



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS CORRENTE
CURSO DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

TAINÁ DAMASCENO MELO

ÍNDICE FÍSICO (NDVI) APLICADO NA ANÁLISE DA COBERTURA VEGETAL DO
PARQUE NACIONAL DAS NASCENTES DO RIO PARNAÍBA

CORRENTE

2017

TAINÁ DAMASCENO MELO

ÍNDICE FÍSICO (NDVI) APLICADO NA ANÁLISE DA COBERTURA VEGETAL DO
PARQUE NACIONAL DAS NASCENTES DO RIO PARNAÍBA

Trabalho apresentado à coordenação do Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - *Campus* Corrente como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientador (a): Prof. Esp. Antônio Celso de Sousa Leite

Área de concentração: Geoprocessamento e meio Ambiente

CORRENTE

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Melo, Tainá Damasceno

M517i Índice físico (NVDI) aplicado na análise da cobertura vegetal do Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba / Tainá Damasceno Melo. -2017.
26 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão Ambiental)
- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Corrente, 2017.

Orientador (a): Prof. Esp. Antônio Celso de Sousa Leite

1. Gestão Ambiental – estudo e ensino. 2. Índice físico (NVDI) 3. Nascentes – Rio Parnaíba(PI). 4. Melo, Tainá Damasceno. I.Título.

CDD - 577

Elaborado por Tefischer Huanderson Soares e Sousa CRB3/1251

TAINÁ DAMASCENO MELO

ÍNDICE FÍSICO (NDVI) APLICADO NA ANÁLISE DA COBERTURA VEGETAL DO
PARQUE NACIONAL DAS NASCENTES DO RIO PARNAÍBA

Trabalho submetido à Coordenação do Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental,
do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - *Campus* Corrente,
como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.
Área de concentração: Geoprocessamento e Meio Ambiente

Aprovada em: __/__/2017.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. Antônio Celso de Sousa Leite (Orientador)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - *Campus* Corrente

Prof. MSc Fábio Adriano Santos e Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - *Campus* Corrente

Prof.^a Esp. Marcília Martins da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - *Campus* Corrente

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por ter me acompanhado nas minhas caminhadas, dando força e persistência nos momentos em que mais precisava.

Aos meus queridos pais, Dilná e Romualdo, pelo apoio, esforço, incentivo e dedicação, onde sem a colaboração dos mesmos não estaria realizando essa grande conquista.

À minha família, irmãs, irmão, tias, tios, primos, avós e avôs, que de certa forma contribuíram com a minha formação.

Ao Instituto Federal do Piauí- Campus Corrente, pelo ensino de qualidade e por me conceder a oportunidade de fazer o curso.

A todos os professores do Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental do Instituto Federal do Piauí- Campus Corrente, pela transmissão de novos conhecimentos e experiências, e em especial ao prof. Esp. Israel Lobato e a Prof.^a Dr.^a Bruna Iwata, pela amizade e convívio.

Ao meu orientador, professor Antônio Celso de Sousa Leite, que esteve ao meu lado, tirando as dúvidas e ajudando nas correções. Sempre incentivando a fazer pesquisas e mostrando a importância dela na vida do estudante.

Aos meus amigos, pelos conselhos nos momentos difíceis, não deixaram desistir dos meus objetivos.

Aos colegas de graduação, por essa jornada acadêmica juntos.

A todos vocês, meu muito obrigado!

RESUMO

Este estudo teve como objetivo aplicar o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) na análise da cobertura vegetal no Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, no perímetro urbano do município de Corrente-PI. Utilizou a banda 3, que corresponde a faixa do Visível Vermelho e banda 4, correspondente a faixa do Infravermelho Próximo no espectro eletromagnético. O cálculo do NDVI é feito a partir da diferença entre as bandas 3 e 4, do satélite Landsat-05, sensor TM (Thematic Mapper), dividido pela soma das duas bandas. O resultado varia de -1 a 1, de modo que quanto mais próximo do 1, maior indício de presença de vegetação, e quanto mais próximo do -1, maior indício de presença de solos expostos e rochas. Para realização do cálculo de NDVI e mapas para apresentação dos resultados, utilizou-se o software livre e gratuito - Sistema de Informação Geográfica (SIG), o Quantum GIS 2.4.0. Os procedimentos para o cálculo de NDVI foram: inicialmente através do comando adicionar imagem raster, onde foi inserido as imagens Landsat correspondentes às Bandas 3 e 4; em seguida para realizar o cálculo de NDVI foi acessado o menu Raster - Calculadora Raster , e na janela que se abre digitar a fórmula na calculadora raster :Float (banda 4 - banda 3) / float (banda 4 + banda 3) . A partir das análises pode-se observar que o ano de 1995 e os meses de Agosto e Novembro de 2005 foram os que apresentaram menor valor de NDVI, mostrando que nesses anos houve um maior índice de presença de solos expostos, devido à falta da cobertura vegetal motivada pelas ações naturais e atividades antrópicas na área. Já para o ano de 2000 e os meses de Fevereiro a maio de 2010 os valores estiveram entre 0,56 a 0,62 μm , caracterizado pela presença de vegetação, sendo comprovada pelo resultado do NDVI, através dos tons de verde.

Palavras-chave: Índice de cobertura vegetal. NDVI. PNNRP.

ABSTRACT

The Objective of this study was to apply the normalized difference vegetation index (NDVI) in the vegetation cover analysis in the Nascentes of Rio Parnaíba National Park, in the urban perimeter of the County of Corrente-PI. It used band 3, which corresponds to the band of the Red Visible and band 4, corresponding to the Near Infrared band in the electromagnetic spectrum. The calculation of the NDVI is made from the difference between bands 3 and 4, of the satellite Landsat-05, sensor TM (Thematic Mapper), divided by the sum of the two bands. The result varies from -1 to 1, so that the closer to 1, the greater the presence of vegetation, and the closer to -1, the greater the presence of exposed soils and rocks. For the calculation of NDVI and maps to present the results, the free and free software - Geographic Information System (GIS), Quantum GIS 2.4.0 was used. The procedures for calculating NDVI were: initially through the add raster image command, where the Landsat images corresponding to Bands 3 and 4 were inserted; Then to perform the NDVI calculation the Raster menu was accessed, and in the window that opens enter the formula in the raster calculator: $\text{Float (band 4 - band 3) / float (band 4 + band 3)}$. From the analyzes it can be observed that the year 1995 and the months of August and November 2005 were the ones with the lowest NDVI value, showing that in those years there was a higher index of the presence of exposed soils due to the lack of coverage Caused by natural actions and anthropic activities in the area. For the year 2000 and the months of February to May 2010 the values were between 0.56 to 0.62 μm , characterized by the presence of vegetation, being proved by the NDVI result, through the shades of green.

Keywords: vegetable cover index. NDVI. PNNRP.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mapa da área de estudo	14
Figura 2 – Calculadora Raster para cálculo do NDVI	16
Figura 3 - NDVI ano 1995	17
Figura 4 – NDVI ano 2000	17
Figura 5 – NDVI mês de Junho de 2005	18
Figura 6 – NDVI mês de agosto de 2005	19
Figura 7 – NDVI mês novembro de 2005	20
Figura 8 – NDVI mês de agosto de 2010	20
Figura 9 – NDVI mês de maio de 2010	21
Figura 10 – NDVI mês de Fevereiro 2010	22

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DGI - Divisão de Geração de Imagens

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

NDVI - Índice de Vegetação por Diferença Normalizada

PNNRP – Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza

SR - Sensoriamento Remoto

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1 DEGRADAÇÃO E UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	10
2.2 O USO DO SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO NOS ESTUDOS AMBIENTAIS	10
2.3 ESTUDOS SOBRE ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI)	11
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 ÁREA DE ESTUDO	13
3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	16
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
REFERÊNCIAS	23

1. INTRODUÇÃO

Os recursos naturais vêm sofrendo alterações constantes devido à ação antrópica e dos fenômenos naturais necessitando-se de mecanismos que possam subsidiar a preservação e monitoramento dessas alterações.

Com a finalidade de preservar os recursos naturais das ações antrópicas foram criadas as unidades de conservação, através da Lei Federal 9.985 de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC).

No Art. 2º, inciso I, da lei acima citada, entende-se por Unidade de Conservação:

O espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente constituídos pelo poder público, com os objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção (BRASIL, 2000).

As unidades de conservação são divididas em dois grupos de categoria, sendo Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável.

O objetivo básico das Unidades de Proteção Integral é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos nesta Lei (BRASIL, 2000). Dessa categoria de unidade de conservação fazem parte: a Estação Ecológica, a Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre.

Já as Unidades de Proteção de Uso Sustentável têm como objetivo básico compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais (BRASIL, 2000). Nesse Grupo pertencem as seguintes categorias de unidade de conservação: Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e a Reserva Particular do Patrimônio Natural.

Das Unidades de Conservação existentes no Brasil, temos o Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba (PNNRP), objeto de estudo, sendo uma Unidade de Conservação pertencente à categoria de Unidades de Conservação de Proteção Integral.

O referido parque foi criado através do decreto s/n de 16 de Julho de 2002, e no seu artigo 01 trás o objetivo do mesmo que é assegurar a preservação dos recursos naturais e da diversidade biológica, bem como proporcionar a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação, de recreação e turismo ecológico (BRASIL, 2002).

O PNNRP possui alguns conflitos de uso e ocupação do solo. De acordo com informações obtidas pelo Plano operativo de prevenção e combate aos incêndios florestais do parque (IBAMA, 2007) a principal atividade é a pecuária extensiva nas veredas, onde o fogo é utilizado clandestinamente e de forma indiscriminada, o que tem sido o maior responsável pelos incêndios que vem ocorrendo.

As atividades antrópicas afetam diretamente a cobertura vegetal da área, necessitando de técnicas para monitoramento dos conflitos existentes, como as Tecnologias da Geoinformação. As técnicas de Geoprocessamento aliadas à análise de imagens de Sensoriamento Remoto permitem subsidiar o gerenciamento da Unidade de Conservação do PNNRP.

Nesse sentido o trabalho se faz relevante devido à riqueza natural existente na área do estudo, sendo essa uma importante fonte de pesquisas científicas e de preservação dos recursos naturais, principalmente pela área contemplar geograficamente as nascentes do Rio Parnaíba, importante recurso hídrico para o Estado do Piauí.

Dentre as técnicas de processamento digital de imagens de sensoriamento remoto aplicadas ao monitoramento de recursos ambientais, é usado o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). A técnica tem se mostrado uma ferramenta de grande relevância no que diz respeito à avaliação da dinâmica da cobertura vegetal, pois fornece alternativas para a identificação de áreas que estejam sendo alteradas.

De acordo com Meneses e Almeida (2012) o NDVI é um índice que envolve a diferença e a soma entre duas bandas: a banda correspondente ao Infravermelho próximo e a banda correspondente ao Vermelho, sendo essas bandas apropriadas para a análise da cobertura vegetal, devido a melhor resposta espectral da vegetação.

Portanto, este estudo tem como objetivo aplicar o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) na análise da cobertura vegetal no Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, no perímetro urbano do município de Corrente-PI.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Degradação e Unidades de Conservação

A degradação ambiental é definida como sendo as modificações impostas pela sociedade aos ecossistemas naturais, alterando (degradando) as suas características físicas, químicas e biológicas (OLIVEIRA; PEREIRA; VIEIRA, 2011).

A maioria dos problemas de degradação ambiental é decorrente das ações do homem, que causam interferências e desequilíbrio na dinâmica dos recursos naturais, dentre elas pode-se citar a perda de qualidade do solo devido ao uso do fogo para limpeza de terrenos.

Gonçalves et al. (2013) comentam que a retirada da cobertura vegetal para implantação de agricultura de autoconsumo ou para pecuária extensiva sem práticas de conservação ambiental, compromete a médio e longo prazo as propriedades solos.

Essas interferências acabam afetando as Unidades de Conservação, que são áreas legalmente protegidas e, segundo Leite et al. (2011) servem para proteger os ambientes naturais como florestas, rios, zonas úmidas e recifes de coral que provêm serviços ambientais, essenciais à qualidade de vida e à sobrevivência das pessoas.

Para acompanhar as alterações ocorridas em Unidades de Conservação, é necessária a utilização de Tecnologias da Geoinformação, como o Sensoriamento Remoto e geoprocessamento visando o monitoramento dessas alterações.

2.2 O uso de imagens de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento nos estudos ambientais

O Sensoriamento Remoto (SR) e o Geoprocessamento são ferramentas para gerenciamento de informações sobre os recursos naturais, pois possibilitam analisar as ações antrópicas e naturais sobre o meio ambiente, subsidiando a tomada de

decisão. Conforme Macedo, Masson e Pereira (2015) é reconhecida a eficiência do emprego dessas tecnologias à elaboração e implantação de planos de manejo em unidades de conservação, assim como no monitoramento e fiscalização de áreas protegidas.

O SR é definido por Fitz (2008) como uma técnica que utiliza sensores para a captação e registro da energia refletida ou absorvida por determinado alvo na superfície terrestre. Já o Geoprocessamento utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas e tem sido cada vez mais utilizado para a análise de recursos naturais (CALDAS, 2007).

O SR é uma ferramenta responsável pela obtenção de imagens de satélite, que a partir dessa pode-se gerar mapas de uma área para interpretação do uso e ocupação do solo, bem como a identificação das atividades relacionadas com a degradação da mesma. Um dos principais objetivos do SR é a aquisição de informações sobre a superfície da terra para mapeamento e avaliação de recursos terrestres e monitoramento ambiental (IBGE, 1999).

A grande frequência na obtenção das imagens de Sensoriamento Remoto segundo Sartori et al. (2009) permite o acompanhamento constante na mudança da paisagem, proveniente das ações humanas o que permite de forma indireta identificar a dinâmica dos processos econômicos e de expansão urbana no ambiente. Poelking et al. (2007) argumenta que o acesso gratuito a estas imagens, através do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), também é um fator que estimula o uso da técnica.

Na visão de Florenzo (2002), com o uso de imagens de satélite, é possível identificar, calcular e monitorar o crescimento de áreas desmatadas, áreas atingidas pelo fogo (queimadas). A autora reforça sobre a importância desse monitoramento, visto que, o excesso de áreas queimadas têm implicações ecológicas, climáticas e ambientais diversas.

2.3 Estudos sobre índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI)

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) é uma aplicação dos processos de realce por operação entre as bandas de sensores de satélites no

qual são importantes para ressaltar a avaliação do comportamento da cobertura vegetal (SANTOS; OLIVEIRA, 2015).

Lima et al. (2013) realizaram um estudo para avaliação da cobertura vegetal pelo índice de vegetação por diferença normalizada, onde os resultados da classificação da cobertura vegetal com base no NDVI permitiu localizar a distribuição geográfica dos diferentes usos do solo e identificar as áreas críticas em relação à cobertura vegetal.

Barbosa e Dorigon (2014) analisaram a cobertura vegetal no município de Teresina/PI a partir da aplicação de NDVI e constataram que as variações do NDVI para Teresina foram expressivas e responderam as modificações encontradas no município, principalmente no que se refere a sua expansão urbana, a retirada de cobertura vegetal e às atividades ligadas ao setor imobiliário.

Ramos et al. (2010) aplicaram o NDVI na avaliação de áreas degradadas e potenciais para unidades de conservação, os resultados mostraram que o grau de degradação e ocupação do solo aumentou principalmente nas bordas do Parque Nacional Boqueirão da Onça, havendo o aumento da substituição da cobertura vegetal por atividades econômicas .

Estes estudos mostram a aplicabilidade das técnicas de processamento digital de sensoriamento remoto para estudos e análises ambientais, neste caso, a aplicação do NDVI para avaliar o índice de cobertura vegetal, servindo como ferramenta de apoio para fiscalização de eventos adversos ao meio, mostrando o grau de degradação devido à retirada da vegetação.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O estudo foi realizado no Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, compreendendo a área do perímetro urbano do município de Corrente-PI. O PNNRP foi criado pelo Decreto s/nº de 16 de Julho de 2002, sendo localizado na divisa dos Estados do Piauí, Maranhão, Bahia e Tocantins, gerenciado pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), órgão da esfera administrativa federal (Brasil, 2002).

O parque possuía uma área total aproximada de 729.813,551 ha, e alterada com a Lei Nº 13.090, de 12 de Janeiro de 2015, passando a possuir área aproximada de 749.848 ha (Figura 1).

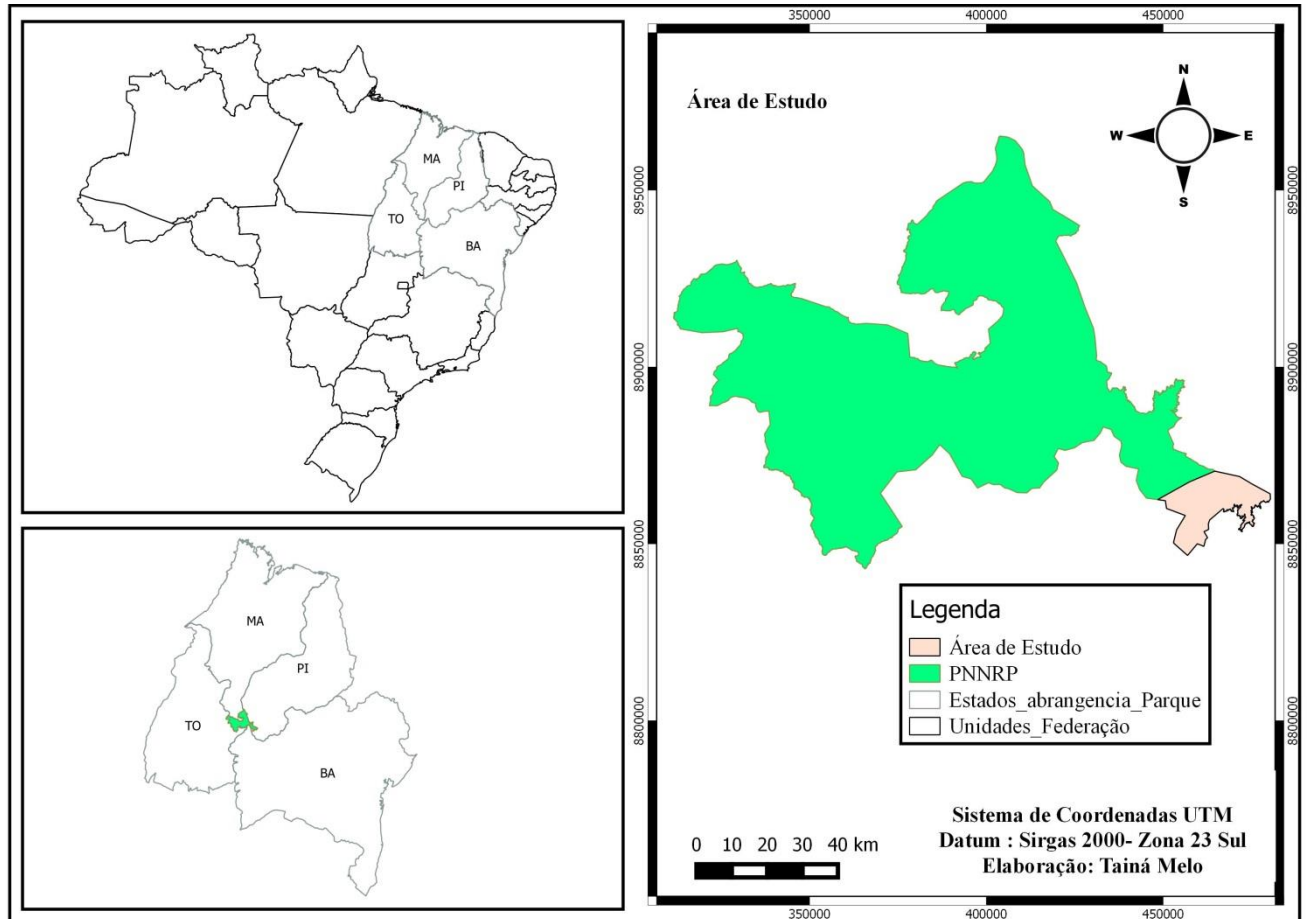


Figura 1: Mapa da área de estudo. Fonte: Autora, 2017.

O PNNRP pertence ao bioma cerrado fazendo parte do grupo das Unidades de Conservação de Proteção Integral (MMA, 2016). Abrange os Municípios de Formosa do Rio Preto, no Estado da Bahia; Alto Parnaíba, no Estado do Maranhão; Gilbués, São Gonçalo do Gurguéia, Barreiras do Piauí e Corrente, no Estado do Piauí; e Mateiros, São Felix e Lizarda, no Estado do Tocantins (BRASIL, 2002).

A região do PNNRP é caracterizada por um clima Tropical semi-úmido, com duas estações climáticas bem definidas: período seco, que compreende os períodos dos meses de maio a novembro e o outro chuvoso, que compreende os meses de dezembro a abril, aproximadamente, sendo os meses de agosto a outubro os mais críticos em relação à seca e aos focos de incêndio (IBAMA, 2007). A região

apresenta precipitação com totais pluviométricos anuais atingindo de 1.200 a 1.300 mm. A temperatura varia anualmente com mínima de 20 °C, média de 26 °C e máxima de 32 °C, sendo os meses de junho e julho os que registram as temperaturas mais baixas (MMA, 2016).

A vegetação é complexa e diversificada, a sua fitofisionomia pertence ao bioma Cerrado com diferentes aspectos (MMA, 2016). A vegetação é composta por material combustível extremamente comburente, tornando-se suscetível a incêndios nos períodos de estiagem. (IBAMA, 2007).

3.2 Procedimentos metodológicos

Realizou-se uma análise do índice vegetação do PNNRP, utilizando as imagens dos anos de 1995, 2000, 2005 e 2010, do satélite Landsat-05, sensor TM (Thematic Mapper), órbita 220, ponto 067.

Para melhor resultado e análise dos dados, foram analisadas as imagens compreendendo o período seco e chuvoso, a fim de verificar os efeitos de sazonalidade, porém, para os anos de 1995 e 2000 não foi analisado o período chuvoso, pois não foram disponibilizadas as imagens no site do INPE para essas datas.

O estudo utilizou a banda 3, que corresponde a faixa do Vermelho e banda 4, correspondente a faixa do Infravermelho Próximo da faixa do Visível no espectro eletromagnético. As imagens foram adquiridas gratuitamente pelo site da Divisão de Geração de Imagens (DGI) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

A banda 3 está localizada no intervalo espectral de 0,63 a 0,69 μ m, possui características que absorve vegetação verde, densa e uniforme, apresenta grande absorção tornando a imagem escura, permitindo bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação (ex.: solo exposto, estradas e áreas urbanas), (DGI, 2016).

Já a banda 4 está localizada no intervalo espectral de 0,76 a 0,90 μ m, possui várias características e aplicações, dentre elas mapear áreas ocupadas com vegetação que foram queimadas, identificando áreas agrícolas (DGI, 2016).

O cálculo do NDVI é feito a partir da diferença entre as bandas 4 (infravermelho próximo) e banda 3 (visível – vermelho) dividido pela soma das duas bandas. O resultado varia de -1 a 1, de modo que quanto mais próximo do 1, maior indício de presença de vegetação, e quanto mais próximo do -1, maior indício de presença de solos expostos e rochas (MEDEIROS, 2015).

Para realização do cálculo de NDVI e mapas para apresentação dos resultados, utilizou-se o software livre e gratuito - Sistema de Informação Geográfica (SIG), o Quantum GIS 2.4.0. Os procedimentos para o cálculo de NDVI foram: inicialmente através do comando adicionar imagem raster, onde foi inserido as imagens Landsat correspondentes às Bandas 3 e 4; em seguida para realizar o cálculo de NDVI foi acessado o menu Raster - Calculadora Raster (Figura 2), e na janela que se abre digitar a fórmula apresentada abaixo na calculadora raster :

Float (banda 4 - banda 3) / float (banda 4 + banda 3) .

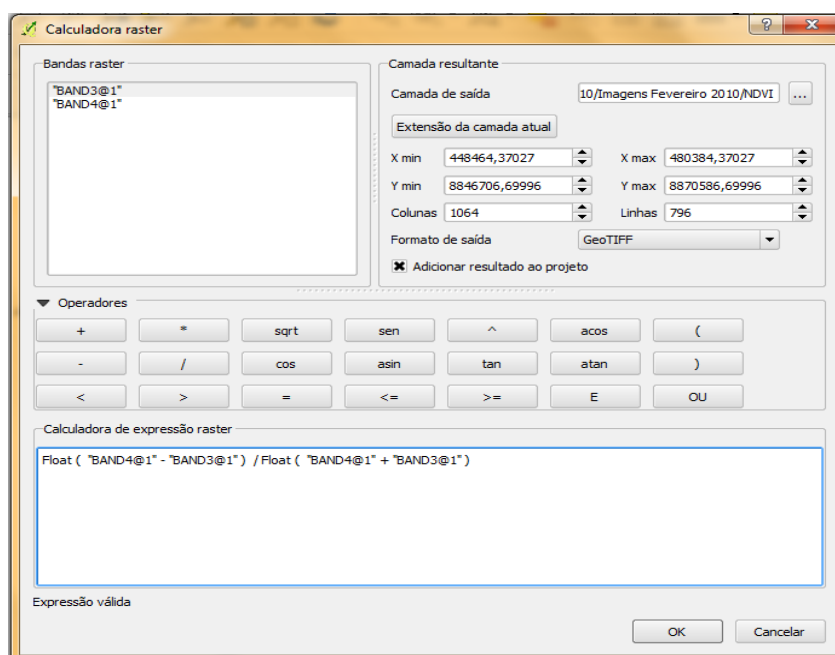


Figura 2: Calculadora Raster para cálculo do NDVI.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir do cálculo do NDVI para o ano de 1995, constata-se que a maioria dos valores está no intervalo de 0,05 a 0,29 μm . Ou seja, não existe uma cobertura vegetal ativa, pois esses valores encontram-se próximos de -1, que de acordo com a

metodologia há indício de presença de solos expostos e rochas, representados pela tonalidade do vermelho, laranja e amarelo (Figura 3).

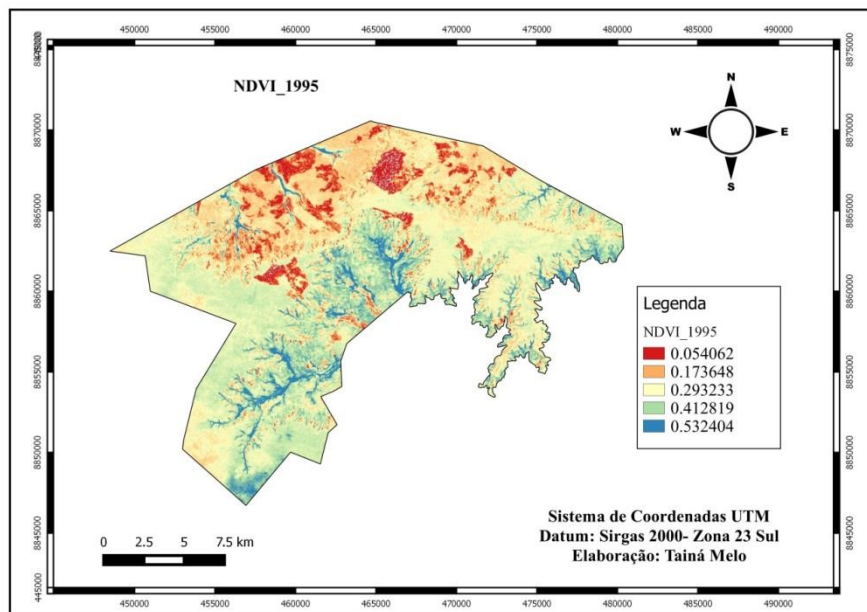


Figura 3: NDVI ano 1995. Fonte: Autora, 2017.

Posteriormente analisou-se a imagem do ano de 2000 da área de estudo, que apresentou valores máximos entre 0,50 a 0,58 μm (Figura 4) indicando presença de vegetação, visto que esses valores estão próximos de 1. De acordo com Poelking et al. (2007) o solo nu ou com vegetação rala apresenta valores positivos, mas não muito elevados e a vegetação densa, úmida e bem desenvolvida, apresenta os maiores valores de NDVI, próximos a 1. Pode-se observar também que houve uma redução dos valores negativos em relação ao NDVI de 1995.

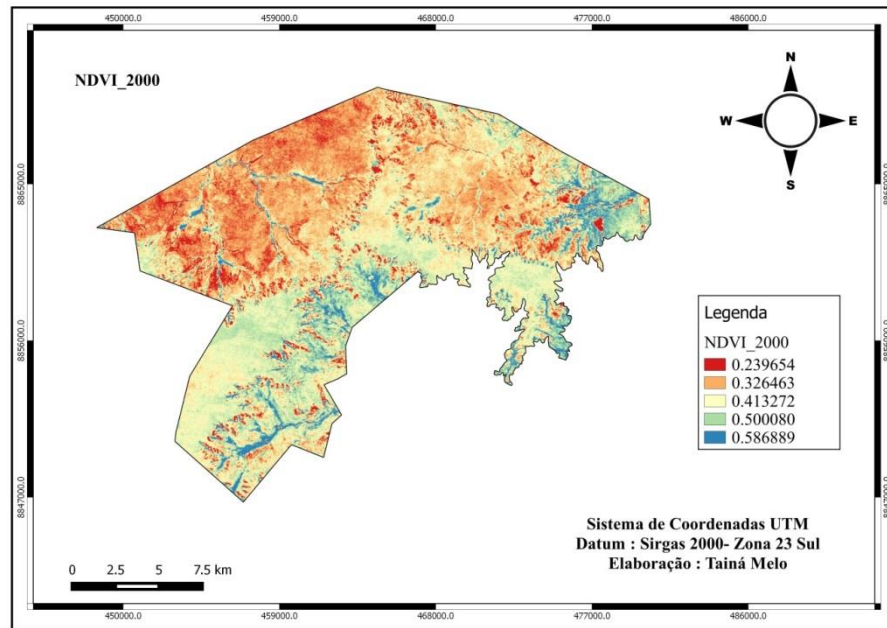


Figura 4: NDVI ano 2000. Fonte: Autora, 2017.

Analisando a imagem de junho de 2005, os valores negativos do NDVI para esta categoria variou de 0,26 a 0,43 μm (Figura 5). A partir desses valores, pode-se inferir que nessa área existe solo exposto em decorrência das queimadas e das atividades agrícolas.

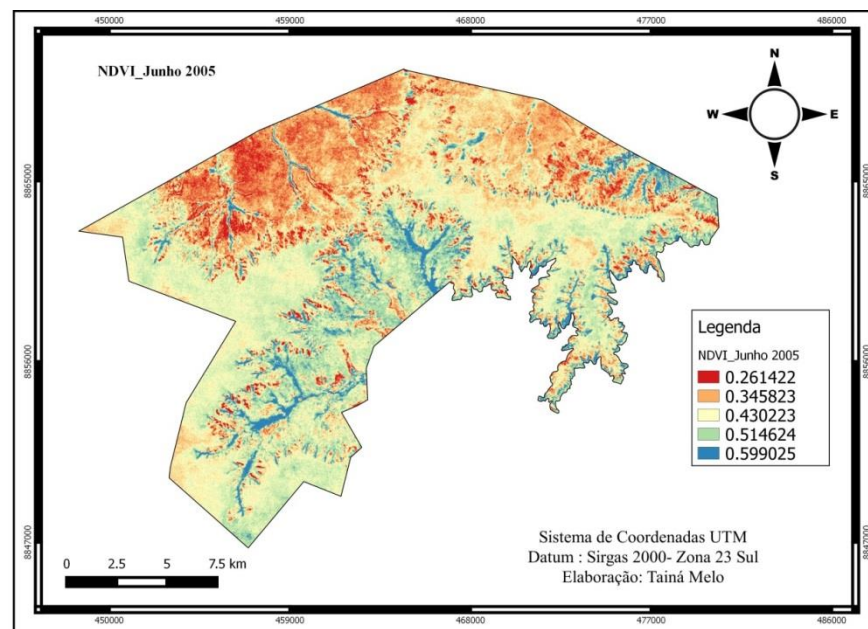


Figura 5: NDVI mês de Junho de 2005. Fonte: Autora, 2017.

Os valores do cálculo do NDVI para o mês de Agosto de 2005 estiveram entre 0,23 a 0,39 μm , apresentando índice de NDVI negativo, podendo ser solos e rochas descobertos, evidenciando a falta de vegetação (Figura 6). Os valores negativos, também podem ser explicados pelo fato do mês de agosto ser de estiagem, favorecendo as queimadas devido à falta de chuva.

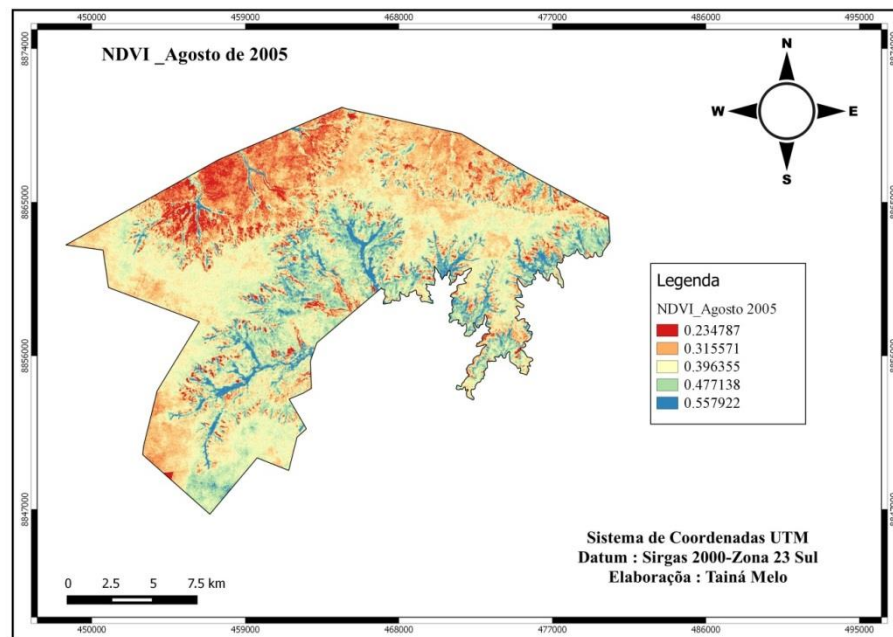


Figura 6: NDVI mês de agosto de 2005. Fonte: Autora, 2017.

Lima et al. (2013), em sua pesquisa sobre avaliação da cobertura vegetal pelo índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) consideraram os seguintes valores: locais sem cobertura vegetal (-0,87 a 0,45 μm); pastagem degradada (0,46 a 0,55 μm), pastagem não degradada (0,56 a 0,75 μm) e locais com vegetação arbórea (0,76 a 1 μm). Se levar em consideração esses valores para o NDVI no mês de agosto de 2005, pode-se considerar que a área em cores vermelha e amarela possui um grande déficit de cobertura vegetal.

Na análise do NDVI referente ao mês de novembro de 2005, observou-se que houve também um maior indício de degradação ambiental, destacadas pelas tonalidades avermelhado, laranja e amarelo, indicando que houve alteração na cobertura vegetal para inserção de atividades com fins agrícolas e expansão urbana (Figura 7).

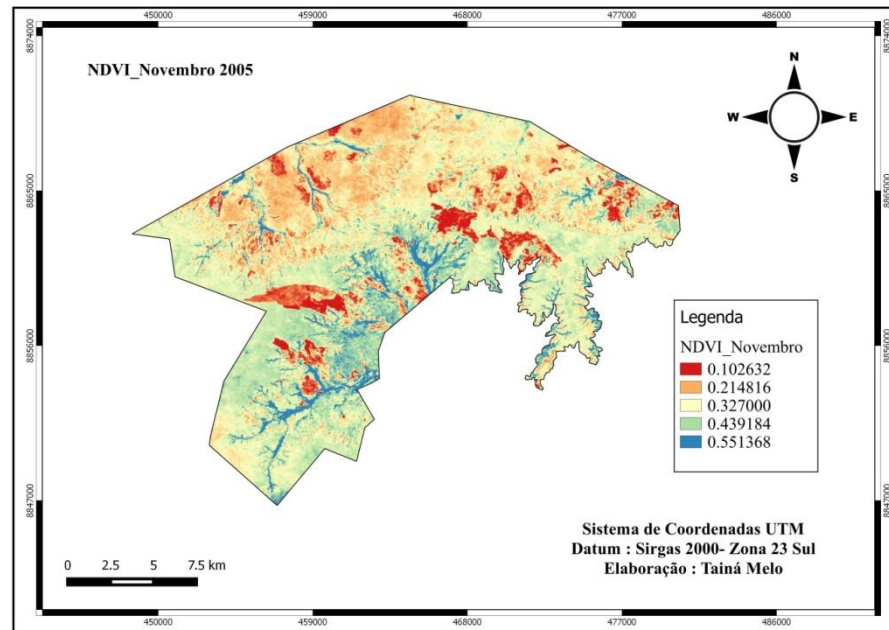


Figura 7: NDVI mês novembro de 2005. Fonte: Autora, 2017.

Analisando a imagem de agosto de 2010, os valores próximos de -1 estiveram na faixa de 0,01 a 0,28 μm , e nesse período o bioma Cerrado registrou maior quantidade de focos de fogo (Figura 8). Observa-se também na imagem do NDVI que existe uma mancha em destaque, evidenciando a presença de atividades agrícolas nessa área, representada pelo tom avermelhado.

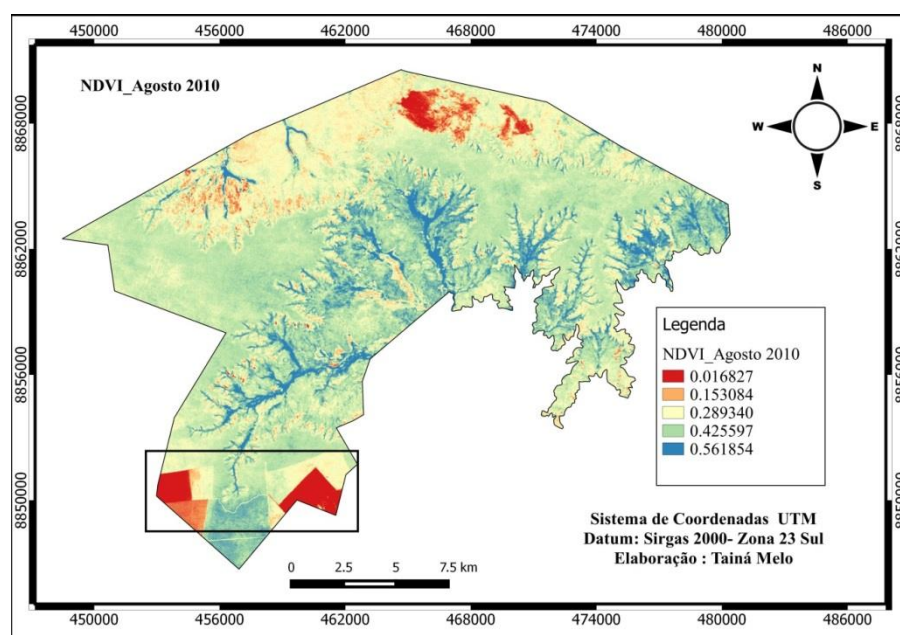


Figura 8: NDVI mês de agosto de 2010. Fonte: Autora, 2017.

A análise da imagem do mês de maio de 2010, esta apresentou valores negativos de NDVI entre 0,25 a 0,41 μm , e valores próximos de 1 entre 0,48 e 0,56 μm (Figura 9). Não houve aumento de área alterada comparado com a análise das imagens anteriores.

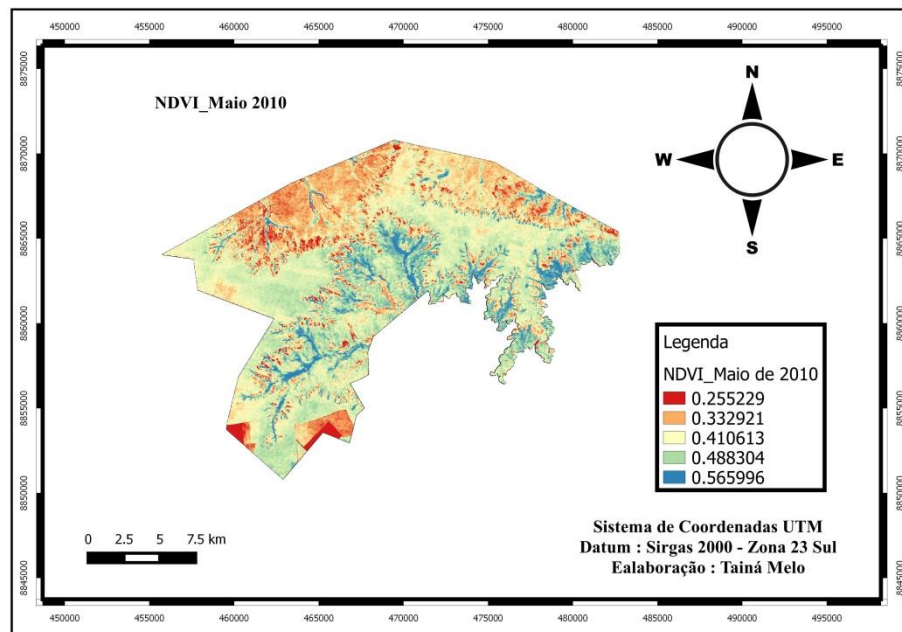


Figura 9: NDVI mês de maio de 2010. Fonte: Autora, 2017.

Os valores do NDVI para o mês de fevereiro de 2010, classificado como período chuvoso ficou na faixa de 0,29 a 0,62 μm (Figura 10), mês que apresentou o maior valor de NDVI (0,62 μm), os valores estão associados à presença de uma cobertura vegetal consideravelmente preservada.

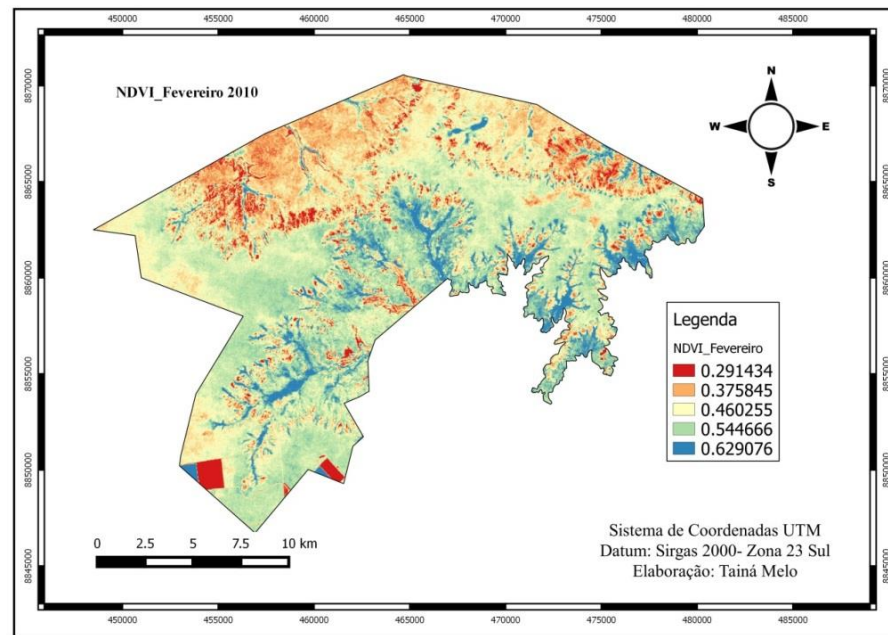


Figura 10: NDVI mês de Fevereiro 2010. Fonte: Autora, 2017.

Pelo exposto, conclui-se que o ano de 1995 e os meses de Agosto e Novembro de 2005 foram os que apresentaram menor valor de NDVI, mostrando que nesses anos houve um maior índice de presença de solos expostos, devido à falta da cobertura vegetal motivada pelas ações naturais e atividades antrópicas na área. Já para o ano de 2000 e os meses de Fevereiro a maio de 2010 os valores estiveram entre 0,56 a 0,62 μm , caracterizado pela presença de vegetação, sendo comprovada pelo resultado do NDVI, através dos tons de verde.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, os resultados da aplicação do NDVI para os anos avaliados mostraram que não houve aumento de valores próximos de 1, sendo esse o valor que indica existência de cobertura vegetal, de acordo com a aplicação mostrada, os valores evidenciaram a retirada da cobertura vegetal, devido às práticas de atividades agrícolas na área de estudo.

Os resultados apresentados através da aplicação das Tecnologias da Geoinformação, Sensoriamento Remoto e SIG, demonstraram ser técnicas que oferecem subsídios para mapeamento e monitoramento ambiental, contribuindo para

uma fiscalização mais efetiva, tendo em vista que a área é protegida por lei e a mesma deve está isenta de tais atividades.

Além disso, a aplicação da técnica de processamento digital de imagem de sensoriamento remoto – o NDVI mostrou-se como uma ferramenta de grande importância na análise da cobertura vegetal, pois forneceu informações de diagnóstico das áreas estudadas, identificando aquelas com maior e menor alteração na cobertura vegetal.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, L. G.; DORIGON, L. P. Análise temporal da cobertura vegetal no município de Teresina/PI a partir da aplicação de NDVI. In: XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia, V Congresso Brasileiro de Geoprocessamento e XXV Expositiva. **Anais...** Gramados – RS, Brasil, 2014.

BRASIL. Decreto, de 16 de julho de 2002. Cria o Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, nos Estados do Piauí, Maranhão, Bahia e Tocantins, e dá outras providências. **Diário Oficial**, Brasília, 17 jul. 2002.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. **Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF. 19 de jul. 2000.

CALDAS, P. F. **Geoprocessamento aplicado na delimitação de Áreas de Preservação Permanente em Jaraguá do Sul – SC**. Monografia (Curso de engenharia florestal). . Universidade Federal rural do Rio de Janeiro - Instituto de florestas. Seropédica – RJ, 2007.

DGI- Divisão de Geração de Imagens. **Landsat Informações**. Disponível em : <http://www.dgi.inpe.br/Suporte/files/CamerasLANDSAT57_PT.php>. Acesso em: 24 ago. 2016.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. Oficina de Textos. São Paulo, 2010.

FLORENZO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. – São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

GONÇALVES, J.L. G; *et al.* Identificação de áreas degradadas através de técnicas de detecção de mudanças.In: VIII Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação (CONNEPI). **Anais...** Salvador, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS - IBGE. **Introdução ao processamento digital de imagens**. Primeira Divisão de Geociências do Nordeste. - Rio de Janeiro: IBGE, 1999.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis. Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais – Prevfogo. Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba. **Plano operativo de prevenção e combate aos incêndios florestais do parque nacional das nascentes do rio Parnaíba**. Corrente-PI: IBAMA - 2007. 17p.

LEITE, M. S; SABINE, G; SEVERINO, R. R. P. **Como criar unidades de conservação: guia prático para Pernambuco**. – Recife: Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste, 2011. Disponível em: <http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/autoresind/ComocriarunidadesdeconservacaoguiapratycoparaPernambuco.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2015.

LIMA, G. C.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; SILVA, M. A.; OLIVEIRA, A. H.; AVANZI, J. C.; UMMUS, M. E. Avaliação da cobertura vegetal pelo índice de vegetação por diferença normalizada (IVDN). **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 8, n. 2, p. 204-214, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.959>. Acesso em: 24 out.2016.

MACEDO, G. Z.; MASSON, D. S.; PEREIRA, J. G. Caracterização do diagnóstico ambiental do Parque Estadual do Prosa. **Anais... XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE.

MEDEIROS, A. **Como Calcular NDVI no Quantum GIS**. Disponível em: <http://andersonmedeiros.com/qgisfazerndvi/>. Acesso em: 23 jan. 2015.

MENESES, P.R. Princípios do Sensoriamento Remoto. In: MENESES, P.R; ALMEIDA, T.D. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Distrito Federal: Brasília, 2012.

OLIVEIRA, L. C. de.; PEREIRA, R. ; VIEIRA, J.R.G. Análise da degradação ambiental da mata ciliar em um trecho do rio maxaranguape – RN: uma contribuição à gestão dos recursos hídricos do rio grande do norte – brasil. **HOLOS**, Vol 5,p. 49-66, 2011. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/595>. Acesso em: 09 jan. 2016.

POELKING, E. L.; LAUERMANN, A.; DALMOLIN, R. S. D. Imagens CBERS na geração de NDVI no estudo da dinâmica da vegetação em período de estresse hídrico. **Anais... XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 4145-4150. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.19.18.33/doc/41454150.pdf>. Acesso em: 20 dez.2016.

RAMOS, R. R. D; et al. aplicação do índice da vegetação por diferença normalizada (ndvi) na avaliação de áreas degradadas e potenciais para unidades de conservação. **Anais... III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**. Recife - PE, 27-30 de Julho de 2010, p. 001 – 006. Disponível em : <https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIII/index1.htm>.

Relatório Parametrizado - Unidade de Conservação: Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba. Brasília: MMA, 2016. Disponível em: <http://sistemas.mma.gov.br/cnuc/index.php?ido=relatorioparametrizado.exibeRelatorio&relatorioPadrao=true&idUc=156>. Acesso em: 18 ago. 2016.

SANTOS, F.A.; OLIVEIRA, W. A.S. aplicação do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) para avaliação da cobertura vegetal do entorno do açude caldeirão, em piripiri (PI), Brasil. **Revista Equador** (UFPI), Vol. 4, Nº 2, p. 114 – 127, 2015.

SARTORI, A.A. C. et.al. Influência do período de estiagem no Índice de Vegetação (NDVI), no município de Botucatu-SP. **Anais...** XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 4363-4369. Disponível em: <http://martel.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.11.17.31/doc/4363-4369.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2016.