



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE TEMPORAL DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO (NDVI) NA FORMAÇÃO FECHO DO FUNIL NA PORÇÃO CENTRAL DO SINCLINAL DOM BOSCO, QUADRILÁTERO FERRÍFERO (MG) ENTRE OS ANOS DE 1985 E 2018.

Ana Clara Mendes Caixeta ^(a), Evelyn Aparecida Mecenero Sanchez ^(b), Juliano
Alves de Senna ^(c)

^{(a) (c)} Laboratório de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (LGSR), Centro de Estudos em Geociências (CeGeo), Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT), Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), ^(a) ana.caixeta@ict.ufvjm.edu.br;

^(b) Laboratório de Paleontologia, Centro de Estudos em Geociências (CeGeo), Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT), Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM); evelyn.sanchez@ict.ufvjm.edu.br;

^(c) jsenna@ict.ufvjm.edu.br

Eixo: Geotecnologias e modelagem aplicada aos estudos ambientais

Resumo/

Este trabalho tem o objetivo de comparar a dinâmica da vegetação na Formação Fecho do Funil na porção central do Sinclinal Dom Bosco nos anos de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2018 com a aplicação do NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) nas imagens Landsat 5 e 8.

Para realizar este trabalho foi utilizado o software QGIS em três etapas: o pré-processamento, processamento *sensu strictu*, e geração dos mapas. Assim, analisou-se uma dinâmica variável da vegetação na área de estudo, com destaque para a preservação de 80% da área verde de 1985, seguindo por uma drástica redução de 50% em 1995 e o início de pequeno crescimento em 2015.

A área com uma densa vegetação em todas as imagens está na região oeste, que caracteriza a ausência de rocha na superfície. Na região sudeste ocorre a ausência de vegetação em todas as imagens que pode ser classificada como afloramentos.

Palavras chave: NDVI, dinâmica da vegetação, SIG, sensoriamento remoto

1. Introdução

As plataformas SIG (sistemas de informações georreferenciadas) atualmente são fundamentais na interpretação de dados e informações da superfície da Terra, através da manipulação temporal e espacial dos dados. Estes dados servem de insumo para simulações,



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

de monitoramentos (desmatamento, cultura, água, canais, crescimento urbano, entre outros), aplicação de modelos (terreno, inundação, ambientais), zoneamentos e a geração de mapas finais de diferentes estudos.

O sensoriamento remoto corrobora com o SIG, com a análise da resposta do comportamento espectral dos alvos da superfície na terra. Entretanto, ressalta-se que ao analisar o alvo devem-se observar os dados de aquisição da imagem (geometria de coleta dos dados, resolução espectral, espacial, radiométrica, etc.) (NOVO, 2008).

Dentre os alvos da superfície na terra está a complexa vegetação. Pois, diversos estudos fazem abordagens de diferentes estágios de desenvolvimento da planta, como, por exemplo, o estudo de Carvalho Júnior *et al* (2008), que classifica um padrão das assinaturas temporais para detectar tipos de savanas no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros. Já, no estudo de Ramos *et al* (2010), aborda-se o uso do SIG na distribuição espacial das áreas cultivadas, mudanças na cobertura do solo, monitoramento da vegetação em diferentes momentos do ano e recorte temporal (RAMOS *et al*, 20010).

Outros estudos, como o Braz *et al* (2015), Borratto *et al* (2013), França *et al* (2012), analisam o comportamento, a dinâmica e espacialização da vegetação em diferentes escalas, como as bacias hidrográficas, as áreas adjacentes a lagoas, municípios, regiões, áreas urbanas, entre outras. Ressalta-se que estes estudos passam por uma redução de custo e principalmente pelos aprimoramentos dos sensores remotos, dos softwares e da acessibilidade das imagens de satélites. Assim, é possível ter uma maior confiabilidade nos dados.

Para obter estas análises, neste estudo utilizam-se operações algébricas e modelos matemáticos empregando bandas espectrais específicas dos sensores da imagem de satélite. No caso do NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) utilizam-se os comprimentos de onda de maior absorção (650nm) corresponde ao vermelho e de maior reflexão (760 – 900nm), que corresponde ao infravermelho próximo (NOVO, 2008).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Diante disso, este trabalho tem o objetivo de comparar a dinâmica da vegetação na Formação Fecho do Funil (FFF) na porção central do Sinclinal Dom Bosco nos anos de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2018 com a aplicação do NDVI nas imagens Landsat 5 e 8.

2. Caracterização da área de estudo

A área de estudo (Figura 01) possui uma área de aproximadamente 6,69 km², nas coordenadas 7743596 m Sul e 656232 m Oeste do fuso 23S e está localizada a oeste da cidade de Ouro Preto. Para chegar ao local de estudo, deve-se sair da cidade de Ouro Preto pela Rodovia dos Inconfidentes e virar à esquerda na BR-356. Esta distância é de aproximadamente 30 km. Já, da capital Belo Horizonte está a aproximadamente 90 km utilizando a BR-356.

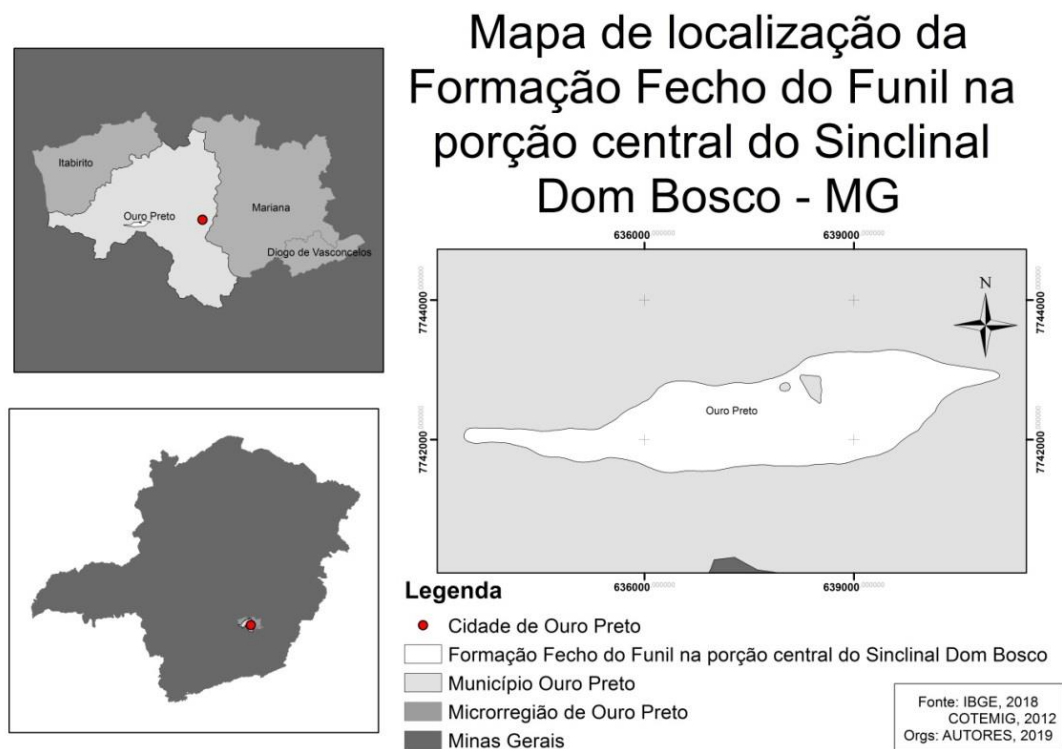


Figura 1: Localização da área de estudo



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A complexa FFF está no Grupo Piracicaba (Quadrilátero Ferrífero) representada pelos litotipos (i) filito (padrão, dolomítico, e multicolorido), (ii) metassilito, (iii) mármore e (iv) dolomito impuro (REF). Na porção central do Sinclinal Dom Bosco, a “FFF” é caracterizada por mármore (castanho avermelhados) contendo camadas estromatolíticas que ocorrem principalmente na jazida da Mina do Cumbe no município de Ouro Preto (MG) (BEZZERA, 1999).

De acordo com Bezzera (1999) a vegetação local pode ser compreendida com “Planalto de Campos das Vertentes, onde se desenvolveram florestas estacionais semidecíduais, refúgios ecológicos campestres montano e alto-montano” (BEZZERA, 1999, p.3).

3. Materiais e métodos

As bases cartográficas foram utilizadas na folha geológica de Ouro Preto (SF.23-X-A-III). As imagens portal do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) visualizadas na Quadro1 estão caracterizadas a origem das imagens, quanto o seu satélite, sensor e data. No Quadro ainda foi inserido as duas bandas pertencentes à faixa do vermelho e do infravermelho para o cálculo do NDVI.

Satélite	Sensor	Data da Imagem	Bandas NDVI
Landsat 5	TM	17 de fevereiro de 1985	B3/B4
Landsat 5	TM	08 de agosto de 1995	B3/B4
Landsat 5	TM	02 de julho de 2005	B3/B4
Landsat 8	OLI	31 de agosto de 2015	B4/B5
Landsat 8	OLI	6 de julho de 2018.	B4/B5

Quadro 1: Características das imagens de satélites utilizadas.

Fonte: Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). Org: Autores, 2018

3.1 Os métodos utilizados:

De posse destes dados, o trabalho foi realizado no software QGIS em três etapas: (i) o pré-processamento, (ii) processamento *sensu strictu*, e (iii) geração dos mapas. No (i) pré-processamento ocorreu a reprojeção das imagens para o hemisfério sul para as cinco cenas.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Na etapa seguinte desta fase ocorreu a correções da reflectância, que para as imagens Landsat 8 foi realizado a calculadora raster com a aplicação da equação (1) de correção fornecida pelo site USGS:

$$\rho = \frac{M_{\rho} Q_{cal} + A_{\rho}}{\sin(\theta_{SE})} \quad (1)$$

Sendo: M_{ρ} = reflectance mult band x;

Q_{cal} = reflectance add band x;

A_{ρ} = banda x;

$\sin(\theta_{SE})$ = elevação solar.

As informações destas imagens, que serviram para realizar esta operação, estão no arquivo “*mt*”. Nas imagens Landsat 5 foi realizado o método DOS (*Dark Object Subtraction*) apresentado na ferramenta de “*Semi-Automatic Classification Plugin*” do QGIS. Este método foi desenvolvido por Chavez (1996) para correção do espalhamento atmosférico. Neste método, não é necessário obter informações sobre as condições atmosféricas da data da imagem, sendo de fácil aplicação para todas as bandas da cena (CHAVEZ, 1996; SANCHES et al., 2011; TEIXEIRA et al., 2017).

No (ii) processamento foi aplicado o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), que é determinado pela reflectância do infravermelho e vermelho com a equação (2) seguinte (ROUSE, et al, 1973):

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

Sendo: NIR= Refletância no infravermelho;

RED= Refletância no vermelho



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Os valores obtidos no NDVI variam em uma escala no intervalo de -1 e 1. Sendo os valores mais próximos de 1, possui-se uma alta reflectância, representando uma densa área de vegetação e os valores próximos a -1 apresentam uma baixa reflectância, representando uma ausência de vegetação, que pode ser vários outros alvos.

Nas imagens Landsat 5, foram utilizadas as bandas 3 e 4 e nas imagens Landsat 8 foram utilizadas as bandas 4 e 5. De posse do NDVI foi realizado uma classificação com 5 categorias para diferenciar a classe com maior reflectância. Com a padronização do processamento para as cinco cenas é possível realizar uma comparação dos mapas.

Após essa classificação, foi possível transformar o arquivo raster para vetor e assim possibilitar o cálculo da área de vegetação, para realizar um comparativo. Por fim, no software QGIS realizaram-se os layouts dos mapas (iii) com a análise temporal e espacial da dinâmica da vegetação. O QGIS, de acordo com Bossle (2016), é um software possível de adicionar pequenas alterações (*plugins*) para impor novas funcionalidades ao programa, que comprova uma readaptação às necessidades do profissional (BOSSLE, 2016, p. 61).

4. Resultados e discussão

As imagens utilizadas restringiram-se aos meses de seca (julho, agosto e setembro), quando a vegetação está mais seca, possibilitando uma padronização das mesmas juntamente com os processos realizados já elencados na metodologia. Ao longo dos anos analisados verificou-se que nos resultados do NDVI ocorreu uma heterogeneidade na área da vegetação, com uma redução significativa nas décadas de 1995 e 2005 (Figura 2 B e C), seguidos por um crescimento gradual da vegetação após o ano de 2015 (Figura 2 D e E). No ano de 1985 (Figura 2A), houve um destaque para a vegetação que estava preservada na área de estudo.

No NDVI foram geradas cinco classes. Os maiores valores obtidos no índice compreendem o intervalo entre 0,82 à 0,63 aproximadamente, que corresponde a uma densa vegetação, para todas as imagens na área oeste da FFF na porção central do sinclinal Bom Bosco. O NDVI com a classe do intervalo de todas as imagens de 0,19 à 0,13 apresenta a



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ausência de vegetação, que pode ser classificado com solo exposto, vias, áreas de extração, afloramentos, entre outros.

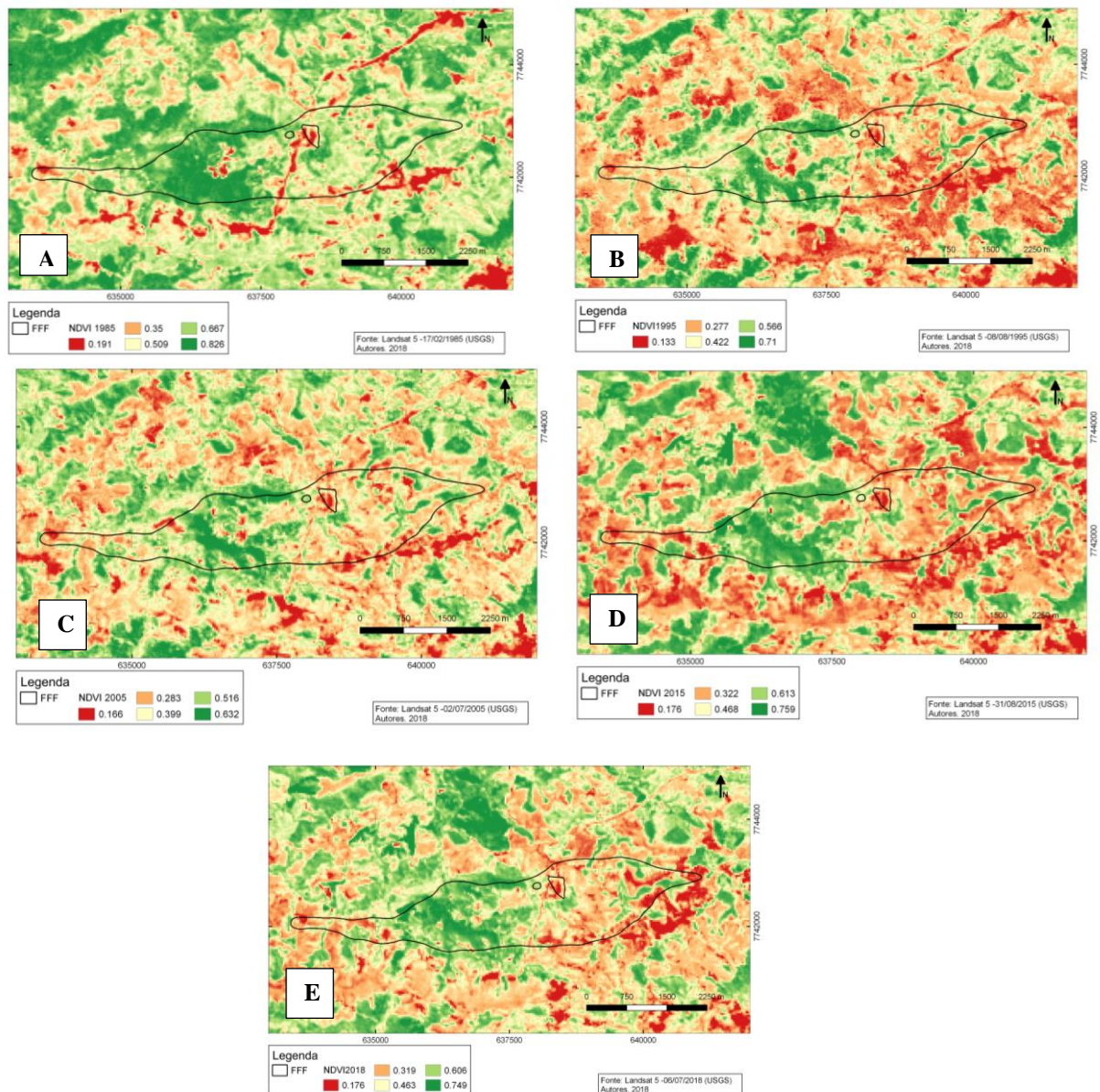


Figura 2. NDVI na Formação Fecho do Funil na porção central do Sinclinal Dom Bosco para os anos de 1985 (A), 1995 (B), 2005(C), 2015 (D) e 2018 (E)



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

E por fim, ao analisar as 3 classes intermediárias de todas as imagens, verifica-se que uma não expressividade da vegetação flutuando das classes de 0,2 à 0,5, que podem ser pastagens, revegetação, diferentes usos do solo, entre outros. Além disso, ressalta-se que na classe representada por 0,5 há um possível indicador do crescimento da área de vegetação (Figura 3). Mas para realizar esta diferenciação é necessário aplicar outros índices que caracterizem cada alvo, ou façam uma classificação supervisionada e uma averiguação em campo.

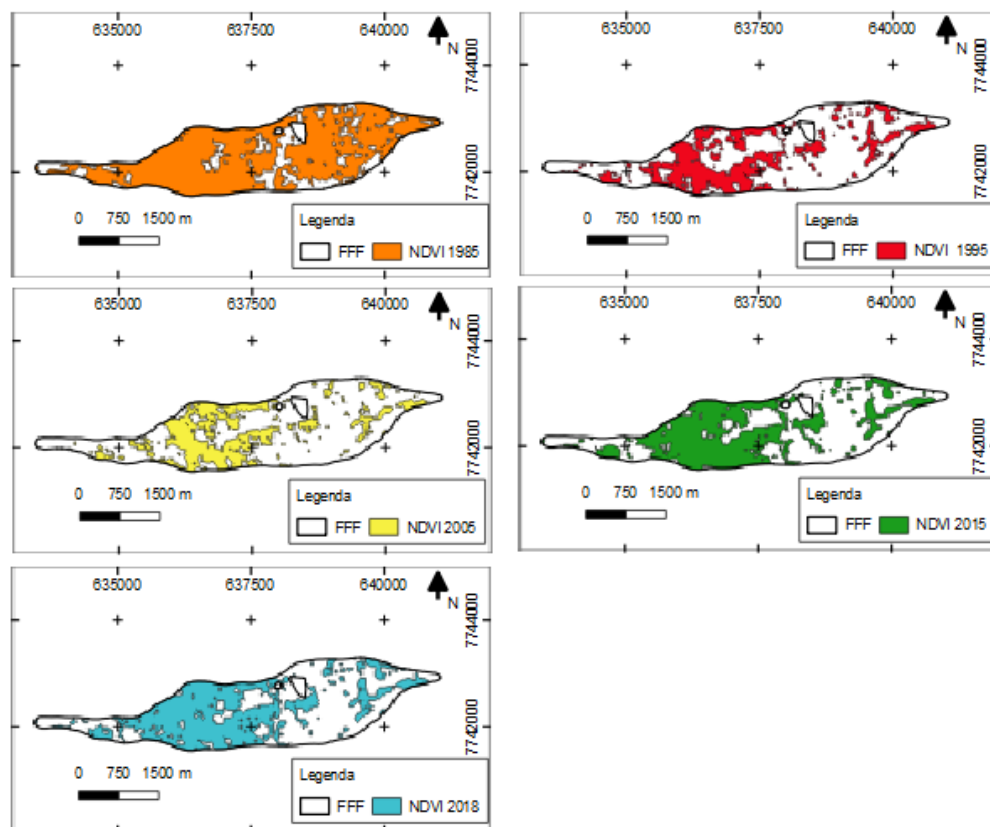


Figura 3 – Área de Vegetação Saudável na FFF porção central do Sinclinal Dom Bosco no período de 1985 à 2018

Ao integrar as duas classes com maiores valores de NDVI, percebe-se as o comportamento de crescimento e recessão destas áreas de vegetação saudáveis espacializadas



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

na Figura 3 e quantificadas na Figura 4. Primeiramente a redução significativa de aproximadamente 50% da vegetação, do ano de 1985 para 1995. E no segundo momento, um tímido o crescimento de aproximadamente 16%, do ano de 2005 para 2015.

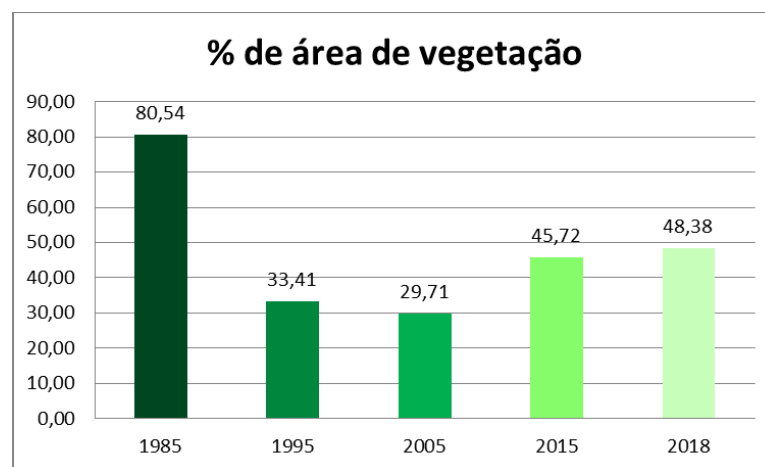


Figura 4 – % de área com alto NDVI

Ao analisar a vegetação dentro da FFF percebe-se uma preservação da densa vegetação em todas as cenas analisadas na porção oeste, que comprova que não ocorre a presença de rocha na superfície. Já, nas áreas com pouca ou nenhuma vegetação, como na região sudeste, apresenta-se uma possível presença de afloramentos, pois além do baixo índice tem-se uma geometria irregular. Mas também possibilitam-se diversos usos do solo para essas áreas, como por exemplo, edificações, vias, drenagem, área de exploração, entre outros. Já na região leste ocorreu uma área de transição com alguns anos com alto índice e outros não.

5. Conclusões

Há uma dinâmica variável da vegetação na área de estudo, com destaque para a região oeste com altos valores de NDVI para todas as imagens comprovando a presença de uma densa vegetação e possivelmente com a ausência da rocha na superfície. Já, o outro



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

extremo os valores obtidos do NDVI está na região sudeste da área de estudo possibilitando a presença de afloramentos, vias, edificações, entre outros.

Ao analisar a escala temporal percebe-se uma alta conservação da vegetação com 80% no ano de 1985. Seguindo de uma expressiva redução desta área de aproximadamente 50% no ano de 1995. E por fim, um tímido crescimento da vegetação após a cena de 2015, principalmente na região leste da FFF. Assim, percebe-se que este índice possibilita uma análise do comportamento da vegetação, principalmente nos valores extremos com as áreas de vegetação mais densa e a ausência da mesma.

Assim, costata-se neste SIG um comportamento de desaparecimento da vegetação e no sentido leste nas décadas de 1990 e 2000. Após a década de 2015 uma tímida preservação neste mesmo sentido. Desta forma, para determinar o que são esses alvos que sofreram uma variação do NDVI é necessário desenvolver um estudo aprofundado de diferentes usos do solo. Pois este índice é mais expressivo na análise do comportamento da vegetação.

6. Referências Bibliográficas

BEZERRA, F. N. M. **Mármore ornamentais de Minas Gerais, novas técnicas de caracterização e prospecção: Pedreira do Cumbi – Cachoeira do Campo.**

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) / Instituto de Geologia. Programa de Pós-Graduação em Geologia. Belo Horizonte, 1999.

BOSSLE, R. C. **QGIS do ABC ao XYZ.** Editora Íthala. 2016

CHAVEZ Jr., P.S. Image-based atmospheric corrections – revisited and improved. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, v. 62, n. 9, p. 1025-1036, 1996.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações.** Editora Blucher. São Paulo. 2008.

RAMOS, R. R. D. LOPES, H. L. MELO JÚNIOR, J. C. F. CANDEIAS, A. L. B. SIQUEIRA-FILHO, J. A. Aplicação do índice da vegetação por diferença normalizada



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

(NDVI) na avaliação de áreas degradadas e potenciais para unidades de conservação.

III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação

Recife - PE, 27-30 de Julho de 2010

ROUSE, J.W.; HAAS, R.H.; SCHELL, J.A.; DEERING, D.W. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: **Third ERTS Symposium, Proceedings, NASA SP-351**, NASA, Washington, DC, v. 1, p. 309-317, 1973.

SANCHES, I. D. A. ANDRADE, R. G. QUARTAROLI, C. F. RODRIGUES, C. A. G. Análise comparativa de três métodos de correção atmosférica de imagens Landsat 5–TM para obtenção de reflectância de superfície e NDVI. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE.

Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) – **Imagem Landsat**. Disponível em: <<https://landsat.usgs.gov/using-usgs-landsat-8-product>>. Acessado em: 24 de agosto de 2018.

TEIXEIRA, A. M. A. CANDEIAS, A. L. TAVARES JUNIOR B. J. R. Comparação dos índices de vegetação para imagens TM/Landsat 5, com correção e sem correção atmosférica. **R. bras. Geom.**, Curitiba, v. 5, n. 4, p. 524-542, out/dez. 2017.

BORRATTO, I. M. P. GOMIDE, R. L. Aplicação dos índices de vegetação NDVI, SAVI e IAF na caracterização da cobertura vegetativa da região Norte de Minas Gerais. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE

BRAZ, A. M.; ÁGUAS, T. A.; GARCIA, P. H. M. Análise de índices de vegetação NDVI e SAVI e índice de área foliar (IAF) para a comparação da cobertura vegetal na bacia hidrográfica do Córrego Ribeirãozinho, Município de Selvíria – MS. **Revista Percurso – NEMO**. Maringá, v. 7, n. 2, p. 05- 22, 2015



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

FRANÇA, A. F. TAVARES JUNIOR, J. R. MOREIRA FILHO. J. C.C. Índices NDVI, NDWI e NDBI como ferramentas ao mapeamento temático do entorno da Lagoa Olho d'água, em Jaboatão dos Guararapes-PE. IV **Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas** e Tecnologias da Geoinformação. Recife - PE, 06- 09 de Maio de 2012, p. 001 - 009

CARVALHO JÚNIOR, O.A., SAMPAIO C.S., SILVA, N.C., COUTO JÚNIOR, A.F., GOMES, R.A.T. CARVALHO A.P.F., SHIMABUKURO, Y.E. Classificação de padrões de savana usando assinaturas temporais NDVI do sensor Modis no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros. **Revista Brasileira de Geofísica**, Vol. 26(4), 2008