



VARIAÇÃO TEMPORAL DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI) NO PARQUE NACIONAL DA RESTINGA DE JURUBATIBA

Saulo de Oliveira Folharini^(a), André Luiz dos Santos Furtado^(b) Regina Célia de Oliveira^(c)

^(a) Departamento de Geografia/Universidade Estadual de Campinas, Email: sfolharini@gmail.com;

^(b) Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias, Email: andre.furtado@embrapa.br;

^(c) Departamento de Geografia/Universidade Estadual de Campinas, Email: reginacoliveira@ige.unicamp.br

Eixo: GEOTECNOLOGIAS E MODELAGEM ESPACIAL EM GEOGRAFIA FÍSICA

Resumo

O objetivo deste estudo foi analisar a variação temporal do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba utilizando imagens do sistema/sensor Landsat-5/TM. Para tanto, a pesquisa foi estruturada em três etapas principais: aquisição das imagens, correção atmosférica e reprojeção, extração dos índices de vegetação. Os resultados apresentados neste estudo confirmam o predomínio de vegetação natural densa nas áreas próximas aos cursos d'água, locais possíveis de observar elevados NDVI, e de vegetação de densidade média na área de restinga no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba.

Palavras chave: índices de vegetação, sensoriamento remoto, Landsat-5/TM.

1. Introdução

O monitoramento e mapeamento de recursos naturais é realizado, na atualidade, utilizando amplamente as técnicas e ferramentas de sensoriamento remoto e imagens de satélite. Esses procedimentos e materiais possibilitam análises em escalas temporais e espaciais diversas, que resultam em estudos de diagnóstico importantes sobre a dinâmica da paisagem.

Classificar e quantificar a cobertura vegetal é uma forma de se obter uma visão espacial da distribuição das espécies existentes e ao analisar essa cobertura vegetal de forma temporal é possível obter por quais as variações ela passou. O resultado obtido pode ser devido a fatores ambientais, como a variação de temperatura e umidade causada pelas mudanças sazonais do clima ou devido a fatores humanos, como a expansão de áreas urbanas, que suprimem a vegetação natural.

Utilizando imagens de satélite em estudos de dinâmica sazonal, devido a fatores ambientais, é possível calcular os índices de vegetação, que são medidas radiométricas indicativas da atividade fotossintética da vegetação, a porcentagem de cobertura verde, biomassa verde, teor de clorofila (JENSEN, 2009).



Entre os índices de vegetação conhecidos destaca-se o índice de vegetação por diferença normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index*, NDVI), desenvolvido e proposto por Rouse et al. (1974), é calculado utilizando a reflectância do infravermelho próximo, quando a radiação é refletida em decorrência do espalhamento interno das células da planta, e a reflectância do vermelho, quando a radiação é absorvida pelos pigmentos que realizam a fotossíntese (PONZONI; SHIMABUKURO; KUPLICH, 2012).

O NDVI tem sido empregado em estudos que visam investigar a atividade fotossintética de culturas agrícolas e da vegetação natural, mapear uso e cobertura do solo, desmatamentos florestais, mudanças climáticas, entre outros. Nesse contexto, a presente pesquisa propõe a análise temporal do NDVI no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e de sua zona de amortecimento.

2. Metodologia

2.1 Área de estudo

A área de estudo está localizada no litoral norte do Estado do Rio de Janeiro, entre as coordenadas geográficas 22°00' e 22°23'S e 41°15' e 41°45'O. Sua área é de aproximadamente 149,22 km² com cerca de 4 km de largura e 44 km de extensão e sua zona de amortecimento terrestre é de 386,28 km². Abrange os municípios de Macaé, Quissamã e Carapebus, que possuem respectivamente, 206.728, 20.242 e 13.359 habitantes (IBGE, 2010).

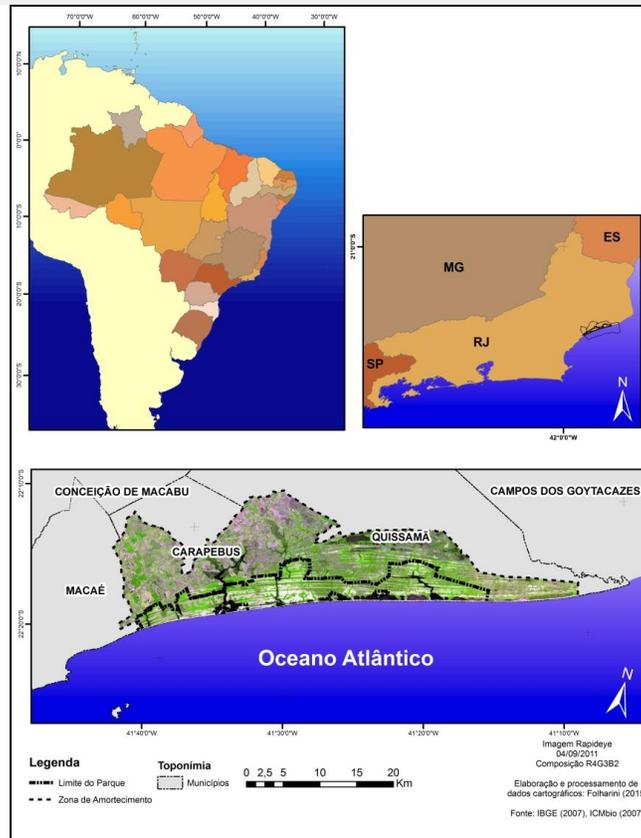


Figura 1: Localização da área de estudo.

Criado em 29 de abril de 1998, é administrado pelo ICMBio e está sujeito a diversos tipos de ação antrópica, por exemplo: atividades agrícolas, caça e pesca irregulares, queimadas e loteamentos devido sua localização próxima a áreas urbanas.

2.2 Cálculo do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)

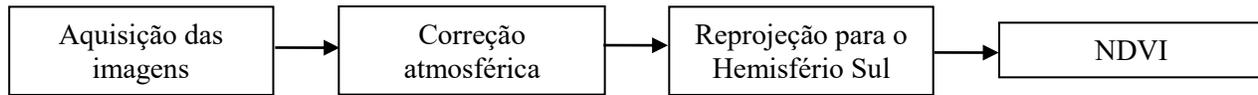
O cálculo do NDVI foi elaborado em imagens Landsat-5/TM, órbita/ponto: 216/75, adquiridas gratuitamente na página do United States Geological Survey (USGS, 2015), nas seguintes datas (tabela I):

Tabela I: Informações das imagens	
ID da imagem	Data da imagem
LT52160751996017CUB00	17/01/1996
LT52160752001046CUB00	15/02/2001
LT52160752005009CUB00	09/01/2005
LT52160752011042CUB00	11/02/2011



A escolha destas datas se justifica devido à possibilidade de realizar uma análise temporal que mostre o cenário de cobertura vegetal antes e depois da criação do PARNA

Para o cálculo do NDVI seguiu-se algumas etapas básicas para o processamento, que estão estabelecidas abaixo (Fluxograma 1):



Fluxograma 1: Etapas do processamento.

Após o *download* das imagens, foi realizada a correção atmosférica utilizando o método $\text{Cos}(t)$, desenvolvido por Chavez Júnior (1996), que incorpora todos os elementos da correção pelo pixel escuro (*Dark Object Subtraction, DOS*) com o auxílio do software Idrisi.

Essa técnica de aproximação considera tanto o efeito do espalhamento atmosférico quanto o da absorção atmosférica com base no cosseno do ângulo solar zenital. Primeiramente, os números digitais da imagem são convertidos para valores de radiância. A seguir, a radiância é convertida para reflectância. O resultado desse processamento gera uma imagem com valores de reflectância entre 0 e 1.

Com o término da correção atmosférica foi realizada a reprojeção para o Hemisfério Sul, etapa necessária porque estas imagens são projetadas no sistema de coordenadas WGS-84, Hemisfério Norte, considerando as bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7, todas com resolução espacial de 30 m. A banda 6 foi descartada, pois a sua resolução espacial é de 120 m.

Após a reprojeção das imagens a área do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba na imagem Landsat foi recortada com o auxílio da ferramenta *Subset data via ROI*, disponível no software ENVI, e, em seguida, foi feito o cálculo do NDVI (ROUSE et al., 1974).

Para o cálculo do NDVI são empregadas as bandas do vermelho (V), utilizada pela vegetação durante o processo de fotossíntese, e do infravermelho próximo (IVP), refletida durante o mesmo processo. O índice é calculado com base na relação entre o vermelho e o infravermelho próximo (Fórmula 1):

$$\text{NDVI} = [(\rho \text{ IVP} - \rho \text{ V}) / (\rho \text{ IVP} + \rho \text{ V})] \quad (1)$$

Foram definidas cinco classes de NDVI, através do classificador manual do ArcGIS, versão 10.3 e calculadas, em quilômetros, as áreas ocupadas por elas em cada imagem.



3. Resultados

O resultado com as áreas em km² do NDVI são apresentadas na Tabela II e na figura 2 é observada a distribuição espacial do índice:

Tabela II: Variação temporal dos valores de NDVI de 1996 a 2011.

NDVI	17/01/1996		15/02/2001		09/01/2005		11/02/2011	
	(km)	%	(km)	%	(km)	%	(km)	%
≤ 0,2	29,34	5,48	51,14	9,55	30,04	5,61	15,74	2,94
0,2 - 0,4	90,32	16,87	200,79	37,50	101,82	19,02	106,33	19,86
0,4 - 0,6	175,44	32,76	203,99	38,10	177,61	33,17	246,99	46,13
0,6 - 0,8	221,37	41,34	73,24	13,68	196,14	36,63	127,46	23,80
0,8 - 1	19,01	3,55	6,28	1,17	29,84	5,57	38,96	7,28
TOTAL	535,5	100,00	535,5	100,00	535,5	100,00	535,5	100,00

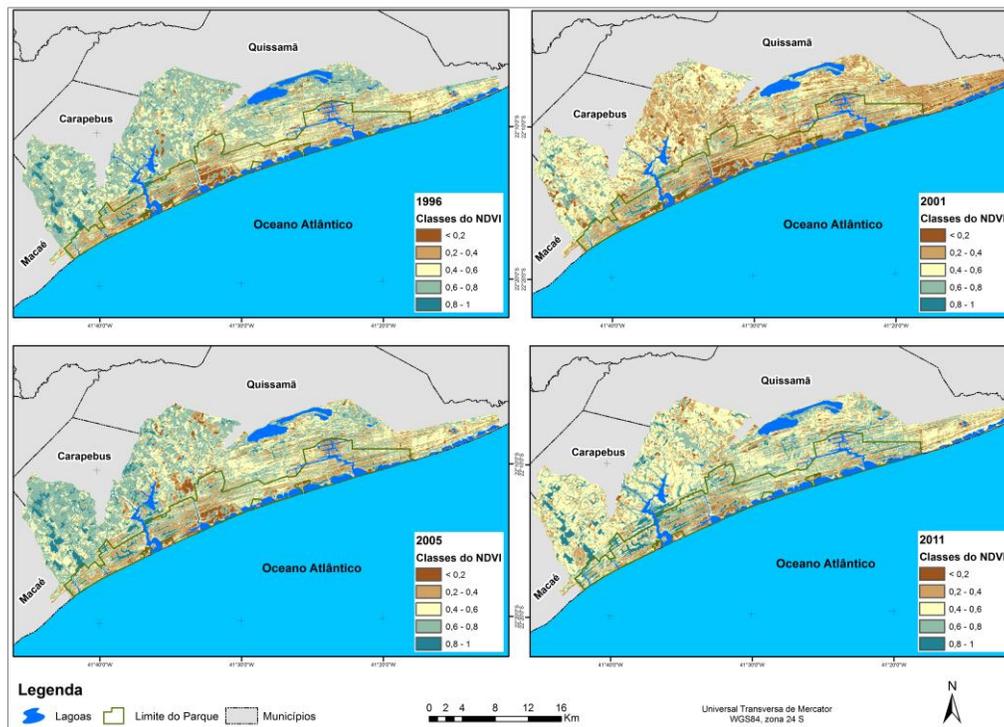


Figura 2: Variação temporal do NDVI.

O intervalo de valores entre 0,4 e 0,6 foi o que teve maior aumento no período analisado, seguido pelo intervalo de 0,8 a 1. Já o intervalo de 0,6 a 0,8 é o que mais oscilou. O intervalo de 0,2 a 0,4 apresentou um pequeno aumento em comparação com os outros intervalos. O intervalo < 0,2 diminuiu.



A variação desses dados mostra que houve aumento da área foliar, e consequentemente de biomassa, captado pelo NDVI, no período de 1996 a 2001. Esse resultado pode ser relacionado à criação do parque nacional (PARNA) em 1998, que limitou a expansão urbana e de agricultura na área de restinga.

Por sua vez, a diminuição da área de valores abaixo de 0,2 indicou que a ocorrência de solo exposto diminuiu, ou seja, houve aumento da biomassa da vegetação de restinga. Os valores baixos e médios mostram que a vegetação não é muito densa, característica marcante da vegetação de restinga que se distribui esparsamente pela área.

Já as áreas no intervalo de 0,8 a 1 diminuíram no primeiro momento, mas aumentaram no período. Essas áreas estão relacionadas a locais com alta concentração de área foliar e biomassa, indicam vegetação densa e ocorrem com maior frequência às margens das lagoas costeiras, justamente onde a presença de água auxilia no desenvolvimento da vegetação.

4. Considerações Finais

Os resultados apresentados confirmam o predomínio, no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, da vegetação natural, com NDVI entre 0,4 e 0,8, característica que se relaciona à vegetação de restinga, que tem por padrão distribuir-se pelo espaço de maneira esparsa.

A aplicação do NDVI nessa análise temporal permite concluir que há um padrão de área total do NDVI nos intervalos $< 0,2$; $0,4 - 0,6$; $> 0,8$, com pequenas variações percentuais. Já os intervalos $0,2 - 0,4$ e $0,6 - 0,8$ tiveram variações altas em comparação com os outros intervalos, o que pode ser um indicativo da variação sazonal da precipitação nas datas analisadas.

Esse cenário indica que a composição vegetal da área estudada alterou-se pouco no período analisado, com um indicativo positivo, que é o aumento de valores de $\text{NDVI} > 0,8$, ou seja, a alta concentração de biomassa.

5. Bibliografia

CHAVEZ JÚNIOR, P. S. Image-based atmospheric corrections - revisited and improved. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 62, p. 1025–1036, 1996.

IBGE. **Censo Demográfico**. 2010. Disponível em <http://censo2010.ibge.gov.br/>, acessado em 14 fev 2016.



JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Parêntese, 2009.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M. **Sensoriamento remoto da vegetação**. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In: FREDEN, S. C.; MERCANTI, E. P.; BECKER, M. (Eds.). . **Third Earth Resources Technology Satellite** – 1 Symposium. Volume I: Technical Presentations, NASA SP-351. Washington, D.C.: 1974. p. 309–317.

USGS – United States Geological Survey. **Catálogo de Imagens Landsat**. 2015. Disponível em <<http://earthexplorer.usgs.gov>>, acesso em 30 fev 2015.