



ESTUDO DA VARIAÇÃO TEMPORAL DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA EM JUIZ DE FORA A PARTIR DE IMAGENS DE SATÉLITE

TEMPORAL VARIATION STUDY OF NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX IN JUIZ DE FORA FROM SATELLITE IMAGES

Mateus Ferreira Ramos

Faculdade de Engenharia – UFJF
Bairro Martelos, Campus Universitário, CEP: 36036-330
Juiz de Fora – MG.
E-mail: mateusufjf@hotmail.com

Celso Bandeira de Melo Ribeiro

Faculdade de Engenharia – UFJF
Bairro Martelos, Plataforma 4
Campus Universitário, CEP: 36036-330
Juiz de Fora – MG
E-mail: celso.bandeira@ufjf.edu.br

Marcel Pereira de Andrade

Faculdade de Engenharia – UFJF
Bairro Martelos, Campus Universitário, CEP: 36036-330
Juiz de Fora – MG.
E-mail: marcel.pdandrade@gmail.com

Informações sobre o Artigo

Data de Recebimento:

02/2016

Data de Aprovação:

05/2016

Resumo

Neste estudo, aplicou-se o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para todo o município de Juiz de Fora, no período entre os anos de 2000 e 2015, com frequência mensal, visando analisar as suas alterações temporais. Devido ao aumento populacional e ao processo de urbanização da cidade, entende-se que é importante analisar a dinâmica da vegetação e a sua tendência ao longo dos anos. Assim, foram aplicadas técnicas de sensoriamento remoto, para determinar o NDVI médio para toda a área urbana, com frequência

mensal, visando avaliar as alterações temporais da vegetação. Foram utilizadas imagens dos satélites Landsat 5 e 8. Entretanto, dos 192 meses compreendidos entre 2000 e 2015 só foi possível utilizar efetivamente 41 imagens, pois muitas foram descartadas por possuírem extensa presença de nuvens, na região de estudo, com significativa perda de informação, limitando a aplicação do NDVI. O NDVI de cada imagem foi estimado com auxílio do programa Envi 4.7. Dentre os resultados alcançados, pode-se destacar que o maior valor de NDVI, médio para todo o município, encontrado em todo o período de estudo ocorreu no mês de Janeiro do ano de 2002, com valor de 0.54 e o menor valor de NDVI encontrado em todo o período de estudo foi no mês de Setembro do ano de 2006, com valor de 0.26. Vale destacar, também, que foi percebida uma tendência de diminuição dos valores médios de NDVI ao longo do período analisado. Outro resultado interessante foi a grande correlação entre os valores médios mensais de NDVI e a chuva média da região.

Palavras-chave: NDVI; variações na vegetação; Landsat.

Abstract

In this study, we applied the Vegetation Index (NDVI) for the whole city of Juiz de Fora, between 2000 and 2015 period, on a monthly basis in order to analyze their temporal changes. Due to population growth and the city's urbanization process, it is understood that it is important to analyze the dynamics of vegetation and its trend over the years. Thus, remote sensing techniques have been applied to determine the average NDVI for the entire urban area, with monthly frequency, to evaluate temporal changes of vegetation. Satellite

images from Landsat 5 and 8 were used. However, the 192 months between 2000 and 2015 was only possible to effectively use 41 images, as many were discarded because they have extensive presence of clouds in the study region, with significant loss of information, limiting the application of NDVI. The NDVI of each image was estimated with the help of Envi 4.7 program. Among the results achieved, it can be noted that the highest value of NDVI average for the whole municipality, found throughout the study period occurred in January of 2002, with a value of 0,54 and the lowest value of NDVI found throughout the study period it was in September of 2006, with a value of 0,26. It is worth noting, too, that was perceived a tendency of decrease in average NDVI values over the analysis period. Another interesting result was the high correlation between the monthly average values of NDVI and the average rainfall in the region.

Keywords: NDVI; variations in vegetation; Landsat.

1. Introdução

As áreas verdes são fundamentais para o equilíbrio do ambiente urbano atuando na manutenção de um clima ameno e na melhoria da qualidade do ar, através do consumo de gás carbônico (CO₂) e produção de Oxigênio (O₂), além de propiciarem o equilíbrio da biodiversidade entre espécies.

Porém, com a crescente urbanização e o aumento populacional, as cidades tendem a se expandir cada vez mais, levando ao desmatamento e a ocupação de áreas verdes. Neste processo, a substituição da vegetação pela área urbanizada (impermeável) causa mudanças irreversíveis no ambiente, como: alterações no microclima (podendo gerar ilhas de calor), diminuição da biodiversidade, além da diminuição da infiltração e o respectivo aumento do escoamento superficial de água.

Atualmente, com o desenvolvimento da informática e dos algoritmos de processamento de imagens, em conjunto com as técnicas de sensoriamento remoto, torna-se viável analisar temporalmente as alterações ocorridas na superfície do solo.

Uma técnica bastante empregada para analisar a vegetação é a análise de índices de vegetação. Neste sentido, o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NVDI) tem sido bastante empregado em estudos de sensoriamento remoto.

Diante do exposto, o objetivo desse estudo é avaliar a variação temporal das áreas verdes no município de Juiz de Fora, utilizando o Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), no período anual de 2000 a 2015 com frequência mensal. Posteriormente apresentar uma curva, para representar o NDVI médio mensal, de todo o município.

2. Materiais e Métodos

2.1 - Localização da Área de Estudo

A área de estudo compreende o Município de Juiz de Fora, situado na coordenada: Latitude: -21.7642 e Longitude: -43.3496 (Figura 1). O município ocupa uma área de 1.429,88 Km², sendo que 317,74 km² representam o perímetro urbano. A cidade se encontra a aproximadamente 283 km da capital do estado (Belo Horizonte) (IBGE, 2015).

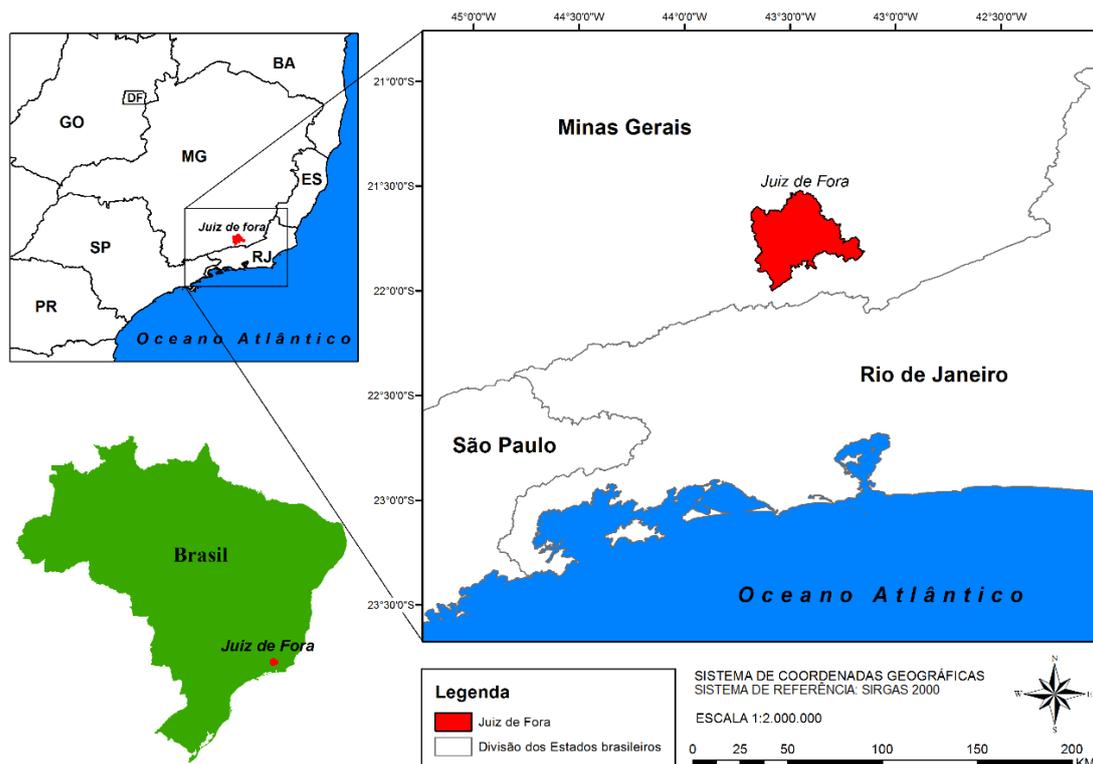


FIGURA 1: Município de Juiz de Fora.

O procedimento utilizado nesse estudo está descrito no fluxograma (Figura 2) e mostra os passos seguidos na realização deste estudo.

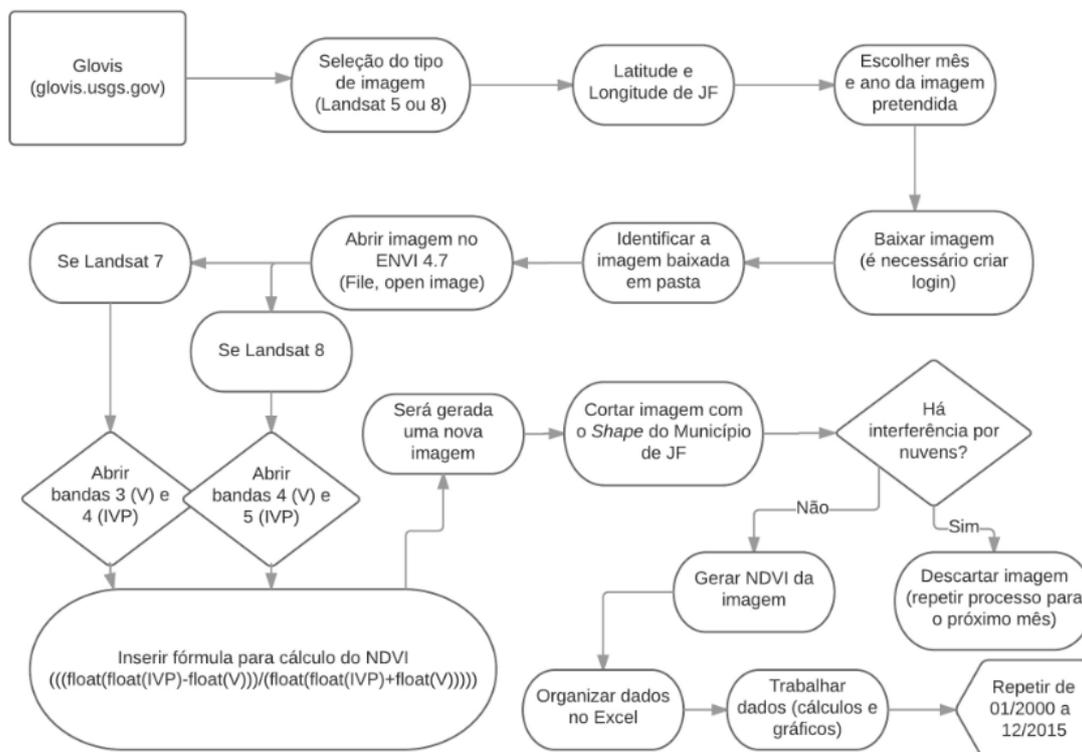


FIGURA 2: Passo a passo no desenvolvimento do trabalho.

Foram utilizadas imagens de satélite Landsat 5 (01/2000 a 09/2011) e Landsat 8 (04/2013 e 12/2015), conforme mostra a Figura 3.b. Vale destacar que se tentou trabalhar com imagens de

Revista de Geografia – PPGEU - UFJF. Juiz de Fora, v.6, n.1, (Jan-Jun) p.13-21, 2016.

Landsat 7 (Figura 3.a), porém não foi possível, visto que essas imagens apresentam falhas devido a problemas no sensor do satélite.

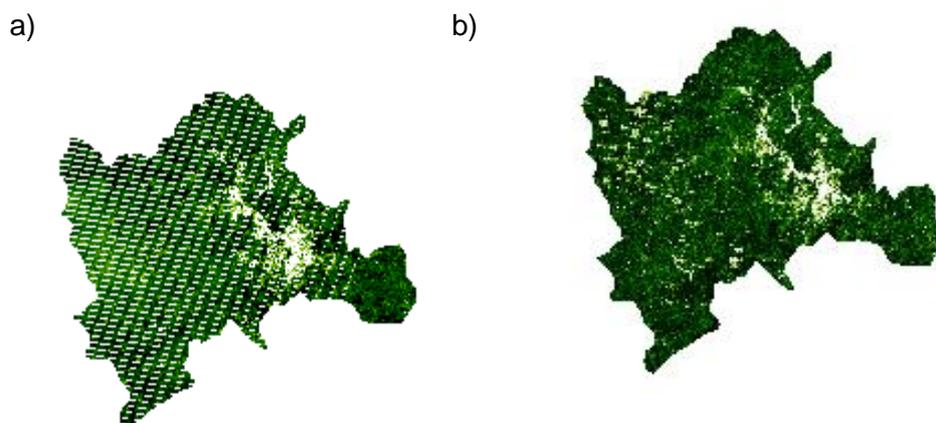


FIGURA 3: a) Imagens Landsat 7 e b) Landsat 8 do mês de Janeiro de 2014, representando o NDVI no município de Juiz de Fora

As imagens de satélite foram baixadas do site americano glovis (USGS, 2015.a), inserindo como critério de busca as coordenadas geográficas de Juiz de Fora (Latitude: -21.7642 e Longitude: -43.3496) e buscando imagens sem comprometimento por nuvens, na área de estudo.

Após a coleta, pré-tratamento, e recorte das imagens, no limite do município de Juiz de Fora, foram calculados os valores de NDVI médio para toda a cena, programando-se a equação de cálculo no programa ENVI 4.7.

O NDVI foi calculado pela equação a seguir:

$$NDVI = \frac{IVP - V}{IVP + V} \quad (1.1)$$

em que,

IVP = Valor da refletância na banda no infravermelho próximo;

V = Valor da refletância na banda do vermelho.

Nas imagens Landsat 5, as bandas correspondentes ao vermelho e ao infravermelho correspondem às bandas 3 e 4. Já para as imagens Landsat 8, as bandas correspondentes ao vermelho e ao infravermelho próximo são as bandas 4 e 5 (USGS, 2015.b).

Como a resolução temporal do Landsat é de 16 dias, seriam possíveis 192 imagens possíveis no período de estudo (2001 a 2015), porém foram trabalhadas apenas 41, que não possuíam sem interferência por nuvens, para o cálculo do NDVI.

Vale destacar que as imagens Landsat 5 e 7 dos sensores TM e ETM, possuem sete bandas e cada banda representa uma faixa do espectro eletromagnético captada pelo satélite. Estes satélites Landsat, observam a mesma área a cada 16 dias. Cada imagem obtida por este satélite abrange no solo uma área de 185 x 185 km. A resolução geométrica nas bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 é de 30 metros, ou seja, cada pixel da imagem representa uma área de 0,09 ha. Na banda 6 a resolução é de 120 metros, isto é, cada pixel da imagem representa uma área no terreno de 1,4 ha. O mapeamento temático a partir de cada banda depende de alguns fatores locais como:

topografia do local, estação do ano e variações regionais, tornando a interpretação das imagens mais facilitada quando se tem conhecimento de campo (INPE, 2016).

3. Resultados e Discussões

A Figura 4 apresenta os valores encontrados de NDVI em função do tempo e uma curva de tendência a fim de orientar a tendência da curva.

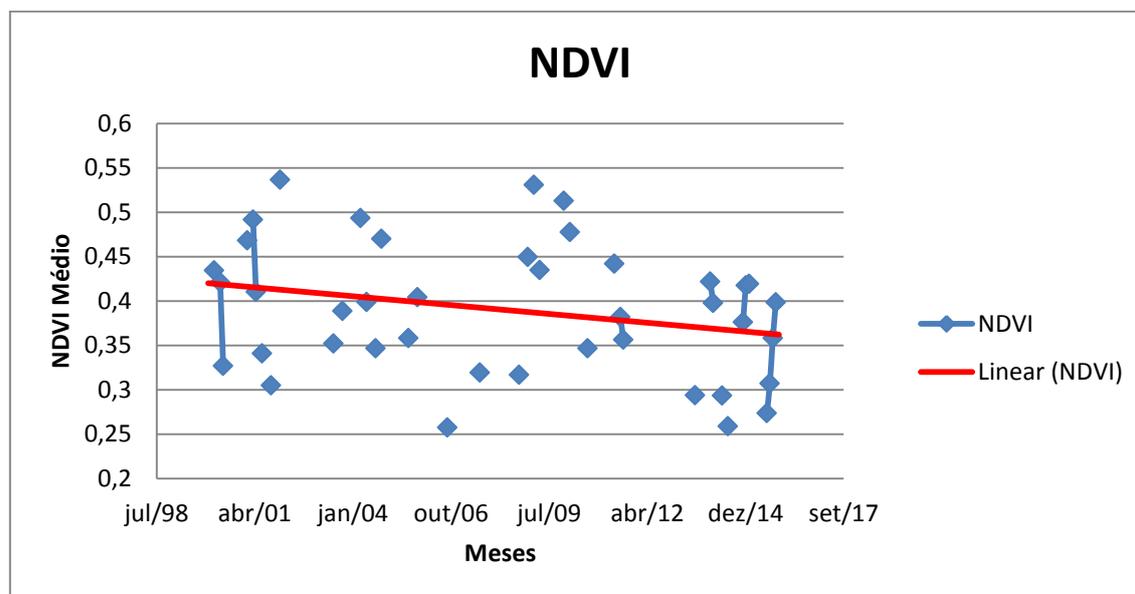


FIGURA 4: NDVI médio mensão do Município de Juiz de Fora nos meses de Janeiro de 2000 à Dezembro de 2015 e sua curva de tendência.

Pode-se observar na Figura 4 que há uma clara tendência de diminuição do valor do índice de vegetação (NDVI) durante o período analisado, o que alerta sobre a importância para a necessidade de um planejamento adequado das áreas verdes do município.

A Figura 5 apresenta, a distribuição espacial do NDVI, no município de Juiz de Fora. Esta imagem traz de forma mais clara a variação do NDVI para a imagem como um todo com o auxílio da escala de cor. Os tons mais claros representam valores de NDVI menores (área menos vegetada) e os tons mais escuros representam valores maiores de NDVI (área com mais vegetação).

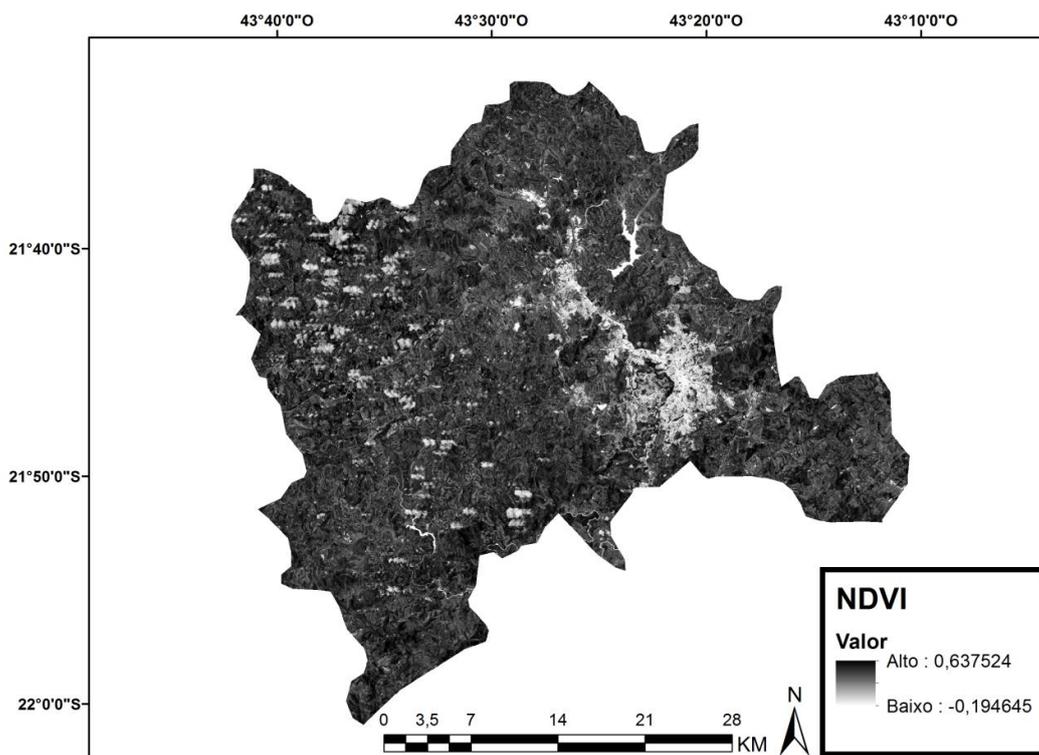


FIGURA 5: Imagem Landsat 8 utilizada no estudo do mês de Janeiro de 2014.

Os valores de NDVI apresentados nessa imagem, ilustram a variação do índice devido as diferentes superfícies analisadas. Os valores negativos deste índice, indicam a presença de corpos d'água e superfícies sem vegetação. Já os valores positivos estão associados à cobertura vegetal. O NDVI médio apresentado nesta Figura 5 é de 0,42.

Conforme apresentado, foram separados os valores de NDVI encontrados por meses em todos os anos do estudo e foi calculado o valor médio do NDVI para cada mês e construído o gráfico da média do NDVI de cada mês. Os valores médios mensais de NDVI encontrados apresentam-se na Tabela 1.

TABELA 1

Valores encontrados de NDVI de todo o período de estudo e a média dos meses.

	Jan	Ano	Fev	Ano	Mar	Ano	Abr	Ano	Mai	Ano	Jun	Ano	Jul	Ano	Ago	Ano	Set	Ano	Out	Ano	Nov	Ano	Dez	Ano
	0.54	2002	0.47	2001	0.43	2000	0.49	2001	0.42	2000	0.33	2000	0.34	2001	0.36	2005	0.35	2004	0.30	2001	0.47	2004	0.45	2008
	0.42	2014	0.53	2009			0.49	2004	0.41	2001	0.40	2004	0.35	2003	0.32	2007	0.26	2006	0.39	2003	0.40	2005	0.51	2009
	0.42	2015	0.48	2010			0.43	2009	0.44	2011			0.38	2011	0.35	2010	0.32	2008	0.36	2015	0.40	2015	0.38	2014
			0.40	2014					0.29	2014			0.26	2014	0.36	2011	0.31	2015						
			0.42	2015											0.29	2013								
															0.27	2015								
Média	0.46		0.46		0.43		0.47		0.39		0.36		0.33		0.32		0.31		0.35		0.42		0.45	
Desvio Padr.	0.07		0.05				0.03		0.07		0.05		0.05		0.04		0.04		0.04		0.04		0.07	

Com isso, foi possível obter uma curva mais representativa, onde se pode observar com mais clareza que nos meses do período chuvoso (Nov, Dez, Jan e Fev) os valores de NDVI são maiores do que os demais meses do ano.

Pode-se perceber também, que os gráficos apresentados nas Figuras 6 e 7 demonstram que há uma forte correlação entre a chuva e o valor de NDVI. Em Julho o gráfico de precipitação tem seu mínimo (período de seca) e a partir de Agosto, começa a crescer. Nesse momento, o valor do NDVI acompanha a diminuição, porém, se mantendo até Setembro, mostrando que o solo que antes estava seco, necessitou da precipitação aumentar nos meses de Agosto e Setembro para em Outubro tornar a desenvolver a vegetação. A partir de Janeiro a precipitação vai diminuindo, porém o NDVI se mantém alto até Abril, o que relata que devido ao período chuvoso, o solo estava com boa umidade e ainda nos meses de verão com boa insolação se torna uma condição ideal para o desenvolvimento da planta. E com o decaimento dos valores de precipitação, o solo vai ficando mais seco, reduzindo o valor do NDVI tornando essa variação um ciclo.

Vale ressaltar que na Figura 6 há um pico no mês 4 (Abril), que pode ter ocorrido em consequência de fatores que afetam o NDVI como sombra causada por nuvens, escurecendo a imagem, ou o teor de água no solo, que tende a escurecer a imagem quando molhado.

Através do gráfico da Figura 6 pode-se perceber que o NDVI do município variou entre aproximadamente 0,30 e 0,47, e na média de todo o período de estudo, o valor desse índice foi de 0,40, o que representa uma área com boa cobertura vegetal, visto que na imagem do município há solo exposto, área urbana, água e vegetação.

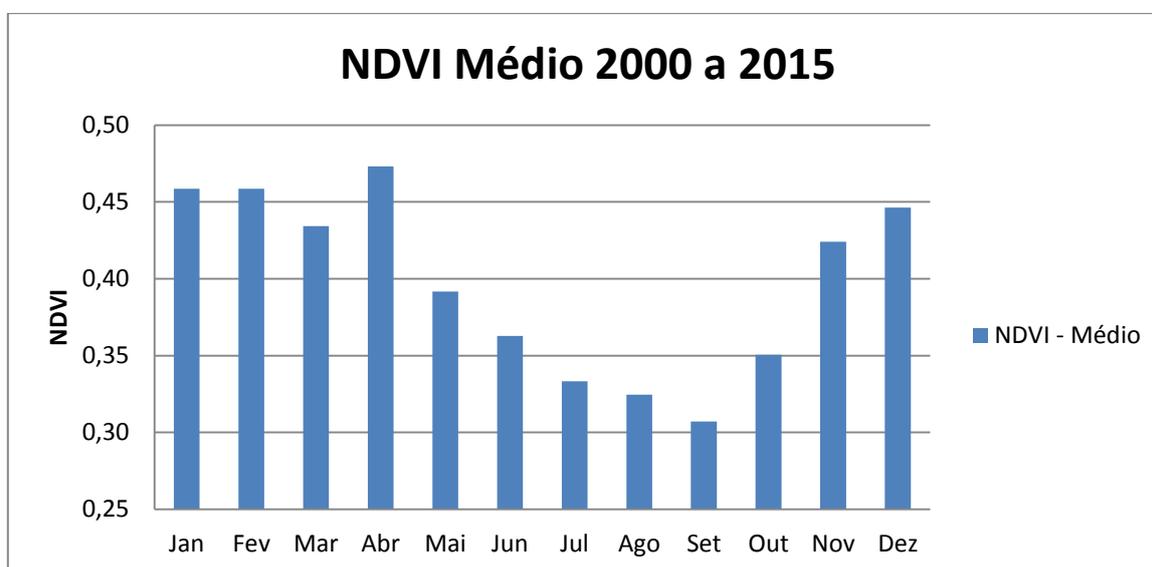


FIGURA 6: Média do NDVI dos meses de mesmo nome

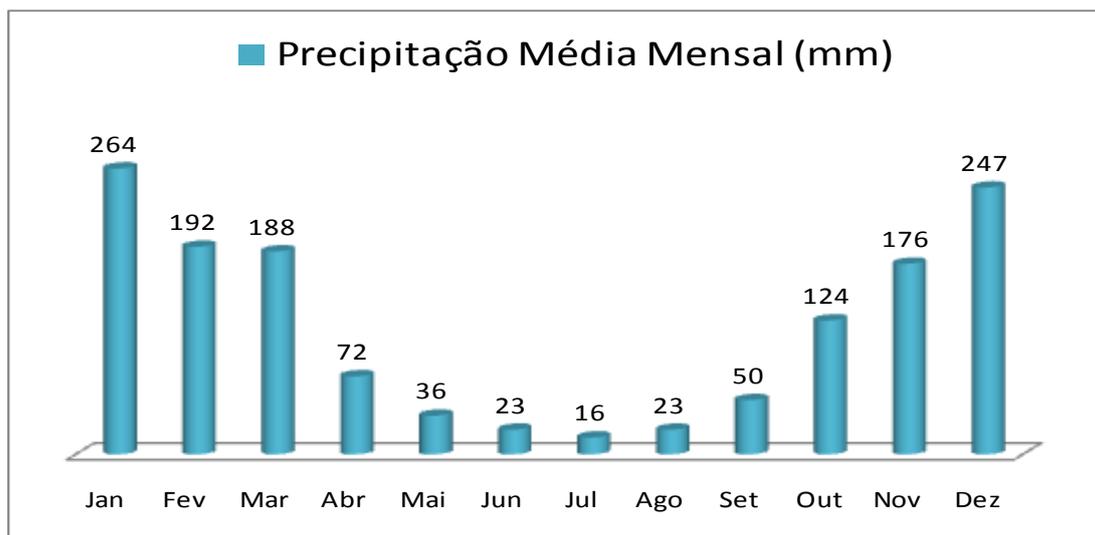


Figura 7: Média do NDVI dos meses de mesmo nome (RIBEIRO et al., 2011)

4. Conclusões

Dentre as principais conclusões observadas neste estudo, pode-se destacar:

- Foi observada uma tendência de redução no valor médio do índice de vegetação (NDVI) observando no período de 2001 a 2015, para o município de Juiz de Fora;
- O valor médio de NDVI para o município foi de 0,40, considerando-se todos os valores encontrados no período de estudo, evidenciando que o município encontra-se razoavelmente bem vegetado.
- O índice de vegetação utilizado nesse estudo permitiu avaliar a variação temporal do vigor vegetativo na área do município e a curva mensal obtida para o NDVI apresentou forte correlação à curva de precipitação do município.
- O pico de NDVI observado no mês de abril evidencia que o solo leva um tempo para absorver a água e propiciar desenvolvimento da vegetação e após a precipitação começar a reduzir, este índice se mantém alto por mais dois meses e começa a reduzir posteriormente.

Referências

- FONTANA, Denise Cybis. **Comportamento espectral da vegetação**. Rio Grande do Sul: Ufrgs, 2011. 122 slides, color. Disponível em: <www.ufrgs.br/leaa/arquivos/aulas/SERP06/cultivos.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2015.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades@**. 2014. Disponível em: <[http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=313670&search=mun inas-gerais|juiz-de-fora](http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=313670&search=mun%20inas-gerais|juiz-de-fora)>. Acesso em: 11 jul. 2015.
- INPE. **Divisão de Geração de Imagens: Os Satélites LANDSAT 5 e 7**. Disponível em: <www.dgi.inpe.br/Suporte/files/Cameras-LANDSAT57_P.T.php>. Acesso em 20 jan. 2016.
- RIBEIRO, C. B. M.; MORAES, M. F.; ROCHA, N. H.; COELHO, S. O. **Aproveitamento da Água de Chuva – Campus UFJF/MG**. In: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Maceió (AL), 2011.
- USGS GLOBAL VISUALIZATION VIEWER (Usa). **Frequently Asked Questions about the Landsat Missions**. 2013. Disponível em: <http://landsat.usgs.gov/L8_band_combos.php>. Acesso em: 20 jul. 2015.a.
- USGS GLOBAL VISUALIZATION VIEWER (Usa) (Org.). **Science for a changing world**. Disponível em: <<http://glovis.usgs.gov/>>. Acesso em: 10 abr. 2015.b.