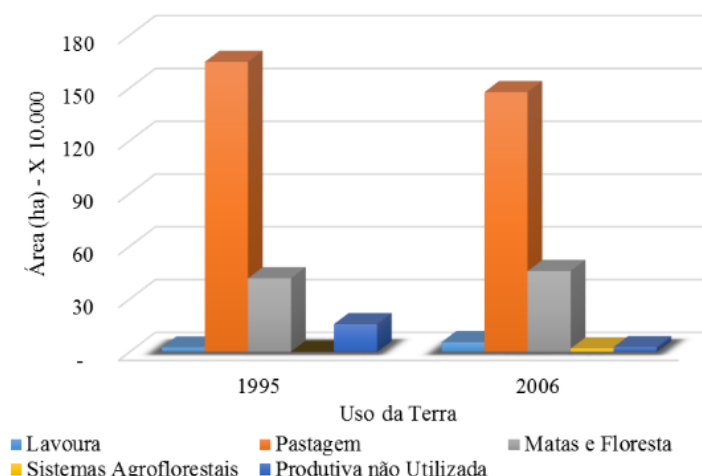


Figura 13. Uso e ocupação do solo na microrregião de São Miguel do Araguaia. Fonte: IBGE, 2006.

Áreas destinadas para pastagens dos censos de 1995 e 2006 tiveram redução de 10,4%. Em 1995 as áreas naturais de pastagens representavam 20,2% do total da área e 79,8% em pastagens plantadas. Para o ano de 2006, as áreas de pastagens plantadas aumentaram 89% enquanto que as áreas naturais diminuíram 10,4%. Para ambos períodos e tipos de pastagens houve uma variação do $\pm 9,8\%$. Por outro lado, Mozarlândia e Mundo Novo, tiveram um aumento produto do desmatamento para gerar novos pastos plantados, enquanto as áreas plantadas apresentaram um leve incremento de 0,6% no geral, sendo este aumento desigual nos municípios que integram a região.

A diminuição das áreas destinadas ao pastoreio se deu pela formação de novos setores, especificamente o agrícola com produtos como soja e outros grãos que estão gerando mudanças no uso e ocupação da microrregião. Por outro lado, o patrimônio econômico associado à atividade pecuária é observável no número das áreas de pastagens plantadas que tem sido mantido, o que não aconteceu em outras regiões onde as áreas de pastagens têm cedido espaços a agricultura.

Os dados do censo agropecuário de 2006 mostram que no Estado de Goiás existem mais de 12.688.744 ha de pastagens plantadas, das quais 93% (11.736.102 ha) estão em boas condições, enquanto 7% (952.642 ha) estão em algum estágio de degradação. Os padrões de distribuição mostram que áreas de pastagens plantadas e boas condições tem alta correlação positiva influenciadas em sua maior parte pela Formação Araguaia (Figura 14). Este padrão de distribuição espacial está associado à finalidade do rebanho bovino mais especificamente ao gado de corte, caso contrário acontece com na região central e este do Estado onde as áreas diminuem por ter um rebanho de finalidade leiteira. Segundo Barbosa et al. (2013) a baixa fertilidade dos solos e os limites naturais influencia na distribuição dos pastos do Estado. Cabe dizer que a falta de suporte técnico do como foi avaliado as condições das pastagens do censo agropecuário, os dados não demonstram ser efetivo enquanto ao número de áreas degradadas.

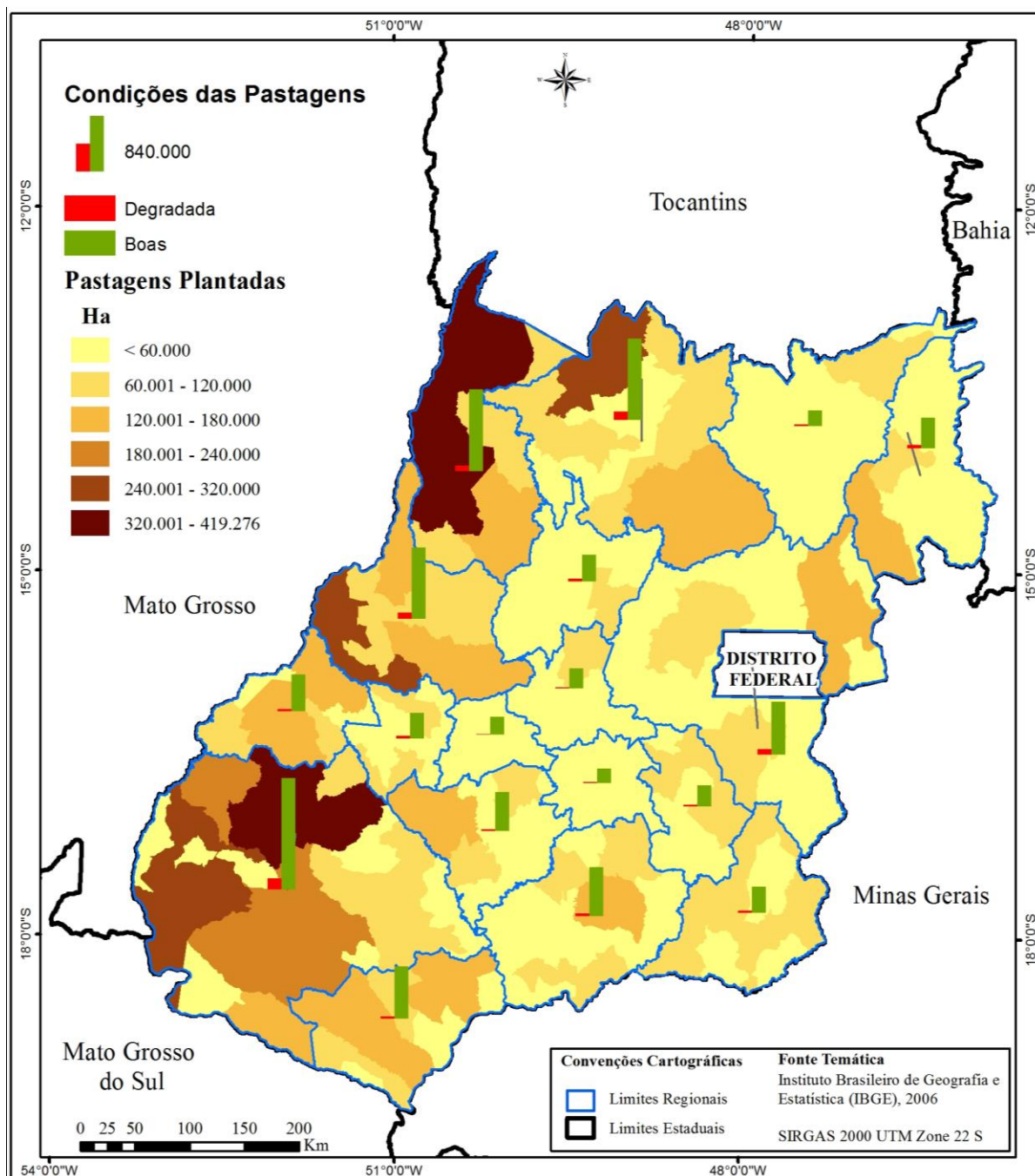


Figura 14. Distribuição espacial das áreas de pastagens plantadas por municípios nas microrregiões do Estado de Goiás, Censo Agrário 2006

É lógico que toda a intensificação exercida pela alta produção de rebanho bovino na região gera uma demanda altíssima em termos da qualidade da pastagem (alimento principal), particularmente na microrregião de São Miguel do Araguaia. Os dados censitários de 2006 mostram que existem 94% (1.238.345 ha) de área em boa qualidade e só 6% (85.329 ha) se encontram em estado de degradação das 1.323.674 ha de área total que existiam na época. Não

obstante, existe a possibilidade que os dados censitários podam fugir da realidade das pastagens da microrregião.

Na atualidade, pode-se contrastar que a informação cartográfica elaborada mediante o uso de sensoriamento remoto permite estimativa aproximadas reais sobre as áreas de pastagens. Por isso, Andrade et al. (2013), elaboraram um mapa de pastagens degradadas com dados satelitários, onde estimam que o número de áreas degradadas no Estado é maior aos apresentados pelo censo em 27% (3,5 milhões de hectares) (Figura 15). Além disso, 30% das áreas degradadas se situam nas microrregiões de Aragarças, São Miguel do Araguaia, Iporá, Rio Vermelho, Porangatu, Anápolis e Anicuns (Figura 16). Também evidencia que a distribuição da degradação é heterogênea entre microrregiões e os impactos associados obedecem ao nível de intensificação da pecuária.

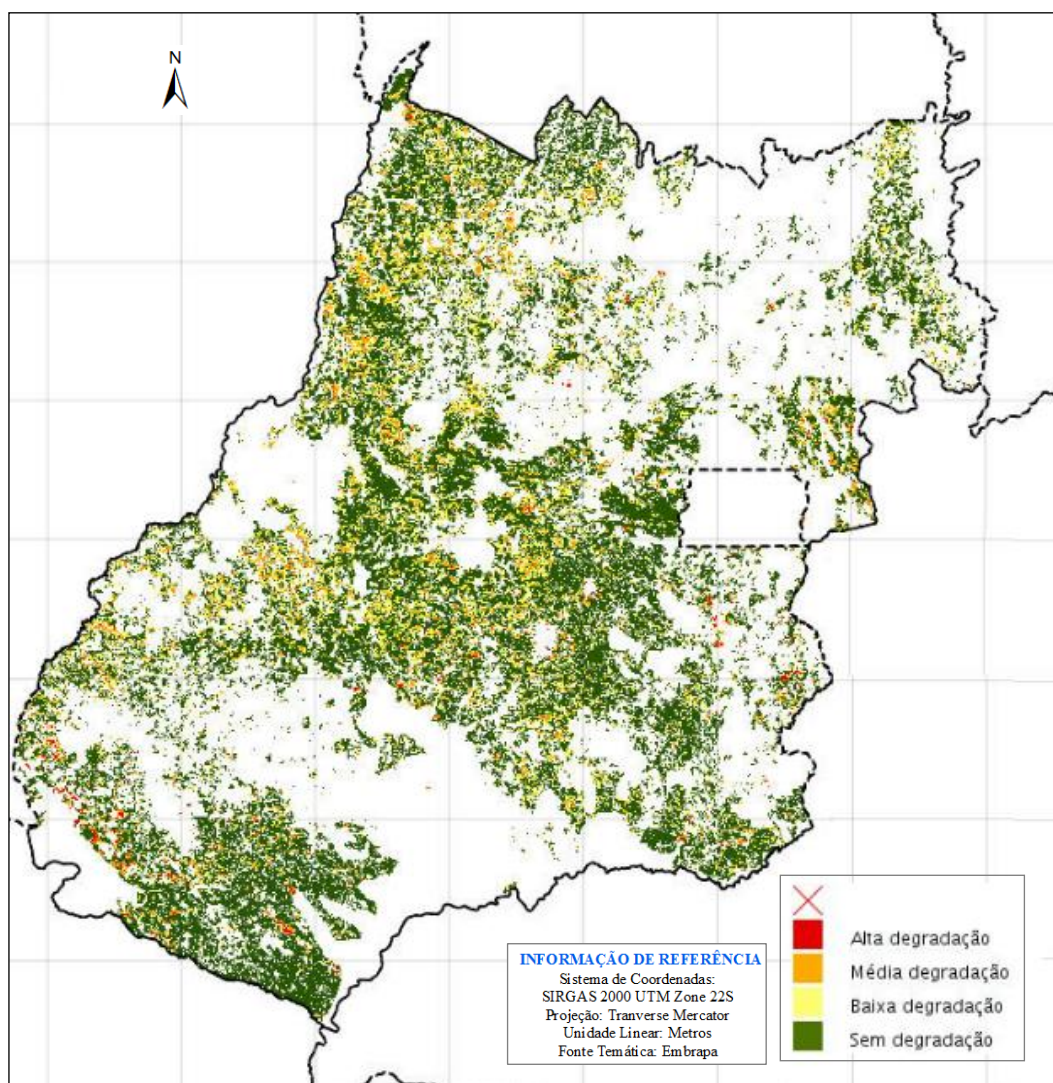


Figura 15. Distribuição espacial das pastagens degradadas no Estado de Goiás. 2011. Fonte: Andrade et al. (2013).

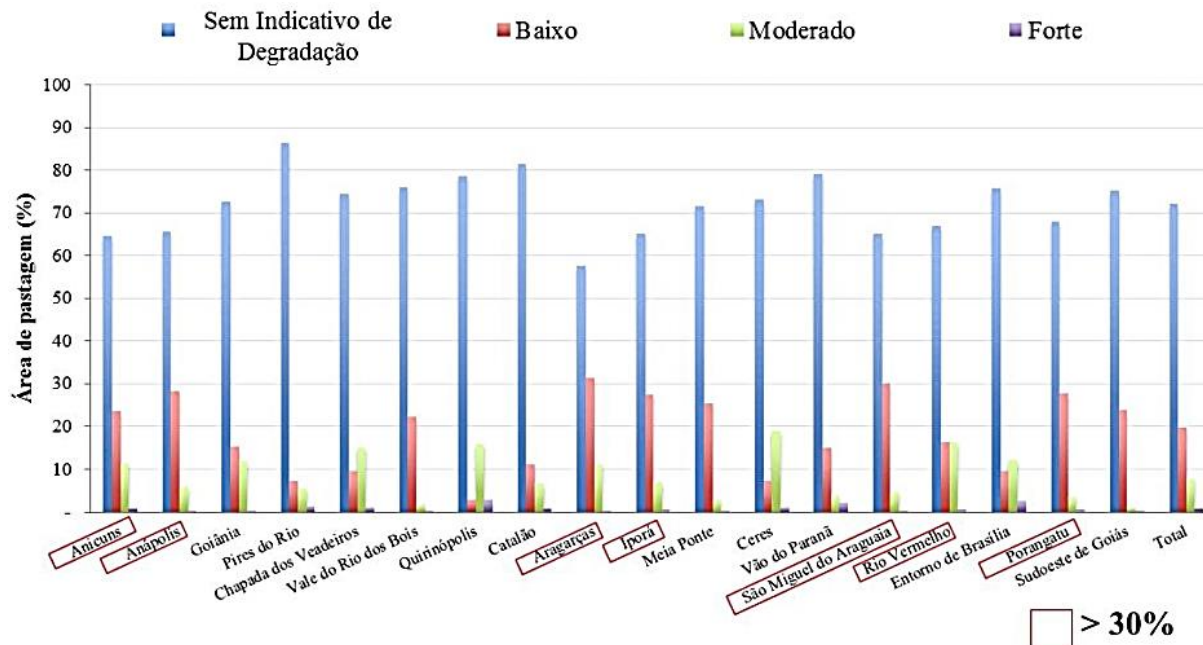


Figura 16. Porcentagens de áreas de pastagens com baixa, média, alta e sem indicativo de degradação por microrregiões do Estado de Goiás. Fonte: Adaptado de Andrade et al. (2013).

O mapa de pastagens mais atualizado que existe para o Estado de Goiás foi elaborado pelo LAPIG (2016). As áreas de pastagens atualmente no Goiás é de 13.477.210 há, 1 milhão de ha a mais em comparação com os dados censitários. Por outro lado, microrregiões como Sudoeste de Goiás, São Miguel do Araguaia, Porangatu, Entorno de Brasília e Rio Vermelho concentram 52% das pastagens do Estado. A porcentagem de ocupação de terra em pasto é de 60% para as microrregiões de São Miguel do Araguaia (1.513.253 ha) e Anápolis (501.200 ha). Outras microrregiões como a Chapada dos Veadeiros apresentam pouca área de pastagens pelo fato de encontrar-se uma superfície de relevo mais quebrado e de dissecação alta (Figura 17). Também é interessante destacar que a distribuição das áreas de pastagens nas microrregiões do noroeste goiano tem-se mantido ao longo de mais de médio século, possivelmente, pelas características tipo do solo (43% Latossolos) de baixa fertilidade (BARBOSA et al., 2013). Este tipo de informação cartográfica produto do processamento de imagens é aproximação mais recente sobre a distribuição das pastagens da microrregião e de certa forma permite entender o seu comportamento espacial.

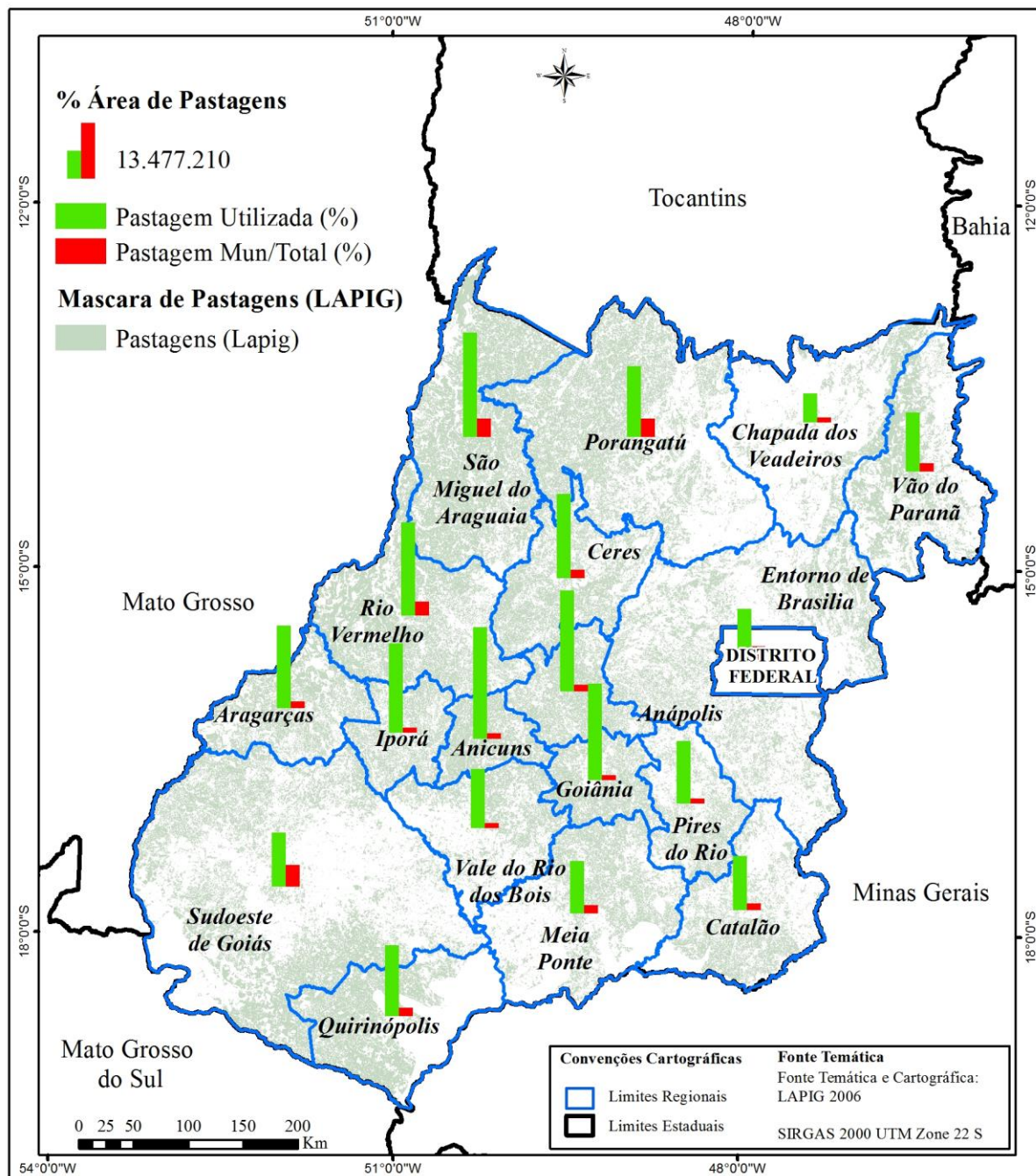


Figura 17. Distribuição espacial das pastagens por Microrregiões do Estado de Goiás. Fonte: LAPIG, (2016)

Manter as condições de produtividade e qualidade das pastagens na microrregião exige a aplicação de técnicas e tecnologias. Basicamente, o censo agropecuário do 2006 mostra que cerca de 59% das propriedades, relacionadas ao pequeno produtor, não aplicou nenhuma prática agrícola sobre suas terras. O outro restante, equivalente a 41% das propriedades (latifúndios), aplica particularmente no manejo de solo para mitigação de processos erosivos e perda da

produtividade, como também na rotação de culturas e lavouras para reformas de áreas de pastagens. Uma das principais práticas agrícolas está associada à utilização de lavouras para recuperação, renovação e reformas (nitrogênio, adubo e calagem) dos seus pastos, onde basicamente 15% dos estabelecimentos aplicou essa prática, seguidamente, o uso do plantio em nível (curvas de nível) (8%) dessas propriedades (Figura 18).

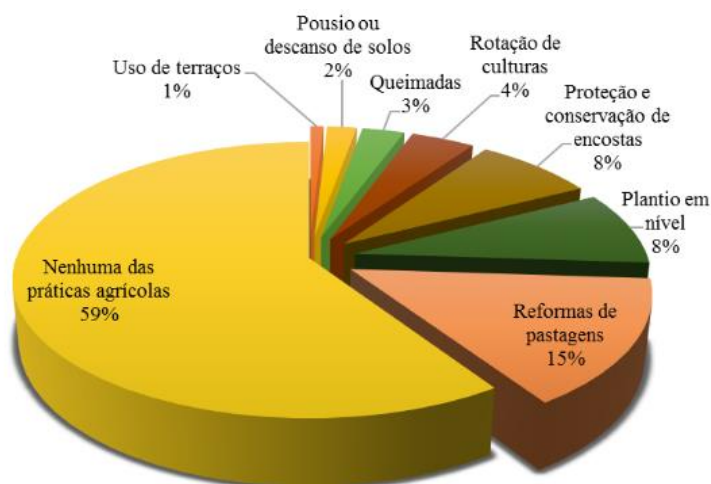


Figura 18. Práticas agrícolas na microrregião de São Miguel do Araguaia segundo Censo Agrário 2006. Fonte: IBGE, 2006.

De forma paralela a operação agrícola (maquinaria) aumentou substancialmente para o censo do 2006, tanto que, a intensificação da mecanização agrícola de cada 100 propriedades passou a ter 121 equipamentos agrícolas o número de tratores diminuiu a 31% enquanto que as maquinas para arados aumentou 66%. Esse incremento faz pressupor que é devido aos processos de reformas, recuperação ou renovação das áreas de pastagens.

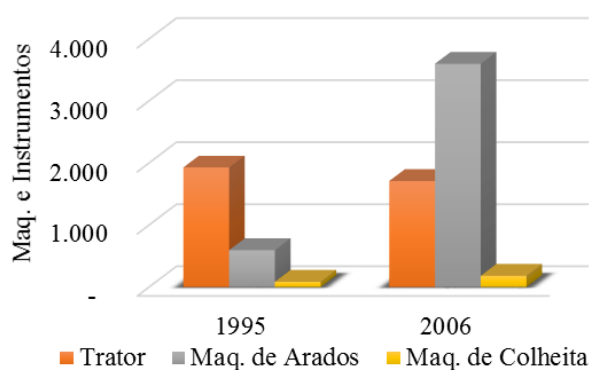


Figura 19. Maquinas e instrumentos agrícolas por estabelecimentos na microrregião de São Miguel do Araguaia. Fonte: IBGE, 1995 e 2006.

Outra técnica agrícola como o uso de produtos como o adubo em lavouras e pastagens cada vez estão sendo mais utilizadas na microrregião. Os dados censitários de 2006 mostram que cerca do 8% do total dos estabelecimentos na região (247) tem aplicado adubo para áreas propriamente de pastagens, enquanto o 3% tem sido utilizado para o uso de lavouras e pastagens. Outra técnica que está sendo implementada na região é o uso de piquetes ou bem chamada sistema de rotação de pastagens, no qual cerca de 1.600 propriedades, equivalentes a 35% do total de região, estão utilizando esse método.

4. ÁREA DE ESTUDO - MICRORREGIÃO DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA

O limite territorial da microrregião de São Miguel do Araguaia foi definido pela resolução – PR nº 11 de 05/06/90. A microrregião está localizada na região noroeste do estado de Goiás, sendo formada pelos municípios de Crixás, Mozarlândia, Mundo Novo, Nova Crixás, Novo Planalto, São Miguel do Araguaia e Uirapuru (Figura 8).

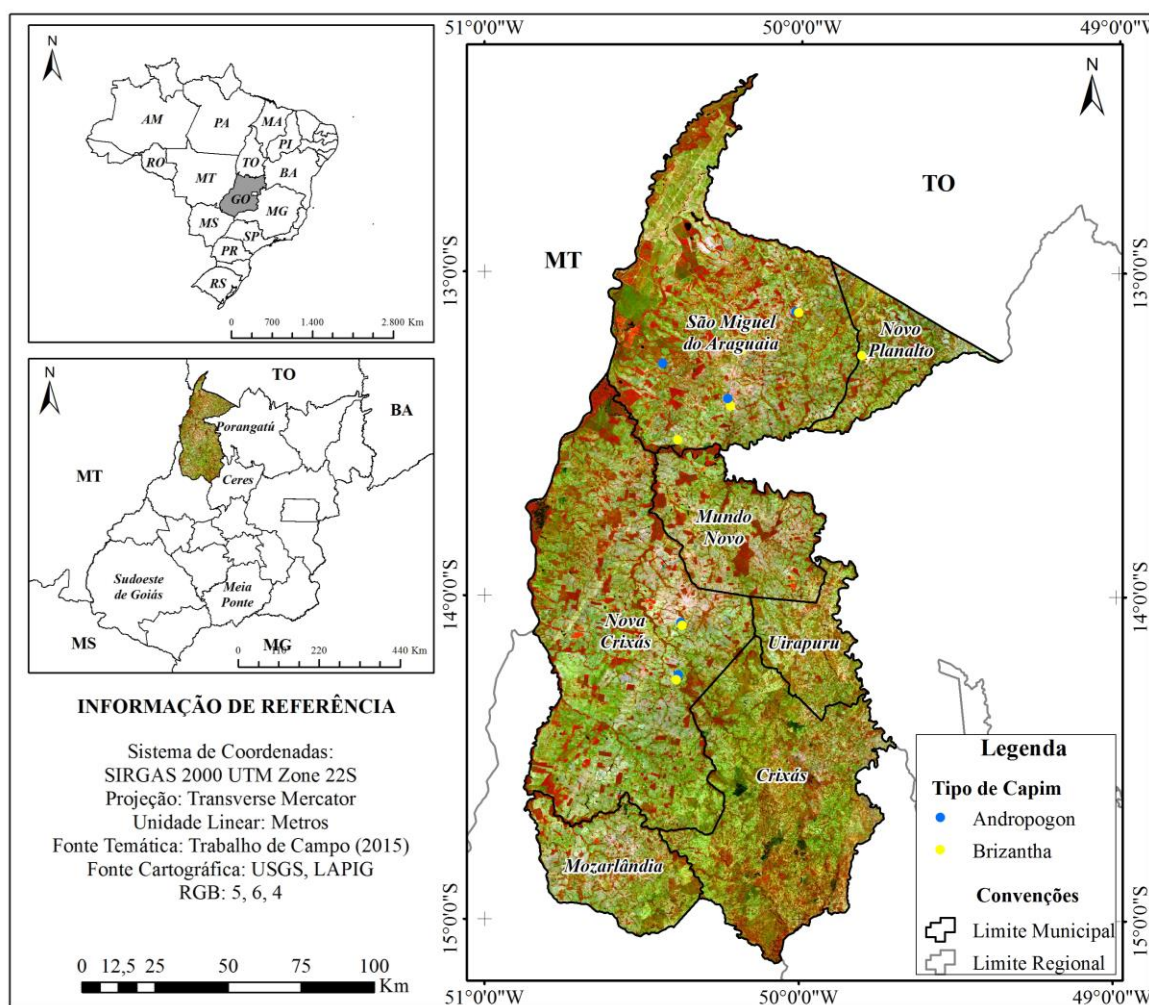


Figura 20. Localização territorial da microrregião de São Miguel do Araguaia no estado de Goiás.

A microrregião abrange uma área de aproximadamente 2.437.300 hectares, com um contingente populacional de 76.701 habitantes (i.e. 75% na área urbana e 25% na zona rural). De acordo com a classificação climática do Köppen, a microrregião possui características de clima tropical com estação seca (Aw), com temperatura média anual de 26,2 °C e uma pluviosidade média anual de 1.792 mm.

5. MATERIAL E MÉTODOS

O desenho experimental para na análise da qualidade das pastagens, desenvolveu-se de acordo ao fluxograma representado na Figura 21, sintetizando a estruturação dos dados e etapas de análises realizadas.

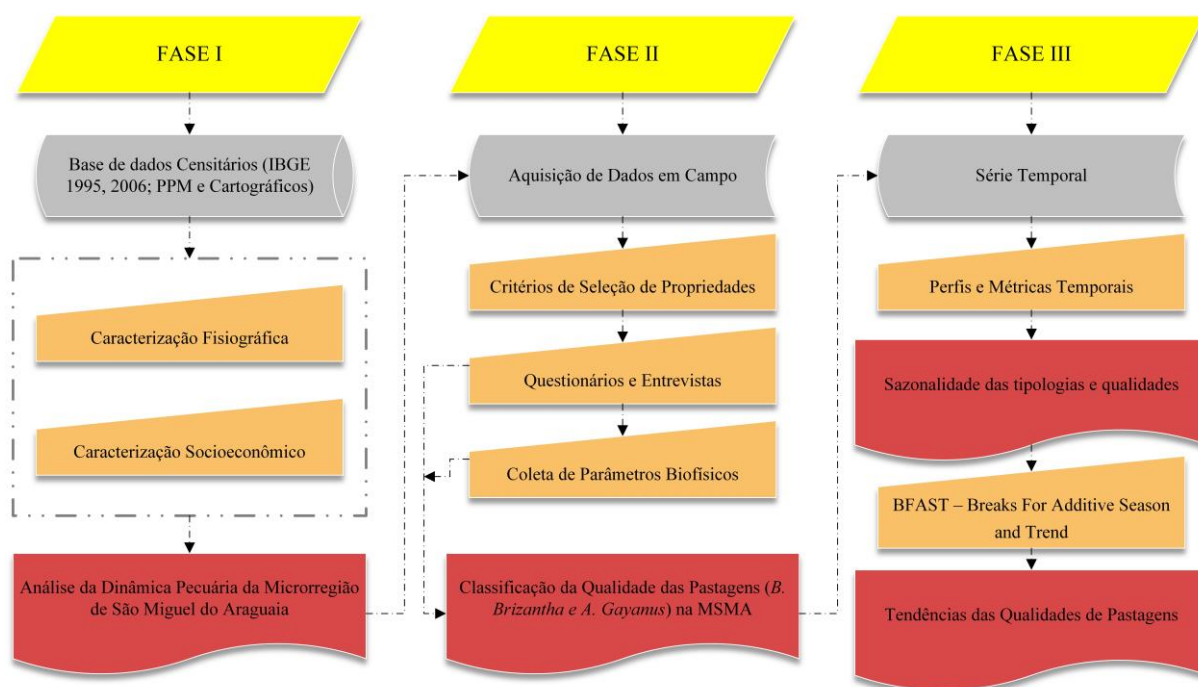


Figura 21. Fluxograma dos dados e etapas de análises seguidos neste trabalho.

5.1. Fase de Coleta de Informação em Campo, Dados Censitários e Cartográficos

A fase de coleta de informação em campo ocorreu entre os dias 15 e 22 de setembro do 2015, concernente à estação seca do ano e etapa de senescência das pastagens. No pré-campo foi realizado o levantamento dos possíveis participantes da pesquisa, com os quais se realizou contato para marcar a visita no estabelecimento/propriedade.

Critérios de seleção das propriedades – As diferentes tipologias de pastagens (i.e. *B. Brizantha* e *A. Gayanus*), como os seus estágios de degradação, foram coletadas em função dos seguintes critérios: Propriedades com referências sobre o manejo das pastagens, histórico da propriedade e os piquetes; pastos com formação mínima de 15 anos; pastos com características biofísicas puras (i.e. “endmembers”) (ótima, presença de invasoras e perda da biomassa com solos altamente compactados/expostos), as quais foram classificadas de acordo à literatura mundialmente disponível sobre as classes de degradação da pastagem (DIAS-FILHO, 2011; SPAIN & GUALDRON, 1988); e por último, o tamanho mínimo do piquete de 20 ha. No total foram oito (8) propriedades, um total de dezesseis (16) piquetes entre *B. Brizantha* e *A. Gayanus*.

Questionários e entrevista - Para caracterizar a gestão (manejo) dentro do estabelecimento se aplicou um questionário e uma entrevista ao gerente da propriedade. Esse questionário subdividiu-se em quatro (4) tópicos: a) Propriedade - indicadores referentes ao tamanho do estabelecimento, quantidade e área média dos piquetes, número de trabalhadores, etc.; b) Formação/Capacitações - referente ao gerente da propriedade, tempo de experiência executando essa função, nível de escolaridade, recebe ou não capacitações, etc.; c) Manejo do Rebanho - período do sistema rotativo, altura de entrada e de saída ao pastejo, distribuição do rebanho, tamanho do rebanho, taxa de lotação média de UA/ha, etc.; e d) Manejo de Pastagens - espécie e idade do capim plantado, frequência da reforma do pasto, adubação, etc. Para minimizar possíveis erros aplicou-se os formulários aos funcionários com conhecimento do manejo pecuário e histórico da propriedade.

Coleta de parâmetros biofísicos (piquete) - para estimar o nível de degradação se avaliou a homogeneidade vertical das pastagens, que de acordo com Aguiar (2013), está diretamente relacionada à sua condição e composição florística (pasto homogêneo tem uma única espécie de gramínea, enquanto um pasto heterogêneo pode ter várias espécies de invasoras), a qual indica uma degradação agrônômica ou manejo inadequado do pastejo. Outros parâmetros foram o solo exposto, ocorrência de processos erosivos e cupins, evidenciando a degradação biológica do pasto. Para a etapa de avaliação do rebanho e da condição momentânea do pasto, se registrou a presença, número, categoria e condição do animal.

Os parâmetros foram obtidos seguindo o protocolo de coleta e qualificação das pastagens em campo adaptado de Ferreira et al. (2014) (Figura 22). O primeiro passo foi localizar-se preferencialmente, a 250 metros da entrada de acesso ou de núcleos de vegetação densa para evitar o efeito de borda. O segundo passo de forma imediata, com uma bússola no

sentido de sul a norte, implementou-se um transecto de 50 metros por meio de um trena. Nesse momento inicia-se a etapa para avaliar a condição momentânea do pasto, a qual a cada 2 metros se coletou a informação de altura mediante uma trena e paralelamente no mesmo ponto com uma Câmera RGB as fotografias para caracterizar e quantificar a proporção de matéria seca, verde e solo exposto. Em total por cada piquete foram 26 dados de amostras coletadas.

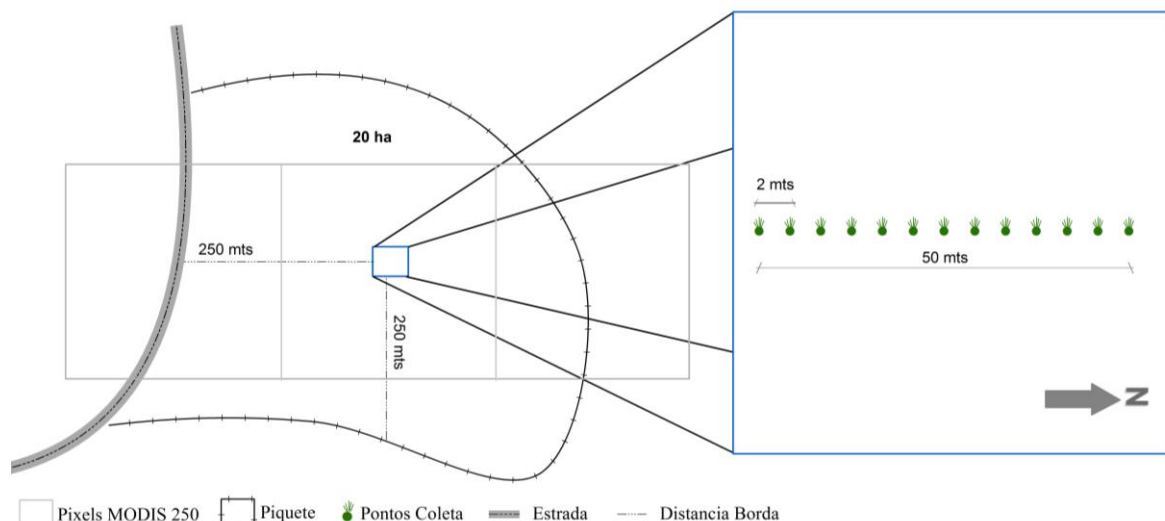


Figura 22. Representação esquemática (sem escala) do desenho experimental adotado para amostrar áreas de pastagem *B. Brizantha* e *A. Gayanus* na campanha do setembro do 2015.

De acordo com Gobbett et al. (2013), a ausência de filtro com capacidade para captação da radiação no comprimento de onda do infravermelho próximo (faixa de 750 nm a 880 nm) nas câmeras convencionais limita as análises do comportamento estrutural da vegetação. Não obstante, NUMATA et al., 2008 demonstraram o potencial das câmeras convencionais para avaliar os processos de degradação das pastagens, assim como validar dados hiperespectrais. Portanto, utilizou-se a câmera digital padrão RGB (Sony DSC-W570) para estimar percentuais da cobertura da superfície, tais como a proporção de cupins, plantas invasoras, homogeneidade do pasto, etc.; permitindo utilizá-las para obter o grau de degradação das pastagens de forma rápida e objetiva (BOOTH et al., 2006; DAVIDSON et al., 2008). Cada fotografia foi tomada à altura de 1,4 metros a cada dois metros de acordo ao desenho experimental citado.

Para identificar manejos inadequados, como também obter padrões entre os diferentes níveis de pastagens, a altura do capim foi medida utilizando uma trena para cada ponto marcado com um pin point a cada 2 metros. Por último, depois das medições de altura do capim, esse dado permitiu derivar indicadores como a saída e entrada do gado no pasto, classe do manejo

implementado no piquete (subpastejo ou superpastejo), a relação lamina foliar/colmo (SANTANA et al., 2014), que ajudaram a entender a gestão do pastejo.

A presença de cupinzeiros é outro parâmetro importante e típico das pastagens da região do Cerrado. Lima et al. (2011) consideram que a presença de cupinzeiros não é um indicador de degradação química e biológica. Entretanto, Aquino et al. (2008) consideram que a presença de térmitas (cupins) é um sinal de degradação das pastagens. Por isso, durante o transecto foram contabilizados e medidos (diâmetro e altura) os cupinzeiros presentes.

Informação cartográfica - com vista de estabelecer padrões que permitam caracterizar a atividade pecuária na microrregião se elaboram as seguintes cartografias: o mapa do uso atual do solo foi obtido do projeto TerraClass Cerrado (MMA, 2015); o mapa de relevo e declividade se fizeram pelo produto Shuttle Radar Topography Mission – SRTM. A classificação da declividade se fez segundo Salomão (1999) para analisar aspectos como a forma do relevo e a suscetibilidade à formação de erosão linear de acordo com o grau de dissecação do terreno e o uso atual, permitindo avaliar o potencial risco por erosão laminar na microrregião. Por último, foi analisado a textura do solo com base no mapa de solos do projeto RadamBrasil (escala de 1: 1.000.000).

Os mapas de distribuição do rebanho bovino por finalidade (leite e carne) e das condições das pastagens (boa e degradadas) foram elaborados a partir da base de dados do IBGE referente ao Censo Agropecuário 2006 e a Pesquisa Pecuária Municipal (PPM, 2015). Referente ao mapeamento da área de pastagem, foi utilizada a máscara elaborada no âmbito do projeto “Spatial metrics and baselines of degradation patterns and provision of ecosystem services by pastures in Brazil” do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG)³.

5.2. Métodos

Para a avaliação da gestão e os estágios de degradação das pastagens em campo foi necessário calcular o Índice de Refletância Fotoquímica Modificada (MPRI) (Equação 1) proposto pelo Yang (2012) das 26 imagens obtidas pela câmera RGB de forma vertical. Para poder estimar a porcentagem (%) de área verde das forrageiras, definiu-se um limiar para a

³ Disponível em: www.lapig.iesa.ufg.br/lapig/.

cobertura verde de 0,05 por captar melhor a presença de cobertura verde no cultivar (FERREIRA et al., 2014).

$$MPRI = \frac{GREEN-RED}{GREEN+RED} \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde, *GREEN* representa a faixa espectral do verde e o *RED* a faixa do vermelho (YANG, 2012).

A principal fonte de dados utilizada nesta pesquisa foram as imagens do sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), abordo dos satélites TERRA e AGUA a qual foi lançado desde o ano 2000 e 2002. Para fim da pesquisa, foi utilizado o produto MOD13Q1 (índices de vegetação). O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI (Equação 2) foi considerado pela influência das condições do solo e umidade, que são importantes para avaliar os piquetes com presença de solo exposto, ao mesmo tempo, aferir o uso deste indicador na detecção de padrões de degradação biológica diferenciais nas pastagens. Os outros índices de vegetação utilizados foram o SAVI e EVI, sendo que o fator de ajuste do solo (L) destes índices reduz o sinal de fundo (HUETE, 1988) nas áreas de pastagens com degradação biológica ou pobre o que impossibilita detectá-las.

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde, NIR representa a faixa espectral do infravermelho próximo e o RED a faixa do vermelho (GITELSON et al., 1996).

Para a avaliação dos Perfis Temporais – PT e a análise de tendência da vegetação (BFAST) foi elaborado o fluxograma apresentado na Figura 23. Para isso, foi utilizado o site do Pastagem.org, cuja plataforma de mapa iterativo é desenvolvida pelo Lapig.

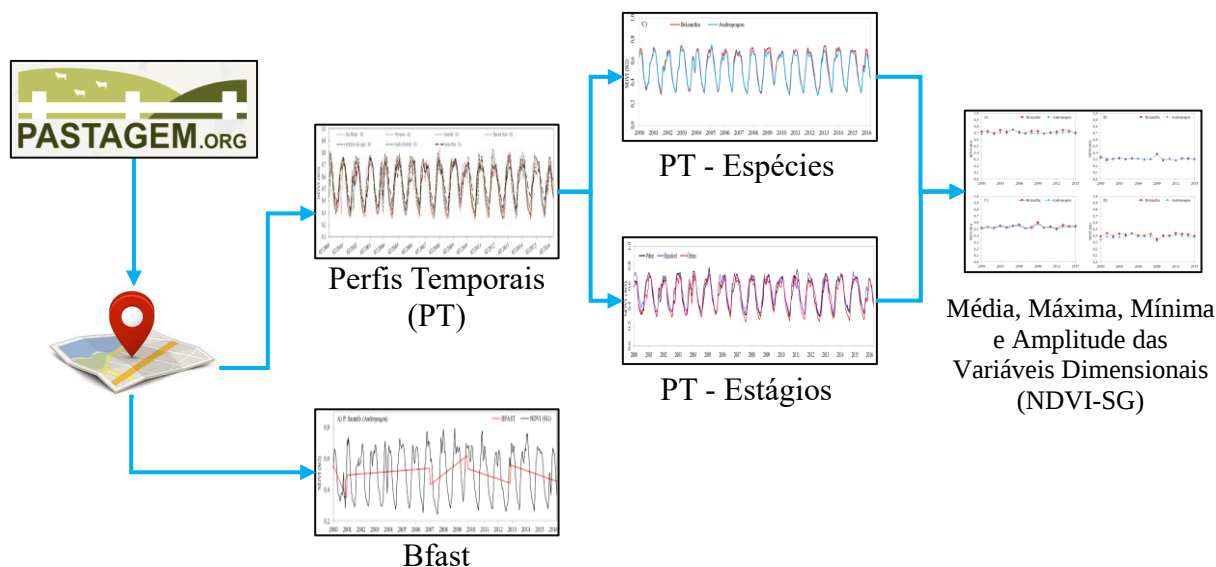


Figura 23. Fluxograma ilustrando as etapas de obtenção das series temporais do NDVI – SG para a geração métricas sazonais e de tendências (BFAST).

O site do LAPIG disponibiliza duas ferramentas, uma para a obtenção de séries temporais e outra para tendência da vegetação mediante o algoritmo de tendência BFAST. Para a geração deles, localizou cada unidade amostrada em campo, onde posteriormente, foi obtido os valores médios de NDVI com um raio de 250 metros, para cada série gerada. Um total de 376 imagens MOD13Q1 (H13V10 – 23 imagens anuais), do ano 2000 a 2015, foram processadas para a geração de cada conjunto de dados, sendo eliminados os ruídos (nuvens) em virtude da baixa frequência desses valores mínimos.

Para reduzir a presença de ruído atmosférico (nuvens, sobras), aplicou-se o filtro Savitzky-Golay – SG para cada série temporal gerada, o qual consistiu na suavização dos valores do NDVI (máximos e mínimos) (JONSSON & EKLUNDH, 2015).

Para a extração das métricas dos perfis temporais foram agrupadas as séries segundo a tipologia de pasto e suas condições em ótimas, razoável e pobre. Posteriormente, procedeu-se calcular a média, o desvio padrão e seu coeficiente de variação, para estabelecer os valores máximos e mínimos de cada série temporal.

Posteriormente, calcularam-se as métricas anuais dos valores máximos, mínimos, médios e de amplitude (máximo – mínimo) de NDVI – SG (KUENZER et al., 2015) de cada uma das áreas amostradas. Cada métrica foi representada em gráficos para sua interpretação e identificação de padrões; seguidamente da análise do histograma de frequência e parâmetros sazonais. Após da suavização dos dados, procedeu-se uma estimativa do coeficiente de variação dos perfis temporais dos dois tipos de capim e os seus estágios de degradação.

Para análise dos fatores climáticos foram utilizados os dados mensais de precipitação (mm), temperatura máxima e mínima das estações meteorológicas Peixe (TO), Canarana (MT), Nova Xavantina (MT), Aragarças (GO), Goiás (GO) e Pirenópolis (GO) no período compreendido de 1999 até 2016. Os dados foram homogeneizados mediante o método de correlação e regressão simples para estimar dados sem informação, os quais, posteriormente, foram processados e organizados para o período de 2000 a 2015. Caracterizou-se o regime de precipitação e temperatura da microrregião mediante o gráfico combinado de chuvas e temperatura média mensal e valores anuais, para posteriormente serem comparados com as respostas sazonais do NDVI – SG e com os dados do histórico do manejo de pastejo da propriedade. Isso permitiu a identificação dos fatores que influenciam nas mudanças das pastagens selecionadas.

Para a análises de tendências e pontos de quebras (Break Points) utilizou-se o algoritmo BFAST (Verbesselt et al., 2010). Dentre os componentes resultantes do método BFAST, esse trabalho analisou só o componente de tendência das 15 estações de crescimento. Para isso, simularam-se os tempos em que ocorrem as mudanças e tendências (H) por anos, tendo como referência a informação do histórico de manejo obtido nas entrevistas realizadas nas propriedades.

A informação sobre o histórico de manejo coletado de cada propriedade permitiu, selecionar as principais variáveis de manejo referentes à caracterização e identificação das mudanças ou *Break Points*. Tais variáveis foram a periodicidade da reposição de nutrientes no solo, reforma completa do pasto, duração do ciclo de produção (cria, recria e engorda), e a aplicação de técnicas de manejo como fogo e outras. Além disso, os *Break Points* também foram analisados em função das variáveis climáticas, precipitação e temperaturas máximas e mínimas, as quais foram relacionadas com as séries temporais obtidas para cada pasto.

Outras métricas complementares para identificar os padrões de tendência das duas espécies de capim correspondem à soma e a média dos valores de NDVI – SG do período chuvoso (outubro e abril), dado que a qualidade biofísica da vegetação do cerrado está sujeita particularmente às estações climáticas, como também das práticas de manejo (ARANTES, 2016; FERREIRA et al., 2013a). Por tanto, pretende-se comparar o comportamento da média e soma dos valores do NDVI – SG para o período chuvoso, bem como identificar o tipo de fator climático ou de manejo que expliquem a qualidade das pastagens da microrregião de São Miguel do Araguaia.

5.3. Processamentos Estatísticos

Para testar as variáveis da porcentagem (%) de área verde e altura do capim e demonstrar a existência de diferença significativa entre a gestão e qualidade da pastagem, aplicou-se o teste estatístico não paramétrico Kruskal-Wallis (K-W). Este teste comumente é utilizado para comparar duas ou mais amostras a partir da mediana e para testar a *H₀* de que todas as populações possuem funções de distribuições iguais contra a *H_a*, onde ao menos duas das populações apresentam funções de distribuição diferentes (AGUIAR, 2013).

Foi aplicado para a análise de séries temporais o Teste T Student para avaliar se a variável NDVI – SG difere entre os dois grupos independentes de tipologia *B. Brizantha* e *A. Gayanus*.

6. RESULTADOS

6.1. Avaliação da gestão e a qualidade das pastagens na microrregião de São Miguel do Araguaia

Gestão da pastagem

Contextualizado a atividade pecuária tendo como referência as características fisiográficas e socioeconômicas da microrregião, procedeu-se avaliar as propriedades selecionadas. Foram analisadas três Categorias de Gestão do Pastejo (CGP) sendo *Ótimo*, *Razoável* e *Pobre* para microrregião, as quais foram definidas e agrupadas em função das condições das pastagens e do nível de tecnificação presente em cada propriedade (Tabela 5).

Tabela 5. Caracterização das categorias de gestão do pastejo ótimo, razoável e pobre das propriedades visitadas na microrregião de São Miguel do Araguaia.

TÓPICOS	ÓTIMO	RAZOÁVEL	POBRE
Formação do Respondente			
Nível de escolaridade	Fundamental a Superior	Médio	Nenhum
Propriedade			
Área Propriedade (ha)	≥ 1.000	630	290
Núm. Trabalhadores	± 22	± 2	±1
Área Piquetes (ha)	± 25	± 27	±20
Manejo Animal			
Tamanho do Rebanho	≥ 1.500	± 800	±310
UA/Ha	Época seca 0,8 – Chuva 1,2	± 1,3	1,2
Período Sist. Rotativo	< 7 e > 30	> 30	> 30

Tipo de manejo	Continuo extensivo – Rotacional Intensivo	Contínuo	Contínuo
Distribuição rebanho	Idade, Sexo, Tamanho	Idade, Sexo	Idade
Proposito do gado	Ciclo completo e Confinamento	Corte - Leite	Corte
Sistema de integração	Lavoura-Pecuária	Sem integração	Sem integração
Manejo de Forrageira			
Tipo de capim cultivado	<i>B. Brizantha, Andropogon</i>	<i>B. Brizantha, Andropogon</i>	<i>B. Brizantha, Andropogon</i>
Alt. Entrada de Pastejo	Cargas Fixas e Controle Fisiológico (Altura Máx.)	Sem controle	Sem controle
Alt. Saída de Pastejo	Cargas Fixas e Controle Fisiológico (Altura Mín.)	Cargas Fixas e Controle Fisiológico (Altura Mín.)	Sem controle
Idade do pasto	± 25	± 25	± 25
Períodos de reforma (anos)	± 10	± 10	± 10
Fq. Adubação (meses)	36 – 24	120	120

A informação média das propriedades analisadas na Tabela 5 sugerem que a primeira característica que ressalta a gestão do manejo pecuário é o nível de escolaridade e capacitações periódicas. Propriedades com gerentes ou administradores com um nível de escolaridade maior, a tendência é de ter estabelecimentos mais produtivos, com tomadas de decisões que são ponderadas e avaliadas em relação do conhecimento sobre os aspectos fundamentais do manejo do sistema pecuário. A segunda característica é o número de trabalhadores, que está relacionada com o nível de investimento e produtividade da propriedade, as quais permitem as designações e funções específicas que mantêm o sistema em um nível de intensificação diferenciado. Portanto, não pode ser considerada uma propriedade altamente produtiva sem a sinergia entre gerentes qualificados e número de trabalhadores para a realização dos labores próprios do manejo de cada propriedade em função das suas metas.

Das propriedades classificadas na categoria *ótima* os dados mostram que estas apresentam de fato áreas de pastos em boas condições em função do nível tecnológico aplicado em cada recurso (i.e. recurso animal, recurso vegetação, etc.) do sistema pecuário do estabelecimento. Além disso, apresentam várias características em comum, como o tamanho da propriedade cujo espaço rural superam as 1.000 ha com poder de alocação superior a 1.500 cabeças de gado, demonstrando, de fato, capacidade maior de gerar renda. São propriedades que recebem assistências técnicas de profissionais da área e apresentam um desenvolvimento tecnológico diferenciado em termos de equipamentos pesados e de oficinas. As informações fornecidas pelos gerentes das propriedades mostram que é uma necessidade contratar um número considerável de pessoas, com habilidades e critérios técnicos, para que respondam às demandas existentes dentro do sistema de manejo de forma eficiente para os cumprimentos das

metas propostas. Além disso, são propriedades que apresentam diferenças significativas relacionadas à intensidade de manejo da pastagem.

Dentro do conjunto das propriedades ótimas avaliadas os dados sugerem que existem técnicas de manejo diferenciada associada ao pastejo (animal), pastagens (vegetação) e o solo específicos. Por exemplo, em um dos estabelecimentos amostrado com sistema de manejo extensivo, o principal diferencial encontra-se no manejo da pastagem ao tentar devolver 30% a 40% da matéria orgânica produzida pela decomposição da biomassa forrageira de maneira natural e os nutrientes sejam fixados novamente ao solo. Segundo a informação indicada pelo proprietário é uma prática que vem utilizando há mais de 25 anos pelo que nunca fez reforma nas suas pastagens. Além disso, também indica que a maneira da lotação do rebanho na área do piquete é função do desempenho do animal, os animais que demonstrem menor desempenho são rotacionados para outros pastos.

Seguidamente, em outro estabelecimento da mesma categoria ótima e de sistema de manejo é intensivo rotacional, os dados mostram que a taxa de lotação é de 3,4 UA/ha, a qual é considerada como alta tendo como referência a taxa de lotação média da microrregião de 1 UA/ha. Apesar de encontrar-se dentro das estratégias de manejo baseadas na velocidade de desenvolvimento das plantas conforme a altura de entrada e retirada do animal do pasto, o manejo de fertilização do solo mediante o uso principalmente de adubo e de suplementos é extremamente demandante (i.e. 7 e 30 dias), o que demanda um amplo número de funcionários para executar diversas funções e atividades.

Os dados coletados de forma geral na campanha, sugerem que das propriedades produtivas consideradas como ótimas apresentam características similares em boa parte da microrregião, particularmente relacionadas à implementação do sistema de manejo extensivo. Por outro lado, a maioria dos estabelecimentos aproveitam as áreas de pastagens *A. Gayanus* no começo das chuvas para aumentar a taxa de lotação e depois é locado para as áreas de *B. Brizantha* no momento que atinge a altura ideal para entrar em pastejo.

Na categoria *razoável* os dados sugerem que as propriedades se caracterizaram pelo pouco controle e monitoramento na intensidade do pastejo no momento certo. Baixo envolvimento de pessoal para decentralizar funções e tomada de critérios oportunos para a tomada de decisões eficiente sobre o sistema de pastejo. Isso leva a processos de degradação principalmente agronômica.

Conforme à categoria *pobre*, os dados mostram o baixo nível de escolaridade dos gerentes dos estabelecimentos, e baixo envolvimento com os avanços técnicos referentes ao

sistema de manejo produtivo e sustentável da pecuária. Pelo que é perceptível a falta de gestão e a visão sobre o principal patrimônio que é o pasto como eixo articulador do sistema produtivo pecuário.

Os aspectos técnicos gerais sobre gestão do manejo das propriedades visitadas, o *A. Gayanus* converte-se na primeira opção de alimento do gado para começo das chuvas em função da rápida rebrota, pois é mais palatável para o gado, enquanto na época seca é mais fibroso e o gado não o prefere. O final do mês do outubro, o gado bovino é levado a pastejar no pasto de *B. Brizantha*, pois esta já tem alcançado seu ótimo vigor.

Qualidade das Pastagens

Com o fim de determinar aspectos que poderiam interferir na avaliação dos pastos, foi necessário descrever as condições de manejo do piquete no momento da coleta. Começou-se com a avaliação do rebanho no pasto, onde aproximadamente 50% dos piquetes se encontravam sem gado à espera de entrar em pastejo, enquanto outros piquetes tinham a presença do rebanho em pastejo. O tamanho médio do rebanho foi de 25 cabeças de gado /ha, com um tamanho em média de piquetes de 30 ha. O período do sistema rotativo dos piquetes é contínuo, onde o gado fica mais de 30 dias. Conforme a categoria do animal foi mais frequente encontrar boi no pasto de condição corporal moderada.

A lotação animal (UA/ha) nos piquetes das propriedades visitadas variam de acordo às estações climáticas. Para o período seco a média é de 0,8 UA/ha em quanto para o período de chuvas a lotação aumenta a 1,2 UA/ha nas áreas de pastagens *B. Brizantha*. De acordo com os indicadores de Veiga e Tourrand (2001) citados pela Embrapa (2005) se encontram dentro de um padrão de manejo do pastejo médio sobre lotação animal (0,75 a 1,25) que como resposta da pastagem e reflexo na produção animal estaria em uma situação intermediária, sem riscos de degradação pela pressão do pastejo. Isso concorda com a percepção que grande parte das áreas de pastagens na microrregião estejam em boa qualidade.

Para a determinação dos estágios de degradação das pastagens, a ampla heterogeneidade de áreas de pastagens para ambos tipos de capim na microrregião, facilitou a simplificação em três parâmetros limitantes, das quais se encontravam intrinsecamente relacionadas com as CGP. A primeira categoria foi denominada *Ótimo*, é considerada como pastagens limpa, com um vigor vegetativo de 100%, estabelecidos pela alta predominância de lamina foliares com relação ao colmo, alta biomassa, alta homogeneidade, não apresenta plantas daninhas,

formigueiros e cupinzeiros, solo exposto e sinais de processos erosivos. Portanto é um indicador da boa gestão do pastejo.

A categoria *Razoável* é considerada principalmente por apresentar sinais de degradação “agrícola”, estabelecido pela exposição de plantas daninhas, médio vigor vegetativo em relação à média predominância de laminas foliares e o colmo, alta heterogeneidade, presença de cupinzeiros ativos em baixa e alta proporção, e baixa presença de solo exposto, considerado como um manejo razoável. A categoria *Pobre*, por sua vez, considerada principalmente por apresentar degradação “biológica”, estabelecido pela presença do solo exposto, sinais de erosão e baixo vigor vegetativo em relação à predominância de laminas foliares e seu colmo (Figura 24 e Tabela 6).

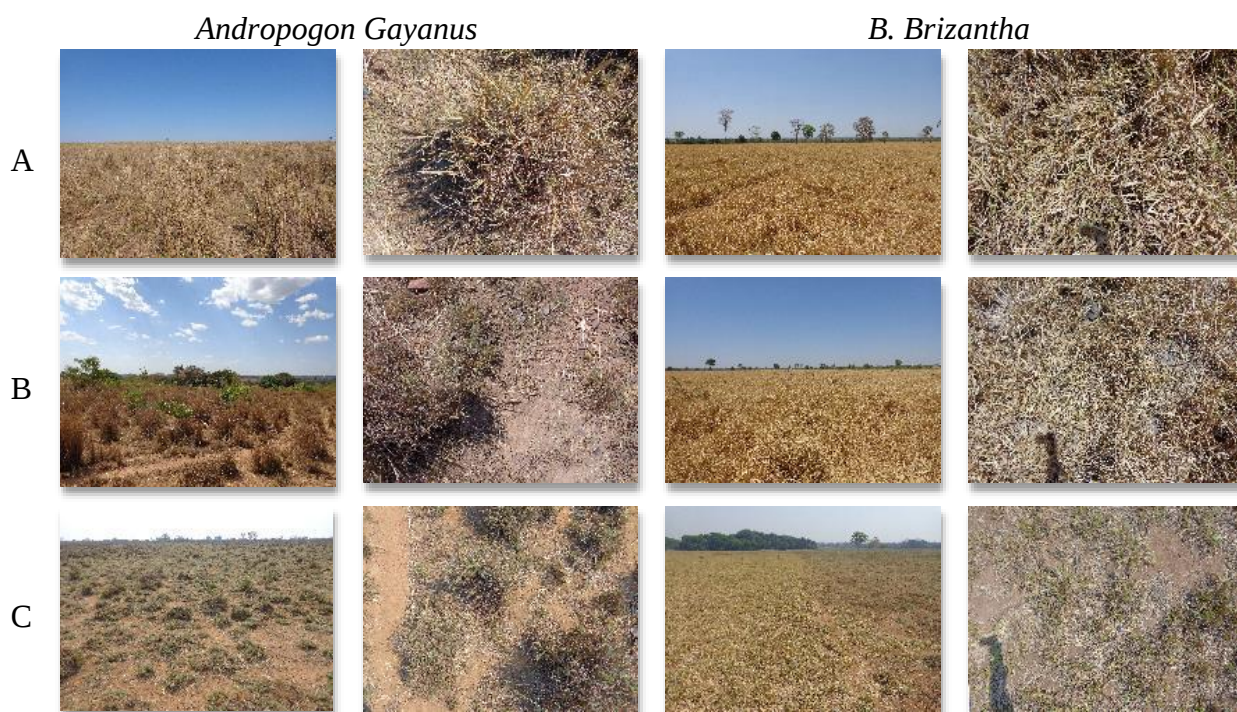


Figura 24. Classificação das condições visuais das pastagens em três estágios de degradação (A) Ótimo, (B) Razoável, (C) Pobre, em período seco. Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 6. Categorias de gestão do pastejo (CGP*) e parâmetros limitantes da qualidade da pastagem. Fonte: Elaborado pelo autor

<i>Nível</i>	<i>CGP*</i>	<i>Parâmetros Limitante</i>
A	Ótima	Alto vigor vegetativo
B	Razoável	Estádio de degradação agrícola
C	Pobre	Estádio 1 agravado + degradação biológica

Em termos gerais sobre a avaliação das pastagens amostradas se encontrou que o tempo de plantado médio oscila entre os 16 e 17 anos de formação. Com uma relação folha/colmo predominante de folha seca – colmo seco. Conforme o manejo de altura de saída e entrada para o pastejo, nas áreas de *B. Brizantha* só uma esteve dentro da amplitude de altura ótima (20 – 25 cm), outra com superpastejo (< 20 cm) e o resto com subpastejo (> 25 cm). Nas áreas de *A. Gayanus*, só um piquete apresentava manejo ótimo de altura (25 – 50 cm), duas se encontravam superpastejadas (< 35 cm sem fertilidade) e o resto dos piquetes em subpastejo (> 50 cm).

Por outro lado, a presença de cupinzeiros do gênero *Cornitermes cumulans* em alguns piquetes indistintamente da condição de pastagens, apresentavam cupinzeiros bem formados com altura média de 35 cm e diâmetro 202 cm, cabendo ressaltar com frequência baixa. Os dados sugerem que a presença de cupins bem desenvolvido deve-se ao tempo sem reforma das pastagens. De acordo com Lima et al. (2011) e Valério (2006) explicam que geralmente os cupinzeiros de maior porte acham-se em áreas de pastagens sem reforma superiores a 10 anos o que está relacionado com o tempo de reforma das pastagens amostradas.

Conforme ao solo, boa parte das propriedades que foram visitadas apresentam solos da classe dos Latossolos Vermelho - Amarelo Distróficos com uma concentração moderada de argila e areia. Só uma propriedade apresentou solos da classe Plintossolos Pétricos Distróficos associados a Latossolos Vermelho Distróficos com uma concentração moderada de argila e areia. Por outro lado, estes solos são considerados de baixa fertilidade natural, e cujo uso recomendável para esta classe de solo é a pecuária (RADAMBRASIL, 2013).

Em áreas de manejo razoável e pobre não foi possível estimar a porcentagem de infestação de plantas invasoras na unidade amostral. No entanto, foi possível observar que na maioria das pastagens que foram visitadas a planta invasora que mais ressaltada foi a Ciganinha (*Memora peregrina*) de tipo arbustiva, que predomina na microrregião do Cerrado (Figura 25). Dado o foco de nossa pesquisa, não foi possível determinar a qualidade do solo mediante a análises de indicadores físicos e químicos, mas era um fato que o tipo de solo, i.e., Laterita, influiu na proliferação da invasora.



Figura 25. Presença de cupins (*Cornitermes*) em pastos formados entre 15 e 23 anos sem reformas. E presença de plantas invasoras Ciganinha (*Memora peregrina*). Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados médio e desvio padrão provenientes do processamento dos dados coletados em campo se encontram expressos na Tabela 7. Os resultados não apresentam uma assimetria entre as qualidades das pastagens e os valores obtidos devido a heterogeneidade dos capins, os quais apresentam rebrota e diferenças de altura, proporção de solo exposto e de plantas invasora.

Tabela 7. Valores médios (M*) e desvio padrão (Dsp) da altura e % de área verde.

Capim	Categorias de Manejo	Altura (cm)		Área Verde (%)	
		M*	DsP	M*	DsP
<i>B. Brizantha</i>	Ótimo	34,3	13,5	0,77	0,50
	Razoável	37,3	14,0	0,71	0,48
	Pobre	8,4	2,7	1,50	0,98
<i>A. Gayanus</i>	Ótimo	44,1	34,3	0,26	0,15
	Razoável	40,6	37,8	1,12	1,34
	Pobre	46,9	38,7	0,49	0,35

O MPRI calculado a partir das imagens da câmera RGB obtidas em campo permitiu estimar a % de área verde dos estágios diferenciados dos pastos em época seca. Como mostra-se na Figura 26 existem diferenças significativas entre as condições de pastagens *B. Brizantha* $H(2, N=182) = 21,649$; $p < 0,001$. Os pastos manejados de forma pobre tiveram uma resposta maior da % de área verde diferenciada significativamente dos outros manejos ($p < 0,05$), enquanto que a condição razoável e ótima não se achou diferença alguma ($p > 0,05$). No caso do *A. Gayanus*, o indicador encontrou diferenças significativas entre condições $H(2, N=208) = 16,508$; $p < 0,001$, mostrando ser eficientes só para diferenciar pastagens de categorias razoáveis ($p < 0,05$), onde também se apresentou a maior % de área verde, enquanto que as pastagens ótima e de pobre manejo tiveram as mesmas respostas ($p > 0,05$). O uso da porcentagem de área verde, não mostrou ser suficientemente eficaz para diferenciar os três níveis de qualidades das pastagens a finais da estação seca.

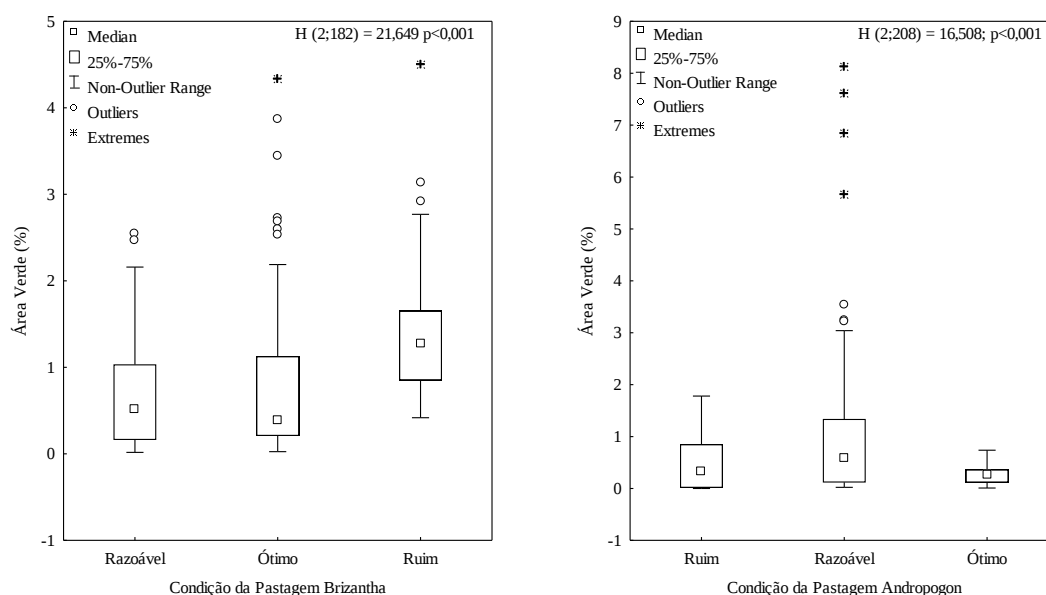


Figura 26. Distribuição da área verde (%) das fotografias entre as condições de manejo em áreas de pastagens *B. Brizantha* e *A. Gayanus*.

A altura é um indicador realmente importante porque permite analisar a qualidade da gestão do pastejo (superpastejo e subpastejo), como também das condições de produtividade dessa pastagem. A análise das pastagens de *B. Brizantha* apresentou diferenças significativas entre as categorias de manejo $H(2, N=182) = 54,627$ $p < 0,001$. O nível de produção de biomassa das áreas de pastagens pobre foi muito menor em comparação das outras qualidades ($p < 0,05$), a tal ponto que a degradação impede o crescimento normal forrageira em época chuvosa e manter-se em época seca.

Conforme as pastagens ótimas e razoáveis apresentam produção de biomassa similar entre elas e maior em relação à altura ($p > 0,05$). Isso, deve-se principalmente ao tipo de manejo de pastejo das propriedades amostradas. Por outro lado, a implementação de um sistema de manejo intensivo ou extensivo não vai ter relevância absoluta, se entre ambas atendem os limites fisiológicos de altura da planta em termos de intensidade da desfolhação, como também dos períodos de descansos que precisa para produzir lamina foliares. Para estes casos os dados sugerem controlar as variáveis como amostrar áreas de pastagens em pastejo ou próximas ao pastejo para que os dados sobre a altura consigam diferenciar este tipo de pastos.

No caso das áreas de manejo de pastagens de *A. Gayanus* não se encontrou diferenças significativas entre as alturas, apesar de observar uma diferença em termos de paisagem e de manejo em campo, este indicador não foi eficiente para diferenciar as condições das pastagens $H(2, N=208) = 0,4521$ $p = 0,798$ (Figura 27). Possíveis causas pode ser o distanciamento que existe

entre cada touceira deixando um espaço importante durante a coleta, tanto na altura, como dos instrumentos anteriormente mencionados.

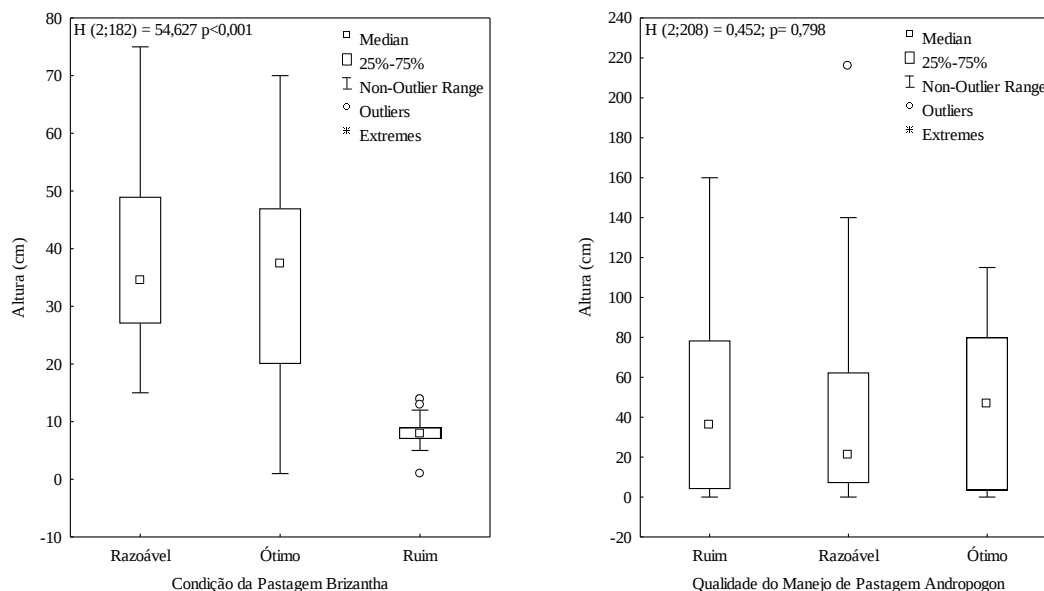


Figura 27. Distribuição das alturas entre as categorias de manejo em áreas de pastagens *B. Brizantha* e *A. Gayanus*.

6.2. Series Temporais: Sazonalidade e Tendências

6.2.1. Análise de sazonalidade por meio dos perfis temporais do NDVI

O comportamento dos perfis temporais do NDVI – SG dos tipos de pasto *Andropogon Gayanus* e *B. Brizantha* eles apresentam consistências fenológicas ao longo do tempo, mostrando um pico máximo por estação de crescimento e um pico mínimo. Para os 16 anos de análise, as amostras de *B. Brizantha* obtiveram os maiores intervalos do NDVI em média de 0,32 a 0,72 e para *A. Gayanus* os intervalos foram de 0,33 a 0,70 (Figura 28a, b). Em comparação da média dos perfis temporais, há evidências estatísticas que revelam que existem diferenças significativas nos valores de NDVI para ambas tipologias de pastagens ($t = 2,083$; $gl = 375$; $p < 0,001$) (Figura 28c). Estes intervalos apresentam diferenças significativas com o estudo feito por Arantes et al. (2016) que obteve valores de EVI para as pastagens da região do Cerrado entre 0,2 a 0,6 devido ao fator de ajuste deste índice.

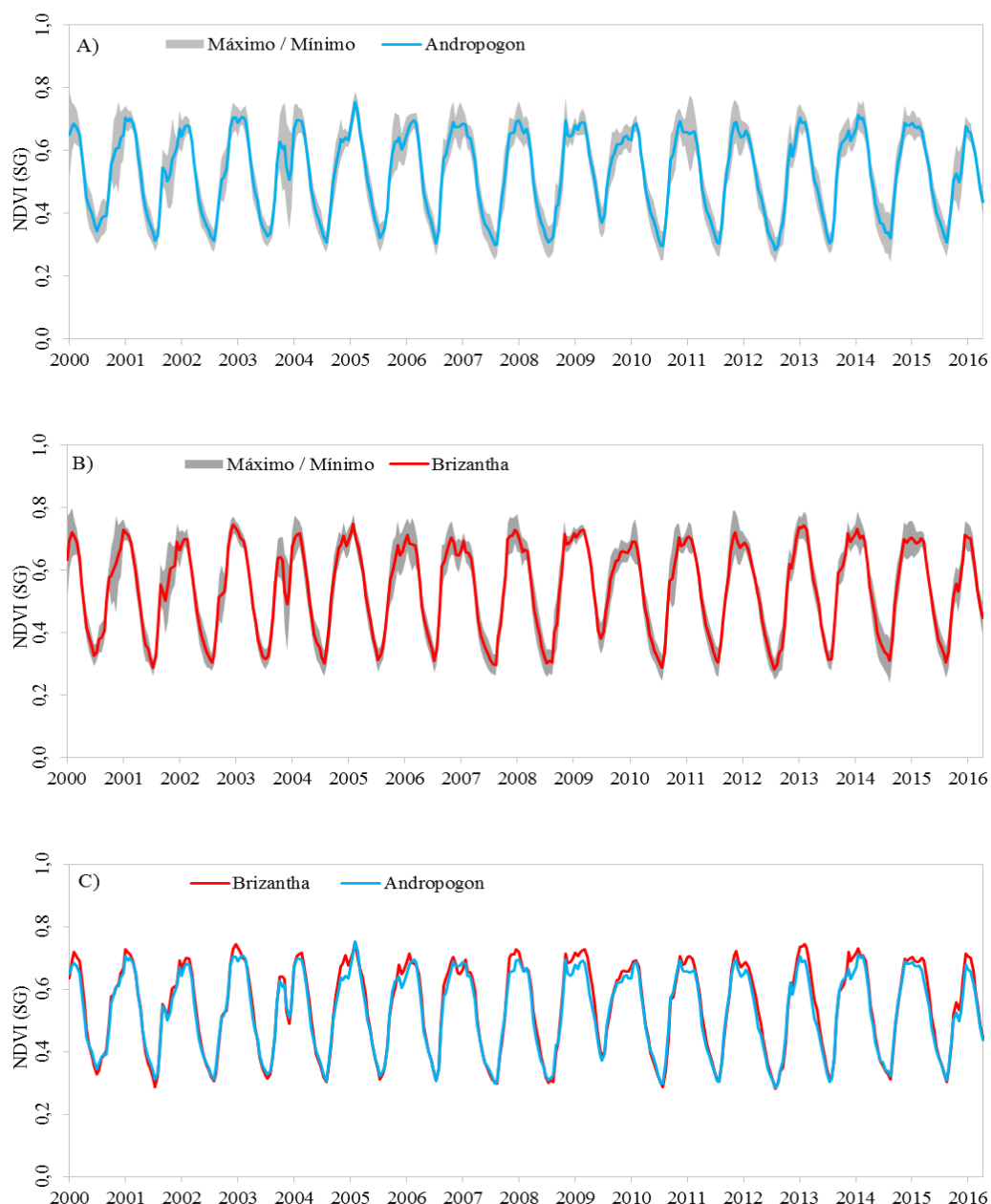


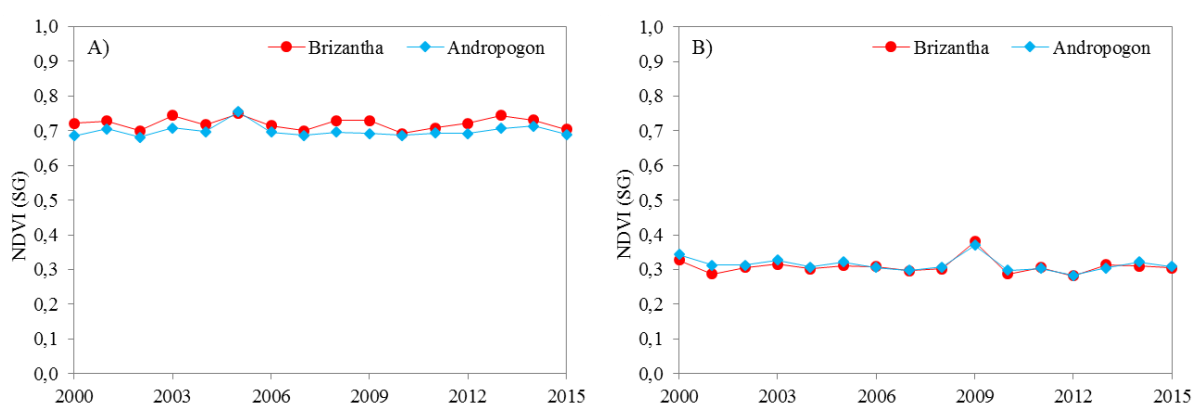
Figura 28. Média dos perfis temporais do NDVI– SG e seus respectivos desvios padrões para as amostras de pastagens: A) *A. Gayanus*, B) *B. Brizantha* e C) comparação.

Para compreender melhor o comportamento dos perfis anuais analisou-se os valores máximos, mínimos, médios e de amplitude. Observa-se uma diferença pouco significativa (74%), com valores máximos superiores do capim *B. Brizantha* (0,69 a 0,75) em relação ao *A. Gayanus* (0,68 a 0,71), com a exceção para o ano de 2005 (0,75) (Figura 29a). Não obstante, cabe ressaltar que os valores máximos, mínimos, médios e de amplitude para todos os perfis temporais analisados estão sujeitas as variações anuais, podendo apresentar casos de valores máximos de NDVI no início ou final de uma estação fenológica.

Os valores mínimos apresentam alta consistência e correlação (91%) entre ambas espécies ao longo da série temporal. O interessante que os valores menores estão associados ao capim *B. Brizantha* com valores que vão de 0,28 a 0,33, caso contrário aconteceu com os valores máximos, e para o capim *A. Gayanus* os valores vão desde 0,28 a 0,34, sendo no período do 2000 até 2005 os valores mais altos. Cabe ressaltar que em 2009 foi atípico onde os valores de NDVI aumentaram para *B. Brizantha* (0,38) e *A. Gayanus* (0,37) (Figura 29b).

Para os valores de médios obtidos para ambos tipos de capim apresentam uma alta consistência e correlação (97%) ao longo da série temporal. A média dos valores de *B. Brizantha* apresentam superioridade e vão desde 0,51 a 0,57, embora seja baixa entre *A. Gayanus* que vão desde 0,49 a 0,55, a diferença é significativa anualmente. De forma supracitada, o ano de 2009 apresenta uma atipicidade para ambos tipos de capim, pela qual o valor máximo para *B. Brizantha* foi de 0,61 e para *A. Gayanus* de 0,58 (Figura 29c).

Os valores de amplitude estão hermeticamente relacionados às variações que cada capim pode ter ao longo de um período sazonal. Além disso, as pastagens plantadas têm o diferencial do manejo de pastejo que faz que essa variação mude de propriedade a propriedade e com diferentes tipos de capim. Entretanto, observa-se uma pequena variabilidade ao longo da série temporal e uma correlação moderada (84%) para ambos tipos de capim, cujas diferenças em alguns anos podem ser explicadas pelo acaso. Os valores de amplitude para o capim *B. Brizantha* evidentemente mostraram superioridade cujo intervalo de NDVI vai desde 0,39 a 0,44 e para *A. Gayanus* de 0,34 a 0,43 (Figura 29d).



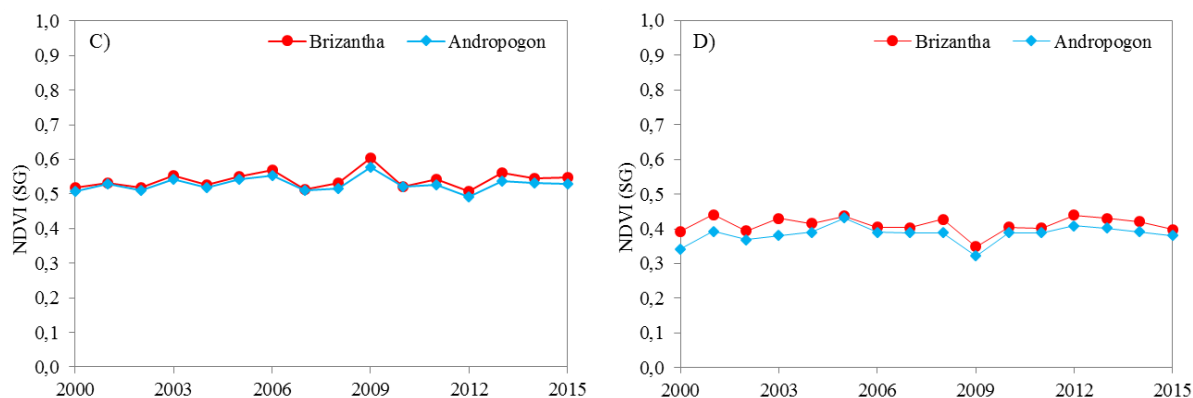
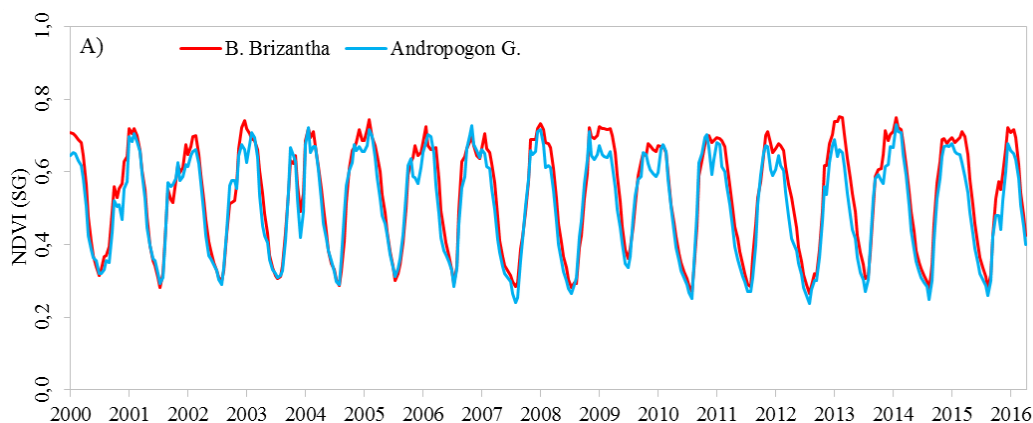


Figura 29. Valores anuais do NDVI – SG, A) Máximo, B) Mínimo, C) Média, e D) Amplitude para as pastagens *B. Brizantha* e *A. Gayanus*.

Tendo como referência os três estágios de degradação ótimo, razoável e pobre de cada pasto e o histórico do manejo de cada propriedade, foi possível obter seus perfis temporais, os quais mostraram ter consistência ao longo da série.

Para a análise comparativa das qualidades de pastos (ótimo, razoável e pobre) entre as duas espécies foi possível identificar ligeiras diferenças nos padrões sazonais, mais especificamente nos valores altos como no caso das qualidades ótima (A) e razoável (B), enquanto que as qualidades pobres (C) apresentam variações mais acentuadas ao longo da série (Figura 30). Por outro lado, conforme ao teste estatístico T Student, foi possível comparar a média dos perfis temporais das amostras de pastagens, mostrando que, há evidências estatísticas que revelam diferenças significativas dentro das qualidades ótimas ($t=2,876$; $gl=375$; $p<0,001$) e pobres ($t=4,142$; $gl=375$; $p<0,001$) entre espécies, enquanto que as qualidades razoáveis não apresentaram diferenças entre espécies ($t=0,745$; $gl=375$; $p>0,05$).



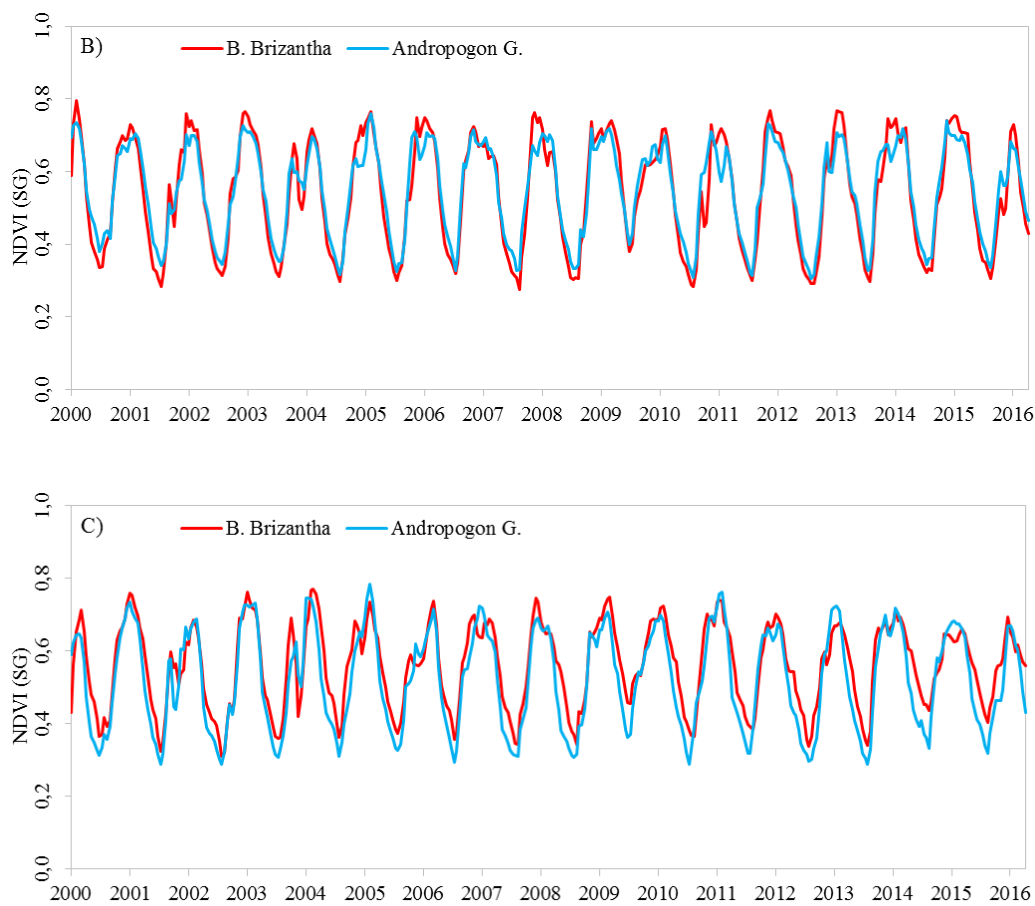


Figura 30. Série temporal das tipologias de pastagens e as suas condições, A) Ótimas, B) Razoável, e C) Pobre.

Conforme às métricas dos valores anuais das tipologias comparadas entre estágios de degradação, evidenciam-se que 67% delas apresentam variações significativas. De tal maneira, no caso da categoria ótima das pastagens *B. Brizantha* e *A. Gayanus*. tanto as evidências estatísticas como da série temporal (Figura 31) mostram que existem diferenças significativas nos valores máximo e média ($p < 0,001$), enquanto que o perfil dos valores mínimos e de amplitudes apresentam comportamentos similares ($p > 0,05$). Por outro lado, ao longo da série temporal pode-se observar que existe uma hierarquia dos pastos de *B. Brizantha* em todas as métricas em comparação da outra qualidade do pasto *A. Gayanus*.

Conforme a categoria razoável, os valores anuais máximos, mínimos e de amplitude mostraram diferenças significativas ($p < 0,001$), com o diferencial que, os valores de NDVI – SG mínimos foram maiores para os pastos de *A. Gayanus* ao longo do período analisado. Seguidamente os valores médios para ambos tipos de pastos não apresentaram diferenças ($p > 0,05$). Por outro lado, os valores de amplitude mostram ser uma métrica adequada para a

diferenciação da qualidade razoável destas duas tipologias de pastos por apresentarem uma maior separação de classes (Figura 31).

É interessante observar que os valores anuais da categoria pobre apresentaram as maiores variações na maioria das métricas com relação das outras qualidades ótima e razoável. De tal maneira, observa-se que os valores máximos da categoria pobre não tiveram diferenças estatísticas significativas ($p>0,05$), enquanto que as outras métricas mínima, média e amplitude tiveram diferenças muito mais marcadas entre as tipologias ($p<0,001$). Por outro lado, conforme os valores de NDVI da amplitude das pastagens *B. Brizantha* estas foram muito menor que o *A. Gayanus* evidentemente pela baixa produção de biomassa e a diferença entre os valores máximos e mínimos de NDVI do pasto (Figura 31).

Para análise de classificação de imagens das qualidades entre tipologias de plantas forrageiras, as métricas média como amplitude dos valores de NDVI – SG, apresentam resultados mais confiáveis em relação das outras métricas máximas e mínimas.

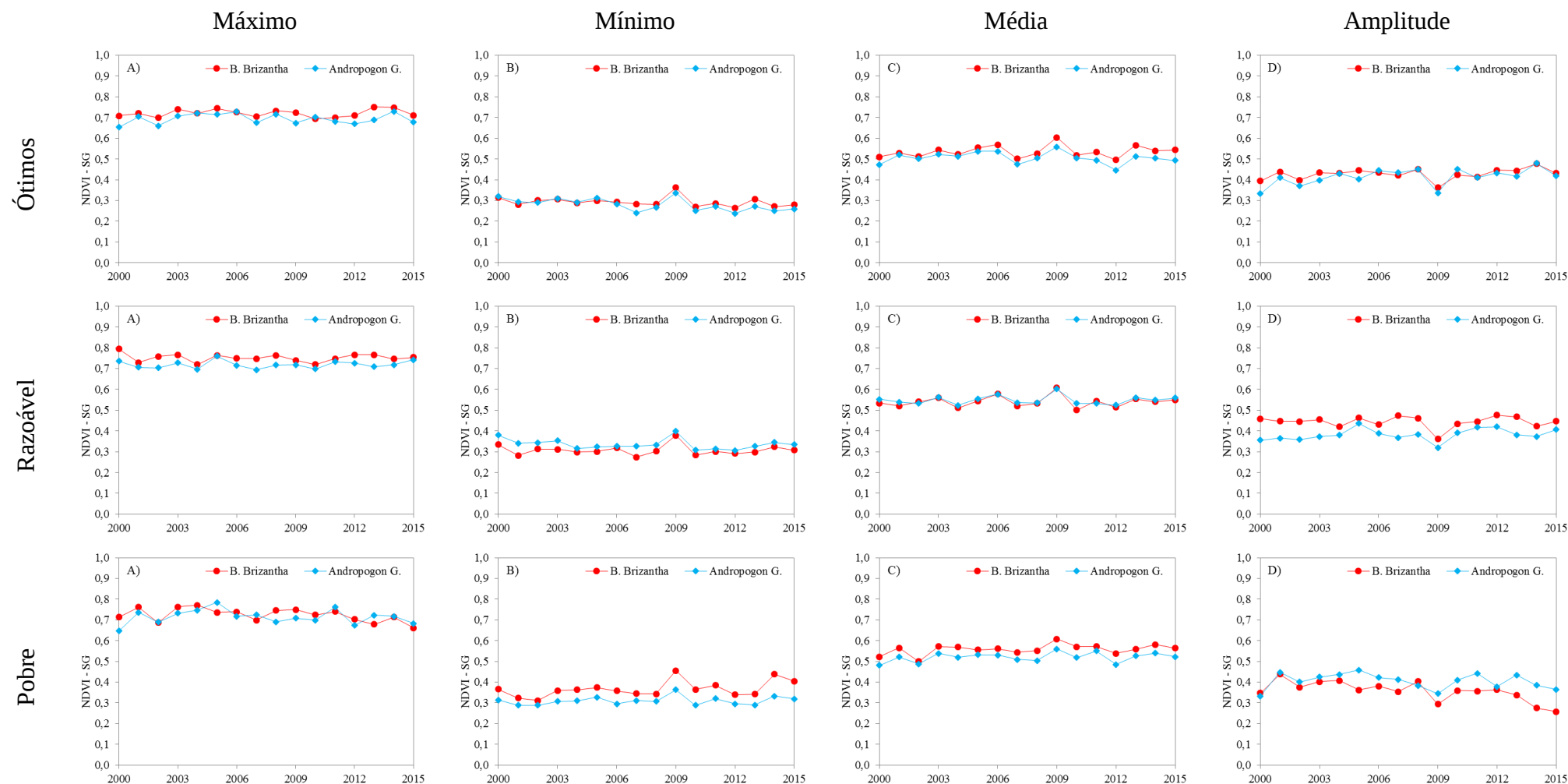


Figura 31. Métricas dos valores anuais de NDVI – SG, A) Máximo, B) Mínimo, C) Média, e D) Amplitude para os três estágios de degradação ótimo, razoável e pobre por tipologia de pastagens.

Tendo analisado comparativamente os perfis das qualidades entre pastagens, procedeu-se posteriormente analisar os perfis temporais dos estágios de degradação para cada tipologia de pasto. Mostra-se que os pastos de *B. Brizantha* ótima e razoável qualidade apresentam uma correlação alta (97%) e não tiveram respostas diferenciadas durante o período de análise, enquanto que com o pasto pobre a correlação foi menor (90%) ($p < 0,05$). Ou seja, pastagens que com estágios de degradação pobre vão apresentar menor capacidade de resiliência e resistência ao longo da série temporal, exibindo mais perturbações e, portanto, um padrão sazonal diferente às outras qualidades de pastos.

Os valores dos perfis temporais foram mais altos para as pastagens de qualidade razoável, com intervalos de NDVI que variam entre 0,32 a 0,75, seguidamente, encontra-se as pastagens ótimas com intervalos que variam de 0,31 a 0,69, e por último o pasto pobre com intervalo de 0,38 a 0,72 (Figura 32a). Por outro lado, cabe ressaltar que a perturbação na pastagem pobre começa se apresentar de forma mais clara e constante desde o ano 2009 mostrando um aumento do NDVI (0,46) na época de estiagem e uma diminuição do NDVI (0,67) na época de chuvas a partir do 2013, enquanto que as outras categorias se mantêm em seu ciclo biológico normal, ou seja, existe um achatamento e uma variabilidade maior nos valores menores na pastagem pobre produto da pequena rebrota em comparação com as outras qualidades. Isto significa que, considerando o uso dos valores médios analisado na série temporal, os dados mostram que é possível observar diferenças das pastagens com manejo pobre temporalmente conforme às outras categorias.

É necessário ressaltar que entorno do perfil temporal, a perturbação no pasto feita por determinado fator seja antrópica ou natural e da sua recuperação, vai depender da sua capacidade homeostática ou nos corretivos na gestão das pastagens, i.e., diminuição taxa de lotação, ou reposição de nutrientes no solo. Neste caso, as evidências em campo mostraram que a inadequada reforma do plantio, junto com, a não fertilização e adubação do solo, foram determinantes para a perda da produtividade do pasto.

Conforme a serie temporal dos estágios de degradação do pasto *Andropogon G.* não foi fácil perceber ao longo da série um padrão que permitisse diferenciar as qualidades. Os valores demostraram que existem uma correlação maior nos pastos de qualidade razoável e pobre (95%), enquanto para o ótimo a relação foi menor (93%) ($P < 0,005$), situação contrária com o tipo de capim *B. Brizantha*, onde a correlação foi maior para as pastagens de qualidade ótima e razoável.

Os valores foram maiores para áreas de pastagens ótimas com intervalos de valor NDVI que variam desde 0,29 a 0,69, seguidamente se encontra as pastagens pobre com intervalos que vão desde 0,32 a 0,71, e por último as pastagens razoáveis tem uma menor variação, de 0,35 a 0,72 (Figura 32b). Por outro lado, é interessante observar que a partir de 2011 tanto os pastos razoáveis e pobres começam a apresentar um comportamento diferenciado em comparação com os de ótima qualidade, mostrando um aumento do NDVI (0,32 – 0,31) para as duas qualidades na época de estiagem e começo da rebrota.

Para o ano 2002 foi possível identificar que os fatores climáticos, especificamente de El Niño influenciaram de maneira significativa no comportamento sazonal de ambas pastagens *B. Brizantha* e *A. Gayanus*. No 2001 os valores do NDVI tiveram um comportamento interessante de observar, especificamente nas pastagens de ótima qualidade, que tiveram uma maior queda nos valores.

Tanto a fase de rebrota ou da senescência em relação as pastagens com *B. Brizantha* que apresentam manejo ótimo ou razoável, percebe-se que o tempo da rebrota no começo da estação chuvosa é menor em comparação com o pasto de qualidade pobre. Na fase de senescência, os pastos ótimos e razoáveis demonstraram uma queda rápida no NDVI, enquanto que o pasto considerado pobre mantém o índice, produto de uma pequena rebrota e reduzida presença de lamina foliares. Esse ciclo que se repete ao longo do período estudado e as amostras selecionadas; em exceção dos anos onde as pastagens tiveram reformas totais.

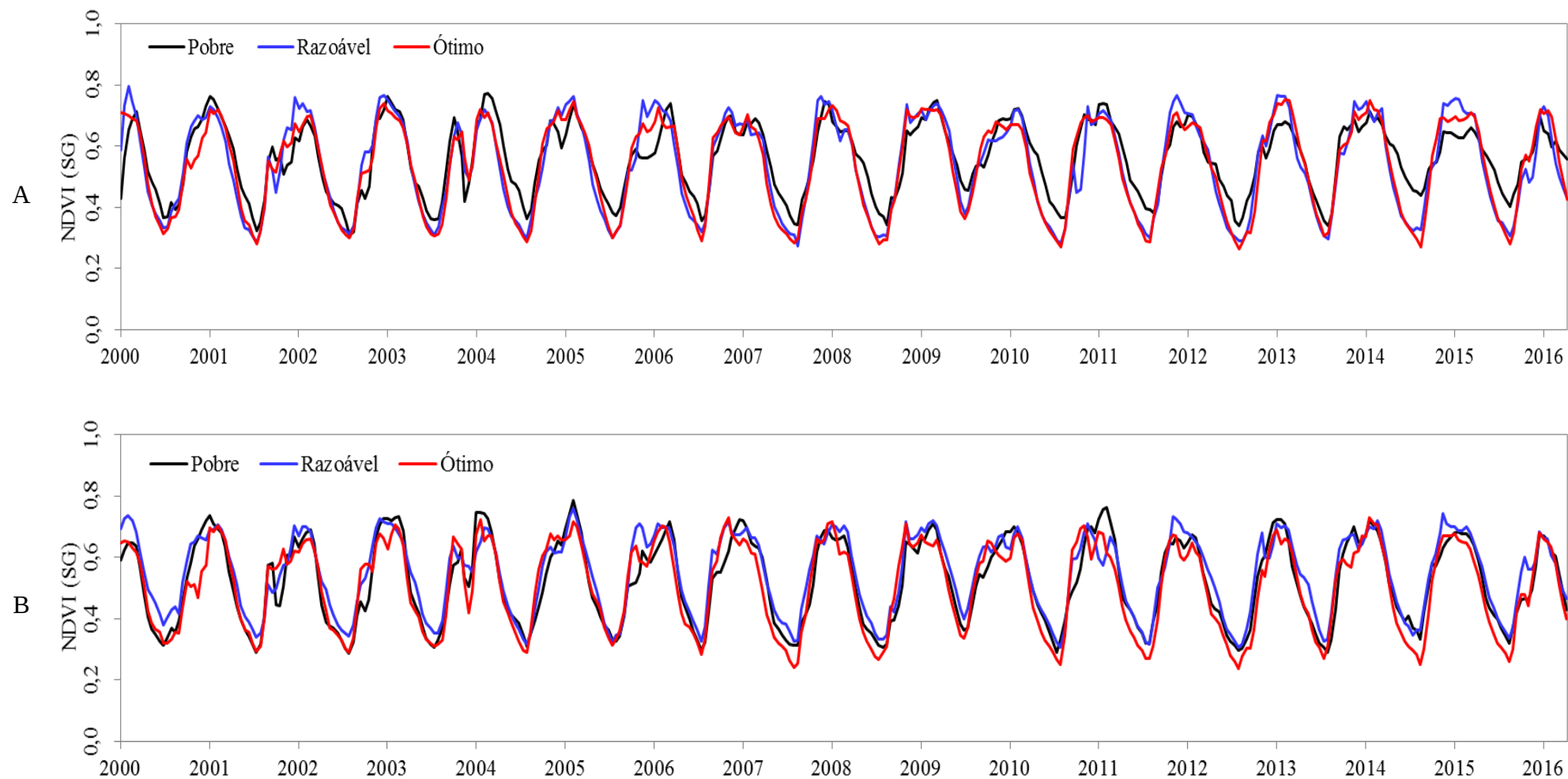


Figura 32. Média dos perfis temporais do NDVI– SG e seus respectivos estágios ótimo, razoável e pobre para as amostras de pastagens a) *B. Brizantha*, e b) *A. Gayanus*.

Conforme a série temporal dos três estágios de degradação das pastagens *B. Brizantha* mostram que os pastos que foram categorizados nos valores máximos a categoria de pastagens razoáveis apresentaram os maiores valores de NDVI de 0,72 a 0,79, seguidamente das pastagens pobres de 0,66 a 0,77, e por último as pastagens ótimas de 0,69 a 0,75 (Figura 33a). Cabe destacar que ao longo da série temporal os valores do NDVI das pastagens ótimas foram muito menores que as razoáveis, além disso, as pastagens pobres começaram a diferenciar-se substancialmente a partir do ano 2011 ao diminuir o NDVI.

É interessante perceber que os valores mínimos apresentam uma alta variação especificamente nos pastos pobres, enquanto que os pastos razoáveis e ótimos se mantiveram de forma consistente. Conforme os pastos ótimos os valores mínimos tiveram uma variação do NDVI de 0,26 a 0,36, seguido as pastagens de categoria razoável de 0,27 a 0,38, e por último, áreas de pastagens pobre de 0,31 a 0,46 (Figura 33b). Neste caso, o pasto categorizado como pobre começa desde 2003 até 2015 apresentar variação nos valores mínimos em relação das outras categorias. Essa variação ocorre também nos períodos de rebrota rápida do pasto e presença de folhas verdes.

Com relação à média dos valores, percebe-se que as qualidade razoável e média apresentam simetria e consistência ao longo da série temporal, enquanto que o pasto pobre teve variações significativas em comparação com as outras categorias. Por tanto, a variação dos valores de cada série se estabeleceram da seguinte maneira: para área de pastagens ótimas os intervalos do NDVI vão desde 0,50 a 0,60, seguido as pastagens razoáveis de 0,50 a 0,61, e por último, o pasto pobre de 0,50 a 0,61 (Figura 33c).

Os valores de amplitude analisado no período apresentaram uma variação quase que inversamente proporcional com a série de valores mínimos (Figura 33b). Como pode se observar a variação da amplitude nas pastagens ótimas e razoáveis se apresentam nos intervalos de 0,36 a 0,48 e a qualidade pobre de 0,26 a 0,44 (Figura 33d). Isso acontece, pela semelhança dos valores da amplitude com o mínimo, nos três estágios de degradação se deve à pouca variação existente nos valores máximos e alta variação nos mínimos. Cabe destacar que durante a série se observaram diferenças importantes entre as categorias razoável e ótima.

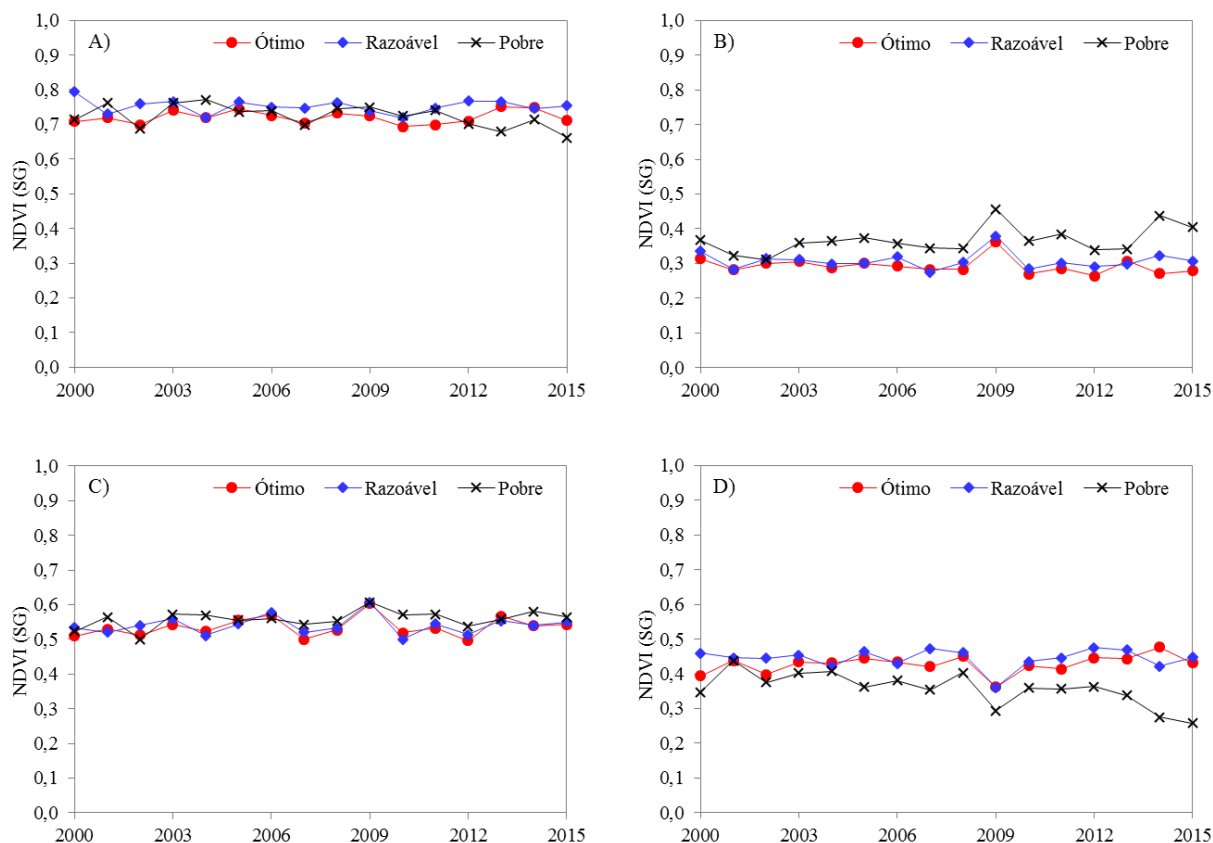


Figura 33. Métricas dos valores anuais do NDVI – SG, A) Máximo, B) Mínimo, C) Média, e D) Amplitude para os três estágios diferenciados das pastagens *B. Brizantha*.

Para a análise dos três estágios de degradação do capim *A. Gayanus* estas não apresentaram um comportamento diferenciado que permitisse a separação de classes mediante as métricas de valores máximos, mínimos, médios e amplitude. Por tanto, não pode se estabelecer uma ordem hierárquica entre as categorias de qualidade.

A Figura 34a mostra que todos os valores máximos de *A. Gayanus* oscilam entre 0,65 e 0,78, ou seja, houve uma pequena variação ao longo da série temporal analisada. Dito isso, os valores do NDVI da categoria pobre oscilaram entre 0,65 a 0,78, seguidamente a categoria razoável de 0,69 a 0,78, e por último, os pastos ótimos com intervalo de 0,65 a 0,73.

Conforme aos valores mínimos do NDVI, estes oscilam entre 0,24 a 0,40, apesar de estar muito próximo, é possível perceber que o ano 2000 até 2003 as categorias ótimas e pobres apresentaram o mesmo comportamento, enquanto que as categorias razoáveis mostraram maior resposta para esse período. Posteriormente, para o ano 2007 até 2015, foi possível observar uma hierarquia de forma clara entre categorias, pois pastos com ótimo manejo obteve valores do NDVI que oscilaram entre 0,24 a 0,34, seguido da categoria pobre de 0,29 a 0,36, e por último, a categoria razoável de 0,31 a 0,40 (Figura 34b).

Com relação à média dos valores, observa-se que existe uma hierarquia pouco significativa da categoria razoável em comparação com as outras categorias com valores de NDVI que oscilam entre 0,45 e 0,60. Dito isso, é interessante perceber que os valores da série razoável que variam de 0,52 a 0,60 se mantêm acima no período analisado, seguidamente da série pobre de 0,48 a 0,56, e por último, a série ótima com intervalos de 0,45 a 0,56 (Figura 34c). Pelo que se percebe na Figura 34d os valores de amplitude do NDVI não apresentam diferenças significativas entre as séries devido aos valores estarem próximos (0,32 a 0,48). A variação interanual da amplitude da série ótima está entre 0,33 a 0,48, seguidamente, a pobre de 0,33 a 0,46, e por último a categoria razoável entre 0,32 a 0,44.

É importante entender, que a espécie de forrageira *A. Gayanus* apresenta uma arquitetura bastante diferenciada, seja em relação ao espaçamento entre touceiras, características morfofisiológicas, manejo de pastejo diferenciado, maior cobertura do solo exposto, tipo de solo, rápido crescimento ao estímulo das primeiras chuvas, entre outras. Que dificulta a diferenciação de qualidades em uma série temporal.

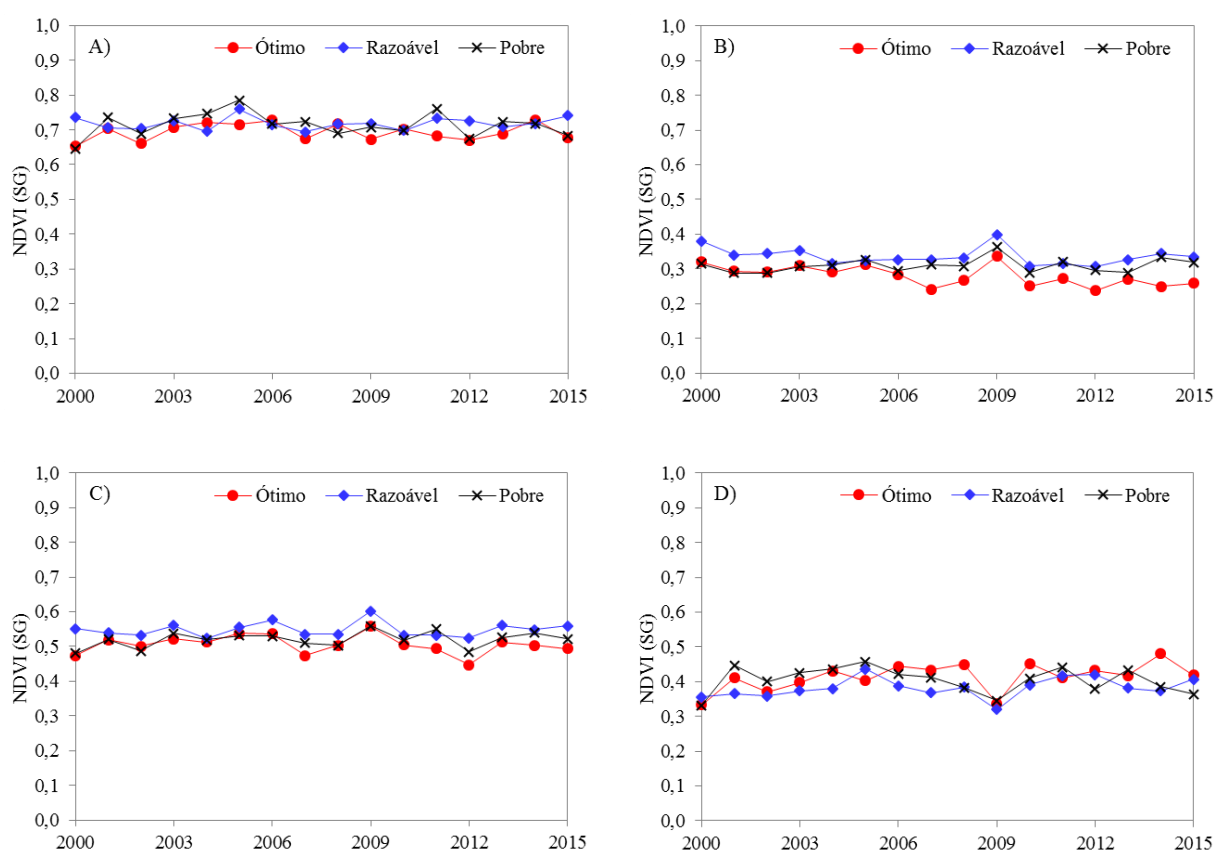


Figura 34. Valores anuais do NDVI – SG, A) Máximo, B) Mínimo, C) Média, e D) Amplitude para os três estágios diferenciados das pastagens *A. Gayanus*.

Para completar a análise anterior o uso da matriz de cor e o histograma de frequência permitem identificar parâmetros como a sazonalidade, como entender a distribuição dos pixels ao longo do período estudado. Na Figura 35 mostra a distribuição das cores de acordo com os valores do NDVI.

Ótimo	Razoável	Pobre
0,0	0,0	0,0
0,1	0,1	0,1
0,2	0,2	0,2
0,3	0,3	0,3
0,4	0,4	0,4
0,5	0,5	0,5
0,6	0,6	0,6
0,7	0,7	0,7
0,8	0,8	0,8
0,9	0,9	0,9
1,0	1,0	1,0

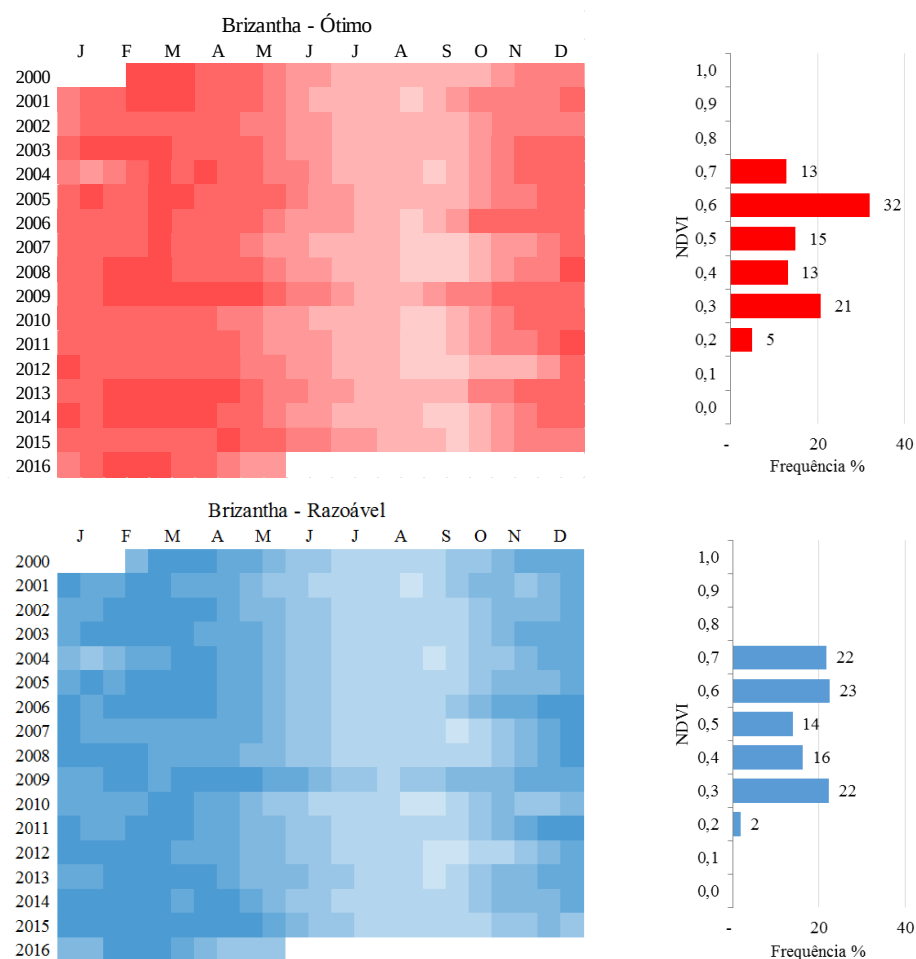
Figura 35. Escala de cor do NDVI para os estágios ótimo, razoável e pobre.

É possível perceber que os pastos apresentam uma distribuição sazonal (rebrotam e senescem) de acordo com sua qualidade e manejo (Figura 36). O grupo de pastagens que foram consideradas como ótimo demonstraram ter um comportamento de acordo ao seu ciclo biológico normal, com velocidades de rebrota e senescências muito rápidas comparadas com o pasto pobre, o que permitiu observar uma distribuição mais homogênea (menor variação) no período de alto vigor vegetativo (outubro a abril) e de baixo vigor vegetativo (junho a setembro). Essa característica é perceptível no histograma de frequência, onde os intervalos de NDVI que se encontram de 0,6 a 0,7 representam o 45% dos dados para esse conjunto de pixels e estão intimamente relacionados ao período de chuvas que começa em outubro e termina em abril, seguidamente entre o período de transição (rebrotam e senescem) valores de NDVI entre 0,4 a 0,5 (28%), e por último, período seco, valores entre 0,2 a 0,3 (26%).

As pastagens razoáveis apresentaram um comportamento fenológico similar às pastagens ótimas, com períodos de alto e baixo vigor vegetativo. Além disso, na matriz se observa uma maior variação na distribuição dos dados facilmente para diferenciar em período de alto vigor vegetativo da forrageira. Por outro lado, no histograma de frequência (pasto razoável) se observa dois períodos com intervalos claramente definidos, onde o intervalo de NDVI de 0,6 a 0,7 correspondem ao 45% da frequência dos dados, em comparação com o grupo de pastagens ótimas, existe um diferencial maior no período de alto vigor vegetativo, onde a frequência dos pixels com valores de 0,7 aumentou significativamente em 9% e diminuiu a

mesma porcentagem para o intervalo de 0,6 (Figura 36). Essas evidências são o resultado da presença de plantas invasoras típicas em pastos com degradação agrônômica.

Nas pastagens pobres percebe-se alta variação na distribuição dos valores de NDVI de acordo com os períodos altos e baixos de vigor vegetativo. O tempo de senescência para este tipo de pasto é mais lento em comparação com as outras categorias de pastagem, ocasionado pela baixa disposição de lâmina foliar ao longo do período de máximo vigor vegetativo e de transição e pequenas rebrotas verdes em períodos secos. No histograma se observa claramente que o pasto não leva um padrão sazonal comum, com períodos sazonais mais claramente definidos, demonstrando um sintoma de uma pastagem com degradação biológica, esse comportamento pode levar a falsas interpretações de qualidade das pastagens em períodos secos. A frequência dos valores de NDVI com valores de 0,3 correspondente ao baixo vigor vegetativo da forrageira, representando 10% dos dados, seguidamente o período de transição de 0,4 a 0,5 (46%), e por último, o intervalo de alto vigor vegetativo variando entre 0,6 a 0,7 (43%) (Figura 36).



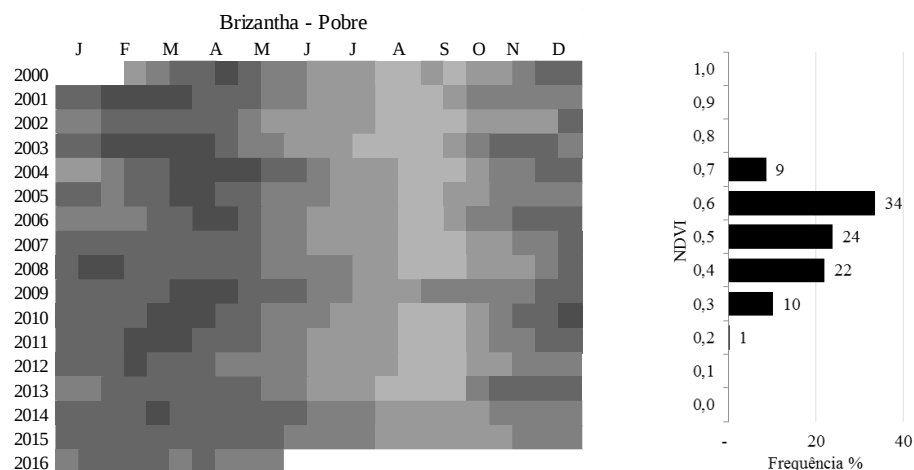


Figura 36. Matriz de frequência entre o ano 2000 a 2016 do NDVI – SG para os estágios ótimos, razoável e pobre das pastagens *B. Brizantha*.

A resposta do NDVI nos pastos de *B. Brizantha* com determinada produção de lâminas foliares secas tem uma relevância altamente significativa na qualidade das pastagens. O alto índice de vegetação no período chuvoso indica uma ótima gestão do pastejo e alta biomassa permitindo fechar o dossel evitando que a radiação chegue ao solo e que outras plantas invasoras por competição à luz cresçam. Entretanto, no período seco a alta produção de biomassa contribui tanto na incorporação da matéria seca (nutrientes), como também na regulação e manutenção da umidade no solo, mostrando um índice de vegetação baixo que demonstra o manejo adequado da pastagem.

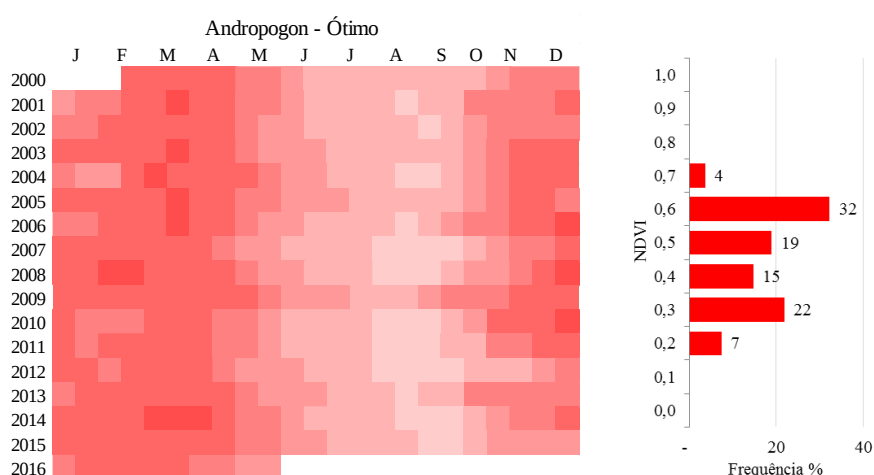
Na matriz de cor podem ser identificados vários aspectos e acontecimentos que tiveram lugar ao longo da série temporal. Por exemplo, anos como o 2009 mostram que o NDVI se estendeu ao longo desde ano, produto das chuvas que se prolongaram até meados de junho, com um período seco de três meses aproximadamente e voltaram as chuvas em setembro. Esse comportamento é identificado em ambas forrageiras analisadas.

Conforme à matriz de cor e distribuição de frequência de NDVI para as diferentes qualidades de pastagens *A. Gayanus* pode se observar que o comportamento fenológico de máximo vigor vegetativo começa entre outubro a abril e o baixo vigor de junho a setembro, associadas às estações de chuvas e de seca, respectivamente (Figura 37). Por outro lado, a diferenciação visual das três matrizes é muito similar, mostrando aparentemente a mesma distribuição de valores de NDVI, o qual só fica mais fácil de separar quando se analisa o histograma de frequência relativa. As pastagens com ótimo manejo mostram claramente um período de máximo vigor vegetativo (NDVI entre 0,6 (32%) a 0,7 (4%), seguido por um período

de transição (NDVI entre 0,4 (15%) a 0,5 (19%)) e, por último, de baixo vigor vegetativo (NDVI de 0,2 (7%) a 0,3 (22%)).

Conforme à categoria de pastos razoáveis percebe-se que eventualmente apresentam um comportamento similar às pastagens de categoria ótima, no entanto, os valores de NDVI para o período de máximo vigor vegetativo de 0,6 a 0,7 a frequência aumentou 9% em comparação com a categoria ótima, mais especificamente no intervalo de NDVI de 0,7 o qual subiu 6%. Seguidamente, no período de transição o comportamento da forrageira com respeito ao NDVI de 0,4 (18%) a 0,5 (18%) apresentaram uma frequência do 36%, e por último, em período de baixo vigor vegetativo de intervalo de NDVI de 0,2 a 0,3 é baixa 19% em comparação com a categoria ótima para o mesmo intervalo (Figura 37). O aumento da frequência do NDVI em intervalos de 0,3 pode estar relacionado ao solo e a biomassa seca.

É interessante analisar na matriz de cor que a categoria de pastagens classificadas como pobre, ou como as outras categorias, apresentam estações bem definidas ao longo dos 15 anos analisados. Para o período do máximo vigor vegetativo da categoria pobre que se encontram no intervalo de NDVI de 0,6 a 0,7, representando 38% da distribuição dos valores na série analisada, seguido pelo período de transição, cujo o intervalo de NDVI varia entre 0,4 a 0,5 (36%), e do período de baixo vigor vegetativo com intervalos de NDVI de 0,2 a 0,3 (25%) (Figura 37). De forma geral, as pastagens formadas com o capim *A. Gayanus* que possuem algum nível de degradação, seja agrônômica e/ou biológica, e valores de NDVI de 0,7 com maior frequência, pode ser explicado pela presença de plantas invasoras de tipo arbustiva.



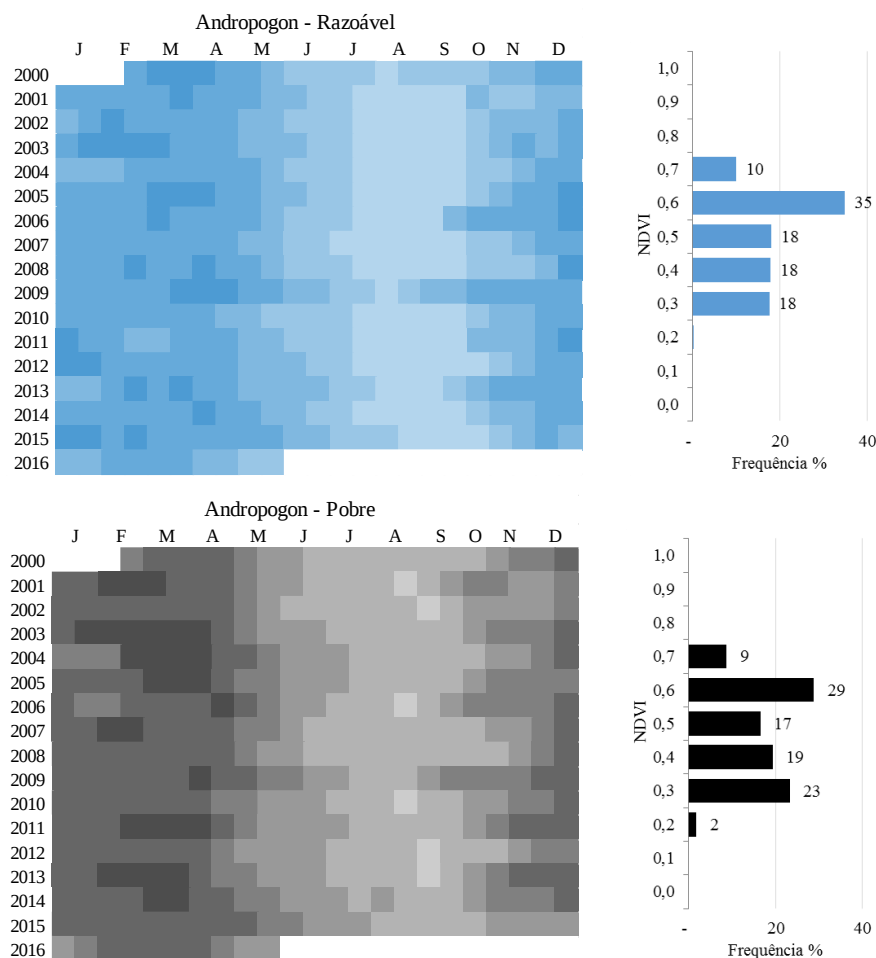


Figura 37. Matriz de frequência entre o ano 2000 a 2016 do NDVI – SG para os estágios ótimos, razoável e pobre das pastagens *A. Gayanus*.

6.2.2. Análise de tendência das áreas de pastagens *B. Brizantha* e *A. Gayanus* de condições diferenciadas

Os eventos meteorológicos como o El Niño e La Niña são os principais responsáveis do comportamento da dinâmica principalmente da temperatura e a precipitação. Segundo os dados da Oceanic Nino Index (ONI) durante o período de 2000 até o 2015 o El Niño teve três períodos moderados de calor entre os anos 2002 – 03, 2009 – 10 e 2015; como também três períodos de eventos fracos entre os anos 2004 – 05, 2006 – 07 e 2012. Seguidamente, a La Niña teve três períodos moderados de muita chuva entre os anos 1999 – 00, 2007 – 08 e 2010 – 11; e um período fraco no ano 2006.

Ao comparar o efeito de El Niño com os dados de temperatura da microrregião de SMA, observa-se que os picos de temperatura mais alto da microrregião coincidem com os anos onde o evento de El Niño foi mais intenso. Ao longo do período analisado o ano 2010 foi o mais

quente, tanto que, esse período foi caracterizado por apresentar as maiores áreas queimadas já registradas no Brasil (ARAÚJO et al., 2012). Além disso, durante o período se tem registrado um aumento da temperatura média anual entorno de $\pm 1,5$ °C (Figura 38), muito possivelmente ocasionado pelas mudanças do uso e ocupação do solo do Cerrado.

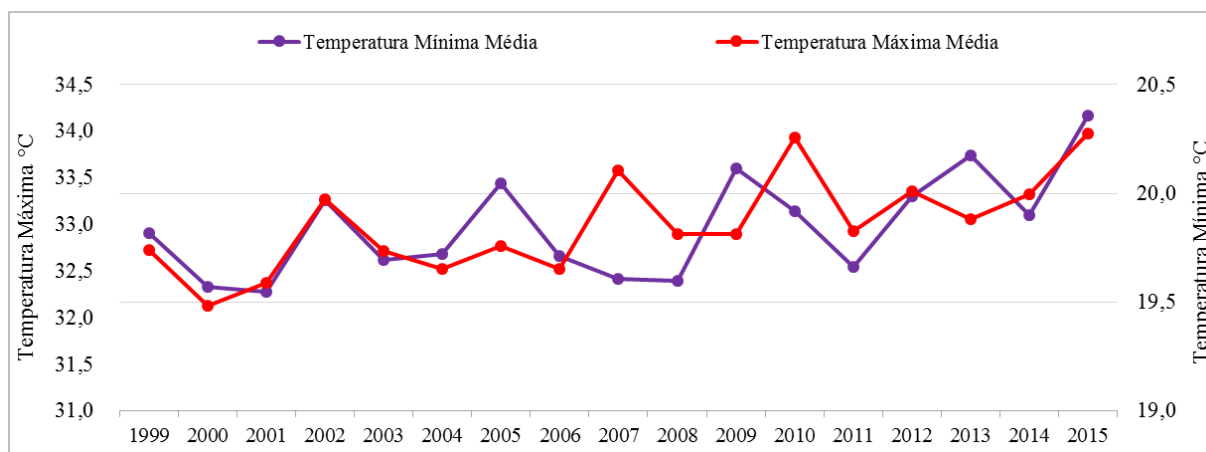


Figura 38. Comportamento da temperatura máxima e mínima média anual (°C) da região noroeste do Estado de Goiás.

Ao comparar o efeito de La Niña com os valores da estação meteorológica da microrregião se percebe uma leve coincidência do evento na distribuição média anual da precipitação. Não obstante, os períodos com menos chuvas na microrregião foi o ano 2002, 2007, 2010 e 2015, a diferencia dos anos com maior precipitação que foi o ano 2000, 2004, 2009 e 2013 (Figura 39).

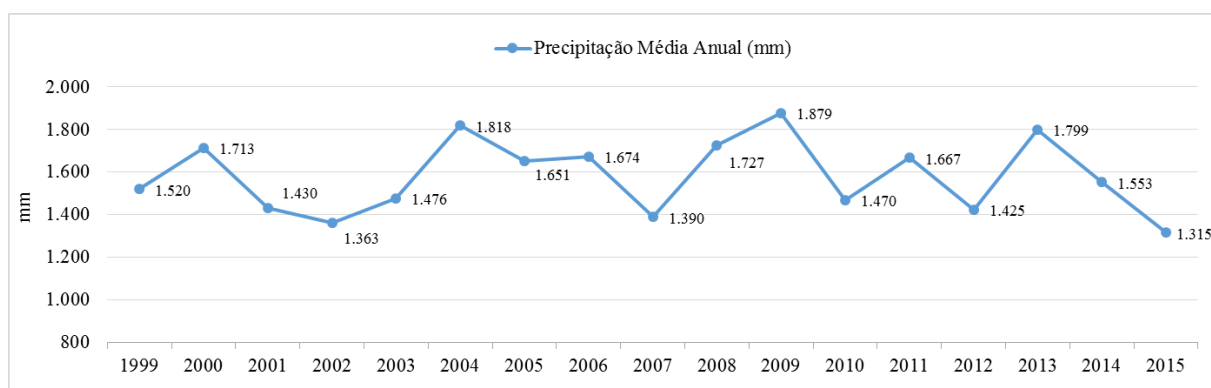


Figura 39. Comportamento da precipitação média anual (mm) da região noroeste do estado de Goiás.

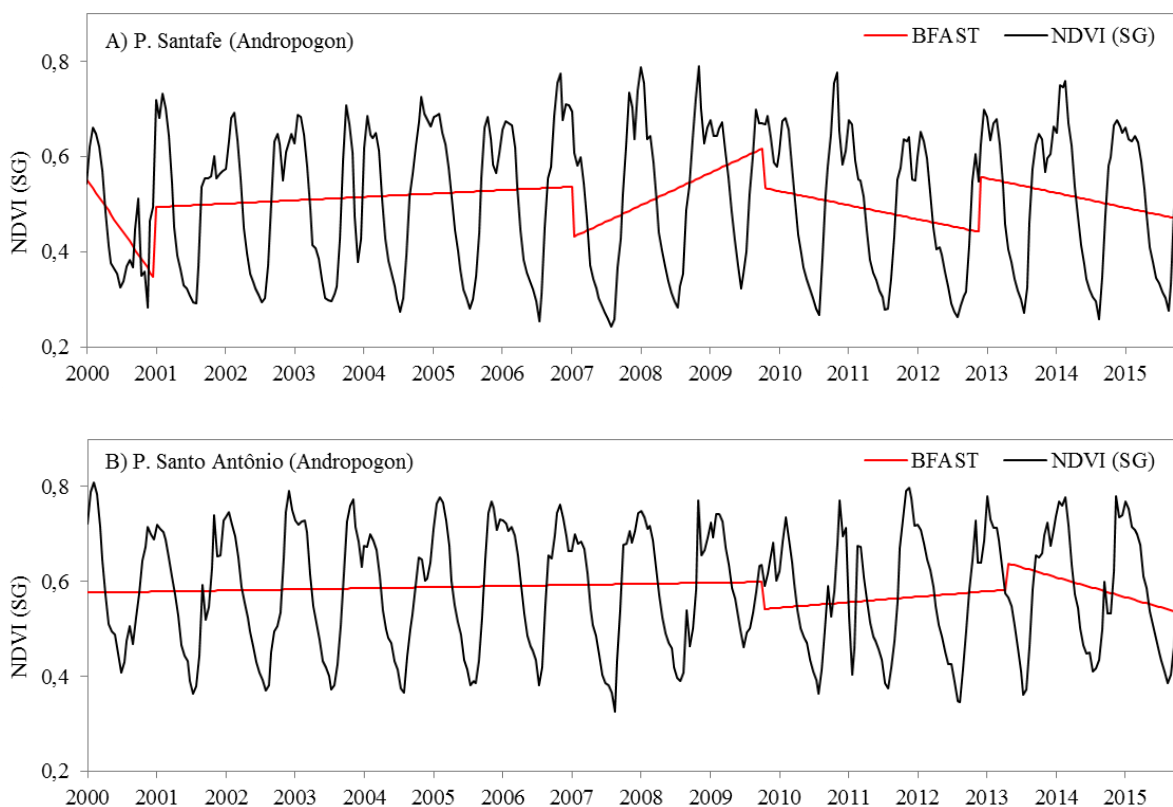
A informação climática é extremamente importante para poder entender quanto é o efeito do clima na mudança e tendência das pastagens tropicais.

De tal maneira, que a análise de tendência dos resultados está mostrando que existe uma notável relação entre os Break Points e os fatores climáticos. Anos como 2004, 2007, 2010 e 2013 demonstram as mudanças e demarcam uma tendência no comportamento nos dois tipos de capim (Figura 40 e 41).

Para o ano 2010 observa-se uma quebra negativa nas pastagens manejo ótimo e razoável dos dois tipos de capim, produto das altas temperatura e diminuição das precipitações. No caso contrário dos pastos com pobre manejo onde não teve quebra dado que foram mais sensíveis ao aumento das precipitações do ano 2009, que à seca do ano seguinte. Posteriormente até finais do mês de setembro do ano 2013, mostrou uma tendência na queda para todas as áreas de pastagens.

Posteriormente, para o ano 2013 observa-se uma quebra positiva em todas pastagens produto do aumento das chuvas. Posteriormente até o 2016, evidencia-se uma tendência na queda mesmo pela diminuição das chuvas para o mesmo período.

A intensidade na queda varia muito das condições de manejo de cada pastagem. Tal como se mostra na Figura 40, as áreas de pastagem A. *Gyanus* da propriedade A) considerada de ótimo manejo foi muito mais sensível às mudanças onde o do efeito de El Niño teve presença; a propriedade B) considerada razoável foi sensível aos eventos extremos de El Niño; e a propriedade C) considerada como pobre só teve mudanças significativas por causa de La Niña.



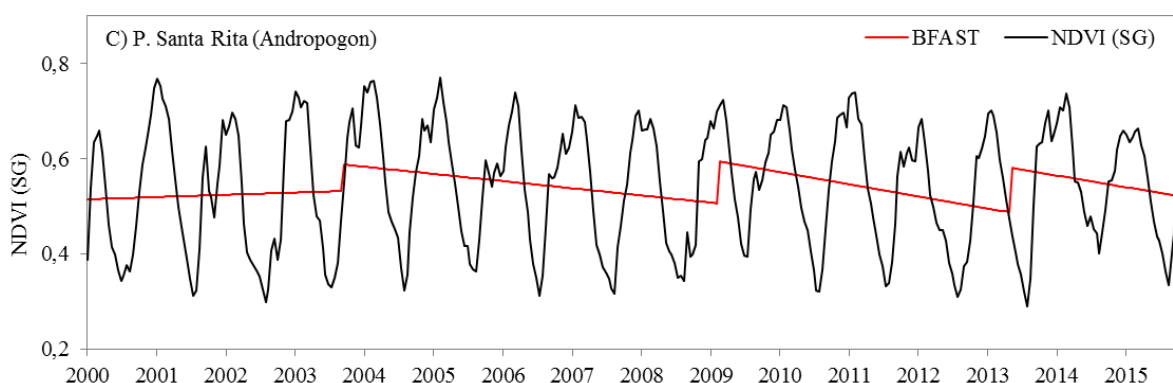
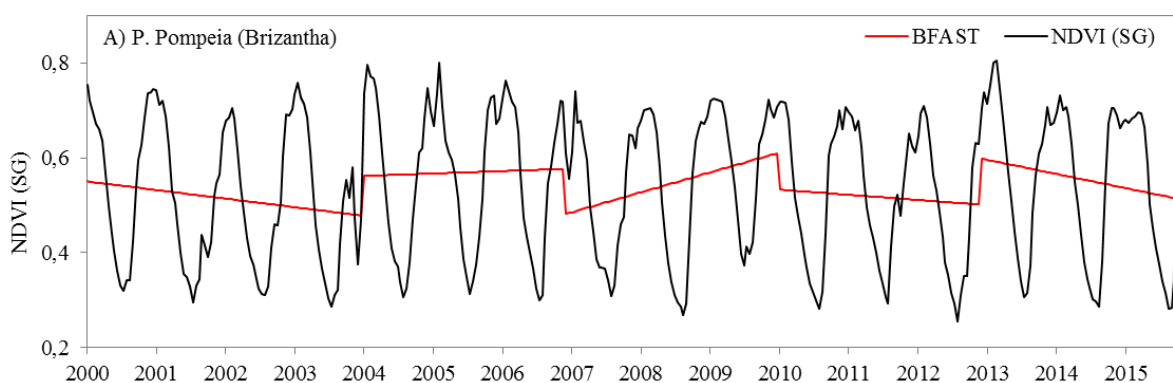


Figura 40. Série temporal e BFAST dos três tipos de manejo ótimo (A), razoável (B, D) e pobre (C) das pastagens *A. Gayanus*.

A análise de tendências para os diferentes estágios de degradação das áreas de pastagens *B. Brizantha* podem ser observada na Figura 41. Particularmente, as categorias de manejo ótimas e razoáveis, foram mais sensíveis principalmente ao aumento da temperatura como também da falta de precipitação, caso contrário acontece com as pastagens pobres que são mais sensíveis às chuvas. Tal é o caso que para o ano 2007, que teve uma quebra negativa para as pastagens de categoria de manejo ótimo e razoável, com exceção da pobre, e uma tendência positiva até o mês de setembro do ano 2010 com a presença de El Niño.

É importante ressaltar que o dado orbital MOD13Q1 é menos sensível para a identificação de quebras associadas ao manejo de pastagens. Não obstante, tanto o tipo de manejo (intensivo ou extensivo) como a qualidade das suas pastagens pode influir na aparição de quebras como também de tendências abruptas ou suavizadas.



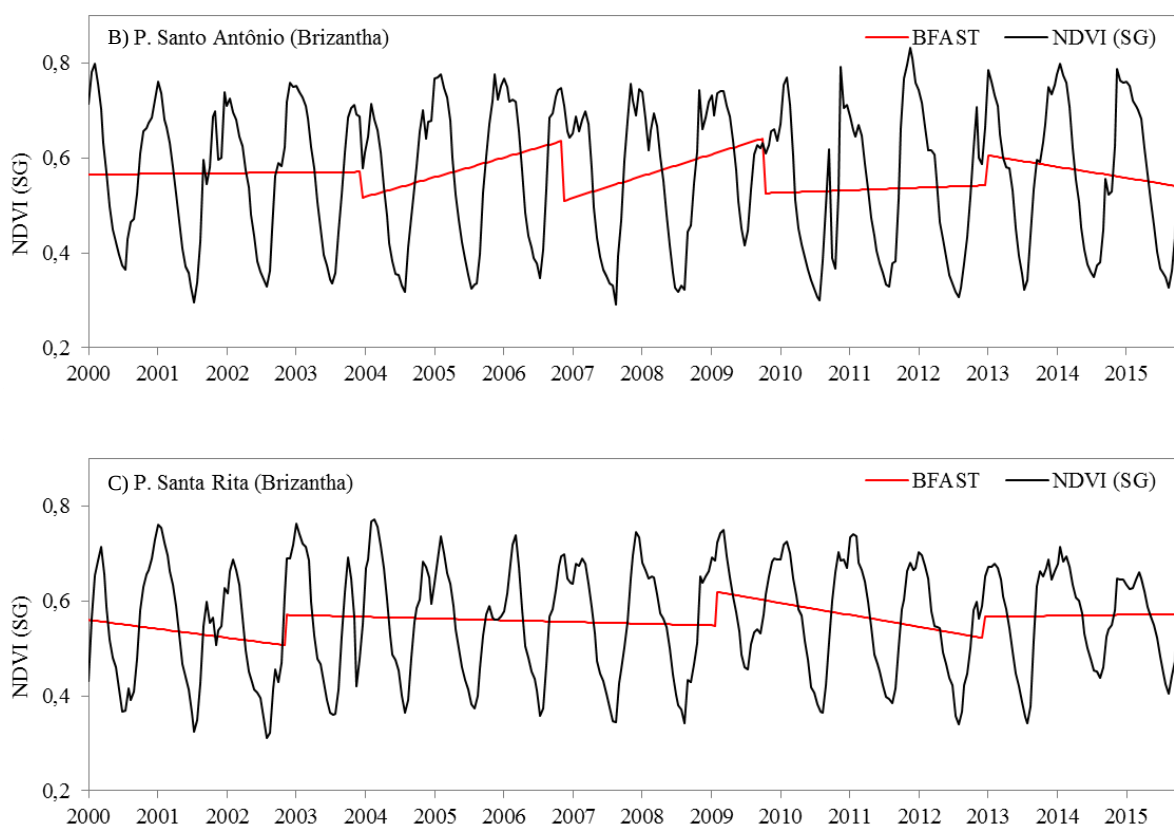


Figura 41. Série temporal e BFAST dos três tipos de manejo ótimo (A, B), razoável (C) e pobre (D) das pastagens *B. Brizantha*.

7. DISCUSSÃO

Evidentemente existe uma intensificação na pecuária da microrregião de São Miguel do Araguaia com o aumento do efetivo bovino, enquanto que suas áreas de pastagens estão diminuindo de forma considerável. Rudorff et al. (2015) apontam que na região do Cerrado cerca de 5,6 milhões de hectares foram transformadas para o cultivo da soja. Essa diminuição está associada à expansão de agricultura na região, como no município de Bonópolis (vizinho à São Miguel do Araguaia), onde são cultivados 10.000 ha de soja, ou pela dinâmica dos sistemas de integração, tais como lavoura-pecuária ou lavoura-pecuária-floresta, conseguindo incrementar a produtividade do rebanho nos últimos anos na região.

Não existe um consenso sobre o tipo de manejo com a perda de produtividade e a qualidade da pastagem (AMORIM et al., 2013). Estas se encontram em uma profunda dependência da tomada de decisão entre a taxa de lotação, tempo do animal na área, a categoria do animal, a forrageira cultivada, entre outras, ou seja, dado que existem n variáveis que podem influenciar no momento de atingir os objetivos que se estabelecem nestas unidades produtivas

independentemente dos métodos comuns. Dessa forma, se faz necessário o método de gestão de pastagem, o qual está sendo amplamente debatido nos últimos anos (ROSA, 2015).

As análises sobre os dados de campo mostram que a gestão do pastejo (Tabela 5) está muito relacionado com a qualidade das pastagens. Dentro de cada categoria existem variáveis que podem explicar a qualidade dos pastos, dentre esses encontra-se o manejo do recurso humano mediante o nível de escolaridade e a contratação de um número maior de trabalhadores para realizar diversas funções na propriedade; como também a visão a respeito sobre o agronegócio a qual demanda. Os dados mostram que nas propriedades com manejo ótimo existem em média 22 trabalhadores, enquanto nas razoáveis e pobre entorno de 2. O que marca a diferença dessas últimas categorias é a formação do gerente, além do nível de renda. Uma pesquisa realizada por ISMAR (2015) para as mesorregiões do Estado de Goiás demonstra que o baixo nível de instrução dos produtores ou administradores dos estabelecimentos podem levar a decisões erradas no manejo, afetando a produtividade do pasto e do rebanho.

Com base nas diversas variações e estágios das pastagens nas diferentes regiões e biomas tropicais do Brasil, Dias-Filho (2011) propõe uma classificação de pastagens com quatro parâmetros limitantes facilmente observáveis que indicam a perda da capacidade de suporte da pastagem. Nessa classificação, a forma de estimar os parâmetros pode ajustar-se em decorrência das características locais de clima e de solo (DIAS-FILHO, 2011). Por tanto para a microrregião de São Miguel do Araguaia, de acordo a suas características se estabeleceram três categorias de qualidade de pastagem ótimo, razoável e pobre, foram separadas de acordo aos parâmetros limitantes presentes na caracterização desses pastos. O problema de aplicar uma metodologia já estabelecida é que as classificações não têm caracterizações de pastos em ótimas qualidades e apresentam uma série de parâmetros limitantes que podem ser agrupados para melhorar as estimativas de obtenção de dados e poder classificar melhor as condições dos pastos.

A homogeneidade dos pastos é um indicador que representa a boa gestão da pastagem (ZANINE et al., 2006), e que também pode reduzir os efeitos negativos causados pelo solo na coleta de dados de espectrometria (FRANCO et al., 2003). No entanto, os resultados das categorias razoável e ótima mostram que a variação na homogeneidade não foi um indicador que ajudasse a diferenciar.

Os resultados obtidos do cálculo da porcentagem de área verde mostraram não ser efetivos como indicador para separar qualidades de pastos em época seca. Apesar que neste trabalho não se correlacionaram as variáveis (índices) entre categorias (ótima, razoável e

pobre), pode se observar que não existe um padrão para correlacionar os índices de vegetação com a porcentagem de área verde. Para este caso não teve relação nenhuma o indicador com a categoria de ambas forrageiras, tanto que as pastagens consideradas como pobre tiveram maior porcentagem de cobertura de verde que as outras categorias em relação ao capim *B. Brizantha* (Tabela 7 e Figura 30). Cabe ressaltar que, no dia da amostragem do pasto com baixa produtividade foi identificado o processo de rebrota, o que demonstra fraqueza do indicador, e que pela qual, deve-se considerar uma análise tendo em conta seu ciclo fenológico.

Pela praticidade, a análise da altura faz com que seja uma ferramenta importante dentro da gestão da pastagem, portanto, significa exercer controle e monitoramento de saída e entrada do animal ao pastejo (CÂNDIDO, 2002; PEDREIRA, 2015; ROSA, 2015). Como mostra-se na Figura 27 a categoria de pastagem *B. Brizantha* considerada como pobre, revela que 50% apresentam o superpastejo. Conforme as outras categorias, em especial a de manejo ótimo, apresentaram alta variação devido a não diferenciação na categoria em relação ao tipo de sistema rotativo, tanto que, 50% apresentaram subpastejo. Ao ter um sistema rotativo intensivo, o aproveitamento e a exigência do pasto é muito maior, enquanto que na categoria de manejo razoável a heterogeneidade do pasto é maior, pois o desvio padrão foi maior nessa categoria (Tabela 7).

Para os pastos de *A. Gayanus*, o método de medição de altura não se ajustou muito bem. Por isso, não foi possível separar as qualidades do manejo. Em comparação com a medição nas categorias de *B. Brizantha* conseguiu ajustar-se melhor.

O uso de imagens sucessivas ou série temporal de resolução moderada como MODIS 13Q1, permitem estabelecer padrões em pastos com estágios de degradação diferenciada, em particular, em pastagens com qualidade pobre. Os dados consideram que não existem diferenças entre as categorias ótima e razoável das pastagens de *B. Brizantha*, possivelmente pela mesma resolução do sensor que tende a homogeneizar uma boa proporção de área obviando parâmetros biofísicos como a presença de plantas invasoras.

Tal como se mostra na Figura 32a sobre a qualidade das pastagens *B. Brizantha*, rapidamente pode-se perceber que foi possível demonstrar processos de degradação nas pastagens tropicais em função do manejo inadequado. Percebe-se que reformas inadequadas do solo (reposição de nutrientes), junto com a mesma lotação do rebanho bovino, leva a respostas diferenciadas no NDVI das pastagens. No caso do pasto pobre a resposta vai ser uma pastagem cada vez produzindo menos biomassa.

No contexto geral a gestão do pastejo na maior parte dos estabelecimentos visitados da microrregião de São Miguel do Araguaia, poucos utilizam de forma adequada o fundamento biológico das forrageiras, tais como a velocidade de crescimento para indicar a entrada ou saída do animal em pastejo, indicando uma nova abordagem de manejo do pastoreio (PEDREIRA, 2015). Para a microrregião, o capim *A. Gayanus* é amplamente utilizado a começo e durante a estação chuvosa, pois apresenta uma maior rebrota e volumoso considerado por seu alto teor de fibra e baixo valor energético disponível no pasto, aumentando a taxa de lotação média, em comparação à espécie *B. Brizantha*. Após o rebanho é retirado para ser colocado nos pastos de *B. Brizantha*, cuja produção da biomassa é alta entre as estações do verão e outono, aumentando a taxa de lotação, enquanto no período seco (inverno – quente e seco/baixa umidade relativa do ar) a taxa lotação diminui, sendo necessário a utilização de suplementos proteicos para complementar a nutrição diária. Esta análise é bem interessante porque permite entender um pouco mais sobre a dinâmica da paisagem em relação ao potencial produtivo do pasto na microrregião.

O produto MOD13Q1 não foi capaz de detectar padrões no fator como o tipo de manejo do pastejo (superpastejo ou subpastejo), relacionados com a o tempo e intensificação da desfolhação. Por outro lado, a análise dos parâmetros sazonais indica que as pastagens *B. Brizantha* e *A. Gayanus* são consistentes à dinâmica climática, mais especificamente a distribuição da precipitação média mensal (Figura 42). Por outro lado, não existem diferenças significativas de NDVI entre as duas espécies de pastagens ao longo da estação, pois a variação, entre o período de crescimento e de senescência, foi entorno do $\pm 2\%$, aproximadamente, enquanto para os anos extremos devido à presença forte de El Niño e La Niña, a variação foi entorno de $\pm 5\%$.

A precipitação na microrregião de São Miguel do Araguaia atinge os máximos valores no mês de janeiro e os mínimos entre os meses de julho e agosto. Por outro lado, os mínimos valores de NDVI correspondem aos meses de agosto e setembro para ambos tipos de capim. Percebe-se, que existe um deslocamento de um mês ao respeito do máximo pico de precipitação com o NDVI, dado que os máximos picos de vigor vegetativo para ambas espécies de capim acontecem para os meses de fevereiro e março. Essa análise se assemelha com os dados alcançados por Arantes et al. (2016), ao demonstrar que as anomalias climáticas têm a capacidades de deslocar os períodos de crescimento e senescência em até um mês em culturas como pastagens.

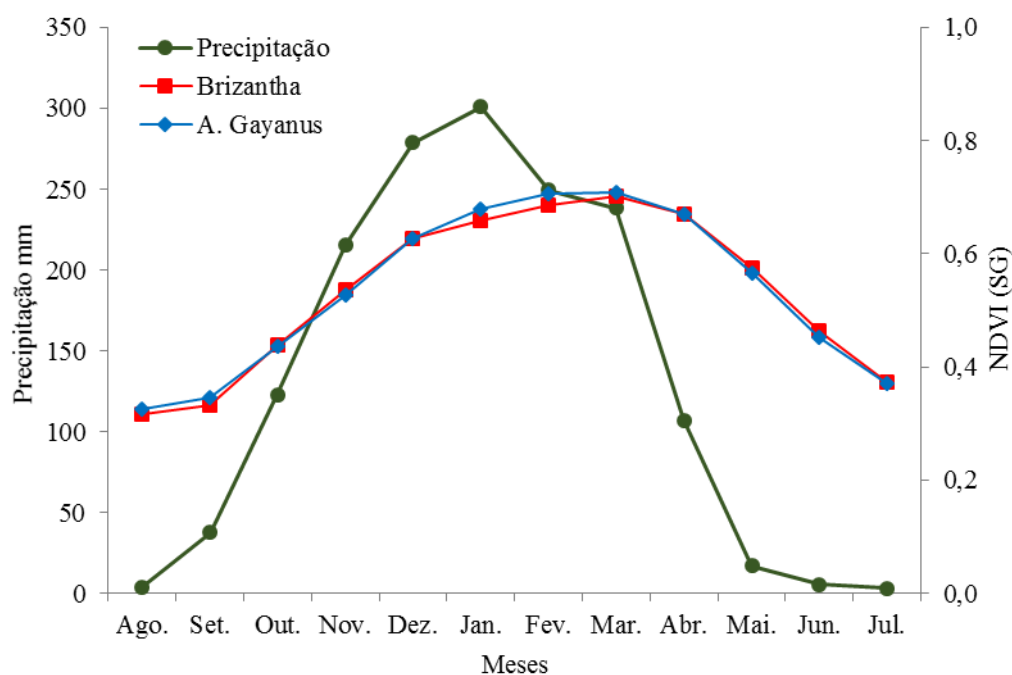


Figura 42. Distribuição da precipitação média mensal e NDVI (SG) mensal correspondente aos anos de 2000 até 2015 para as pastagens de *B. Brizantha* e *A. Gayanus*.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os avanços tecnológicos, científicos e legislação no âmbito ambiental e sanitário, a microrregião de São Miguel do Araguaia encontra-se na posição ideal para realizar uma pecuária mais sustentável, atendendo o social, o econômico e o ambiental. A sua caracterização fisiográfica mostra um baixo custo de oportunidade em relação ao patamar tecnológico (recursos físicos e econômicos) das pastagens, a qual é relativamente baixo em comparação com outro tipo de atividades como a agricultura que exige um alto patamar tecnológico para seu desenvolvimento.

De acordo a informação censitária levantada e dados de campos foram muito úteis para compreender que parte da intensificação pecuária existente na microrregião depende de certa forma da boa gestão dos recursos existente no sistema de produção, particularmente, do recurso pasto que é a base do alimento do rebanho bovino. Por outro lado, os gerentes dos estabelecimentos categorizados como ótimos, ao possuir um nível entendimento sobre as demandas fenológicas do pasto e os hábitos alimentícios do animal, o risco por degradação diminui.

A gestão das pastagens na microrregião de São Miguel do Araguaia pode se considerar como moderada. Evidenciou-se que a maioria das áreas de pastagens percorridas durante a campanha de campo estão em processo de degradação alta para ambos cultivares de capim. Isto deve-se a que o grande pecuarista (possuidor do 95% do espaço rural na microrregião) possui as condições tecnológicas para otimizar os recursos do sistema de produção contribuindo para a manutenção em boas condições do pasto. Por outro lado, segundo os dados do Censo Agrário do 2006 as pequenas propriedades não apresentam controle sobre o manejo dos pastos e por serem menos de 5% do espaço rural, estas não são representativas dentro do padrão microrregional.

O trabalho de campo realizado na microrregião durante a estação seca permitiu identificar diferentes níveis de degradação. Os manejos realizados nas propriedades visitadas são diferenciados entre os três níveis categorizados devido as condições ambientais de suporte dos pastos, tais com os fatores de disponibilidade hídrica (precipitação pluviométrica ou irrigação), solo (correção/adubação), forrageira (capacidade de produtividade), quantidade de animais e área disponível.

Os diferentes níveis de degradação são perceptíveis durante a campanha de campo, enquanto a análise utilizando as séries temporais MODIS (MOD13Q1), a diferenciação se torna complexa devido a resolução espacial do sensor (i.e., área mínima imageada de 6,25 ha), inconsistência temporal (falta de dados, presença de nuvens, etc.), e a alta variabilidade espacial, em relação a paisagem dos diferentes níveis de degradação. Esta complexidade é maior para as áreas de *Andropogon Gayanus* onde não foi possível separar as categorias no domínio temporal (série temporal) com a aplicação de métricas, apesar de ter diferenças relevantes a escala de paisagem. No caso da *Brachiaria Brizantha* foi possível separar a categoria pobre no domínio temporal das outras categorias, enquanto as áreas de pastagens ótimas e razoáveis apresentaram comportamentos similares.

A análise das características sazonais permitiram evidenciar a alta correlação da produtividade dos pastos com o início e o fim da estação chuvosa, sendo a precipitação fator determinante para identificação dos diferentes níveis de degradação via séries temporais de dados orbitais e índices espectrais, como o NDVI (sensível ao verdor da vegetação).

O uso de veículos área não tripulados (VANT) podem converter-se em uma ótima ferramenta de gestão da unidade pecuária, particularmente, para diagnosticar as áreas de pastagens degradadas ou que se encontram em processo de degradação. O uso de imagens panorâmicas de alta resolução espacial pode permitir à geração de indicadores mediante a

identificação e quantificação de espécies invasoras dentro de uma unidade produtiva de pastagens, como também a identificação de cupinzeiros, processos erosivos, presença de solo exposto, diminuição de biomassa, focos de propagação de insetos-pragas, entre outros.

A quantificação do efeito de cada degradação, seja agronômica e biológica, mediante a utilização de VANTs, irá trazer aportes significativos para os pecuaristas, como também para as análises pecuárias que utilizam o sensoriamento remoto para diferenciarem os níveis de degradação das pastagens, os quais contribuíram para fornecer informação necessária para validar os produtos provenientes tanto da interpretação das imagens de satélites como da avaliação dos seus produtos.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, R.; PEROZO, D. **Aspectos morfológicos relacionados al manejo del pastoreo. En manejo de pastos y forrajes tropicales.** Cuadernos científicos Girarz 13. Perozo Bravo A. (ed). Fundación Girarz. Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela, 2013.

AGUIAR, D. **Séries temporais de imagens modis para avaliação de pastagens tropicais.** Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos, 2013.

AHAMED, T. et al. A review of remote sensing methods for biomass feedstock production. **Biomass and Bioenergy**, v. 35, n. 7, p. 2455–2469, 2011.

ALMEIDA, L. DE et al. Hidrogeologia do Estado de Goiás e Distrito Federal. **Série Geologia e Mineração**, v. 1, p. 236, 2006.

AMÉZQUITA, M. C. et al. Carbon sequestration in pasture and silvo-pastoral systems under conservation management in four ecosystems of tropical America. **FAO/CTIC Conservation Agriculture Carbon Offset Consultation (2008). Proceedings**, p. 1–11, 2008.

ANDRADE, R. G. et al. Uso de técnicas de sensoriamento remoto na detecção de processos de degradação de pastagens. **Engenharia na agricultura**, p. 234–243, 2013a.

ANDRADE, R. G. et al. Indicativo de degradação de pastagens a partir de dados Spot Vegetation. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, p. 6917–6922, 2013b.

ANDRADE, R. G.; LEIVAS, J. F.; GOMES, D. Avaliação de diferentes tipos de manejo de pastagem natural utilizando valores de reflectância coletados com espectrorradiômetro. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE**, p. 6917–6922, 2013.

VAN SCHAIK, A. Establishment and adoption of brachiaria Brizantha/Arachis Pintoii associations in the atlantic zone of Costa Rica. **The atlantic zone programm**. Costa Rica, 1992, v. 42 p, 60.

AQUINO, A. M. DE; CORREIA, M. E. F.; ALVES, M. V. Diversidade da Macrofauna Edáfica no Brasil. BiodiversidadeA. UFLA ed. Lavras. 2008, p. 143–170.

ARANTES, A. E.; FERREIRA, L.; COE, M. The seasonal carbon and water balances of the Cerrado environment of Brazil: Past, present, and future influences of land cover and land use. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 117, p. 66–78, 2016.

ARRAIS, TADEU ALENCAR. **A produção do território goiano: economia, urbanização, metropolização**. 2. ed. Goiânia: UFG, p. 168, 2016.

BARBOSA, E. et al. Análise da distribuição espaço-temporal das pastagens cultivadas no bioma Cerrado entre 1970 e 2006. **Revista IDEAS**, v. 7, n. 1, p. 174–209, 2013.

BARREIRA, C. C. M. A. **Região da estrada do boi: usos e abusos da natureza**. Goiânia: Cegraf, 1997

BATISTA, L. A. R.; GODOY, R. Baetí - EMBRAPA 23, uma nova cultivar do capim-andropogon (Andropogon Gayanus Kunth). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 24, p. 204 – 213, 1995.

BODDEY, R. M. et al. Nitrogen cycling in Brachiaria pastures: The key to understanding the process of pasture decline. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 103, n. 2, p. 389–403, 2004.

BOOTH, D. T.; COX, S. E. Art to science: tools for greater objectivity in resource monitoring. **Society for Range Management**, v. 33, n. 4, p. 27–34, 2011.

BOOTH, A. D. T. et al. The Accuracy of Ground-Cover Measurements The Accuracy of Ground-Cover Measurements. **Rangeland Ecology & Management**, v. 59, n. 2, p. 179–188, 2006.

BORGUES, K. L. **dados espectrorradiométricos de campo e índices de vegetação para estimar porcentagem de cobertura vegetal verde de pastagens cultivadas**. Dissertação (Mestrado) Universidade de Brasília, 2015.

BUSTAMANTE, M. M. C. et al. Estimating greenhouse gas emissions from cattle raising in Brazil. **Climatic Change**, v. 115, n. 3-4, p. 559–577, 2012.

CÂNDIDO, M. J. D. Métodos para medição da estrutura do pasto. **Compilação de artigos UFV**, p. 20, 2002.

CARDOSO, E. L. et al. Qualidade química e física do solo sob vegetação arbórea nativa e pastagens no Pantanal sul-mato-grossense. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, v. 35, n. 2, p. 613–622, 2011.

CARO, D. et al. Global and regional trends in greenhouse gas emissions from livestock. **Climatic Change**, 2014.

CERRI, C. C. et al. Brazilian greenhouse gas emissions: the importance of agriculture and livestock. **Scientia Agricola**, v. 66, n. 6, p. 831–843, 2009.

CIAT, A. T. C. I. DE. **Establecimiento y renovación de pasturas**. Lascano, C ed. CIAT, 1991.

CUESTA, P. A.; PÉREZ, R. Pastos La Libertad Brachiaria Brizantha (Hochst.) Stapf. **Boletín técnico no. 150**. ICA, Villavicencio, Colombia. p16, 1987

CZEPAK, C.; ARAÚJO, E. A.; FERNANDES, P. M. Ocorrência de espécies de cupins de montículo em pastagens no estado de goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 33, n. 1, p. 35–38, 2003.

DAVIDSON, E. A. et al. Objective indicators of pasture degradation from spectral mixture analysis of landsat imagery. **Journal of Geophysical Research: Biogeosciences**, v. 114, n. 1, p. 1–7, 2008.

DIAS-FILHO, M. B. Tolerance to flooding in five Brachiaria Brizantha accesions. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 1, p. 439–447, 2002.

DIAS-FILHO, M. B. Sistemas Silvipastoris na Recuperação de Pastagens Degradadas. **Embrapa**, n. 1517-2201, 2007.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: Processos, Causas e Estratégias de Recuperação**. 4. ed. Belém: MBDF, 215p., 2011.

DIAS-FILHO, M. B. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 1806-9290, p. 243–252, 2011b.

DIXON, A. P. et al. Distribution mapping of world grassland types. **Journal of Biogeography**, p. n/a–n/a, 2014.

DUSSEUX, P. et al. Agricultural practices in grasslands detected by spatial remote sensing. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 186, n. 12, p. 8249–8265, 2014.

EKLUNDH, L.; JONSSON, P. **TIMESAT 3.2 with parallel processing Software Manual** (L. Eklundh, P. Jonsson, Reds.) Eklundh, Lars Jonsson, Per, 2015.

FARIA, C. M. A. DE et al. Análise econômica de sistemas de recuperação e manutenção de pastagens com gado de leite. **Reflexões Econômicas**, v. 1, p. 85–103, 2015.

FAO. **The state of food and agriculture: Livestock in balance**. 2009.

FAO. **World agriculture: Statistics**. Roma, 2013.

FAO. **OECD-FAO Agricultural Outlook 2014-2023**. 2014.

FERREIRA, L. G. et al. Seasonal landscape and spectral vegetation index dynamics in the Brazilian Cerrado: An analysis within the Large-Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazônia (LBA). **Remote Sensing of Environment**, v. 87, n. 4, p. 534–550, 2003.

FERREIRA, M. E. et al. Spectral linear mixture modelling approaches for land cover mapping of tropical savanna areas in Brazil. **International Journal of Remote Sensing**, v. 28, n. 2, p. 413–429, 2007.

FERREIRA, L. G. et al. Biophysical characteristics and fire occurrence of cultivated pastures in the Brazilian savanna observed by moderate resolution satellite data. **International Journal of Remote Sensing**, v. 34, n. 1, p. 154–167, 2013.

FERREIRA, L. G. et al. Biophysical properties of cultivated pastures in the Brazilian savanna biome: An analysis in the spatial-temporal domains based on ground and satellite data. **Remote Sensing**, v. 5, n. 1, p. 307–326, 2013a.

FERREIRA, L. G.; SOUSA, S.; ARANTES, A. **Radiografia das pastagens do Brasil**. Ed. 1, p. 204, 2014

FIDALSKI, J. et al. Qualidade física do solo em pastagem adubada e sob pastejo contínuo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 11, p. 1583–1590, 2008.

FONTES, J. R. A. et al. Manejo Integrado de Plantas Daninhas. **Embrapa Cerrados**, v. 1, n. 1517-5111, p. 24–25, 2003.

FRANCO, J. B. S. et al. Metodologia de coleta de dados radiométricos em pastagens do gênero *Brachiaria* com diferentes estágios de degradação. **Anais do XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, p. 2483–2491, 2003.

GITELSON, A. A.; KAUFMAN, Y. J.; MERZLYAK, M. N. Use of a Green Channel in Remote Sensing of Global Vegetation from EOS-MODIS. **ELSEVIER**, v. 4257, n. 96, 1996.

GOBBETT, D. et al. Prototyping an Operational System with Multiple Sensors for Pasture Monitoring. **Journal of Sensor and Actuator Networks**, v. 2, n. 3, p. 388–408, 2013.

HOFFMANN, R.; NEY, M. GOMES. ESTRUTURA FUNDIÁRIA E propriedade agrícola no Brasil: grandes regiões e unidades da federação (de 1970 a 2008). **Brasília - MDA**, p. 108 p., 2010.

HOTT, M. C. et al. Vegetative growth of grasslands based on hyper-temporal NDVI data from the Modis sensor. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 7, p. 858–868, 2016.

HUNT, E. R. et al. Acquisition of NIR-green-blue digital photographs from unmanned aircraft for crop monitoring. **Remote Sensing**, v. 2, n. 1, p. 290–305, 2010.

IBGE. Produção da Pecuária Municipal. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, p. 1–7, 2003.

ISMAR, M. G. **A bovinocultura em municípios goianos e os fatores de degradação das pastagens**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Goiás - UFG, 2015.

JÚNIOR, D. DO N.; ADESE, B. Acúmulo de biomassa na pastagem. **II Simpósio Sobre Manejo Estratégico da Pastagem**, p. 290 – 346, 2004.

KROGH, S. et al. Presence/absence of a keystone species as an indicator of rangeland health. **Journal of Arid Environments**, v. 50, p. 513–519, 2002.

KUENZER, C.; DECH, S.; WAGNER, W. **Remote Sensing Time Series: Revealing land surface dynamics**. Springer International Publishing Switzerland, London. v. 22, 2016.

LALIBERTE, A. S.; WINTERS, C.; RANGO, A. UAS remote sensing missions for rangeland applications. **Geocarto International**, v. 26, n. 2, p. 141–156, 2011.

LAPIG – O LABORATÓRIO DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS E GEOPROCESSAMENTO. Mapa Síntese da Área de Pastagem (MSP) para o território brasileiro. Disponível em: <http://maps.lapig.iesa.ufg.br/lapig.html>. Acesso em: 15 setembro 2016.

LATRUBESSE, T. M. DE C. Geomorfologia Goiás e Distrito Federal. **Série Geologia e Mineração**, v. 2, p. 132, 2006.

LENNÉ, J. M.; SONODA, R. M. Tropical Pasture Pathology: A Pioneering and Challenging Endeavor. **The Arnerican Phytopathologrcal Society**, p. 945–951, 1990.

LI, F. et al. Modeling grassland aboveground biomass using a pure vegetation index. **Ecological Indicators**, v. 62, n. 1470-160X, p. 279–288, 2016.

LIMA, S. S. et al. Relação entre a presença de cupinzeiros e a degradação de pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 12, p. 1699–1706, 2011.

MACEDO, M.C.M. et al. **Degradação de pastagens, alternativas de recuperação e renovação, e formas de mitigação**. Campo Grande-MS: Embrapa Gado de Corte – Embrapa; 2012.

MACEDO, M.C.M. Pastagens no ecossistema Cerrados: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: **Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia**, 42, 2005, Goiânia. A produção animal e o foco no agronegócio. Goiânia: Universidade Federal de Goiás – UFG, 2005. v. p. 56-84, 2005.

MACEDO, M.C.M. Degradação de pastagens: conceitos e métodos de recuperação. In: **Simpósio sobre Sustentabilidade da Pecuária de Leite no Brasil**; 1999; Goiânia-GO, Brasil. Goiânia: Embrapa Gado de Leite; 1999. p.137-150

MACHADO, R. M.; WANDER, A. E.; FIGUEIREDO, R. S. Competitividade da bovinocultura de corte no Estado de Goiás. **Informações Econômicas**, v. 42, 2012.

MARA, F. P. O. The role of grasslands in food security and climate change. **Annals of Botany**, p. 1263–1270, 2012.

MARCELO, C. et al. Níveis de Degradação de Pastagens da Bacia do Rio Colônia-BA com Uso de Imagens LANDSAT 5TM. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 03, p. 228–243, 2010.

MAYNARD, J. J.; KARL, J. W.; BROWNING, D. M. Effect of spatial image support in detecting long-term vegetation change from satellite time-series. **Landscape Ecology**, v. 31, n. 9, p. 1–18, 2016.

MEIRELLES, M. L. et al. Evapotranspiration and plant-atmospheric coupling in a *Brachiaria brizantha* pasture in the Brazilian savannah region. **Grass and Forage Science**, v. 66, n. 2, p. 206–213, 2011.

MOREIRA, H. J. DA C.; BRAGANÇA, H. B. N. **Manual de identificação de plantas infestantes hortifrúti**. São Paulo: FMC Agricultural Products, 2011. 1017 p.

NETO, O.; SOARES, P. As fazendas de confinamento na reestruturação produtiva da pecuária de corte em goiás. **Sociedade e Território**, v. 27, p. 168–188, 2015.

NETO, A. L.; SVICERO, E. F.; BARROS, J. C. B. V. **Manejo de plantas daninhas em pastagens**. In: PIRES, WAGNER (Org.). Manual de pastagens: formação, manejo e recuperação. 1. ed. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, p. 302, 2006.

NUMATA, I. et al. Evaluation of hyperspectral data for pasture estimate in the Brazilian Amazon using field and imaging spectrometers. **Remote Sensing of Environment**, v. 112, n. 4, p. 1569–1583, 2008.

NUNES, G. S. Ciganinha memoria peregrina (Miers) Sandw nova planta invasora de pastagem. **Gado de Corte Divulga - Embrapa**, v. 35, n. 1516-5558, 1999.

OLIVEIRA, M. I. L. DE et al. Incidence of epigeal nest-building termites in *Brachiaria* pastures in the Cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, n. 1, p. 181–185, 2011.

OLIVEIRA, O. C. et al. Chemical and biological indicators of decline/degradation of *Brachiaria* pastures in the Brazilian Cerrado. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 103, n. 2, p. 289–300, 2004.

PADILLA, C.; GRESPO, G.; SARDIÑAS, Y. Degradación y recuperación de pastizales. **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**, v. 4, p. 351 – 354, 2009.

PEDREIRA, C. **Fundamentos do manejo do pastejo Milk Point**. 2015.

PPM – PESQUISA PECUÁRIA MUNICIPAL. Efetivo dos rebanhos. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2015>. Acesso em: 20 de dezembro 2015.

PERON, A. J.; EVANGELISTA, A. R. Degradação de pastagens em regiões de cerrado. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 3, p. 655–661, 2004.

PETERS M.; FRANCO L.H.; SCHMIDT A.; HINCAPIÉ B. Especies forrajeras multipropósito: opciones para productores del trópico americano. Cali: **Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT**, 2011.

PETERSEN, S.; STRINGHAM, T. Infiltration, runoff, and sediment yield in response to western juniper encroachment in southeast Oregon. **Journal of Rangeland Ecology and Management**. 61, p. 74–81, 2008.

PIRES, W. Formação ou reforma de pastagem. In: PIRES, W. (Org.). **Manual de pastagens: formação, manejo e recuperação**. 1. ed. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, p. 302, 2006.

RADAMBRASIL. Solos do Brasil. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/cartas>. 2013. Acesso em: 25 abril de 2016

RAMANKUTTY, N. et al. Farming the planet: 1. Geographic distribution of global agricultural lands in the year 2000. **Global Biogeochemical Cycles**, v. 22, n. 1, p. 1–19, 2008.

RANGO, A. et al. Rangeland resource assessment, monitoring, and management using Unmanned Aerial Vehicle-based remote sensing. **Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 2010 IEEE International**, n. 0, p. 2–3, 2010.

ROCHA JUNIOR, P. R.; SILVA, V. M.; GUIMARÃES, G. P. Degradação de pastagens brasileiras e práticas de recuperação. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, p. 952, 2013.

ROSA, BENEVAL. I Curso sobre gestão de pastagens. **Escola de Veterinária e zootecnia**. Goiânia – Goiás, 2015.

RUDORFF, B.; RISSO, J.; ET AL. Análise Geoespacial da Dinâmica das Culturas Anuais no Bioma Cerrado: 2000 a 2014. **Agrosatélite**, p. 8–10, 2015.

SALOMÃO, F.X.T. Controle e prevenção dos Processos Erosivos. In GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S.; BOTELHO, R.G.M. (Orgs). **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. P. 340

SANTANA, S. S. et al. Initial height of pasture deferred and utilized in winter and tillering dynamics of signal grass during the following spring. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 36, n. 1, p. 17, 2014.

SANTOS, L. P. DOS; AQUINO MARTINS, P. T. DE. Mudanças temporais no uso e cobertura do solo na bacia do reservatório de Peixe Angical, Tocantins. **Ciência e Natura**, v. 38, n. 0100-8307, p. 137–145, 2016.

SANTOS, N. L. et al. Fatores ambientais e de manejo na qualidade de pastos tropicais. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 2317-2606, p. 531–549, 2011.

SHERMAN, P. J.; RIVEROS, F. Tropical grasses. Roma: FAO, 1990. 832 p.

SHEATH, G.W.; CLARK, D.A. Management of grazing systems: temperate pastures. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Ed.) **The ecology and management of grazing Systems**, Wallingford: CAB, 1996. 9. 301-324.

SILVA, E.B.; FERREIRA JR., L.G.; ANJOS, A.F.; MIZIARA, F. Análise da distribuição espaço- temporal das pastagens cultivadas no bioma Cerrado entre 1970 e 2006. **Revista IDEAS**, v. 7, p. 174-209, 2013.

SILVA, S. C. DA; NASCIMENTO JÚNIOR, D. DO. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 122–138, 2007.

SILVA, S. C. DA; SANTANA, N. M. P. DE; PELEGRINI, J. C. **Caracterização Climática do Estado de Goiás**. Goiânia. v. 3, p. , 2006.

SMITH, P. et al. Agriculture. In: **Climate Change 2007: Mitigation**. Cambridge University, 2007. p. 44.

SPAIN, J.M.; GUALDRÓN, R. Degradación y rehabilitación de pastures. In: **VI Reunión del Comité Asesor de la RIEPT. Memórias. Red International de Evaluación de Pastos Tropicales**. Veracruz, México. CIAT, p. 269-283, 1988.

SOARES FILHO, C.V. Recomendações de espécies e variedades de Brachiaria para diferentes condições. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1994. p.25-48

VALÉRIO, J.R. Cigarrinhas-das-pastagens: Bioecologia, importância e alternativas de controle. In: Pereira, O.G. et al. (Ed.). In: **Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem, 4; simpósio internacional sobre produção animal em pastejo**, 2, 2008, Viçosa. Anais Viçosa: UFV; DZO, 2008. p. 353-372.

VALÉRIO, J.R. **Cupins-de-montículo em pastagens**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2006. 33p.

VALÉRIO, J.R. Insetos Pragas de Gramíneas Forrageiras: Identificação e Controle. In: **Simpósio Sobre Manejo da Pastagem**, 22, 2005, Piracicaba. Teoria e prática da produção animal em pastagens. Anais Piracicaba: FEALQ, 2005. v. 1 p. 353-386

VERBESSELT, J. et al. Remote Sensing of Environment Detecting trend and seasonal changes in satellite image time series. **Remote Sensing of Environment**, v. 114, n. 1, p. 106–115, 2010.

XU, D.; GUO, X. Some Insights on Grassland Health Assessment Based on Remote Sensing. **Sensors**, p. 3070–3089, 2015.

YANG, X. **Assessing responses of grasslands to grazing management using remote sensing approaches**. Thesis (Doctor of Philosophy) In the Department of Geography and Planning University of Saskatchewan Saskatoon, 2012.

ZHANG, B. et al. Application of synthetic NDVI time series blended from landsat and MODIS data for grassland biomass estimation. **Remote Sensing**, v. 8, n. 1, p. 1–21, 2016.

ZHANG, C.; KOVACS, J. M. The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: A review. **Precision Agriculture**, v. 13, n. 6, p. 693–712, 2012.

SALAMÍ, E.; BARRADO, C.; PASTOR, E. UAV flight experiments on the remote sensing of vegetation areas. **Remote Sensing**, p. 1–25, 2014.

ZANINE, A. D. M. et al. Comportamento ingestivo de bezerros em pastos de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens*. **Ciência Rural**, v. 36, n. 5, p. 1540–1545, 2006.

ZANINE, A. D. M.; SANTOS, E. M. Competição entre espécies de plantas – uma revisão. **Revista da FZVA**, v. 11, n. 1, p. 10–30, 2004.

ZULETA, C.; KELEMU, S.; CARDOZO, O. Identificación de fuentes de resistencia a *Xanthomonas campestris* en *Brachiaria* spp. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**, v. 64, n. 64, p. 4 1 – 4 7, 2002.

APÊNDICE

A figura 43 e 44 representam a variação das pastagens que foram agrupadas para análises dos perfis temporais.

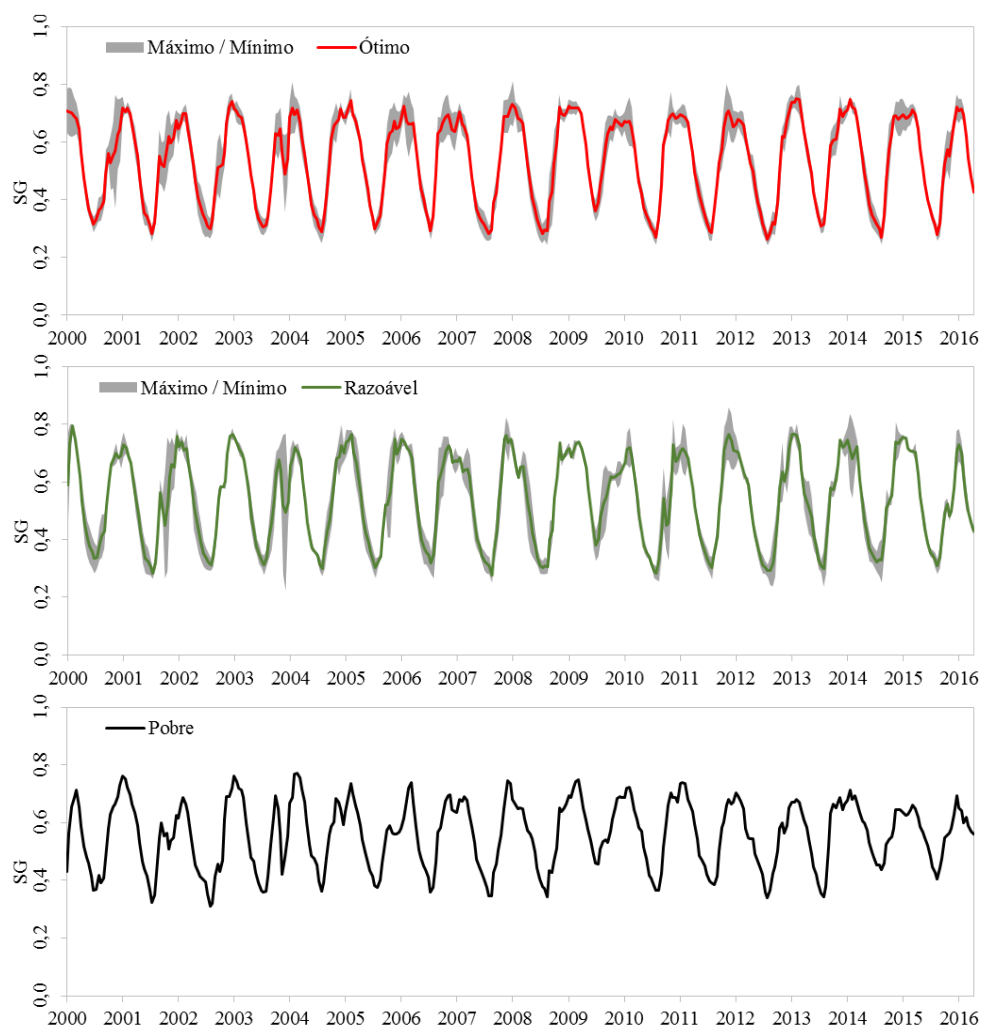
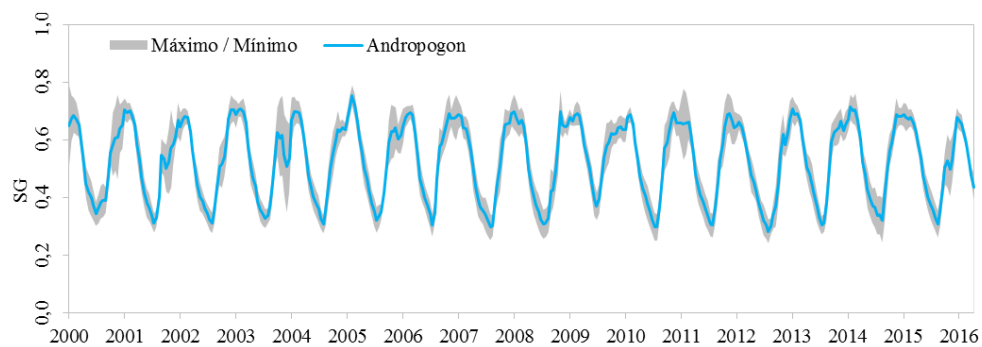


Figura 43. Serie temporal do cultivar de *B. Brizantha* com qualidade manejo de pasto ótimo, razoável e pobre.



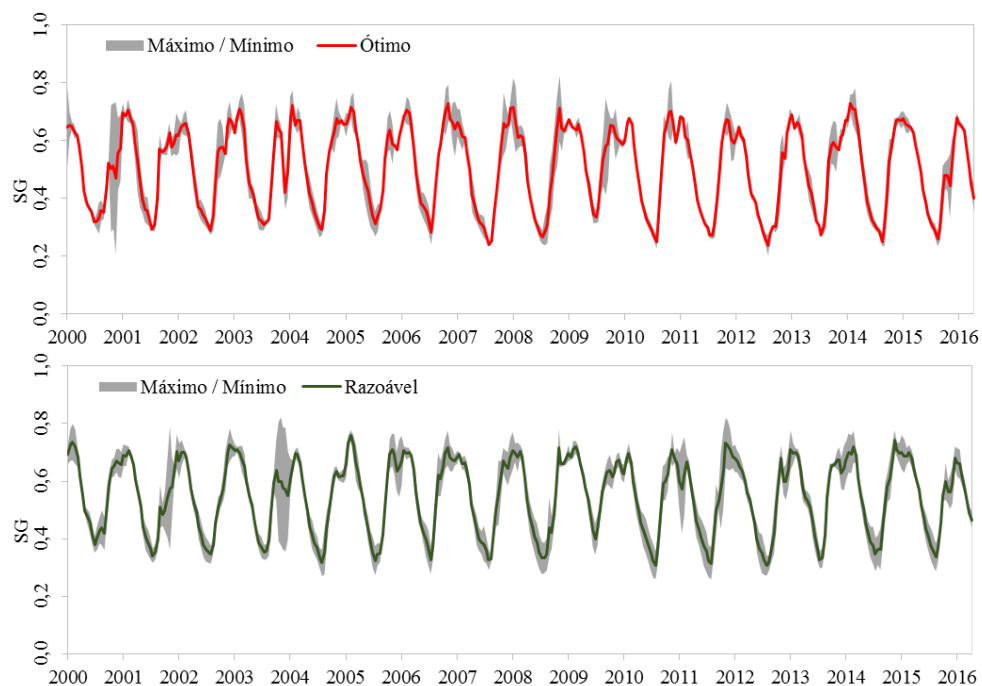


Figura 44. Serie temporal do cultivar de *A. Gayanus* com qualidade de manejo de pasto ótimo, razoável e pobre.

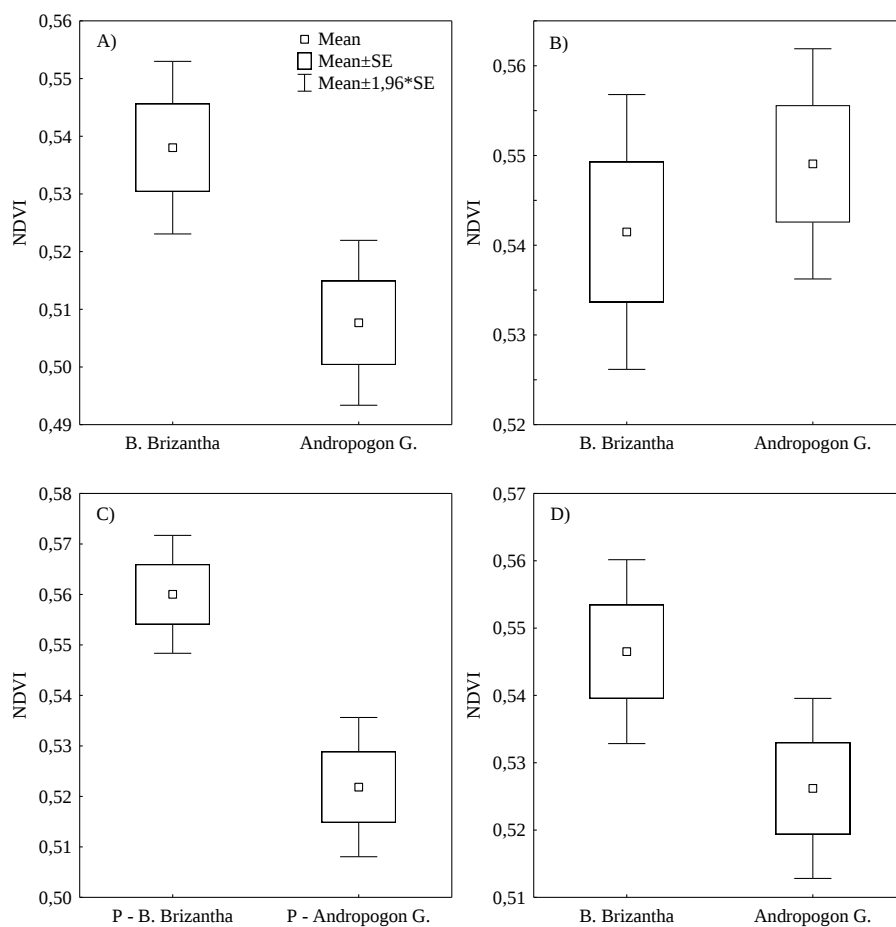


Figura 45. Análise comparativa das qualidades de *B. Brizantha* e *A. Gayanus*. A) Ótimo, B) Razoável, C) Pobre, e D) *B. Brizantha* e *A. Gayanus*

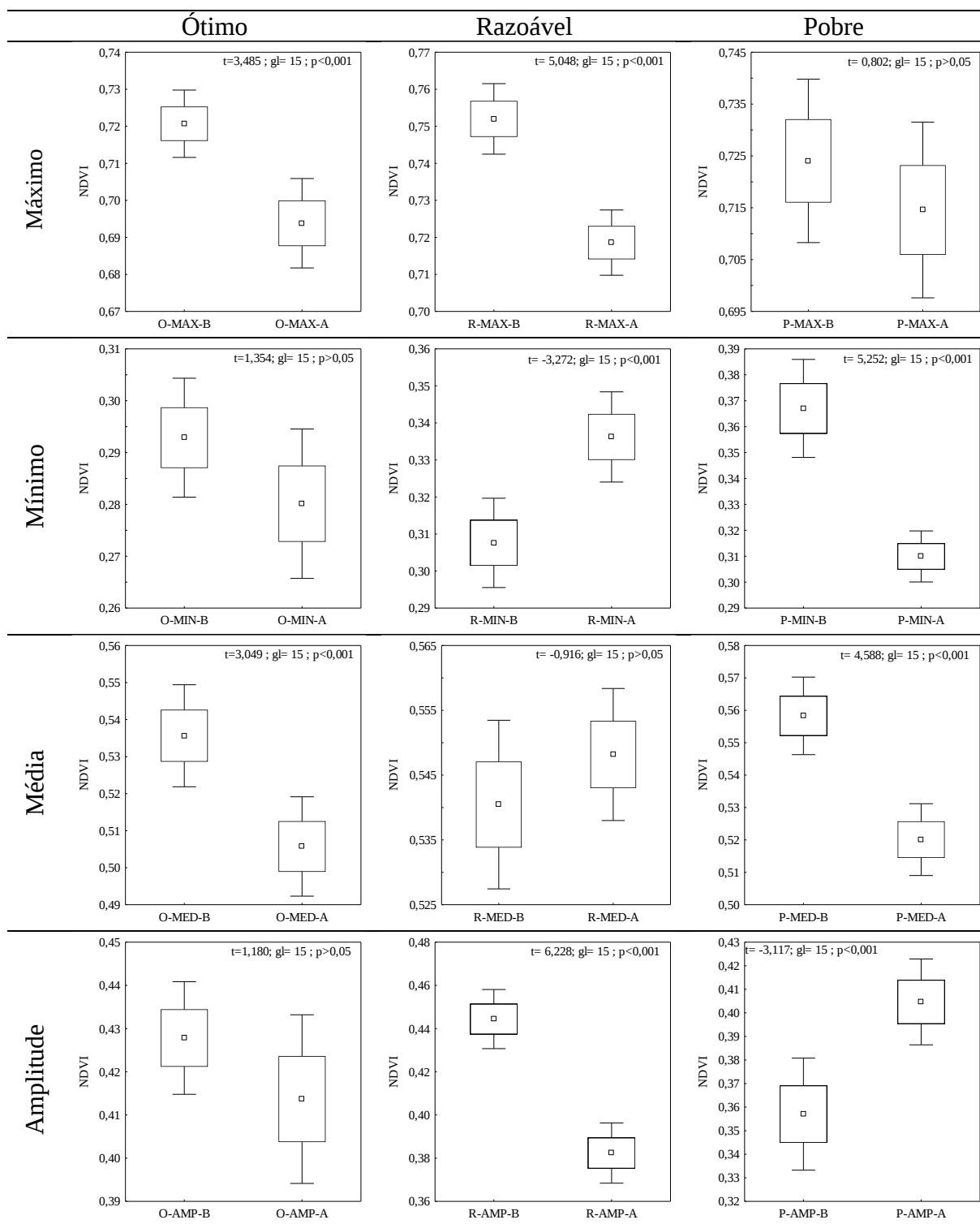


Figura 46. Análise comparativa das métricas máxima, mínima, média e amplitude das qualidades ótimas, razoável e pobre das tipologias de pastagens.

A figura 47 e 48 foi feita para comparar os Break Point gerados pelo algoritmo BFAST para os diferentes estágios de degradação dos dois tipos de pastagens.

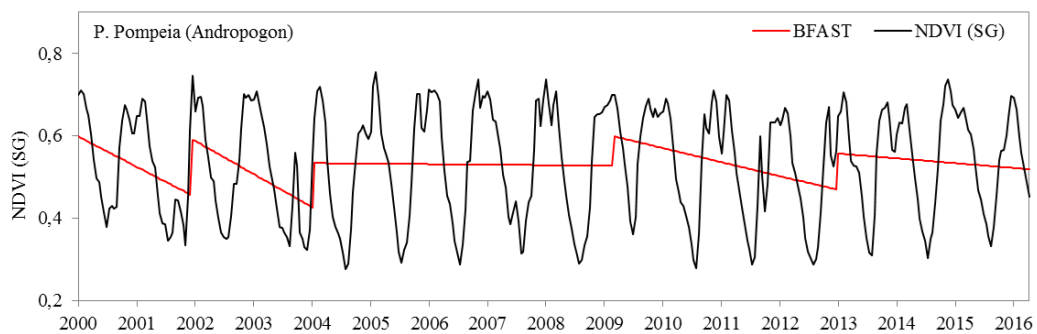
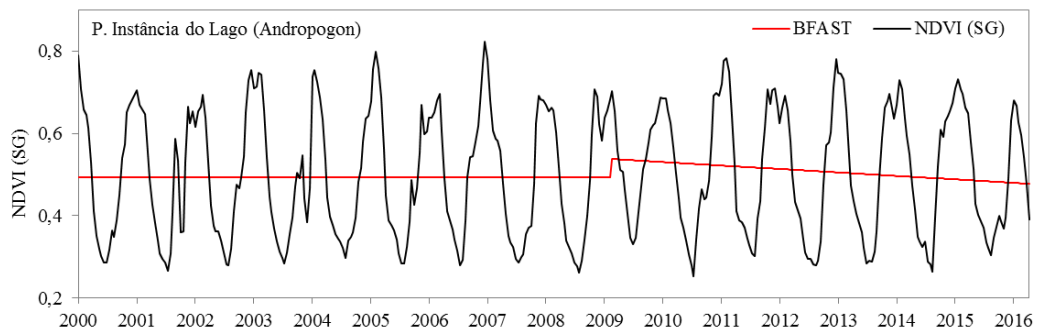
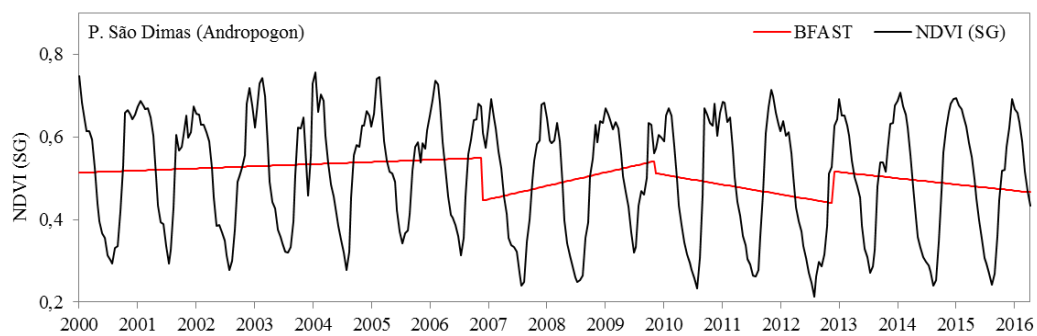
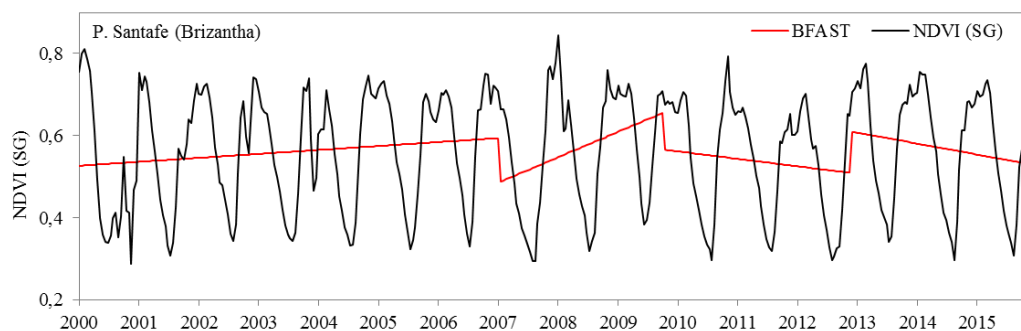


Figura 47. Série temporal e BFAST das pastagens *Andropogon Gayanus*



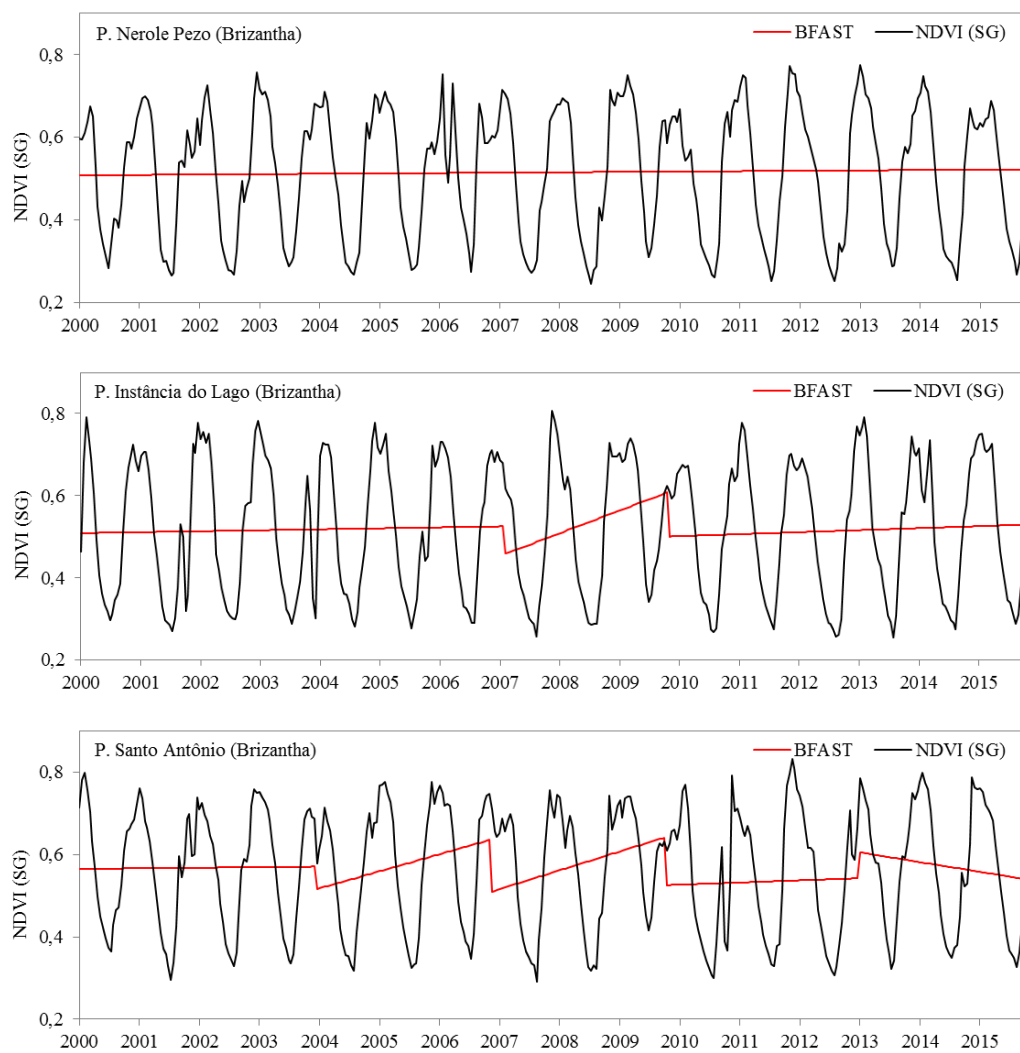


Figura 48. Série temporal e BFAST das pastagens *B. Brizantha*