

Universidade de Brasília
Faculdade UnB de Planaltina

Fenologia da vegetação natural e suas relações com o
relevo no Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba

Calienes Natiele Schlender

Brasília, junho de 2018

Calienes Natiele Schlender

Fenologia da vegetação natural e suas relações com o relevo no Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba

Trabalho de conclusão de curso submetida ao curso de graduação em Gestão Ambiental da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Gestão Ambiental.

Orientador: Antonio Felipe Couto Júnior

Brasília, DF

Junho de 2018

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que me ajudaram a superar as barreiras que se formaram na minha frente. Agradeço à Claudia, Tacyanna e Tayanna por me acolherem quando mais precisei, por me apoiarem quando foi necessário. Agradeço ao Haniel e Simone por terem me ajudado a me manter firme por todo esse tempo que estiveram ao meu lado, sem vocês nada disso seria possível. Agradeço ao meu orientador pela paciência e pela ajuda, sei que não fui uma orientanda fácil. A todos que estão e estiveram ao meu lado, eu agradeço.

Sonhos não são desejos, desejos são intenções superficiais, enquanto sonhos são projetos de vida. Desejos morrem diante das perdas e contrariedades, sonhos criam raízes nas dificuldades. Augusto Cury

Resumo

Este artigo busca compreender como a cobertura vegetal muda em função das mudanças de épocas do ano considerando um período de chuva-seca e um de seca no Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba. Foram utilizadas imagens do LANDSAT 8 e dos programas de geoprocessamento, QGIS, SAGA GIS e ENVI Classic. Pelas grandes estiagens, o Cerrado tende a uma grande resiliência, de modo que foram utilizadas duas datas, abril de 2016, final da época de chuva, e julho de 2016, no meio do período de seca. Esse artigo busca entender como as mudanças ocasionadas pela chuva interferem na cobertura vegetal como a vegetação fotossinteticamente ativa, na vegetação não fotossinteticamente ativa e no solo exposto. A busca por essas informações pode ajudar no desenvolvimento de atitudes e projetos que visam melhorar a preservação da natureza de acordo com suas necessidades, principalmente do Cerrado. Como resultado, foram obtidos dados analisados pelo programa R estatística e Excel 2010, que geraram tabelas referentes a diferença da cobertura vegetal em cada uma das datas.

Palavras-chave: bioma Cerrado, Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, cobertura vegetal, relevo.

Abstract

This article search to understand how the vegetal cover change in function of the changes of time of the year since a period of rain-drought and a drought on the Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba. Were utilized images of LANDSAT 8 and from the programs of geoprocessing, QGIS, SAGA GIS and ENVI Classic. Because of the long drought period, the Cerrado tends to a great resilience, in the way that were utilized two main dates, april of 2016, the end of the rain period, and july of 2016, in the middle of the drought period. This article searches comprehend how the changes made by the rain interfere on the vegetal cover so as the photosynthetic vegetation, the non-photosynthetic vegetation and the exposed ground. The search for those information can help the development of attitudes and projects that aim to improve the preservation of nature according to its needs, mainly of the Cerrado. As results, data were analyzed by the program R statistics and Excel 2010, which generated tables referring to the differentiate of the vegetal cover in each of the dates.

Key-words: Cerrado biome, Parque Nacional das Nascentes do rio Parnaíba, vegetal cover, relief.

Sumário

Introdução.....	8
Área de estudo.....	9
Material e métodos.....	10
Resultados e discussões.....	13
Conclusões.....	17
Referências	18

Introdução

A compreensão do processo de ocupação antrópica deve ser considerada como uma referência para a gestão dos recursos naturais (LAMBIN et al., 1999). A caracterização dos padrões sazonais da cobertura da terra, especialmente das regiões tropicais, destaca-se como desafio para a análise das modificações ecossistêmicas, principalmente por sua complexidade natural (SINGH, 1989; GIRI et al., 2005). Essa heterogeneidade está sendo alterada pela ocupação antrópica, que gera modificações da configuração espacial ocasionando simplificação dessa paisagem (VERBUG et al., 2004).

Dentre os principais desafios para a caracterização dessas alterações, destaca-se o estabelecimento dos padrões sazonais da cobertura da terra, especialmente das formações vegetais naturais. No caso do Cerrado brasileiro, localizado na região tropical, essa interferência humana é marcada principalmente pelos usos agropastoris (JENPSON, 2005; BRANNSTROM et al., 2008). Sendo assim, a sistematização dos padrões antrópicos permite avaliar os impactos sobre a biodiversidade e heterogeneidade de paisagens savânicas, marcante desse bioma (SILVA & BATES, 2002; SILVA et al., 2006).

Nesse contexto, o emprego de sensores orbitais impulsiona as pesquisas voltadas para o acompanhamento dos parâmetros biofísicos da vegetação (GALFORD et al., 2008). Esses sensores geram dados padronizados cartograficamente, segundo escalas hierárquicas de mapeamento da cobertura da terra para o ordenamento territorial e planejamento ambiental (ARAÚJO FILHO et al., 2007).

O Cerrado se encontra na região tropical, na mesma linha que a savana africana, esse bioma destaca-se na região central da América do Sul e está inserido inteiramente dentro do Brasil, ocupando cerca de 22% de seu território, segundo o IBGE. Esse bioma é reconhecido por sua elevada biodiversidade, sazonalidade e heterogeneidade de paisagens naturais em relação às demais savanas tropicais (SILVA E BATES, 2002).

É caracterizado por mosaicos de vegetação campestre, herbáceo-arbustiva e arbórea, distribuída em estratos verticais. Devido a sua localização, o funcionamento desse bioma influencia os demais biomas do Brasil, por isso, a descrição de seus padrões funcionais é essencial para a compreensão de suas dinâmicas, especialmente os fluxos de carbono, água e energia (MIRANDA et al. 1997).

O objetivo deste trabalho é demonstrar dentro dos relevos de área superior a 5%, como os processos de escassez de chuva alteram as coberturas vegetais e se essas mudanças são significativas. Essa compreensão sobre essas mudanças de se tornam necessárias visando às compreensões sobre áreas como o Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, uma região na zona de transição do cerrado com a caatinga.

Os resultados deste trabalho têm intuito de contribuir com o planejamento ambiental e a avaliação de coberturas antrópicas em relação às referências naturais do Cerrado.

Área de estudo

O Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba (PNNRP) está localizado entre quatro estados, Piauí, Maranhão, Bahia e Tocantins, tendo uma área de 742.324,61 hectares e se encontrando no Bioma Cerrado. O Parque nacional localiza-se entre as Serras da Tabatinga e a Chapada das Mangabeiras, divisa dos estados do Piauí, Bahia, Tocantins e Maranhão. A UC abrange os municípios de Alto Parnaíba (MA), Barreiras do Piauí, Corrente, Gilbués e São Gonçalo do Gurguéia (PI), Formosa do Rio Preto (BA), São Félix do Tocantins, Mateiros e Lizarda (TO).

Essa região conhecida como MATOPIBA, sigla que é a junção das siglas do estados em que ela pertence, Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, vem se tornado um local de grande extensão agrícola tendo seu crescimento justificado pelas condições favoráveis para essa atividade econômica segundo a EMBRAPA.

O PNNRP foi criado pelo decreto de 16 de julho de 2002 por José Carlos Carvalho, sendo o presidente, Fernando Henrique Cardoso com o objetivo de preservar as espécies de fauna e flora local, mas principalmente manter o rio Parnaíba, já que o PNNRP se encontra em parte de suas nascentes.

Foram localizados no PNNRP, animais que estão ameaçados de extinção, como a *Panthera onca* (onça-pintada), *Priodontes maximus* (tatu-canastra) e *Puma concolor greeni* (onça-parda), segundo o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

De acordo com a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (2008), e como pode ser observado na figura 1, foram encontradas sete unidades de relevo nos limites do parque:

- Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos: representam 47,5% da área do Parque, é composta de vulcanismo fissural mesozoico do tipo plateau.
- Domínio de Colinas Amplas e Suaves: representam 37% da área do Parque, é caracterizado por sequencias sedimentares consolidadas, areno, siltico, argilo, conglomeratica, mesozoica e paleozoica. Também contem grandes bacias sedimentares depositadas em sinéclises Faneroziocas.
- Chapadas e Platôs: representam 9,3% da área do Parque, é caracterizado por sequencias sedimentares consolidadas, areno, siltico,

argilo, conglomerática, mesozoica e paleozoica. Também contem grandes bacias sedimentares depositadas em sinéclises Faneroziocas.

- Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos: representam 3,3% da área do Parque, é caracterizado por depósitos pouco a moderadamente consolidados de areia, silte, argila e cascalho, Cenozóicos – T.
- Escarpas Serranas: representam 2% da área do Parque, é caracterizado por depósitos pouco a moderadamente consolidados de areia, silte, argila e cascalho, Cenozóicos – T.
- Planaltos e Baixos Platôs: representam 0,3% da área do Parque, é caracterizado por depósitos pouco a moderadamente consolidados de areia, silte, argila e cascalho, Cenozóicos – T.
- Vales Encaixados: representam 0,1% da área do Parque, é caracterizado por sequencias sedimentares consolidadas, areno, siltico, argilo, conglomerática, mesozoica e paleozoica. Também contem grandes bacias sedimentares depositadas em sinéclises Faneroziocas.

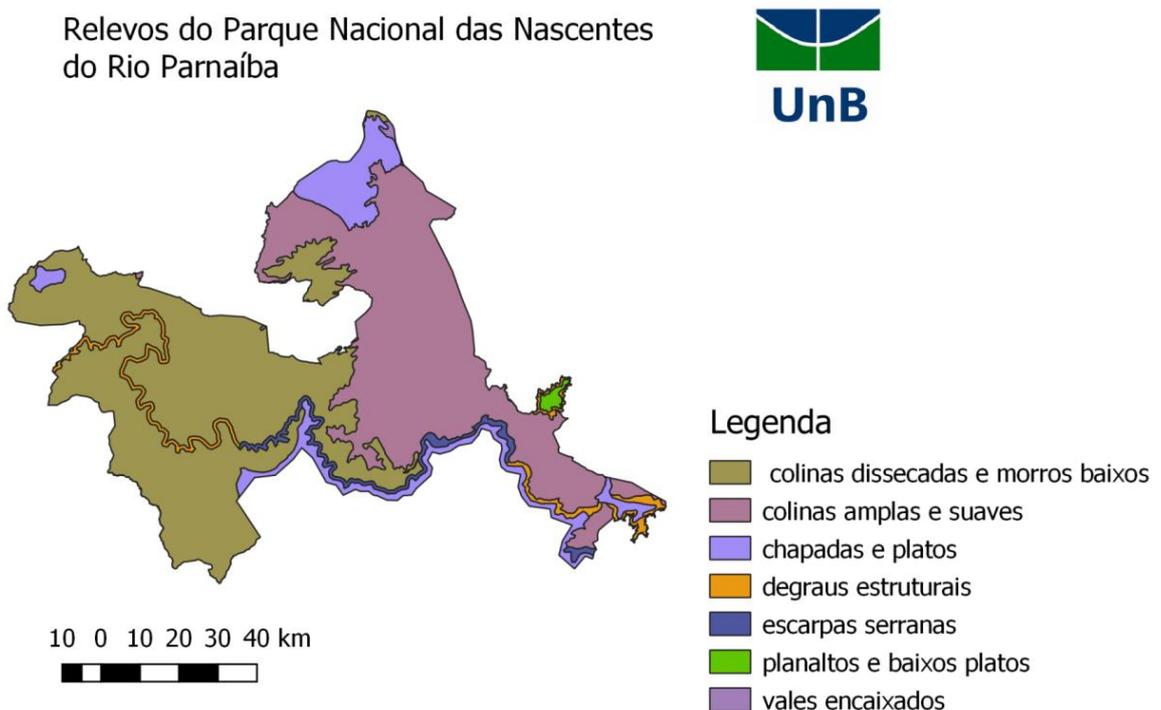


Figura 1 - Relevos do Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba

Material e métodos

Para este trabalho foram utilizados dados do sensor Landsat 8 *Operational Land Imaging* (OLI), que é composto por sete bandas abrangendo o intervalo

ótico (0,450 a 2,500 μm), com resolução espacial de 30 metros. Para cobrir essa área, foram utilizadas as cenas 221/66, 221/67, 220/66 e 220/67, disponíveis gratuitamente por meio da página eletrônica do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS: glovis.usgs.gov), referentes às seguintes épocas:

Transição Chuva-Seca:

221/66 e 221/67: 16/04/2016

220/66 e 220/67: 25/04/2016

Seca:

221/66 e 221/67: 21/07/2016

220/66 e 220/67: 14/07/2016

Para desenvolver este trabalho, foram utilizadas análises nos relevos que compõem uma porcentagem de área acima de 5% de área do PNNRP, sendo eles, Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos com 47,5% da área; Domínio de Colinas Amplas e Suaves, com 37% da área; e Chapadas e Platôs, com 9% da área. A soma dessas áreas corresponde a aproximadamente 93,8% da área total do Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba.

No presente trabalho foram utilizadas as bandas espectrais referentes ao visível, infravermelho próximo e infravermelho de ondas curtas, abrangendo o intervalo 0,45 μm a 2,29 μm . Essas imagens são disponibilizadas em número digital e foram convertidas para valores de radiância. Essa transformação é necessária para o emprego do algoritmo FLAASH, que utiliza o código de transferência radiativa MODTRAN (ADLER-GOLDEN, 1999; BERK et al., 2002).

Após essa conversão para refletância, foi organizada uma biblioteca espectral das formações vegetais naturais para cada época, bem como uma descrição das feições espectrais ao longo do ano de 2016. Para a estruturação dessa biblioteca espectral foram coletadas amostras das próprias imagens, de acordo com a proporção do tamanho de cada tipo de relevo, referente às formações naturais presentes no PNNRP tomando como referências imagens de outros sensores com alta resolução espacial e trabalhos que já tenham caracterizado a vegetação dessa unidade de conservação e de unidades vizinhas. A biblioteca espectral foi estruturada pelas médias aritméticas dos valores coletados para cada cobertura vegetal.

O estudo fenológico foi realizado por meio da geração de Modelo Linear Espectral para cada época estudada, considerando os membros finais encontrados na própria imagem (FERREIRA et al., 2007, COUTO JUNIOR et al., 2015): vegetação fotossinteticamente ativa, vegetação não fotossinteticamente ativa e solo exposto. Para a avaliação da proporção entre esses fatores, as imagens fração foram normalizadas para valores percentuais (0 a 100%), pelo máximo-mínimo equalizado (Equação 1).

$$X_{norm} = 100 \cdot \left(\frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \right) \quad (1)$$

Onde, X_{norm} é o valor do pixel de saída das imagens fração, o X é o valor original das imagens fração, X_{min} e X_{max} são os valores mínimos e máximos das respectivas imagens das frações vegetação e solo.

Dessa forma foram usadas as divisões do relevo e neles foram identificados quais são os tipos de vegetação para analisar quais são as variações dos tipos de vegetação durante as épocas no ano, e assim, usar esse tipo de dado para fazer previsões de como o ambiente se comporta diante dos diferentes tipos de situações.

Foram feitos gráficos relativos às médias de todos os parâmetros, com eles comparar as mudanças que ocorrem nos dois períodos analisados se torna mais visível, período de chuva-seca e período de seca, assim ter uma visão mais bem demonstrativa de como a ausência de chuva pode interferir nos parâmetros considerados.

Com o resultado da tabela de dados, o programa Excel foi utilizado para a criação de tabelas que correspondem às variações encontradas em cada cobertura vegetal e parâmetros entre cada data, abril e julho, com a formação das equações e encontrando o R^2 .

Foram analisadas duas épocas do ano de 2016, em abril (período de chuva-seca) e em julho (período de seca) e analisadas com auxílio do *software* R, utilizando o teste T para uma comparação entre os valores encontrados em cada uma das datas, e assim, para desenvolver uma análise dos dados coletados.

Cada uma dessas áreas listadas acima recebeu um total de 50 pontos aleatórios gerados pelo QGIS, num total de 150 pontos analisados. Estes pontos foram analisados considerando Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) que serve para analisar a condição da vegetação natural ou agrícola nas imagens geradas por sensores remotos, índice de diferença normalizada da água (NDWI) é um índice capaz de destacar a presença de moléculas de água no dossel das plantas, vegetação fotossinteticamente ativa (VFA) está diretamente associada à produção de biomassa e a taxa de crescimento das plantas, vegetação não fotossinteticamente ativa (VNFA) aquela que não influencia na produção de biomassa, como palhadas e vegetação seca, e solo exposto, para cada uma das datas.

Resultados e discussões

Nesses resultados encontrados nas análises com o Excel 2010, é possível constatar que existe diferença entre cada tipo de relevo mediante cada um dos tipos de avaliações, NDWI, NDVI, VFA, VNFA e solo exposto. Em cada uma delas os valores de R^2 são menores no relevo de Chapadas e platôs, com exceção da vegetação não fotossinteticamente ativa, que é maior.

Segundo esse dado, encontrado em Chapadas e Platôs, foi visto um crescimento significativo comparado com os outros tipos de relevo, o que significa que ele tem uma tendência maior de sua cobertura vegetal se tornar menos fotossinteticamente ativa com a diminuição das chuvas.

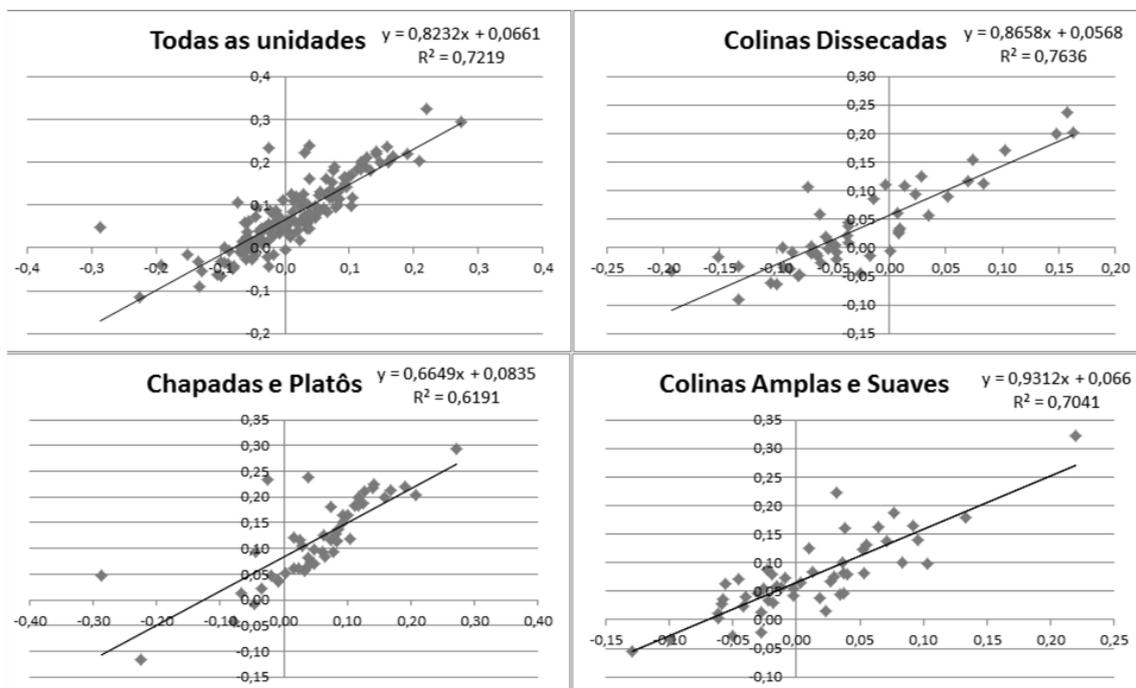


Figura 2 – relação NDWI entre as datas de abril e julho, sendo eixo X representando a época da seca e o eixo Y, a época da Chuva.

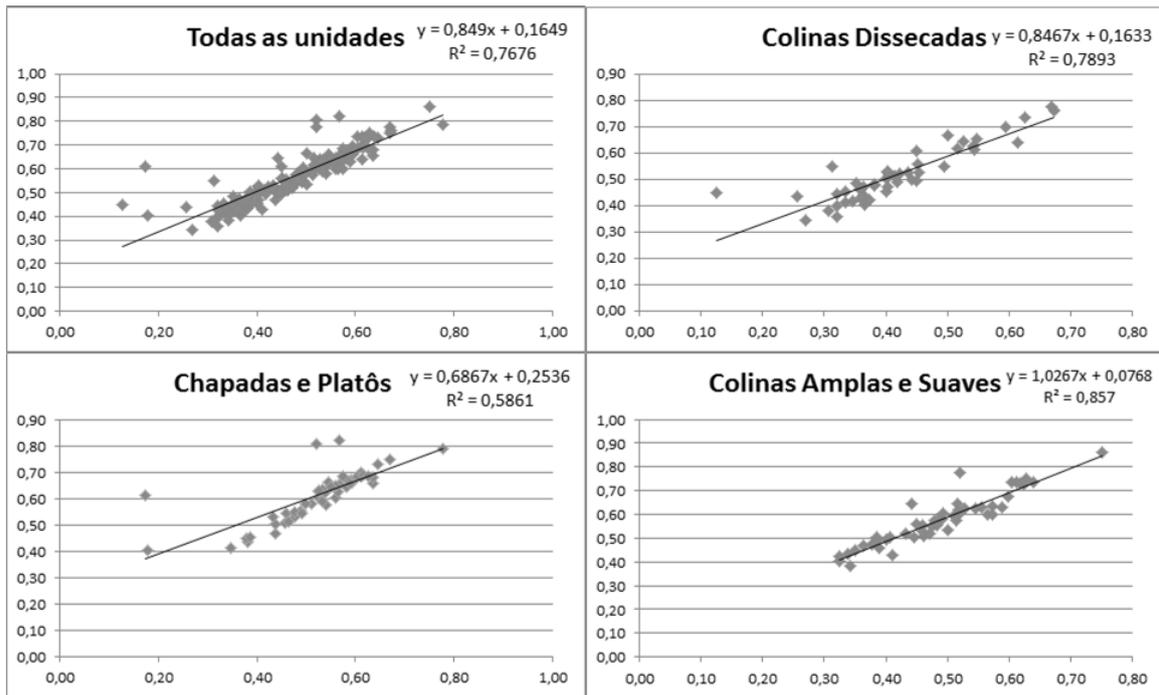


Figura 3 – relação NDVI entre as datas de abril e julho, sendo eixo X representando a época da seca e o eixo Y, a época da Chuva.

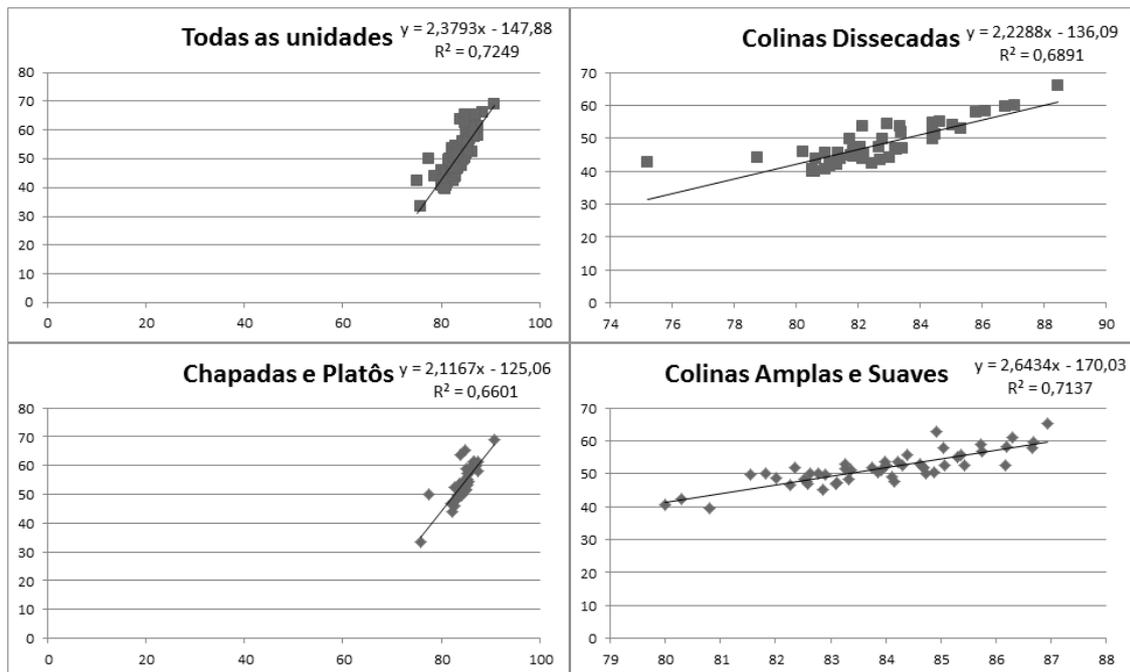


Figura 4 - relação VFA entre as datas de abril e julho, sendo eixo X representando a época da seca e o eixo Y, a época da Chuva.

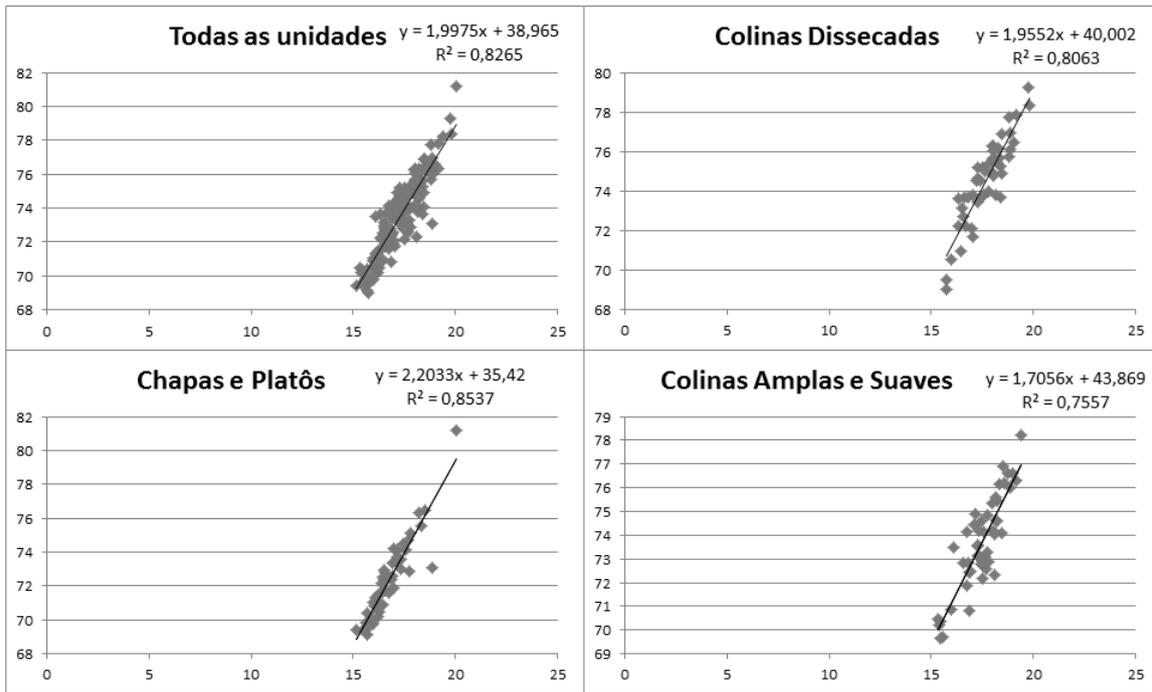


Figura 5 - relação VNFA entre as datas de abril e julho, sendo eixo X representando a época da seca e o eixo Y, a época da Chuva.

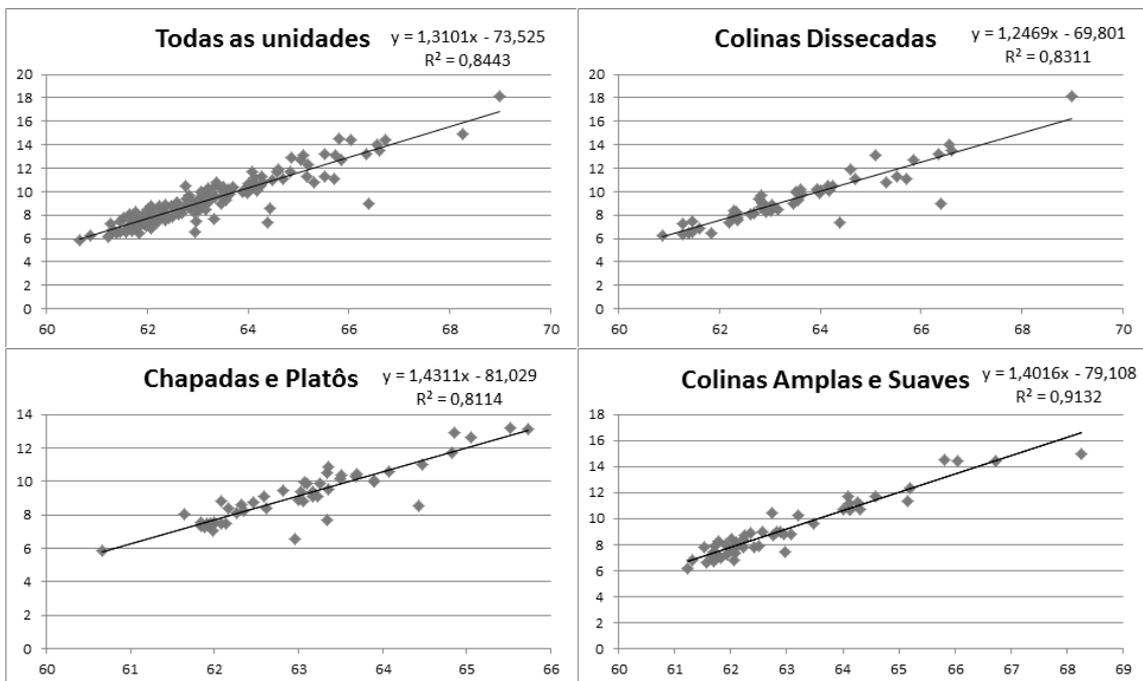


Figura 6 - relação Solo Exposto entre as datas de abril e julho, sendo eixo X representando a época da seca e o eixo Y, a época da Chuva.

Por meio destes gráficos, identifica-se que há uma diferença significativa entre os relevos segundo seus R^2 , sendo que Chapadas e Platôs apresentam uma diferença maior que os outros dois, sendo diferente também da média entre eles. Sua composição geológica é parecida com as colinas amplas e suaves,

mas seu relevo é diferente, sendo que se apresenta de forma mais plana do que as colinas (RODRIGUEZ, 2002).

Considerando as mudanças entre as médias, no parâmetro NDWI, os valores encontrados se diferenciam muito entre cada relevo, o que nos indica uma grande variação na quantidade de água presente no meio, visando os relevos, visto que a média diminui consideravelmente. Nos outros parâmetros essas variações se mantem parecidas entre os relevos.

Dentro de cada gráfico, pode-se ver colunas azuis, relativas ao mês de abril, e colunas vermelhas, relativas ao mês de julho. O primeiro conjunto de colunas é referente ao relevo de Colinas dissecadas, o segundo, Chapadas e platôs, e o terceiro, Colinas Amplas e Suaves.

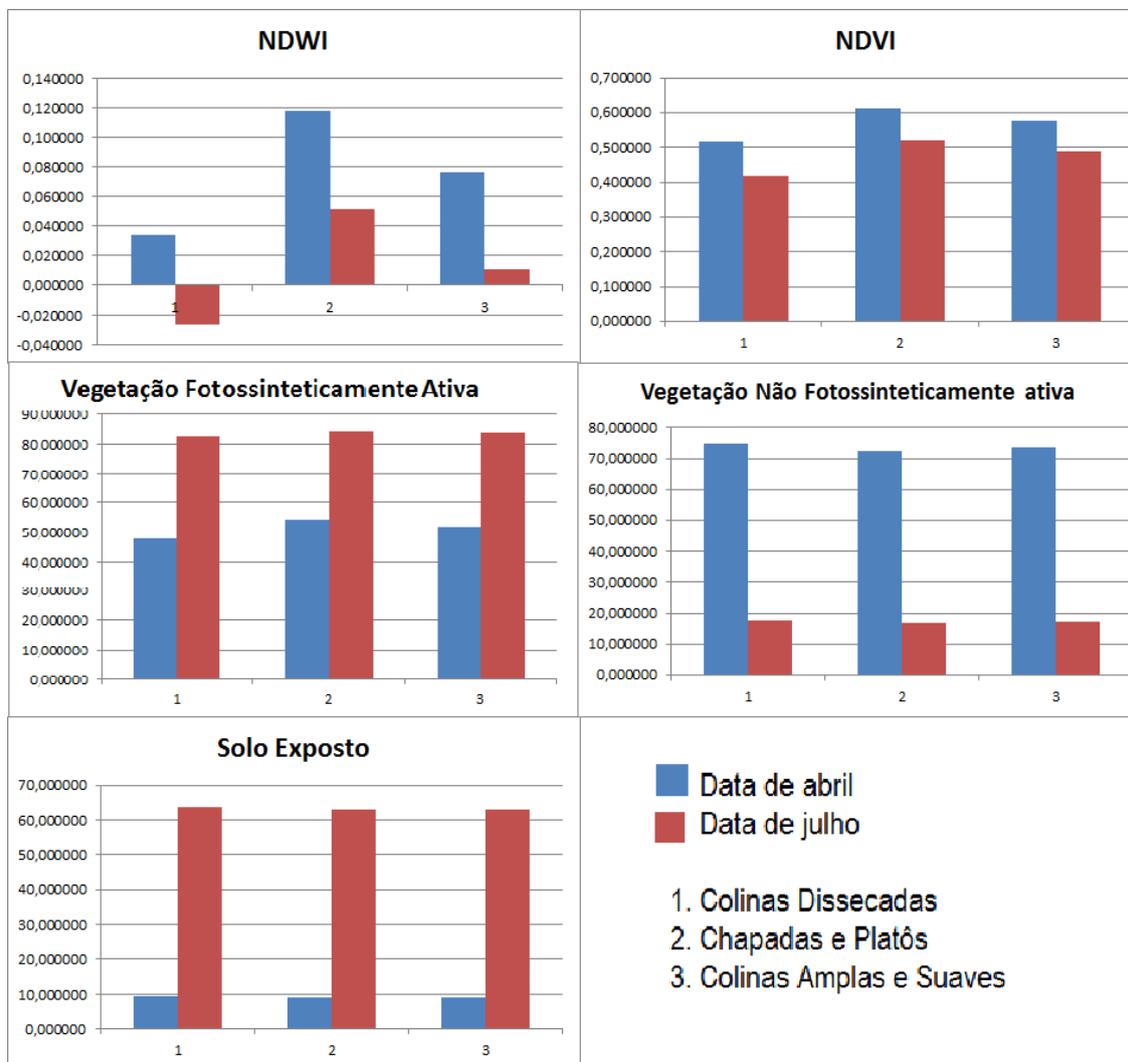


Figura 7 - gráficos com médias dos valores de NDWI, NDVI, VFA, VNFA e Solo Exposto das datas de Abril e Julho. No eixo X encontra-se os tipos de relevo e no Eixo Y os valores de radiancia

Pode-se ver também a quantidade de Solo Exposto que aumenta consideravelmente nas diferenças das duas datas, demonstrando a diminuição da superfície coberta por vegetação.

De acordo com essa tabela, é possível observar que a quantidade média de valores relacionados a vegetação fotossinteticamente ativa se elevou no período da seca, mostrando que apesar de não haver precipitação, a região se mantém ativa fotossinteticamente nessa época.

Utilizando o teste T pelo programa R, obteve-se os resultados das comparações entre as datas de cada relevo. As tabelas abaixo nos mostram o t e os valores de p, considerando um valor significativo quando $p < 0,05$. Em todos os resultados obtidos, esse valor foi alcançado, de modo que nas duas datas houveram diferenças expressivas em todos as coberturas vegetais.

Unidade de Relevo		NDWI	NDVI	VFA	VNFA	Solo Exposto
Colinas dissecadas	t	3.9685	4.7263	-38.58	172.88	-133.29
	p-value	0.0001379	7.67E-06	<2.20E-16	<2.20E-16	<2.20E-16
Chapadas e Platôs	t	3.7487	4.3876	-33.376	160.26	-188.39
	p-value	0.0003047	<2.92E-05	<2.20E-16	<2.2e-16	<2.2e-16
Colinas amplas	t	4.9876	4.4937	42.274	180.43	-141.07
	p-value	2.68E-06	1.94E-05	<2.20E-16	<2.2e-16	<2.2e-16

Conclusões

Os modelos de mistura espectral proporcionarão a compreensão mais detalhada das proporções entre os estratos das vegetações naturais, possibilitando a integração com dados ecológicos, botânicos ou de fauna, por exemplo.

Estes modelos de mistura espectral, juntamente com seus resultados, mostram que as coberturas vegetais estão bem distribuídas entre os relevos sendo que não se modificam entre si, com exceção do aspecto NDWI que na comparação entre as datas apresentou diferenças significativas entre os relevos.

De modo geral observa-se uma diferença significativa caso sejam comparadas as duas datas nos parâmetros de cobertura vegetal. Além disso foi identificado um aumento na quantidade de vegetação fotossinteticamente ativa no período da seca o que mostra que essa região se mantém ativa apesar da falta de chuva, aumentando seus níveis de VFA.

Referências

ADLER-GOLDEN, S.M. et al. Atmospheric correction for shortwave spectral imagery based on MODTRAN4. **SPIE Proc. Imaging Spectrometry**, v. 3753, p. 61-69, 1999.

ARAÚJO FILHO, M.; MENESES, P.R.; SANO, E.E. Sistema de classificação de uso e cobertura da terra com base na análise de imagens de satélite. **Revista Brasileira de Cartografia**, v.59, n.2, p.171-179, 2007.

BERK, A.G.P. et al. Exploiting MODTRAN radiation transport atmospheric correction: the FLAASH algorithm. **SPIE Proceeding**, Optical Spectroscopic Techniques and Instrumentation for Atmospheric and Space Research, p. 798-803, 2002.

BRANNSTROM, C.; JENPSON, W.; FILIPPI, A.M.; REDO, D; XU, Z.;GANESH, S. Land change in the Brazilian savanna (Cerrado), 1986-2002: comparative analysis and implication for land-use policy. **Land Use Policy**, 25, 2008, p.579-595.

COUTO JUNIOR, A.F. et al. Fenologia e estrutura do dossel de fitofisionomias do Cerrado descritas pelo modelo de mistura linear spectral e índices de vegetação. In. XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 17, 2015, João Pessoa. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2015. Artigo p.1915-1922. On-line. ISBN 85-17-00018-8. Disponível em: < <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0381.pdf> >. Acesso em: 30 de março de 2017.

EMBRAPA. Sobre o Matopiba. **Matopiba**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-matopiba/sobre-o-tema>. Acesso em 01 de julho de 2018.

GALFORD, G. et al. Wavelet analysis of MODIS time series to detect expansion and intensification of row-crop agriculture in Brazil. **Remote Sensing of Environment**, 112, 2008. 576-587.

GIRI, C.; ZHU, Z.; REED, B. A comparative analysis of the Global Land Cover 2000 and MODIS land cover data sets. **Remote Sensing of Environment**, 94, 2005. 123-132.

Instituto Chico Mendes de Biologia. Unidades de conservação – Cerrado. Parna Nascentes do Rio Parnaíba. Disponível em <http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/cerrado/unidades-de-conservacao-cerrado/2100-parna-nascentes-do-rio-parnaiba> acesso em 25 de maio de 2018

JENPSON, W. A disappearing biome? Reconsidering land-cover change in the Crazilian savanna. **The Geographical Journal**, 171(2), 2005, p.99-111.

LAMBIN, E. et al. **Land-Use Land-Cover Change (LUCC): Implementaion Strategy**. International Geosphere-Biosphere Programme; International Human

Dimensions Programme on Global. Estocolmo, p. 126. 1999.
<http://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc12005/>.

MIRANDA A.C. et al. Fluxes of carbono, water and energy over Brazilian cerrado: an analysis using eddy covariance and stable isotopes. **Plant, Cell and Environment**, 20, 315-328, 1997.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; DA SILVA, Edson Vicente. A classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica. Mercator, v. 1, n. 1, 2002.

SILVA, Cassio Roberto da. Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro. **CPRM**, 2008.

SILVA, F. et al. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the Cerrado region of Brazil. **Journal of Biogeography**, 33, 2006. 536-548.

SILVA, J.; BATES, J. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: A tropical savanna hotspot. **Bioscience**, 52, 2002. 225-233.

SINGH, A. Digital change detection techniques using remotely-sensed data. **International Journal of Remote Sensing**, v.10, p. 89-1003, 1989

VERBUG, P. et al. Landscape level analysis of the spatial and temporal complexity of land-use change. In: DEFRIES, R.; ASNER, G.; HOUGHTON, R. **Ecosystems and Land Use Change**. 2004. p. 217-230.