

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE GRADUAÇÃO E EDUCAÇÃO PROFISSIONAL
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

**FLÁVIA KIMI MIYAMOTO
JOÃO PAULO LEMOS VIEIRA DE QUEIROZ**

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DA VEGETAÇÃO EM VIGOR POR MEIO
DA DIFERENÇA NORMALIZADA DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO (NDVI)
NA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARANÁ III**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**MEDIANEIRA
2016**

FLÁVIA KIMI MIYAMOTO
JOÃO PAULO LEMOS VIEIRA DE QUEIROZ

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DA VEGETAÇÃO EM VIGOR POR MEIO
DA DIFERENÇA NORMALIZADA DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO (NDVI)
NA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARANÁ III**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental, do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

Orientadora: Prof^a. Dra. Fabiana Costa de Araújo Schutz

MEDIANEIRA

2016



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Medianeira
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental



TERMO DE APROVAÇÃO

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DA VEGETAÇÃO EM VIGOR POR MEIO DA
DIFERENÇA NORMALIZADA DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO (NDVI) NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO PARANÁ III**

por

Flávia Kimi Miyamoto
João Paulo Lemos de Vieira Queiroz

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 17:30 h do dia 28 de novembro de 2016, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental. Os candidatos foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof^a, Dr^a Fabiana Costa de Araújo Schutz
Orientadora

Prof. Dr. Agostinho Zanini
Membro titular

Prof. Dr. Cláudio Leones Bazzi
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

DEDICATÓRIA

Aos nossos familiares que nos forneceram todos os subsídios necessários para o rompimento de barreiras e superação em momentos difíceis

Aos nossos avós que nos instruíram nos momentos de ausência dos nossos pais.

AGRADECIMENTOS

Aos nossos pais, irmãos e tios, em especial, Elaine Aparecida Costa, Geraldo Costa Junior e Julia Mitiko Miyamoto pelo amor, educação, e incentivos principalmente em momentos de dificuldades.

À nossa professora e amiga Dr. Fabiana Costa de Araújo Schutz, que nos guiou e nos auxiliou nesta etapa de nossas vidas.

Ao Fábio Fronza, Newmar Wegner e aos funcionários do Centro Internacional de Hidroinformática – CIH, pela paciência e auxílio técnico ao longo do trabalho.

Ao trabalho em equipe, paciência e principalmente o esforço e dedicação de cada um, para que este trabalho fosse concluído.

A Milena Dhein pelos momentos de alegria e descontração.

Aos amigos mais próximos, os quais não serão citados pois a lista é longa, mas eles sabem que fizeram parte dos momentos decisivos e divertidos de nossa caminhada.

A família do intercambio que se mantém até hoje.

A todos que de alguma forma contribuíram com este trabalho.

A Deus, por tudo.

“Que ninguém se engane, só se consegue simplicidade através de muito trabalho.”

(Clarice Lispector, 1977).

RESUMO

MIYAMOTO, Flávia Kimi; QUEIROZ, João Paulo L.V. Análise multitemporal da vegetação em vigor por meio da diferença normalizada do índice de vegetação (NDVI) na bacia hidrográfica do Paraná III. 2016. XX f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Devido à preocupação com o meio ambiente, muitas tecnologias têm sido desenvolvidas para o seu monitoramento ou recuperação, assim, um dos ramos de estudo do geoprocessamento, tem como finalidade observar em uma escala mais ampla, fatores como: controles epidemiológicos, uso e ocupação do solo, monitoramento ambiental e entre outros. O presente trabalho teve como objetivo identificar em âmbito multitemporal as áreas de vegetação em vigor através de técnicas de geoprocessamento, levando em conta as culturas de soja e milho na Bacia Hidrográfica do Paraná III entre os anos de 1990 a 2015. As imagens utilizadas como base para a criação de mapas temáticos foram importadas do site da USGS (*United States Geological Survey*). A análise de vegetação em vigor, além de ter sido aplicada à área da BPIII, foram também analisados seis municípios: Toledo, Santa Helena, Missal, Diamante d'Oeste, Ouro Verde do Oeste e Nova Santa Rosa. Nestes municípios pôde-se observar uma relação entre o crescimento da área de vegetação em vigor com a área de produção de soja e milho, onde o resultado do primeiro ano de estudo com o último ano foi crescente, mesmo em cidades como Toledo, onde o crescimento da área de produção de soja foi de apenas 5%. A área de vegetação em vigor aumentou ao longo dos anos possivelmente devido à agricultura, criação de leis, programas e parques para a proteção do meio ambiente.

Palavras – chaves: Avaliação de cenários. Reservatório de ITAIPU. Produção agrícola.

ABSTRACT

MIYAMOTO, Flávia Kimi; QUEIROZ, João Paulo L.V. Multitemporal analysis using the Normalized Difference Vegetation Index in the watershed of Paraná III. 2016. XX f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Because of the concerns about our environment, many technologies have been developed for its monitoring or recovering. In this way, one of the areas of geoprocessing has the goal to observe in a widely way, events like: epidemic controls, soil occupation, environmental monitoring and others. This work had the purpose to identify in a multitemporal study, areas of vigor vegetation using geoprocessing techniques, considering soil bean and maize cultures in the watershed of Paraná III from the year of 1990 to 2015. The images utilized in the creation of the thematic maps were imported from the homepage of USGS (United States Geological Survey). The analyses of vigor vegetation, beyond being applied to the watershed of Paraná III, were also done to six municipalities: Toledo, Santa Helena, Missal, Diamante d'Oeste, Ouro Verde do Oeste and Nova Santa Rosa. On this municipalities, there was a relation between the raising of the vigor vegetation area and the agriculture of soil bean and maize areas, where the results of the first year of study and the last were ascendant, even in municipalities like Toledo, where the raising area of production of soil bean were only 5% over 25 years. The vigor vegetation areas may raised because of the agriculture, laws, programs and preservation areas.

Key words: Scenarios Evaluation. ITAIPU's dam. Agricultural production.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Comprimento de ondas	20
Figura 2 - Localização da Bacia do Paraná III.....	29
Figura 3 Municípios envoltentes da Bacia do Paraná III.....	30
Figura 4 - Municípios Selecionados	31
Figura 5 Exemplo de NDVI e de respectivas refletâncias da vegetação.	32
Figura 6: NDVI recortado.....	36
Figura 7: Vegetação em Vigor na BP III nos anos de 1990 e 2015.....	37
Figura 8: Vegetação em Vigor de Toledo de 1990 e 2015	42
Figura 9: Vegetação em Vigor em Santa Helena de 1990 e 2015	44
Figura 10: Vegetação em Vigor em Missal de 1990 e 2015.....	45
Figura 11: Áreas de Vegetação em vigor do município de 1990 e 2015	47
Figura 12: Vegetação em Vigor de Ouro Verde do Oeste de 1990 e 2015	49
Figura 13: Vegetação em Vigor no município de Nova Santa Rosa em 1990 e 2015.	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Potencial turístico dos municípios na Bacia do Paraná III	15
Tabela 2: Unidade de conservação nos municípios estudados	17
Tabela 3: Comprimentos de onda utilizados no sensoriamento	20
Tabela 4: Lançamento dos Satélites	23
Tabela 5: Resolução Espectral.....	24
Tabela 6:Vegetação em Vigor na Bacia do Paraná III e o total dos municípios analisado ao Longo dos Anos	37
Tabela 7: Área plantada de soja e 1ª safra de milho nos 28 municípios da BP III	39
Tabela 8: Área dos municípios analisados	40
Tabela 9: Crescimento da área de produção entre 1990 e 2015	41
Tabela 10: Resultados sobre Toledo.....	42
Tabela 11: Resultados de Santa Helena.....	43
Tabela 12: Resultados de Missal	45
Tabela 13: Dimensões de classes de uso e ocupação do solo em Missal-PR.....	46
Tabela 14: Resultados de Diamante d'Oeste	47
Tabela 15 : Resultados de Ouro Verde do Oeste.....	48
Tabela 16: Resultados de Nova Santa Rosa	50

LISTA DE QUADRO

Quadro 1: Área de plantio de soja e milho de alguns municípios da BP III	39
--	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVOS.....	13
1.1.1 Objetivo Geral.....	13
1.1.2 Objetivos Específicos.....	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 COLONIZAÇÃO AO LONGO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARANÁ III	14
2.2 BACIA HIDROGRÁFICA DO PARANÁ III	14
2.3 ITAIPU.....	16
2.4 ALTERAÇÕES LEGAIS E PROGRAMAS DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL NO PARANÁ.....	17
2.5 SENSORIAMENTO REMOTO	19
2.5.1 Satélites Artificiais	22
2.5.2 Quantum GIS	24
2.5.3 Índice De Vegetação	25
2.5.4 Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI)	26
2.6 PRODUÇÃO AGRÍCOLA DE SOJA E MILHO NA REGIÃO DA BACIA DO PARANÁ III	26
2.7 APLICAÇÃO DE NDVI EM ANÁLISES MULTITEMPORAIS.....	27
3. MATERIAIS E MÉTODOS	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1 RESULTADO DE VEGETAÇÃO EM VIGOR (V.V) DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARANÁ III	35
4.2 ANÁLISES DOS MUNICÍPIOS SELECIONADOS	40
4.2.1 Toledo.....	41
4.2.2 Santa Helena	42
4.2.3 Missal.....	44
4.2.4 Diamante d'Oeste	46
4.2.5 Ouro Verde do Oeste.....	48
4.2.6 Nova Santa Rosa.....	49
5. CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS	52

1. INTRODUÇÃO

O monitoramento ambiental é de suma importância para a proteção e conservação do meio ambiente. O emprego de ferramentas de geoprocessamento tem sido útil para o monitoramento, uma vez que é possível identificar de forma mais ampla e em curtos períodos de tempo a evolução e destruição de determinada área, já que locais preservados são importantes para a manutenção do equilíbrio do meio ambiente, criando um equilíbrio entre as temperaturas e a pluviosidade da região (LISSNER; GUASSELLI, 2011).

Dentre as inúmeras possibilidades de aplicação do sensoriamento remoto, destacam-se os estudos relacionados à análise, detecção e monitoramento da cobertura vegetal. Técnicas de processamento digital, como as de índices de vegetação, possibilitam analisar e avaliar as alterações sofridas pela vegetação em áreas selecionadas. Os índices de vegetação resultam de combinações lineares de dados espectrais, realçando o sinal da vegetação, que minimizam as variações na irradiância solar e os efeitos do substrato do dossel vegetal (JACKSON; HUETE, 1991).

O estado do Paraná desmatou mais de 80% do seu território, no período de 1980 a 1990 (FILHO, 1993)., e na região Oeste paranaense não foi diferente e esta sofreu com o desmatamento mesmo antes de sua colonização, pois antigamente existiam a exploração por obrages feita por estrangeiros, assim durante as décadas de 30, 40 e 50 com o incentivo do governo, para colonizar a região, houve um alto fluxo migratório de pessoas, aumentando a concentração fundiária, incentivando assim as monoculturas e o mercado de exportação regional (MÜLLER, 1996).

Ao descobrirem o potencial energético da região, foi implementada a usina de Itaipu na bacia do Paraná III (BP III), houve então alagamentos de áreas, mas em maior parte de áreas agrícolas, no lado brasileiro. Assim a Itaipu foi obrigada a fazer compensações sócio ambientais, como pagamento de royalties o qual ultrapassaram 9 bilhões de dólares desde o seu surgimento em 1984 e programas de recuperação da flora da região (ITAIPU, 2016)

Neste contexto, o presente estudo buscou realizar uma análise multitemporal entre as áreas de vegetação em vigor ao longo dos anos de 1990

a 2015 na região da Bacia do Paraná III, local extremamente importante para o território brasileiro uma vez que abriga uma das maiores geradoras de energia elétrica do mundo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Identificar as alterações em áreas de vegetação em vigor entre os anos de 1990 a 2015, utilizando-se de análise multitemporal através de ferramentas de geoprocessamento ao longo da Bacia Hidrográfica do Paraná III.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Analisar a eficácia de alguns parâmetros para observação da alteração do NDVI;
- Verificar a importância dos municípios selecionados no que diz respeito as áreas de vegetação em vigor ao longo dos anos;
- Analisar a eficácia do NDVI para observação da alteração da vegetação em vigor nos locais estudados;
- Identificar os motivos da alteração da vegetação em vigor na Bacia hidrográfica do Paraná III.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 COLONIZAÇÃO AO LONGO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARANÁ III

Segundo Lima (2004), ao longo dos últimos anos do século XIX, a companhia Mate Laranjeiras, começou a demonstrar interesse econômico pela região, que por sua vez começou a explorar o comércio de erva-mate, produto nativo da região da bacia.

O isolamento da região tornou possível a criação e a proliferação de obras, grandes propriedades voltadas para a exploração de recursos nativos, estas que eram gerenciadas ilegalmente principalmente por argentinos. A desestabilização das obras aconteceu logo após a Coluna Prestes se dirigir para a região, conquistando a Foz do Iguaçu e destruindo estas propriedades (WESTPHALEN, 1968).

Com a finalidade de nacionalizar a região, que na época ainda se via tomada por culturas e povos estrangeiros, o governo de Getúlio Vargas adotou medidas voltadas para a colonização e ocupação da região, atraindo companhias colonizadoras e povos descendentes de europeus instalados ao sul do país (OSTROVSKI, 2015).

Após a colonização da região, os migrantes se depararam com áreas férteis e extensas, propícias para a produção agrícola. Até que em 1970, a modernização das técnicas de plantio chegou a região e com ela, uma visão mais dinâmica do capital mundial (LIMA, 2004).

2.2 BACIA HIDROGRÁFICA DO PARANÁ III

O rio Paraná, ao longo de toda a sua extensão no território paranaense foi dividido em três bacias hidrográficas a Bacia do Paraná I, Bacia do Paraná II e Bacia do Paraná III (IPEA, 2010).

A bacia hidrográfica do Paraná III (BP III), conta com quatro afluentes principais o rio São Francisco que nasce em Cascavel, o Guaçu que nasce em Toledo, o São Francisco Falso que nasce em Céu Azul e o Ocoí que nasce em Matelândia. A área total da BP III, segundo Itaipu (2016), tem cerca de 8.000,00 Km², totalizando aproximadamente 4% da área total do estado do Paraná.

Segundo o Instituto das Águas do Paraná (2011), 28 municípios têm suas áreas adentradas na Bacia do Paraná III, são eles: Cascavel, Céu Azul, Diamante D'Oeste, Entre Rios do Oeste, Foz do Iguaçu, Guaíra, Itaipulândia, Marechal Cândido Rondon, Maripá, Matelândia, Medianeira, Mercedes, Missal, Nova Santa Rosa, Ouro Verde do Oeste, Pato Bragado, Quatro Pontes, Ramilândia, Santa Helena, Santa Teresa do Oeste, Santa Teresinha de Itaipu, São José das Palmeiras, São Miguel do Iguaçu, São Pedro do Iguaçu, Terra Roxa, Toledo, Tupãssi e Vera Cruz do Oeste.

Alguns desses municípios inseridos na BP III possuem um potencial eco turístico, como demonstra a Tabela 1 obtida pela SEMA.

Tabela 1: Potencial turístico dos municípios na Bacia do Paraná III

Município	Tipo	Nome
Foz do Iguaçu	Parques e Paisagens	Parque Nacional do Iguaçu, Cataratas do Iguaçu, Macuco Safári, Foz Tropicana - Parque das Aves, Lago de Itaipu, Terminal Turístico Três Lagoas, Rio Iguaçu e Rio Paraná
Santa Teresinha do Itaipu	Parques e Paisagens	Parque Ecológico Domingos Zanette
Missal	Parques e Paisagens	Lago da usina de Itaipu
Santa Helena	Ecoturismo	Base Náutica, Parque de Lazer e Turismo Ney Braga
Toledo	Parques e Paisagens	Parque Ecológico Diva Palm Beach, Complexo do Riso São Francisco, Salto São Francisco e Parque dos Pioneiros
Entre Rios do Oeste	Parques e Paisagens	Rio São Francisco
Marechal Cândido Rondon	Ecoturismo	Parque de Lazer Annita Wanderer - Praia Artificial Porto Mendes e Cachoeira da Onça
Guaíra	Ecoturismo	Centro Náutico e Recreativo, Lago de Itaipu, Rio Paraná, Praia das Gaivotas, Lagoa Saraiva e Ilha Pacu

Fonte: SEMA, 2010.

O alto potencial energético da BPill chamou a atenção do cenário nacional no passado e fez com que houvessem vários esforços voltados para a geração de energia elétrica através da construção de hidrelétricas. Após um longo período de discussão e acordos internacionais, um dos projetos mais ambiciosos da época ganhava ênfase e saía do papel. Tal projeto receberia o nome mais tarde de Itaipu Binacional (LIMA, 2004).

2.3 ITAIPU

Localizada em Foz do Iguaçu, trecho de fronteira do Rio Paraná, e que segundo o IPEA (2010), teve sua formalização do empreendimento firmado com a assinatura do tratado de 1973, que estabeleceu os pontos para o financiamento da obra e a operação da empresa, num modelo de sociedade binacional, pertencente às duas nações em partes iguais. Pelo documento, cada um dos países tem direito a 50% da energia produzida. Caso uma das partes não use toda a cota, deve vender o excedente ao parceiro a preço de custo.

Segundo Ostrovski (2015) a Itaipu detém um reservatório com aproximadamente 29 bilhões de metros cúbicos de água, atingindo uma vazão máxima de 62.200 m³/s, gerando cerca de 85.970 GWh no ano de 2010, arrecadando assim, um valor de 3,4 bilhões de dólares.

Atualmente, a capacidade de geração da usina é de 14 GW por ano, sendo que cada uma das 20 unidades geradoras fornece 700 MW/ano. Em 2004, quando completou 20 anos de atividade, a usina já havia gerado energia suficiente para abastecer o mundo durante 36 dias. Do lado brasileiro do rio Paraná, 20% da energia elétrica consumida no país vem de Itaipu (IPEA, 2010).

Apesar do seu altíssimo potencial gerador de energia, o reservatório de Itaipu é apenas o sétimo maior do Brasil, demonstrando um melhor índice de aproveitamento das águas para produção de energia (ITAIPU, 2016).

2.4 ALTERAÇÕES LEGAIS E PROGRAMAS DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL NO PARANÁ

O Paraná desmatou mais de 80% da Mata Atlântica em apenas um século, a mata nativa deu lugar a áreas agrícolas, madeireiras e pecuárias (FILHO, 1993). Não foi apenas no Paraná que esses desmatamentos ocorreram, foi em todo o Brasil, percebendo então os impactos causados por essas ações no meio ambiente, foram desenvolvidos órgãos regulamentadores para proteger o meio ambiente das ações antrópicas (PARANÁ, 2009).

A lei Constitucional Federal de 1988 abriu espaço para discussão sobre a proteção do meio ambiente, mesmo que na década de 1930 já se demonstrasse preocupação sobre a proteção de algumas partes como, floresta e água, com a constituição em vigor fez com que se tornasse importante a proteção do meio ambiente e surgindo leis como de crimes ambientais, Sistema Nacional de Unidades de Conservação e outros (SEMA, 2009).

A Tabela 2 contém os municípios estudados que foram beneficiados com a criação de Unidades de conservação.

Tabela 2: Unidade de conservação nos municípios estudados

Municípios	Ano de criação	Área em km ²
Santa Helena	1984	14,21
Diamante d'Oeste	1997	0,5416
Diamante d'Oeste	1997	0,484
Toledo	1997	0,0469
Toledo	1997	0,1452
Toledo	1997	0,0297
Toledo	1997	0,2008
Toledo	1997	0,1754
Toledo	1997	0,0522
Toledo	1997	0,025
Diamante d'Oeste	1998	1,878
Diamante d'Oeste	1999	0,21
Diamante d'Oeste	2000	0,3967
Toledo	2011	0,0266

Fonte: IAP (2014)

Devido às obrigações legais a Itaipu vem compensando o impacto que ela causou e está causando no meio ambiente, uma dessas ações é o programa de reflorestamento, considerado o maior do mundo realizado por uma hidrelétrica e também criou refúgios biológicos em alguns Municípios, Santa Helena foi um deles (ITAIPU, 2016).

Desde 1979 houve o plantio de mais de 44 milhões de mudas nas margens brasileira e paraguaia. A restauração da mata nativa às margens do reservatório foi feita com base em um levantamento, realizado em 1976, nas florestas remanescentes na região do Rio Paraná. O estudo revelou que a margem brasileira do Rio Paraná tinha apenas 23% de florestas e 24,7% de matas exploradas em fase de regeneração natural, enquanto a agricultura já ocupava 50,3% das terras (ITAIPU, 2016).

Para conter o desmatamento vem surgindo no âmbito legal ferramentas para a proteção do meio ambiente e um deles é a resolução CMN/BACEN Nº 3.075 de 2003, onde foi previsto a não concessão de ajuda financeira voltada para formação de pastagens em locais de florestas e matas ciliares. Dessa forma irá evitar que as florestas nativas se transformem em pastos para a criação de animais (BRASIL, 2003).

O Paraná possui uma alta porcentagem de Mata Atlântica e um crescente desmatamento da mesma, foi necessária a criação de uma lei voltada para sua proteção, sendo esta a lei nº 11.428 de 2006, a fim de assegurar um desenvolvimento sustentável e assegurar a permanência deste bioma em suas regiões nativas.

Uma das alterações que surgiu no novo código florestal nº 12.651 em 2012, foi a exigência do Cadastro Ambiental Rural (CAR), onde propriedades precisam se enquadrar na lei, tendo uma parte de sua área de preservação e caso tenha uma área de preservação permanente, esta deverá ser mantida, restaurada e/ou recuperada e com a fiscalização através de ferramentas de sistemas de informações geográficas (GIS).

2.5 SENSORIAMENTO REMOTO

O sensoriamento remoto é uma tecnologia que permite obter imagens distantes através de sensores instalados em plataformas terrestres, aéreas (balões e aeronaves) e orbitais (satélites artificiais), onde essas imagens são dados registrados por meio da captação do registro da energia refletida ou emitida pela superfície (FLORENZANO, 2011).

O surgimento dessa tecnologia se dá em duas partes segundo Florenzano (2011), a primeira é de 1860 a 1960, onde se utilizavam fotografias aéreas, devido a guerra civil americana para uso militar, e de 1960 aos dias de hoje.

A segunda parte aconteceu na década de 1960 devido a corrida espacial, pois foram lançados vários foguetes e satélites artificiais, primeiramente para estudos meteorológicos e também com a inovação da Evelyn L. Pruitt e colaboradores, que automatizaram a coleta de dados e o levantamento e monitoramento terrestre em escala global, revolucionando o sensoriamento remoto (MENESES; ALMEIDA, 2012).

O precursor a observar as feições da Terra foi o satélite meteorológico TIROS-1, embora com pouca nitidez, mas por meio dele, surgiu o sensoriamento remoto (MENESES; ALMEIDA, 2012).

O sensoriamento remoto é regido pela interação radiação eletromagnético (REM) e o alvo em forma de energia que se propaga para capturar as imagens, através de ondas. Os objetos da superfície terrestre como água, vegetação e solo, absorvem e transmitem radiação eletromagnética em diferentes tipos de ondas, assim cada objeto possui um comprimento diferente que vão de acordo com as suas características químicas e bioquímicas. Os comprimentos das ondas também dizem as distâncias dos objetos refletidos, quanto mais distantes, maior é o comprimento e quanto menor a distância, menor será o comprimento (FLORENZANO, 2011).

O REM é um espectro contínuo, mas foi dividido em intervalos de comprimento de onda com base nos mecanismos físicos geradores de energia eletromagnética e dos mecanismos físicos de sua detecção. Para o uso de sensoriamento remoto é preciso saber os valores dos comprimentos de ondas,

pois cada comprimento é detectado por cada tipo de sensor (MENESES; ALMEIDA,2012). A Figura 1 mostra o comprimento de ondas e suas respectivas faixas.

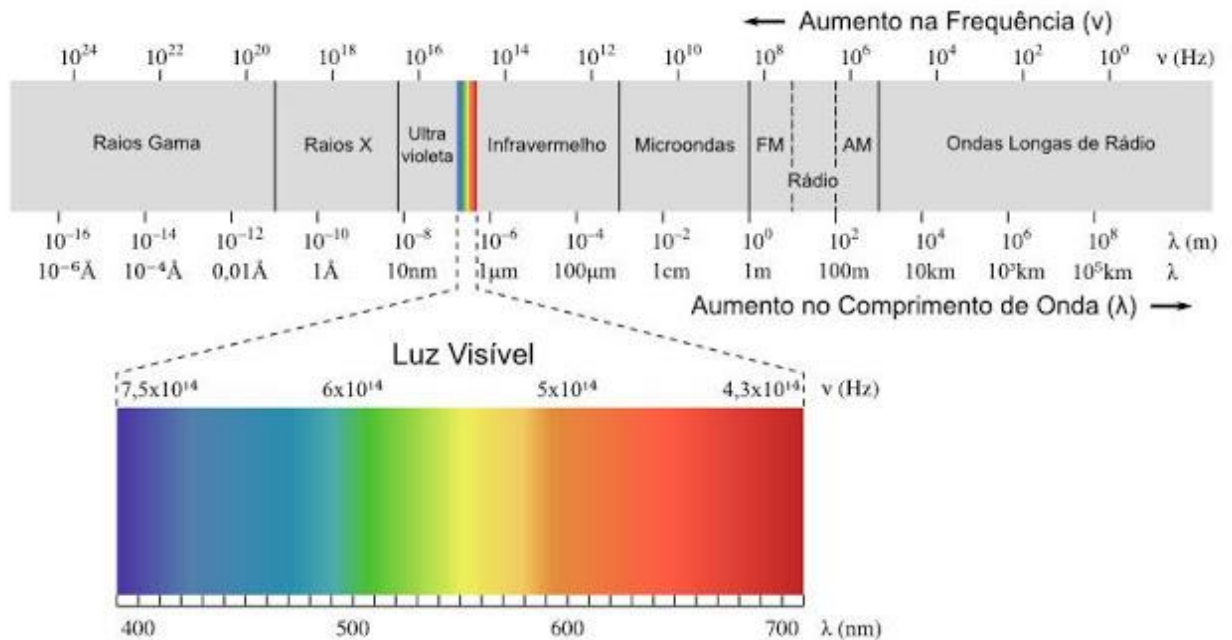


Figura 1: Comprimento de ondas
Fonte: SARAN (2012).

O intervalo da onda mais familiar é a luz visível da radiação solar, pois os olhos humanos são capazes de detectar. As faixas de comprimento de onda mais utilizada no sensoriamento remoto são listas na Tabela 3.

Tabela 3: Comprimentos de onda utilizados no sensoriamento

Intervalo Espectral	Comprimento de Onda
Visível	0,38 - 0,76 μm
Infravermelho próximo	0,76 - 1,2 μm
Infravermelho de ondas curtas	1,2 - 3 μm
Infravermelho médio	3 - 5 μm
Infravermelho termal	5 μm - 1 mm
Micro-ondas	1 mm - 100 cm

Fonte: Adaptado MENESES E ALMEIDA (2012).

Cada comprimento de onda representará uma resposta diferente nas imagens. Assim, Meneses e Almeida (2012) explicaram em seu trabalho o que cada faixa identifica.

Visível - A faixa mais utilizada no sensoriamento remoto, por ser a região do espectro solar com a maior intensidade de fluxo radiante, nessa região é possível obter a pigmentação da vegetação e as cores dos minerais, pois esta é responsável por essa interação. Mas possui um alto espalhamento da radiação solar, reduzindo o contraste da refletância dos alvos terrestres.

Infravermelho próximo - Também possui uma região transparente para a passagem da radiação solar, mas apenas algumas bandas a absorvem, evitando que este intervalo seja utilizado continuamente no sensoriamento remoto. Nos intervalos onde ocorrem interações REM com os níveis de energia eletrônica dos átomos, geram feições espectrais que são utilizadas para identificar a natureza de vários tipos de rochas., sobretudo as de composição mineral com metais de transição.

Infravermelho de ondas curtas - Não é recomendado para ser utilizado no sensoriamento remoto, pois os comprimentos de onda em $1,4\mu\text{m}$ e em $1,9\mu\text{m}$ são totalmente absorvidos pelas moléculas de vapor d'água da atmosfera, assim não será possível determinar nos materiais terrestres a presença de água molecular nas suas estruturas.

Infravermelho médio - Detecta apenas objetos com elevadas temperaturas, como vulcão e incêndios, pois não é possível detectar a radiação solar, assim elas são pouco usadas no sensoriamento remoto, sendo útil apenas para sensores meteorológicos ou atmosféricos.

Infravermelho termal - O melhor intervalo para o imageamento orbital é entre $8\mu\text{m}$ a $14\mu\text{m}$, pois acima de 30 km , a camada de ozônio absorve toda a radiação além de $14\mu\text{m}$ emitida pela Terra.

Micro-ondas – O uso dessa faixa é de relevante interesse para a geologia estrutural e mapeamento geológico, pois a interação das micro-ondas com as rochas é controlada pelas texturas de relevo. O principal intervalo utilizado no sensoriamento remoto compreende a faixa $3,0\text{ cm}$ a 100 cm .

2.5.1 Satélites Artificiais

Existem diversos tipos de satélites artificiais com várias finalidades como de comunicação, navegação, meteorológico, militar, exploração do universo e observação da Terra (INPE, 2016).

Os satélites de observação da Terra carregam câmeras que registram imagens diferentes tipos de resoluções espaciais, a fim de monitorar o território (INPE, 2016). As resoluções das imagens que são geradas dependem do tipo de satélite, o Landsat e o CBERS possuem resoluções espaciais pequenas (30, 20 metros), então são utilizados para recobrirem grandes áreas, os satélites Ikonos e Orbview, possuem resoluções espaciais grandes (1 metro), conseqüentemente elas recobrem pequenas áreas (MENESES; ALMEIDA,2012).

2.5.1.1 Landsat

A série do Landsat começou em 1972, quando os EUA começaram a se preocupar com a gestão do meio ambiente, a fim de proteger a humanidade, pois a população da Terra na época já estava no patamar de 3,8 bilhões de pessoas. Assim a prioridade do governo estadunidense foi de aplicar tecnologias espaciais, a fim de fazer diretrizes tangíveis benéficas em prol da sociedade (NASA, 2016).

A Tabela 4 mostra a sequência dos satélites lançados e a sua situação atual.

Tabela 4: Lançamento dos Satélites

Satélite	Lançamento	Término
Landsat 1	27/07/1972	06/01/1978
Landsat 2	22/01/1975	25/02/1982
Landsat 3	05/03/1978	31/03/1983
Landsat 4	16/07/1982	1993
Landsat 5	01/03/1984	Ativo
Landsat 6	05/10/1993	s.d
Landsat 7	15/04/1999	2003
Landsat 8	2013	Ativo

Fonte: adaptado do EMBRAPA,2016.

A maioria dos satélites da série Landsat trabalham na órbita polar, circular e heliossíncrona, exceto o Landsat 6 que não possui nenhuma informação desde o seu lançamento em 1993 (EMBRAPA,2016). Os três primeiros satélites possuíam o período de revisita de 18 dias e os sensores eram RBV e MMS, a partir do Landsat 4 o período de revisita diminuiu para 16 dias e seu senso, assim como do Landsat 5 mudou para *Multispectral Scanner* (MMS) e *Thematic Mapper* (TM) e o Landsat 7 usa o sensor ETM+ (INPE, 2016).

A diferença do último sensor com a do seu antecessor é a adição de uma banda pancromática com resolução espacial de 15 metros e a banda 6 (infra-vermelho termal) com alto e baixo ganho e resolução de 60 metros, enquanto no Landsat 5 a banda 6 possui uma resolução de 120 metros, mas as bandas 1,2,3,4,5 e 7 dos dois satélites ainda possuem resolução geométrica de 30 metros (INPE, 2016).

A Tabela 5 mostra as bandas dos sensores e suas respectivas resoluções espectrais.

Tabela 5: Resolução Espectral

Sensor	Bandas	Resolução	Faixa Espectral
MSS	4	0,5 - 0,6 μm	Verde
	5	0,6 - 0,7 μm	Vermelho
	6	0,7 - 0,8 μm	Infravermelho próximo
	7	0,8 - 1,1 μm	Infravermelho próximo
	8 (Landsat 3)	10,4 - 12,6	Infravermelho termal
TM	1	0,45 - 0,52 μm	Azul
	2	0,50 - 0,60 μm	Verde
	3	0,63 - 0,69 μm	Vermelho
	4	0,76 - 0,90 μm	Infravermelho próximo
	5	1,55 - 1,75 μm	Infravermelho médio
	6	10,4 - 12,5 μm	Infravermelho termal
	7	2,08 - 2,35 μm	Infravermelho distante
ETM+	1	0,45 - 0,52 μm	Azul
	2	0,50 - 0,60 μm	Verde
	3	0,63 - 0,69 μm	Vermelho
	4	0,76 - 0,90 μm	Infravermelho próximo
	5	1,55 - 1,75 μm	Infravermelho médio
	6	10,4 - 12,5 μm	Infravermelho termal
	7	2,08 - 2,35 μm	Infravermelho distante

Fonte: Adaptado EMBRAPA e INPE (2016).

2.5.2 Quantum GIS

O Quantum GIS (Qgis) inicialmente foi desenvolvido para visualizar bases de dados geográficos gratuitamente em sistemas operacionais livres, o seu desenvolvimento começou em fevereiro de 2002 e seu lançamento ocorreu em junho do mesmo ano (FOSSGIS, 2011). No trabalho formatado por Pinheiro (2011), ele explica a funcionalidade do Qgis.

“O Quantum GIS (QGIS) é um sistema livre de informação geográfica (SIG) que suporta formatos vectoriais, "raster", e de bases de dados. O QGIS permite procurar, editar e criar formatos ESRI shapefiles, dados espaciais em PostgreSQL/PostGIS, vectores e rasters GRASS, ou ainda GeoTiff. O QGIS suporta ainda extensões e acesso a módulos do GRASS, permitindo visualizar mapas do GRASS em simultâneo com dados SIG noutros formatos “

O programa foi desenvolvido por um grupo de pessoas, composta por desenvolvedores até tradutores e por ser um software livre qualquer pessoa pode ajudar a desenvolver voluntariamente, mas mesmo assim existe um grupo responsável composto por 5 pessoas chamado *Project Steering Committee*, com o propósito de prestar orientações técnicas, lançamentos das novas versões, entre outros (FOSSGIS, 2011).

2.5.3 Índice De Vegetação

Os índices de vegetação foram desenvolvidos com o intuito de monitorar e quantificar as condições e distribuições espaciais das vegetações. Seu objetivo compreende discriminar o que é vegetação ou não, analisar as condições de desenvolvimento de culturas, aparecimento de doenças e pragas, eventos catastróficos meteorológicos entre outros (Liu, 2007).

Segundo Moreira (2011), a tentativa de diminuir o trabalho de análise de dados orbitais, levou a criação dos índices de vegetação, maximizando as informações espectrais da vegetação na menor quantidade de bandas de operação de sensores.

De acordo com Cruz et al. (2011), os índices de vegetação se baseiam em operações algébricas utilizando faixas de reflectância específicas que determinam a cobertura vegetal e a sua densidade. Para Lima (2013), índices de vegetação originados a partir de dados provenientes de sensores remotos implicam em uma ferramenta notável para o monitoramento de alterações naturais ou antrópicas no que se diz respeito ao uso e cobertura da terra.

Existem diversos tipos de índices de vegetação, como por exemplo: índice de vegetação pela razão, índice de brilho de solo e índice de vegetação verde, verde sobre solo nu, índice de vegetação pela diferença, índice de vegetação pela diferença normalizada, entre outros.

2.5.4 Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI)

Dentre os vários tipos de índices de vegetação, destaca-se o índice de vegetação da diferença normalizada, em inglês, *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), que foi divulgado por Rouse et al. (1973).

O método consiste no cálculo da diferença normalizada de refletância entre a faixa de infravermelho próximo (*Near Infrared* - NIR) e a faixa do visível (VIS) onde, NIR encontra-se na faixa de 0,725 a 1,1 μ m e VIS na faixa de 0,4 a 0,7 μ m (LIU, 2007).

Segundo Holben (1986), o NDVI se destaca entre os métodos de índice de vegetação pelo encobrimento parcial dos efeitos de presença dos constituintes atmosféricos e das perturbações radiométricas e geométricas.

O valor do NDVI varia de -1 a 1 onde os valores negativos demonstram as nuvens, os valores próximos a zero representam solo nu ou ausência de vegetação, e os valores acima de zero representam a vegetação (LIU, 2007).

2.6 PRODUÇÃO AGRÍCOLA DE SOJA E MILHO NA REGIÃO DA BACIA DO PARANÁ III

O estado do Paraná destaca-se no cenário brasileiro de produção de grãos, apresentando uma pauta agrícola diversificada. A utilização de avançadas técnicas agronômicas coloca o estado em destaque em termos de produtividade. As culturas de milho e soja sobressaem na estrutura produtiva da agricultura local (IPARDES, 2011).

Segundo dados do IBGE (2010), na região da Bacia do Paraná III, a produção de milho totalizou 2.087.238 toneladas de grãos, correspondendo a mais de 15% da produção total do estado paranaense, enquanto que a produção de soja totalizou 1.984.764 toneladas de grãos, correspondendo a mais de 14% da produção total do estado. Ao se tratar do cenário nacional de produção de grãos, a região da Bacia possui um ótimo rendimento médio, alcançando um valor maior que 5,7 toneladas de grãos por hectare de milho plantado e de mais de 3,33 toneladas de grãos por hectare de soja plantada,

enquanto que o cenário nacional demonstra um rendimento médio de milho de 4,366 toneladas de grãos por hectare e de 2,947 toneladas de grãos de soja por hectare.

O alto rendimento médio da soja na região da BP III se deu, segundo a EMBRAPA (2000), a diversos fatores, como por exemplo: a semelhança do ecossistema do sul do Brasil com aquele predominante no sul dos EUA, favorecendo o êxito na transferência e adoção de variedades e outras tecnologias de produção; incentivos fiscais disponibilizados aos produtores de trigo nos anos 50, 60 e 70 beneficiaram igualmente a cultura da soja, que utiliza, no verão, a mesma área, mão de obra e maquinaria do trigo cultivado no inverno.

2.7 APLICAÇÃO DE NDVI EM ANÁLISES MULTITEMPORAIS

Para Gurgel (2000), existe um interesse natural no monitoramento da vegetação, já que a mesma é uma fonte vital para a sustentação da vida em nosso planeta.

De acordo com Lima (2013), o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) possibilita a avaliação do vigor vegetativo dos estágios sucessionais de determinada vegetação ou cultura.

Segundo Lima (2015), a aplicação da técnica de NDVI se justifica por sua precisão em relação aos índices de vegetação, já que permite analisar de forma mais adequada as alterações sofridas pela vegetação em âmbito multitemporal.

Para Gomes (2011), a utilização de técnicas de geoprocessamento levando em conta a análise da cobertura vegetal, a detecção de alterações em seus níveis de degradação, ou em seu estado fenótico, pode ser determinada através de métodos e técnicas que utilizam os Índices de Vegetação em âmbito multitemporal.

Os municípios selecionados para o estudo, além de contarem com dados completos de produção agrícola no período estudado, ainda buscam contrastar diferentes localidades da região da Bacia Hidrográfica do Paraná III.

A seleção agregou ainda, municípios limieiros ao lago, municípios com parte de sua extensão territorial fora da Bacia e municípios sem a presença de unidades de conservação.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo é delimitada pela Bacia Hidrográfica do Rio Paraná III, possui cerca de 235 km de extensão, e se prolonga através de 28 municípios, dos quais 6 foram selecionados para o estudo, sendo eles: Diamante D'Oeste, Missal, Nova Santa Rosa, Ouro Verde do Oeste, Santa Helena, Toledo. A

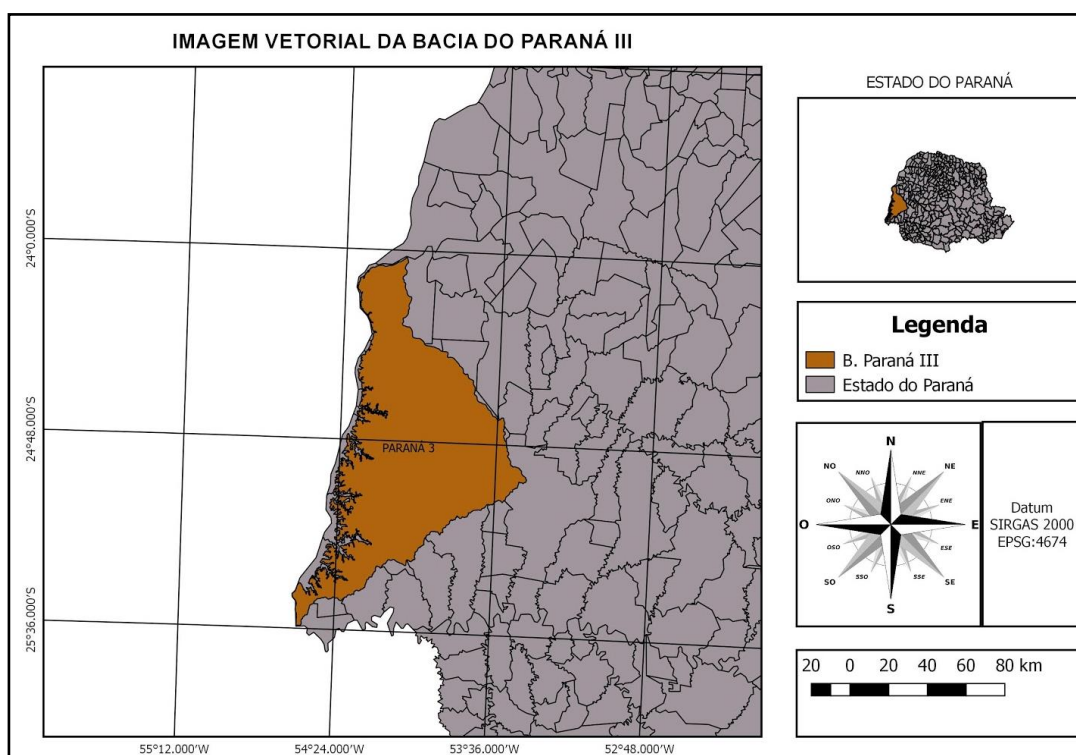


Figura 2 - Localização da Bacia do Paraná III

Foi necessário a aplicação de um filtro e o estabelecimento de alguns critérios para a seleção dos municípios. Dos 28 municípios, seis foram selecionados através de alguns critérios, sendo eles a disponibilidade de dados de agricultura de soja e milho e a porcentagem de área que os municípios previamente selecionados aderem à bacia.

A Figura 3 mostra os municípios que possuem pelo menos uma parte de sua área adentrada à Bacia do Paraná III.

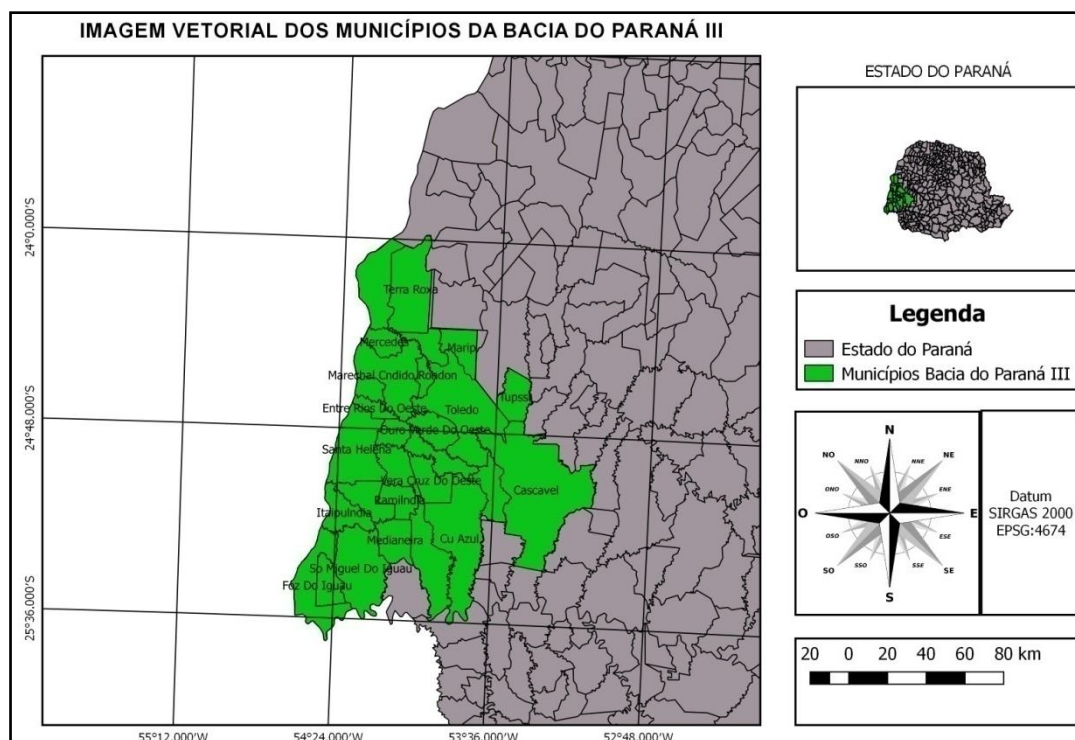


Figura 3 - Municípios envolventes da Bacia do Paraná III

O primeiro critério de seleção foi à disponibilidade de dados de agricultura, onde municípios com os dados completos sobre a produção de soja e milho entre o período de 1990 a 2015 seriam selecionados para a proxima fase. O parâmetro seguinte foi baseado na área interseccionada com a Bacia do Paraná III, onde os municípios que continham pelo menos 85% de sua área total dentro dos limites da bacia foram selecionados para a análise. Do total restante, seis municípios foram selecionados, sendo eles: Diamante d'Oeste, Missal, Ouro Verde do Oeste, Santa Helena, Nova Santa Rosa e Toledo, conforme a Figura 4.

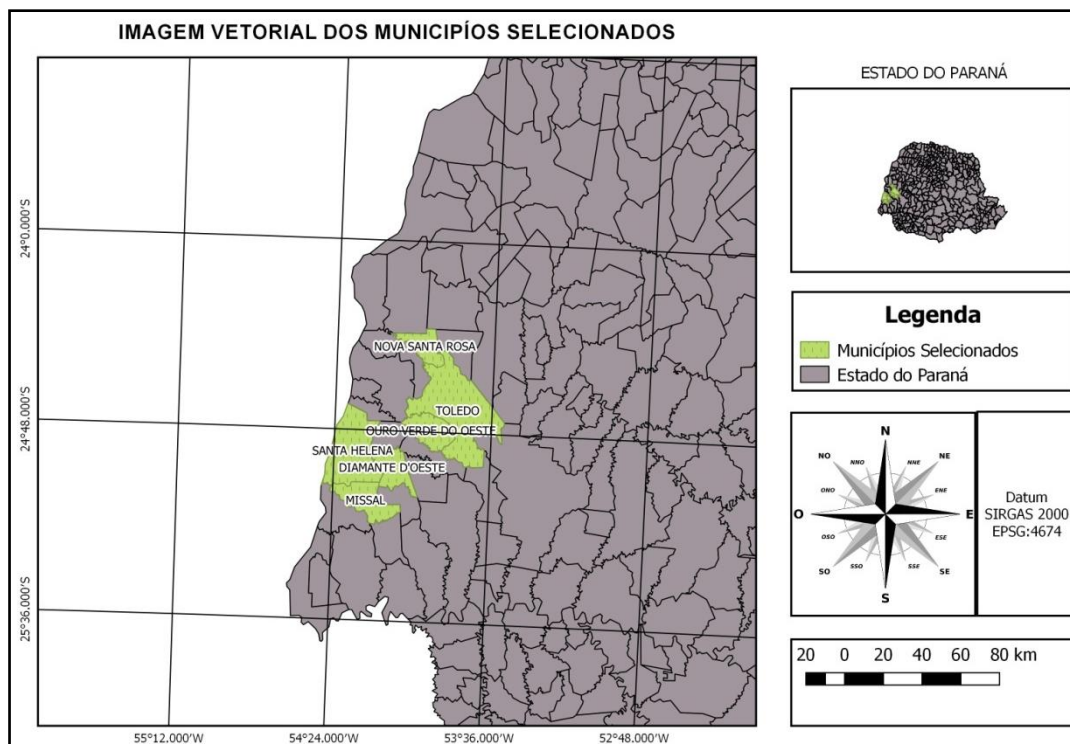


Figura 4 - Municípios Seleccionados

Para a obtenção do NDVI, foi necessário a padronização e tratamento dos dados. A técnica consiste na utilização de bandas de satélite correspondentes a faixa espectral do vermelho e do infravermelho próximo, sendo desenvolvida por Rouse et al. (1973). O NDVI obedece a equação 1 a seguir:

$$\frac{(\text{Banda IV} - \text{Banda V})}{(\text{Banda IV} + \text{Banda V})}$$

(1)

Em que:

Banda V = Banda espectral na faixa do Vermelho;

Banda IV = Banda espectral na faixa do Infravermelho;

Respectivas refletâncias de vegetação em vigor e de vegetação com estresse hídrico (Figura 5).



Figura 5: Exemplo de NDVI e de respectivas refletâncias da vegetação.

Fonte: MEDEIROS (2016) apud IODIS.

As análises foram feitas abrangendo um período de aproximadamente 25 anos, onde os anos de 1990, 1998, 2003 e 2015 foram selecionados. A série de satélites LANDSAT foi escolhida para a obtenção dos dados devido ao seu extenso período de coleta de imagens.

As imagens foram coletadas no banco de dados da USGS (*United States Geological Survey*). Os períodos de coleta das imagens foram baseados no calendário agrícola do Ministério da agricultura do ano de 2015, a Tabela 6 demonstra os meses de colheita da safra de milho e soja. O estudo visou agregar a produção de soja e milho ao NDVI, uma vez que a região da Bacia do Paraná III tem suas atividades agrícolas voltadas para a exploração de culturas temporárias, interferindo no período de estudo durante o ano todo. Assim as imagens selecionadas abrangeram o intervalo de 15 de março à 30 de maio.

Tabela 6: Calendário de colheita de soja e milho da região sul em 2015

Atividade Agrícola	Meses de colheita											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Milho 1ª Safra	X	x	x	x	x	x						
Soja	X	x	x	x	x							

Fonte: Ministério da Agricultura (2015).

A composição do mosaico da Bacia Hidrográfica do Paraná III demandou três órbitas/ponto: 223/77, 224/77 e 224/78, para a completa

composição de sua camada vetorial. Os dados foram importados para o Qgis, software de caráter livre, responsável pelo tratamento e a manipulação das imagens digitais.

As imagens de Landsat 5, 7, e 8 foram submetidas a um pré-tratamento por uma extensão do Qgis denominado *Semi-Automatic Classification*, visando a classificação de pixels semelhantes, melhorando o desempenho do NDVI através da aplicação de correção atmosférica. As imagens do Landsat 5 passaram por um processo de georreferenciamento, uma vez que apresentaram erros de localização. Após o georreferenciamento, todas as imagens foram reprojctadas para o sistema de coordenadas *South America Albers*, buscando a padronização, e a projeção das imagens em unidades de metros, uma vez que projeções mais usuais separadas por zonas não são recomendadas, já que a BPIII se situa em mais de uma zona.

Utilizando a calculadora raster do software, os NDVIs foram gerados em cada órbita/ponto, no Landsat 5 e 7 a banda 3 e 4 representam as faixas de vermelho e infravermelho próximo respectivamente e no Landsat 8 são as bandas 4 e 5. Após a geração do NDVI, eles foram unidos pela ferramenta miscelânea. A etapa seguinte foi o recorte da área com o formato da Bacia do Paraná III.

Para os parâmetros de Vegetação em Vigor (V.V), utilizados para a análise multitemporal, foi necessária uma adequação de intervalos para cada sensor utilizado. A diferença entre a qualidade dos dados dos sensores da série Landsat fez com que fizesse necessária uma adequação entre os mesmos. Tal adequação baseou-se na análise de imagens Landsat 5, onde foi constatado que a faixa de 0,7 a 1 de NDVI representaria a vegetação em vigor. Após esta consideração, foram definidos parâmetros para as imagens de Landsat 7 e 8, onde pontos aleatórios foram inseridos no mapa da Bacia Hidrográfica do Paraná III em que de fato haviam vegetações em vigor.

Após a construção dos pontos nas respectivas áreas, foi realizada uma relação entre valores nos mesmos pixels em diferentes imagens de satélites. Desta relação foi considerado que para o NDVI feito a partir do Landsat 7, o intervalo de vegetação em vigor seria de 0,60 a 1, e para as imagens de Landsat 8, o intervalo compreenderia os valores de 0,72 a 1.

Após o fatiamento da margem de valores de dados desejada, a imagem foi vetorizada e recortada com os limites dos seis municípios selecionados. Concluído este processo, o último passo foi o cálculo das áreas de vegetação em vigor ao longo do período estudado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise multitemporal da vegetação em vigor por meio da diferença normalizada do índice de vegetação (NDVI) foram divididos em resultados gerais da Bacia Hidrográfica do Paraná III, e resultados por municípios.

4.1 RESULTADO DE VEGETAÇÃO EM VIGOR (V.V) DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARANÁ III

Para os parâmetros de Vegetação em Vigor (V.V), utilizados para a análise multitemporal, após a adequação de intervalos para cada sensor utilizado. Após a construção dos pontos nas respectivas áreas, foi realizado uma relação entre valores nos mesmos pixels em diferentes imagens de satélites. Desta relação foi considerado que para o NDVI feito a partir do Landsat 7, o intervalo de vegetação em vigor seria de 0,60 a 1, e para as imagens de Landsat 8, o intervalo compreenderia os valores de 0,72 a 1. A figura 7 demonstra o NDVI já recortado, onde áreas com tons de verde simbolizam a vegetação e as áreas em tons de branco simbolizam áreas de solo exposto.

Em sua pesquisa, Oliveira & Ferreira & Dantas (2016), analisaram o crescimento de gramíneas através do NDVI, e consideraram que a faixa de 0,53 até 0,93 representava taxas de vegetação em desenvolvimento. Lima (2013) considerou uma faixa de vegetação arbórea com valores de NDVI de 0,76 a 1. Por sua vez, Grohs et al. (2009), seleciona classes de potencial produtivo de grãos da soja, chegando aos seguintes valores: baixo (NDVI<0,59), médio (NDVI entre 0,59 e 0,75), alto (NDVI entre 0,75 e 0,83) e muito alto (NDVI>0,83).



Figura 6: NDVI recortado

Na sequência, as análises foram divididas entre 4 imagens diferentes, onde cada uma representa um ano de estudo (1990, 1998, 2003 e 2015). O estudo demonstrou que as áreas de vegetação em vigor aumentaram mais de três vezes ao longo do período de aproximadamente 25 anos. A Tabela 7 demonstra os resultados onde há um aumento significativo no valor da vegetação em vigor da BPIII de 23,38% para 74,11%.

Tabela 7: Vegetação em Vigor nos anos de 1990, 1998, 2003 e 2015, nos municípios analisados, na bacia do Paraná III.

BPIII				
ANO	Área de vegetação em vigor (V.V)	Porcentagem da área de V.V em relação a área total da BPIII	Soma da área de vegetação em vigor dos municípios selecionados	Área de V.V dos municípios selecionados no território da BPIII (%)
1990	1870,00 km ²	23,38 %	825,21 km ²	44,129 %
1998	3518,51 km ²	43,98 %	1289,43 km ²	36,647 %
2003	4214,87 km ²	52,69 %	1546,56 km ²	36,693 %
2015	5929,19 km ²	74,11 %	2146,01 km ²	36,194 %

O contraste de V.V de 1990 e 2015 é representado na figura 7. A mudança desse cenário está ligada a três fatores, o primeiro fator leva em consideração que as imagens foram coletadas em períodos de safra de milho e soja principalmente, e a cultura de soja segundo dados do IBGE, apresentou aumentos consideráveis de área plantada na região da BPIII, atuando assim diretamente no resultado do NDVI de vegetação em vigor.

Segundo dados do IBGE (2015), pôde-se observar um aumento na área de produção de soja e uma retração na área de cultivo de 1^o safra de milho. Mesmo havendo o aumento considerável na área de produção de soja, este acréscimo se deu além das áreas de retração da 1^o safra de milho, demonstrando que o cultivo de soja se tornou mais "atraente" para alguns municípios nos últimos anos.

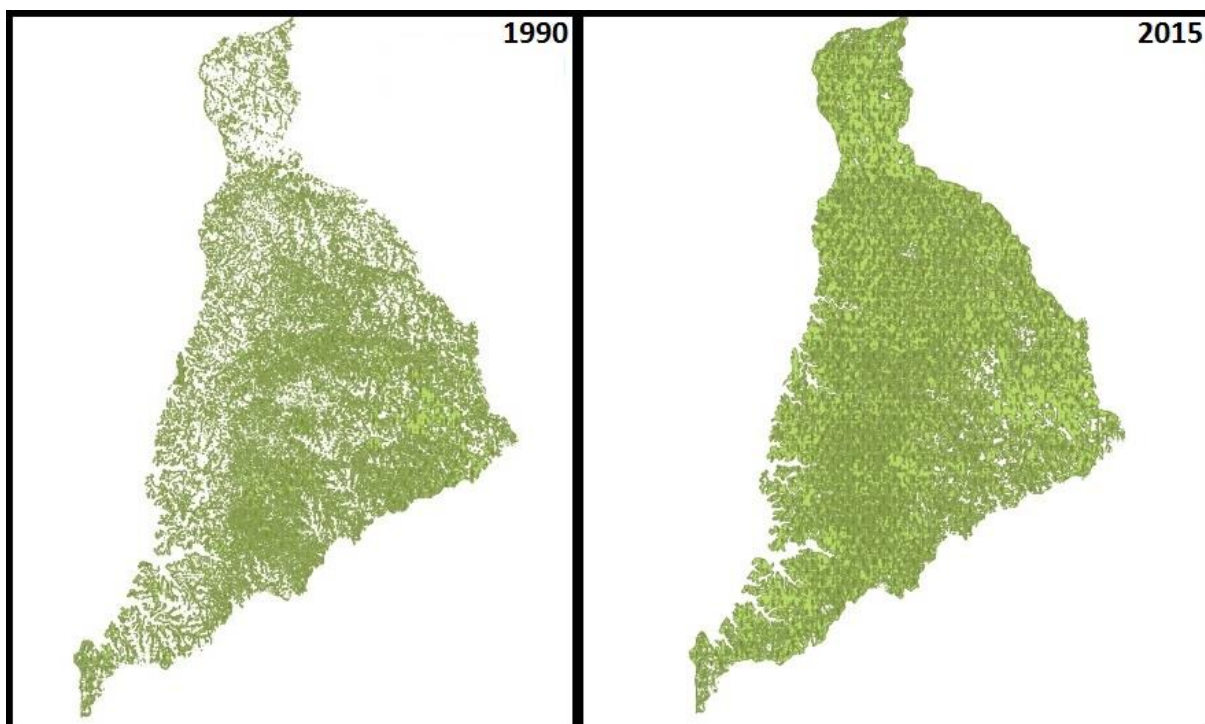


Figura 7: Vegetação em Vigor na BP III nos anos de 1990 e 2015.

O Quadro 1 traz os dados anuais de área de plantio de culturas de soja e milho em hectares dos principais produtores de grãos da Bacia do Paraná III, é possível constatar o aumento nas áreas de produção de soja e milho ao longo dos anos. Já a Tabela 8 mostra as áreas plantadas de 1º safra de milho e soja nos 28 municípios da Bacia hidrográfica do Paraná III.

Municípios BPIII	1990		1998		2003		2015	
	Soja (ha)	Milho (ha)	Soja (ha)	Milho (ha)	Soja (ha)	Milho (ha)	Soja (ha)	Milho (ha)
Cascavel	95.800	20.500	77.000	14.500	78.200	30.000	104.870	56.350
Diamante d'Oeste	700	3.000	400	1.070	1.550	4.950	5.625	3.400
Foz do Iguaçu	7.500	800	5.200	3.500	9.000	8.000	19.800	1.000
Guaira	19.000	3.500	22.700	13.400	26.500	21.500	33.100	31.750
Marechal Cândido Rondon	50.000	21.000	29.950	19.400	29.410	32.600	30.200	25.400
Medianeira	20.000	5.000	7.604	8.800	11.800	12.100	13.930	12.020
Missal	9.000	6.500	12.040	14.000	13.000	13.600	12.650	12.090
Nova Santa Rosa	9.500	3.200	11.500	6.800	12.300	12.900	13.860	13.200
Ouro Verde do Oeste	11.000	2.700	9.000	1.430	11.240	4.380	13.000	7.169
Santa Helena	16.800	13.000	22.150	21.500	26.140	23.300	27.440	25.900
São Miguel do Iguaçu	40.000	10.000	32.000	35.200	41.700	36.500	47.380	45.700
Terra Rocha	29.000	2.500	33.470	21.000	35.000	29.300	51.325	49.500
Toledo	67.000	20.800	65.400	12.500	67.150	32.000	71.000	64.000

Quadro 1: Área de plantio de soja e milho de alguns municípios da Bacia do Paraná III

Tabela 8: Área plantada de soja e 1ª safra de milho nos 28 municípios da BPIII

Ano	1990	1998	2003	2015
Área plantada de Soja	4392,80 km ²	4799,94 km ²	5369,00 km ²	6467,00 km ²
Área plantada de Milho (1ª safra)	S/D	S/D	559,00 km ²	225,00 km ²

Fonte: IBGE (2015).

O segundo fator se dá pelo crescimento e reflorestamento de matas ciliares, uma vez que existem projetos e ações implementadas principalmente pela hidrelétrica de Itaipu na área da Bacia Hidrográfica do Paraná III. Segundo a SEMA (2007), desde o ano de 2003 iniciou-se um trabalho de recuperação das matas ciliares com uma meta de 90 milhões de mudas plantadas em todo o estado para proteção dos principais rios do estado do Paraná, mananciais de abastecimento, reservatórios de usinas hidrelétricas, bacias hidrográficas e etc.

O último fator considerado para o aumento das áreas de vegetação em vigor na BPIII, leva em conta a criação de áreas de conservação, mantidas por propriedades privadas criadas a partir de 1997 e refúgios ecológicos criados pela Itaipu, como no caso de Santa Helena. As Tabelas 1 e 2 demonstram os municípios que possuem potenciais turísticos devido à criação de parques,

áreas de lazer e unidades de conservação estaduais cadastradas no Instituto Ambiental do Paraná.

4.2 ANÁLISES DOS MUNICÍPIOS SELECIONADOS

Para todos os municípios analisados foram calculadas as suas extensões totais e as suas áreas de intersecção com a Bacia do Paraná III. A Tabela 9 contém os municípios estudados e em ordem, de acordo com a extensão da sua área dentro da bacia, onde Toledo possui a maior área e Nova Santa Rosa a menor.

Tabela 9: Área dos municípios analisados

Municípios	Área dos Municípios	Área dos municípios dentro da BPIII
Toledo	1198,00 km ²	1159,00 km ²
Santa Helena	758,00 km ²	574,00 km ²
Missal	323,88 km ²	300,66 km ²
Diamante d'Oeste	308,52 km ²	308,52 km ²
Ouro Verde do Oeste	292,78 km ²	292,78 km ²
Nova Santa Rosa	204,00 km ²	179,00 km ²

Durante os estudos, pôde-se observar um crescimento na área de produção de soja e milho (produção total anual), mesmo que alguns tenham apresentado um crescimento de mais de 700% na área produtiva de soja, como o caso de Diamante d'Oeste ou apenas 6%, no caso de Toledo. A Tabela 10 demonstra o crescimento das áreas de produção no ano inicial do estudo e no término dele.

Tabela 10: Crescimento da área de produção entre 1990 e 2015

Municípios	Soja	Milho (total anual)
Toledo	5,97 %	207,69 %
Santa Helena	63,33 %	99,23 %
Missal	40,56 %	86,00 %
Diamante d'Oeste	703,57 %	13,33 %
Ouro Verde do Oeste	551,73 %	381,48 %
Nova Santa Rosa	38,95 %	333,13 %

Fonte: Adaptado de IBGE (2015).

4.2.1 Toledo

Toledo é o município selecionado com maior área, como mostra a Tabela 9, onde a sua área corresponde a cerca de 1200 km². De sua área total, 1159 km² aproximadamente interseccionam a Bacia Hidrográfica do Paraná III.

Em 1990, Toledo apresentou uma área de vegetação em vigor de 473,93 km², correspondendo a cerca de 40% da área total do município.

Já em 1998 houve uma redução em áreas de V.V para 349,08 km², cerca de 30% da área total do município, apresentando uma queda de 26,34% de áreas de V.V em relação ao ano anterior estudado. Tal resultado se justifica pela presença de nuvens nas imagens na região de Toledo no ano de 1998.

Em 2003, Toledo registrou um aumento da área de V.V de 75,23% em relação a 1998.

O ano com maior área de V.V foi o ano de 2015, apresentando uma área de 869,72 km², registrando um aumento de 42,18% em relação a 2003. No ano de 2015 a soma das áreas de plantio de 1º safra de milho e de soja, segundo o IBGE (2015) corresponderam a cerca de 730 km².

Tabela 11: Resultados sobre Toledo

TOLEDO				
ANO	Área de vegetação em vigor	Porcentagem V. V em relação a área total do município	Área de Produção de Soja	Área de Produção de Milho (total anual)
1990	473,93 km ²	40,89 %	670 km ²	208 km ²
1998	349,08 km ²	30,12 %	654 km ²	125 km ²
2003	611,69 km ²	52,78 %	671,5 km ²	320 km ²
2015	869,72 km ²	75,04 %	710 km ²	640 km ²

A Figura 8 ilustra as áreas de vegetação em vigor de Toledo de 1990 e 2015, mostrando um aumento visual no índice de vegetação em vigor do município.

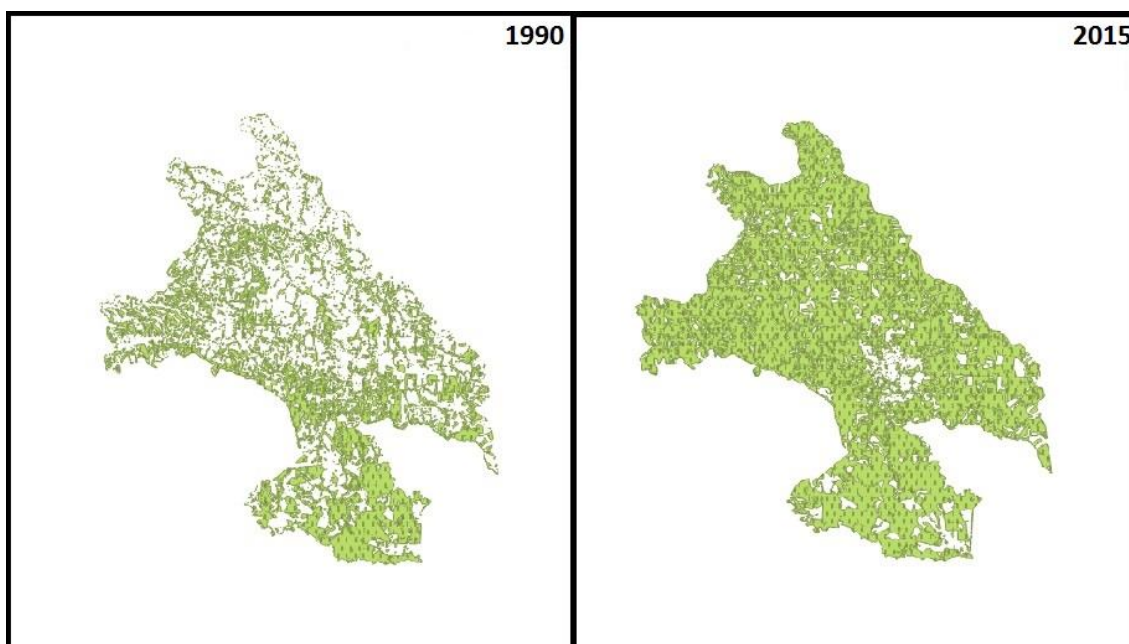


Figura 8: Vegetação em Vigor de Toledo de 1990 e 2015

4.2.2 Santa Helena

A área de Santa Helena que envolve a Bacia do Paraná III é de 574 km², conforme a Tabela 9, assim, essa área corresponde a 75,7% de sua área total.

De acordo com a Tabela 12, o ano de 1990 apresentou uma das porcentagens de área de V.V mais baixas em relação aos outros municípios, aproximadamente de 85 km² e 15 % da área total do município. Porém, ainda assim a sua área de V.V foi a segunda maior entre os municípios selecionados no mesmo ano analisado. Isso pode ter ocorrido por ela abrigar uma grande área de conservação, criada pela Itaipu em 1984, conforme a Tabela 2.

No ano de 1998 foi registrado um aumento de 329,71% em relação a 1990, alcançando uma maior porcentagem de aumento de áreas de V.V entre todos os municípios estudados.

Já em 2003, Santa Helena apresentou um baixo crescimento de áreas de V.V comparados com 1998, cerca de 8%, só registrando uma menor porcentagem no crescimento da área de V.V em relação a Toledo e Nova Santa Rosa no mesmo ano estudado.

O município apresentou uma maior área de vegetação em vigor no ano de 2015, de 473,22 km², aproximadamente 82,44% da área total do município.

Tabela 12: Resultados de Santa Helena

SANTA HELENA				
ANO	Área de vegetação em vigor	Porcentagem V.V em relação a área do município	Área de Produção de Soja	Área de Produção de Milho (total anual)
1990	85,27 km ²	14,86 %	168 km ²	130 km ²
1998	366,41 km ²	63,83 %	221,5 km ²	215 km ²
2003	395,95 km ²	68,98 %	261,4 km ²	233 km ²
2015	473,22 km ²	82,44 %	274,4 km ²	259 km ²

A Figura 9 demonstra a vegetação em vigor de 1990 e 2015 do município de Santa Helena e pode-se observar a existência de uma área que se manteve relativamente intacta nos anos comparados, sendo ela o refúgio biológico criado pela Itaipu no ano de 1984.

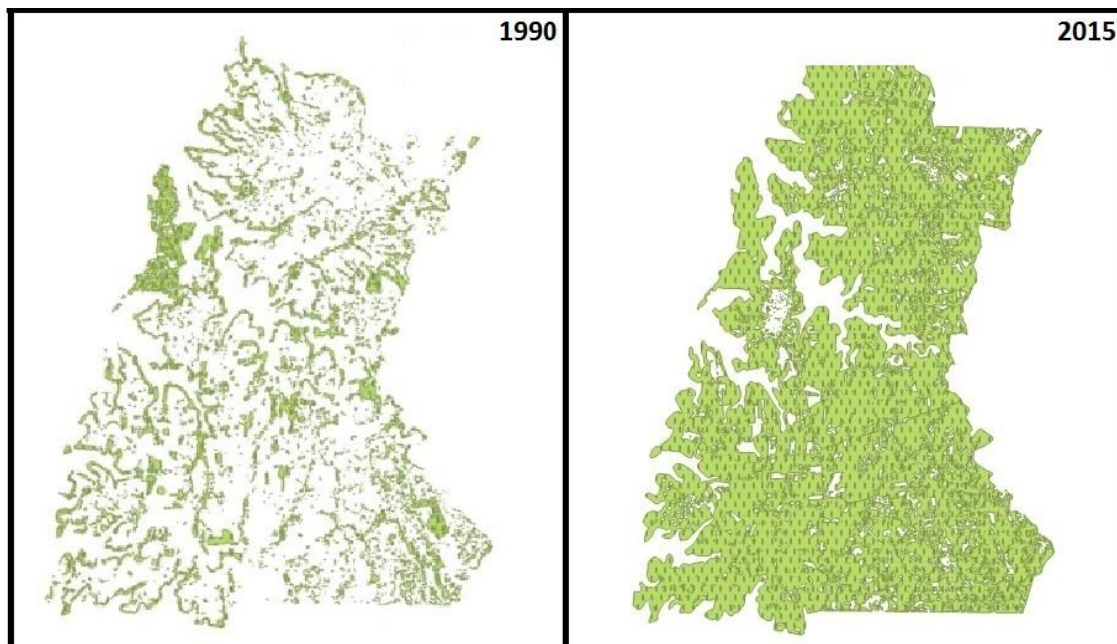


Figura 9: Vegetação em Vigor em Santa Helena de 1990 e 2015

4.2.3 Missal

A área de Missal correspondente a BP III é de 323,88 km², sendo que de sua área total, 300,66 km² aproximadamente interseccionam a Bacia Hidrográfica do Paraná III.

Missal apresentou a segunda menor porcentagem de área de V.V em 1990, cerca de 22% de sua área na Bacia do Paraná III.

Em 1998, Missal registrou 191,62% de crescimento de área de V.V em relação a 1990.

No ano de 2003, a porcentagem de áreas de V.V em relação a 1998 aumentaram apenas 1,15%, acompanhando o ritmo de crescimento das áreas de produção agrícola de soja e milho, revelando uma forte relação entre áreas de V.V e áreas de agricultura.

O ano com maior área de V.V foi o ano de 2015, apresentando uma área de 232,14 km² e um aumento de 19,42% em relação a 2003, embora a área de produção agrícola tenha diminuído isso demonstra um aumento em áreas de vegetação nativa e um progresso de programas de preservação

atuantes na área da bacia. A soma das áreas de plantio de 1^o safra de milho e de soja, segundo o IBGE (2015) correspondeu a área de 127,5 km².

Tabela 13: Resultados de Missal

MISSAL				
ANO	Área de vegetação em vigor	Porcentagem V.V em relação a área do município	Área de Produção de Soja	Área de Produção de Milho (total anual)
1990	65,90 km ²	21,92 %	90 km ²	65 km ²
1998	192,18 km ²	63,92 %	120 km ²	140 km ²
2003	194,40 km ²	64,66 %	130 km ²	136 km ²
2015	232,14 km ²	77,21 %	127 km ²	121 km ²

Fonte: IBGE (2015).

Houve um aumento nas áreas de V.V nos anos comparados da cidade de Missal, como demonstra a Figura 10.

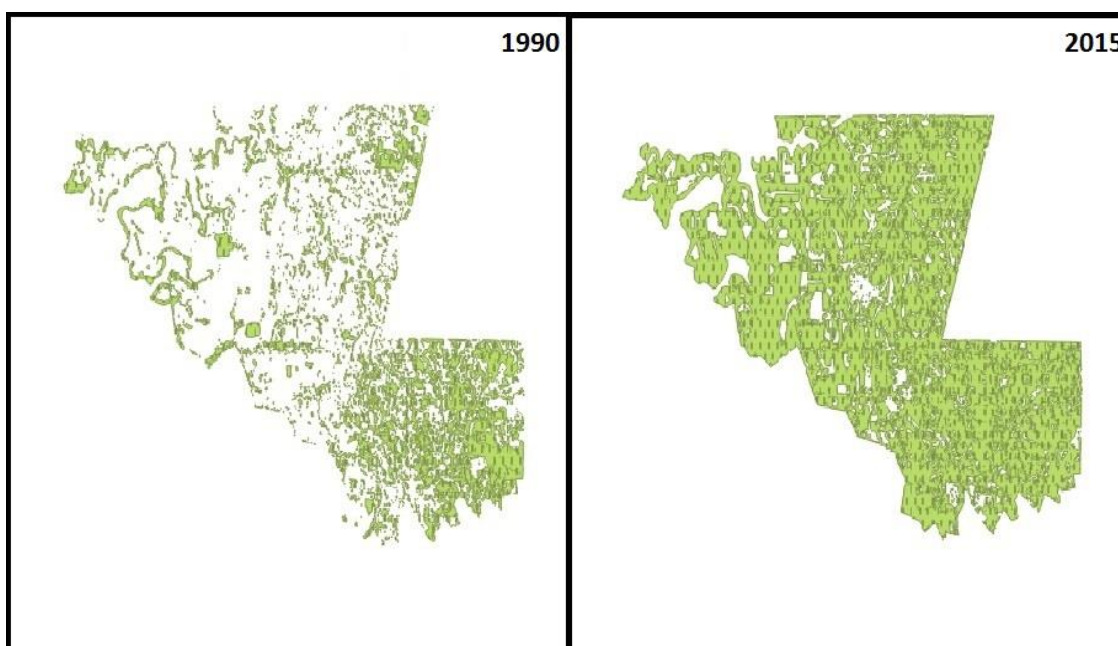


Figura 10: Vegetação em Vigor em Missal de 1990 e 2015

Embora a área de soja tenha diminuído de 2003 a 2015, pôde-se observar no trabalho de o trabalho de Chaves et al. (2013), que a soma das áreas de cultivo agrícola, florestal e vegetação nativa em 2013, correspondeu a aproximadamente 230 km², sendo plausível com o resultado encontrado no cálculo da vegetação em vigor. A Tabela 14 traz a soma das áreas que influenciam o índice de vegetação em vigor.

Tabela 14: Dimensões de classes de uso e ocupação do solo em Missal-PR

Classes de Uso e Ocupação do Solo	Área
Cultivo Agrícola	167,71 km ²
Vegetação Natural	62,33 km ²
Cultivos Florestais	0,63 km ²
Cultivo Forrageiro	42,86 km ²
Áreas de Capoeiras ou Abandonadas	12,06 km ²
Agrovila	0,79 km ²
Total	286,38 km²

Fonte: CHAVES et al. (2013).

4.2.4 Diamante d'Oeste

O município de Diamante d'Oeste encontra-se 100% dentro do território da BPIII e possui a quarta maior extensão territorial. Durante os anos estudados, o município apresentou a segunda maior porcentagem de vegetação em vigor no ano de 2015 entres os municípios selecionados. Mesmo possuindo a menor área agrícola entre os municípios selecionados, houve um crescimento de 703% na área de produção de milho.

Diamante d'Oeste apresentou oscilações em relação à área de vegetação em vigor nos anos estudados. No município não foi observado uma alta relação entre o plantio de soja e milho e as vegetações em vigor, isso pode ser atribuído as áreas de conservação, porem estas são ínfimas em relação à área total encontrada. O ano de 1990 correspondeu ao ano de menor área de V.V.

Em 1998, o município apresentou um aumento nas áreas de V.V de 135,62% em relação a 1990, porém, demonstrou um decaimento nas áreas de produção agrícola. Isso pode ter ocorrido devido à criação de unidades de conservação e a atuação de programas de reflorestamento por todo o município.

No ano de 1998 a 2003, foi identificada uma redução nas áreas de V.V na faixa de 22,86%, e sua área de produção de soja e milho aumentaram conforma a tabela 14. Este resultado pode ter ocorrido em função da substituição de áreas abandonadas com vegetação rasteira e de médio porte por áreas de cultivo agrícola.

O ano de 2015 foi o ano de maior área de V.V, com um aumento de 80,75% em relação ao ano de 2003. E foi observado um aumento nas áreas de produção de soja e milho. Tal aumento se deu pela substituição das pastagens e plantações de algodão pelo cultivo de soja e milho.

Tabela 15: Resultados de Diamante d'Oeste

DIAMANTE d'OESTE				
ANO	Área de vegetação em vigor	Porcentagem V.V em relação a área do município	Área de Produção de Soja	Área de Produção de Milho (total anual)
1990	75,60 km ²	24,50 %	7 km ²	30 km ²
1998	178,13 km ²	57,74 %	4 km ²	10,7 km ²
2003	137,41 km ²	44,54 %	15,5 km ²	49,5 km ²
2015	248,36 km ²	80,50 %	56,25 km ²	34 km ²

A Figura 11 ilustra as diferenças do NDVI dos anos de 1990 e 2015, como esperado a vegetação em vigor de 2015 é visualmente maior ao de 1990.

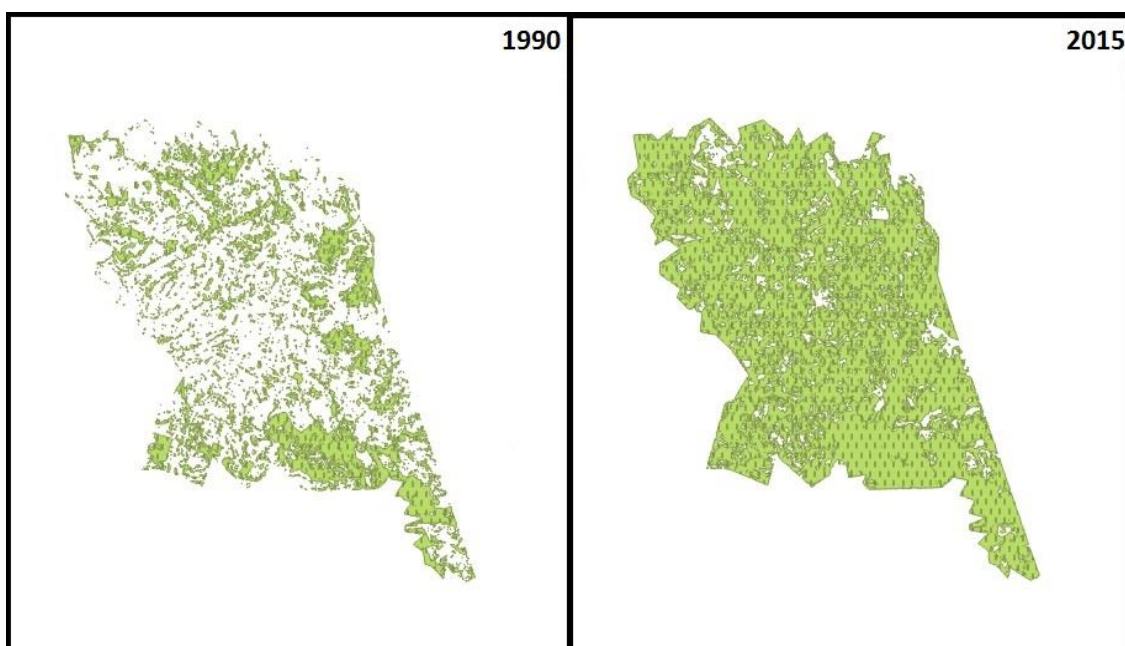


Figura 11: Áreas de Vegetação em vigor do município de 1990 e 2015

4.2.5 Ouro Verde do Oeste

O município de Ouro Verde do Oeste também está 100% no território da BP III, possui um elevado crescimento nas áreas de produção de soja e milho, de 1990 a 2015. A perda de quase 40 km² da produção de soja do ano de 2003 a 2015, não houve uma grande influência no resultado da vegetação em vigor, pois a área de produção do milho aumentou 96,2 km² neste mesmo período de ano.

Em 1990, foi um dos municípios estudados, que obtiveram a maior área de vegetação em vigor, ficando atrás apenas de Toledo.

Já em 1998, apresentou um aumento de 10,66% em relação a 1990, e um aumento de 79 km² de área de produção de soja.

O ano de 2003 apresentou uma redução de 4,98% em relação ao ano anterior estudado, e um aumento nas áreas de produção de soja e milho.

Já no ano de 2015, o município apresentou um aumento na área de V.V em relação a 2003 de 77,18%, e a sua área apresentou a menor porcentagem (64,38%) em relação à áreas de V.V dos outros municípios

É possível que a data de coleta das imagens na área de Ouro Verde Do Oeste tenha se dado mais ao final da safra, não sendo constatada a cultura de soja nos meses analisados.

Tabela 16: Resultados de Ouro Verde do Oeste

OURO VERDE DO OESTE				
ANO	Área de vegetação em vigor	Porcentagem V.V em relação a área do município	Área de Produção de Soja	Área de Produção de Milho (total anual)
1990	101,17 km ²	34,55 %	11 km ²	27 km ²
1998	111,95 km ²	38,24 %	90 km ²	14,3 km ²
2003	106,38 km ²	36,33 %	112,4 km ²	43,8 km ²
2015	188,48 km ²	64,38 %	71,69 km ²	130 km ²

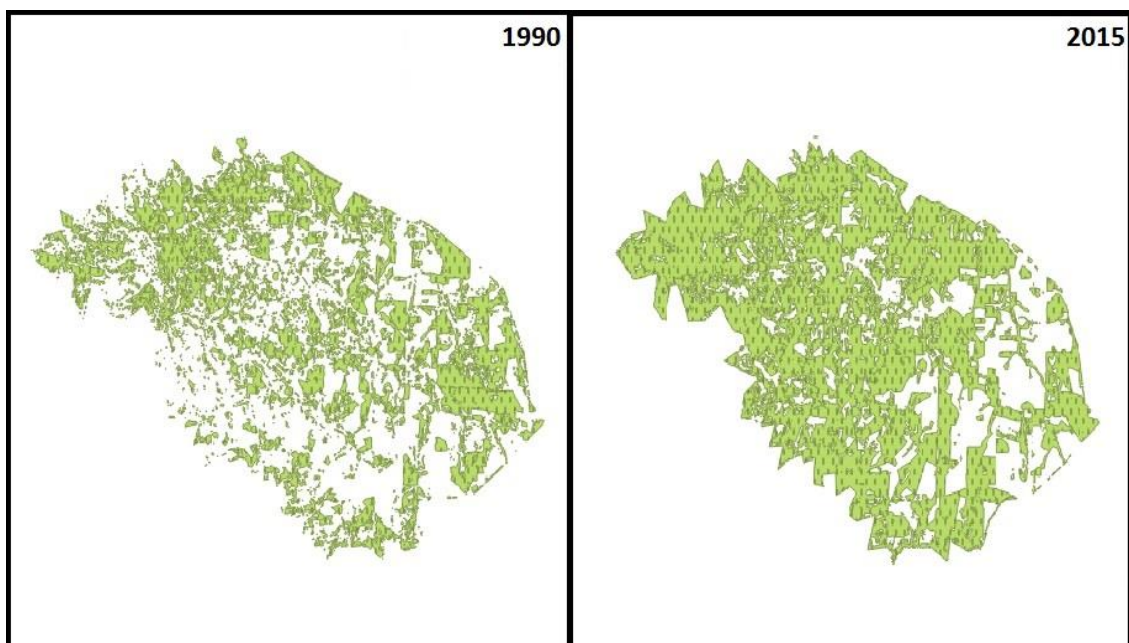


Figura 12: Vegetação em Vigor de Ouro Verde do Oeste de 1990 e 2015

4.2.6 Nova Santa Rosa

Nova Santa Rosa possui área total correspondente a aproximadamente 204 km², sendo que desta área, aproximadamente 179 km² interseccionam a Bacia Hidrográfica do Paraná III.

Houve um crescimento de mais de 300% na sua área de produção de milho entre os anos de 1990 a 2015, ficando atrás apenas de Ouro Verde do Oeste.

O ano de 1990 foi o ano que apresentou menor área de vegetação em vigor, 23,34%, revelando não ter relação com a agricultura.

No ano de 1998, houve um aumento nas áreas de vegetação em vigor de 292,8%, enquanto que também foi registrado um aumento nas áreas de produção de soja e milho.

Em 2003, o município apresentou um aumento de 9,88% nas áreas de V.V em relação a 1998. Embora este resultado possa parecer irrelevante, em termos de área, Nova Santa Rosa foi o segundo município com maior crescimento nas áreas de V.V.

O ano com maior área de V.V foi o ano de 2015, apresentando uma área de 77,46%, cerca de 33% de aumento nas áreas de V.V em relação ao ano anterior estudado. As somas das áreas de plantio de 1^o safra de milho e de

soja, segundo o IBGE (2015) corresponderam a cerca de 140,6 km². Apresentando uma relação entre áreas de cultivo e áreas de V.V.

Tabela 17: Resultados de Nova Santa Rosa

NOVA SANTA ROSA				
ANO	Área de vegetação em vigor	Porcentagem V.V em relação a área do município	Área de Produção de Soja (anual)	Área de Produção de Milho (total anual)
1990	23,34 km ²	13,04 %	95 km ²	32 km ²
1998	91,68 km ²	51,22 %	115 km ²	68 km ²
2003	100,74 km ²	56,28 %	123 km ²	129 km ²
2015	134,09 km ²	74,91 %	132 km ²	138,6 km ²

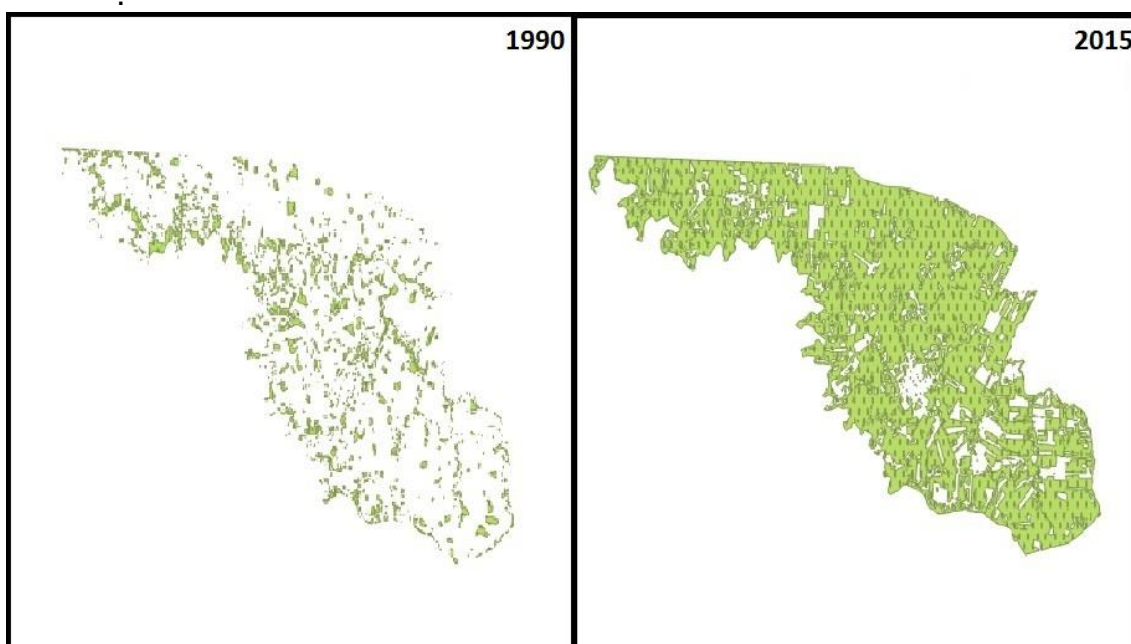


Figura 13: Vegetação em Vigor no município de Nova Santa Rosa em 1990 e 2015.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho limitou-se aos parâmetros de NDVI, produção agrícola e unidades de conservação obtendo em termos gerais bons resultados, demonstrando uma relação da vegetação em vigor com a área de produção agrícola e também com os municípios que continham unidades de conservação.

A contribuição dos municípios selecionados nas áreas de vegetação em vigor da BPIII pode ser considerada alta, uma vez que dos 28 municípios adentrados a BPIII, os municípios selecionados corresponderam em média a um terço da área total de V.V na Bacia, e cerca de 28% na participação da área total da BPIII.

A técnica de NDVI apresentou-se limitada para este estudo, pois não foi possível a separação de vegetação nativa com as áreas de produção agrícolas, quando estudadas em grandes áreas e também se limita as imagens de satélites, onde podem conter erros, como em nuvens, sensores e a data de coleta das imagens, uma vez que o cultivo de soja em alguns dos municípios possa ter sido antecipado, afetando o resultado final.

As áreas de vegetação em vigor na região da bacia Hidrográfica do Paraná III demonstraram um aumento significativo. Tal aumento pode – se ter como base a recuperação de áreas de mata nativa, estabelecimento de programas ambientais, e legislações mais rígidas no Paraná. Faz-se necessário a aplicação de mais estudos na região para maiores detalhes.

REFERÊNCIAS

- ÁGUASPARANÁ, **Plano da Bacia Hidrográfica do Paraná 3: Uso e Ocupação do Solo**. Cascavel, 2011. Disponível em: <http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/parana/plano_de_bacia/Produto_06_Uso_e_Ocupacao_do_Solo_BP3_2011_v05.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2016.
- ARAÚJO, Gleyce Kelly Dantas; ROCHA, Jansle Vieira; LAMPARELLI, Rubens Augusto Camargo. Relação entre NDVI da cultura da soja e dados de precipitação de estações meteorológicas e do modelo ECMWF, no estado do Paraná. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Inpe, 2011. p. 254 - 260. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0551.pdf>>. Acesso em: 3 ago. 2016.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano Agrícola e Pecuário. Safra 2003/2004. Brasília: MAPA/SPA, 2003. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/planos%20e%20programas/pap%202003%202004.pdf>. Acesso em: 19 set. 2016.
- BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. **das Definições, Objetivos e Princípios do Regime Jurídicos do Bioma Mata Atlântica**. São Paulo, SP, Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=526>>. Acesso em: 15 out. 2016.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa**. Brasília. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em 19 set. 2016
- CHAVES, Thiago Avelar et al. Análise do uso e cobertura da terra e da fragmentação da paisagem no município de Missal-PR. Boletim de Geografia, Maringá, v. 31, n. 2, p. 69-83, 2013. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/16040/1/ARTIGO_AnaliseUsoCoberturaTerra.pdf>. acesso em: 16/11/2016
- CRUZ, Marcus Aurélio Soares; SOUZA, Acácia Maria Barros; JESUS, Jackson Santos de. **Avaliação da cobertura vegetal por meio dos Índices de Vegetação SR, NDVI, SAVI e EVI na bacia do rio Japarutuba-Mirim em Sergipe**. 2011. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0811.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2016.
- EMBRAPA. CNPM. **Landsat**. 2016. Disponível em: <<http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br/txt/landsat.htm>>. Acesso em: 08 jun. 2016.
- FERREIRA, Danielle Barros. **Relações entre a variabilidade da precipitação e a produtividade agrícola de soja e milho nas regiões sul e sudeste do Brasil**. 2006. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2006. Cap. 125. Disponível em: <[http://www.agrolink.com.br/downloads/relações entre a variabilidade da precipitação e a produtividade agrícola de soja e milho.pdf](http://www.agrolink.com.br/downloads/relações%20entre%20a%20variabilidade%20da%20precipitação%20e%20a%20produtividade%20agrícola%20de%20soja%20e%20milho.pdf)>. Acesso em: 15 out. 2016.
- FLORENZANO, Teresa Galotti. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 128 p.
- FOSSGIS. Brasil: Fossgis Brasil, v. 1, n. 2, jun. 2011. Disponível em: <http://www.faunalia.eu/pdf/2011_06_revista_fossgis_brasil.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2016.
- FILHO, Francisco A.Gubert. O desflorestamento do Paraná em um século. In: ITCG (Org.). **Reforma agrária e meio ambiente**. Paraná: Itcg, 1993. p. 1-14. Disponível em: <http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/LIVRO_REFORMA_AGRARIA_E_MEIO_AMBIENTE/PARTE_1_1_FRANCISCO_GUBERT.pdf>. Acesso em: 12 out. 2016.

GOMES, Daniel Dantas Moreira et al. **Análise multitemporal do processo de degradação da vegetação da bacia hidrográfica do Rio Jaibas no Estado do Ceará.** 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/download/7360/4399>>. Acesso em: 10 out. 2016.

GRIMM, A. M. (1988) Verificação de variações climáticas na área do lago de Itaipu. V Congresso Brasileiro de Meteorologia, Rio de Janeiro, Anais II, p. II.7-II.11.

GROHS, Daniel S. et al. Modelo **para estimativa do potencial produtivo em trigo e cevada por meio do sensor GreenSeeker.** Eng. Agríc., Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 101-112, Mar. 2009. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162009000100011&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 18 Nov. 2016.

GURGEL, Helen da Costa. **VARIABILIDADE ESPACIAL E TEMPORAL DO NDVI SOBRE O BRASIL E SUAS CONEXÕES COM O CLIMA.** 2003. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Sensoriamento Remoto, Inpe, São José dos Campos, 2000. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/pgsere/Gurgel-H-C-2000/publicacao.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2016.

HOLBEN, B.N. Characteristics of maximum-value composite images from temporal AVHRR data. International Journal of Remote Sensing, v. 7, n. 11, p. 1417-1434, 1986.

IAP. (Org.). **Listagem de RPPN's Estaduais.** 2014. Disponível em: <<http://www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1260>>. Acesso em: 13 set. 2016.

IBGE. **Produção agrícola no oeste Paranaense.** Brasil, 2010. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela>>. Acesso em: 10 set. 2010.

IBGE. **Produção agrícola no oeste Paranaense.** Brasil, 2015. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela>>. Acesso em: 08 ago. 2016.

INPE. **Quais os tipos de satélites que existem?.** Brasil, 2016. Disponível em: <<http://www.inpe.br/acessoainformacao/node/405>>. Acesso em: 15 maio 2016.

INPE. **Imagens LANDSAT TM e ETM.** Brasil, 2016. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/siteDgi/ATUS_LandSat.php>. Acesso em: 08 jun. 2016.

IPARDES. **Avaliação de impacto ambiental lago de Itaipu.** Curitiba: Fundação IparDES, 1981. 217 p.

IPARDES. (Comp.). **Paraná em números.** Paraná, 2011. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/index.php?pg_conteudo=1&cod_conteudo=1>. Acesso em: 05 jun. 2016.

IPARDES. **Invista no Paraná - Setores Econômicos.** Paraná, 2011. Disponível em: <<http://www.ipardes.gov.br/>>. Acesso em: 08 ago. 2016.

IPEA. **Usina Hidrelétrica de Itaipu.** Paraná, 2010. Disponível em: <www.ipea.gov.br>. Acesso em: 16 maio 2016.

ITAIPU. (Comp.). **CENÁRIO LOCAL - A BACIA DO PARANÁ III.** Paraná, 2016. Disponível em: <<http://www.cultivandoaguaboa.com.br/o-programa/cenario-local-a-bacia-do-parana-3>>. Acesso em: 16 maio 2016.

ITAIPU (Paraná). **Perguntas Frequentes.** Paraná, 2016. Disponível em: <<https://www.itaipu.gov.br/sala-de-imprensa/perguntas-frequentes>>. Acesso em: 10 set. 2016.

JACKSON, R. D; HUETE, A. R. Interpreting Vegetation Indices. Journal of Preventive Veterinary Medicine, v.11, p.185-200, 1991.

LIMA, Gabriela Camargos et al. Avaliação da cobertura vegetal pelo índice de vegetação por diferença normalizada (IVDN). **Rev. Ambient. Água**, Taubaté, v. 8, n. 2, p. 204-214, agosto 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-993X2013000200020&lng=en&nrm=iso>. Acessado em 31 outubro 2016. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.959>.

LIMA, Carlos Eduardo Santos de et al. **Análise multitemporal da cobertura vegetal do município de Garanhuns - PE, através dos dados de NDVI**. 2015. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0036.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2016.

LIMA, Ivone Teresinha Carletto de. **ITAIPU: As faces de um Mega Projeto de Desenvolvimento**. Niterói: Germânica, 2004. 433 p.

LISSNER, J. B.; GUASSELLI, L. A. Dinâmica da biomassa na lagoa Itapeva, litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil, a partir de imagens de NDVI. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15. (SBSR)., 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. p. 5270-5277. DVD, Internet. ISBN 978-85-17-00056-0 (Internet), 978-85-17-00057-7 (DVD). Disponível em: <<http://urlib.net/3ERPFQRTRW/3A63DNB>>. Acesso em: 24 setembro 2016.

LIU, Willian TseHorgn. **Aplicações de sensoriamento remoto**. Campo Grande: Uniderp, 2007. 908 p

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA 2015 . **Safra Produtores devem ficar atentos aos prazos de plantio e colheita das culturas**. Brasil, 2015. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2015/04/produtores-devem-ficar-atentos-aos-prazos-de-plantio-e-colheita-das-culturas>>. Acesso em: 09 set. 2016.

MEDEIROS, Anderson. **Como calcular NDVI no Qgis**. 2016. Disponível em: <<http://andersonmedeiros.com/qgis-fazer-ndvi/>>. Acesso em: 15 ago. 2016.

MENESES, Paulo Roberto; ALMEIDA, Tati de (Org.). **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília: Unb e Cnpq, 2012. 276 p. Disponível em: <<http://www.cnpq.br/documents/10157/56b578c4-0fd5-4b9f-b82a-e9693e4f69d8>>. Acesso em: 10 maio 2016.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 4. ed. Atual. e ampl. – Viçosa, Minas Gerais: Ed. UFV, 2011.422 p.

MÜLLER, Arnaldo Carlo. **Hidrelétricas, Meio Ambiente e Desenvolvimento**. São Paulo: Makron Books, 1996. 412 p.

NASA. **Case Studies: How Landsat Helps Us**. USA,2016. Disponível em: <http://landsat.gsfc.nasa.gov/?page_id=6724>. Acesso em: 08 jun. 2016.

OLIVEIRA, ThálitaCarrijo de; FERREIRA, Elizabeth; DANTAS, Antônio Augusto Aguilar. **Temporal variation of normalized difference vegetation index (NDVI) and calculation of the crop coefficient (Kc) from NDVI in areas cultivated with irrigated soybean**. **Cienc. Rural**, SantaMaria, v. 46, n. 9, p. 1683-1688, Setembro 2016 . disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782016000901683&lng=en&nrm=iso>. Acessoem 31 Outubro 2016. Epub junho 16, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20150318>.

OSTROVSKI, Dalésio. **ITAIPU BINACIONAL E O CULTIVANDO ÁGUA BOA: Mudanças territoriais, sociais, culturais e ambientais**. Curitiba: Editora Crv, 2015. 173 p.

PINHEIRO, Catarina. **Introdução ao QGIS**. 2011. Disponível em: <http://sig.cm-valdecambra.pt/webfm_send/52>. Acessoem: 8 jun. 2016.

ROUSE, J.W.; HAAS, R.H.; SCHELL, J.A.; DEERING, D.W. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: EARTH RESOURCES TECHNOLOGY SATELLITE SYMPOSIUM, 3., 1973, Washington. **Proceedings**. Washington: NASA, 1973. v.1, p.309-317.

SARAN, Luciana Maria. **FUNDAMENTOS DE ESPECTROSCOPIA MOLECULAR UV-VISÍVEL**. 2012. Disponível em: <<http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/tecnologia/LUCIANAMARIASARAN/fundamentos-de-espectrofotometria-uv-visivel-2012.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2016.

SEMA. **O Programa Mata Ciliar**. Paraná, 2007 Disponível em: <<http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=214>>. Acesso em: 10 out. 2016.

SEMA. **Projeto Paraná Biodiversidade: Verde que te quero verde**. Paraná, 2009. Disponível em: <http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/cobf/Rel_Geral_versao_4_PRBIO_indd.pdf>. Acesso em: 19 set. 2016

SEMA. **Bacias Hidrográficas do Paraná: séries históricas**. Curitiba. 2010. Disponível em: <http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/corh/Revista_Bacias_Hidrograficas_do_Parana.pdf>. Acesso em: 8 jul. 2010.

UFRGS (Rio Grande do Sul). Centro Estadual de Pesquisa e Sensoriamento Remoto e Meteorologia. Página Dinâmica para Aprendizado do Sensoriamento Remoto. 2016. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/engcart/PDASR/sensores.html>>. Acesso em: 08 jun. 2016.

WEIER, John; HERRING, David (Org.). **Measuring Vegetation (NDVI & EVI): NDVI**. 2000. Disponível em: <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/MeasuringVegetation/measuring_vegetation_1.php>. Acesso em: 30 ago. 2000

WESTPHALEN, Cecilia Maria; MACHADO, Brasil Pinheiro.; BALHANA, Altiva Pilatti. Nota prévia ao estudo da ocupação da terra no Paraná moderno. In: **Boletim da Universidade Federal do Paraná**. Departamento de História. Curitiba: UFPR, n.7. p. 3-51, 1968.