

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRARIAS/ CCA  
CURSO BACHARELADO DE AGROECOLOGIA

EMMANUÉLLY MARIA DE SOUZA FERNANDES

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Caracterização do componente florestal na Guarnição da Aeronáutica de  
Pirassununga

Orientadora: Profa. Dra. Renata Sebastiani

Co-orientadora: Profa. Dra. Adriana Cavalieri Sais

Araras

2019

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha orientadora Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Renata Sebastiani e minha co-orientadora Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Adriana Cavalieri Sais que tiveram um papel fundamental na elaboração deste trabalho e também pelos ensinamentos que tenho certeza que serão de grande valia em minha carreira.

Agradeço a Guarnição da Aeronáutica de Pirassununga, por abrirem as portas para que essa pesquisa pudesse ser realizada.

Agradeço ao Prof. Dr. Ronaldo Antonio dos Santos pelos bons conselhos e sugestões que enriqueceram muito esse trabalho

Agradeço a servidora pública Afra Vital Matos Dias Gabriel pelos válidos apontamentos.

Agradeço a minha família, principalmente a meus pais Máriah e Antonio Carlos Fernandes pelo apoio integral e pelas muitas conversas ternas e motivacionais que me foram de excelente ajuda no decorrer dessa jornada.

Agradeço ao meu namorado Pedro Pascuotte Neto pela paciência e pelas gentis palavras de perseverança.

Agradeço aos meus amigos Larissa Misael, Pâmela Pereira, Max Vicente, Pedro Vinicius Rosa, Fernanda Cardoso, Wilson Silva, Ivana Borges e Marina Zacharias por toda ajuda que puderam me oferecer durante a graduação.

Agradeço a todos aqueles que me auxiliaram e torceram por mim, e que, direta e indiretamente contribuíram para que esse trabalho fosse realizado.

## Sumário

1. Introdução .....	4
2. Objetivo .....	8
3. Material e Métodos.....	8
3.1. Área de Estudo.....	8
3.2. Metodologia.....	9
3.2.1 Escolha das Imagens .....	10
3.2.2. Índice da Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) .....	11
3.2.3. Índice de Forma ( <i>Shape Index</i> ) .....	12
4. Resultados e Discussão .....	12
4.1 Análise estrutural: forma e tamanho.....	12
4.2. Análise da vegetação dos fragmentos .....	16
4.3. Análise do Índice de Vegetação Normalizada (NDVI) conforme as estações verão e inverno.....	20
5. Considerações Finais.....	23
6. Referências bibliográficas .....	23
7. Anexo .....	33

## 1. INTRODUÇÃO

A paisagem pode ser entendida como complexos espaços heterogêneos, cuja estrutura pode ser estabelecida pela área, formato e disposição espacial (MAZZA et al., 2012). Os padrões espaciais percebidos no ambiente são resultado de uma série de interações complexas entre homem e natureza. Em virtude disso, alterações na estrutura de determinado agroecossistema irão interferir na dinâmica das populações, incluindo risco de extinção e dificuldades quanto aos deslocamentos de espécies (MAZZA et al., 2012).

Consoante ao geobotânico Alexander von Humboldt, a paisagem também pode ser compreendida no sentido de "característica total de uma região terrestre". Nesse contexto, a paisagem é cenário principal onde ocorrem as relações entre os elementos intra e interespecíficos (METZGER, 2001). Trata-se de um conjunto de habitats onde as inter-relações são determinadas por processos como ciclagem de nutrientes e fluxo de energia, que acabam por compor uma estrutura que, quando se refere a um fragmento, poderá apresentar estágios distintos de sucessão e perturbação (METZGER, 2001).

A fragmentação florestal é uma ameaça eminente à conservação da biodiversidade, pois nessas pequenas áreas, isoladas, altamente perturbadas e pouco protegidas têm-se constatado a presença de uma grande diversidade de espécies (VIANA; PINHEIRO, 1998). Esses espaços, que foram sendo ocupados pelo homem, passaram por intensos movimentos de expansão, de modo a ocupar o lugar que antes pertencia aos ecossistemas naturais, sendo estes reduzidos a manchas circundadas por áreas extremamente antropizadas (SEOANE, 2006).

A divisão do todo em partes pode ser provocada por causas naturais ou antrópicas. No primeiro caso, os agentes podem ser variações climáticas, heterogeneidade dos solos, topografia, processos de sedimentação e hidrogeológicos, isolados ou combinados, entre outros (CERQUEIRA; NASCIMENTO; PARDINI, 2003). Esses fatores interagem de forma dinâmica ao longo do tempo e numa escala geológica acabam gerando o isolamento das populações, evento esse primordial para a geração de diversidade. Contudo, as causas antrópicas vêm devastando os ecossistemas naturais em alta

velocidade, tendo como destaque a atividade agropecuária, a urbanização, a implantação de infraestrutura de transporte, a extração vegetal e as queimadas (CERQUEIRA; NASCIMENTO; PARDINI, 2003).

No estado de São Paulo, a vegetação remanescente está altamente fragmentada e cerca de 80% dos fragmentos apresentam menos de 20 hectares (KRONKA et al., 2005; NALON et al., 2008). Segundo Nalon et al. (2008), dos 85.290 fragmentos vegetais presentes no estado de São Paulo, apenas 539 (0,5%) apresentam área igual ou superior a 500 hectares. Embora estes remanescentes estejam fragmentados e formados por pequenas “ilhas” isoladas em sua grande maioria envolto por pastagens, canaviais, plantações de café e citros (KRONKA et al., 2005), além de áreas de silvicultura com eucaliptos, ainda são extremamente importantes na manutenção da biodiversidade local. Estes remanescentes têm a função de conservação da biodiversidade comprometida devido à fragmentação, urbanização e pressão agrícola (KRONKA et al., 2005). Especial enfoque deve ser dado às áreas de Cerrado que, em comparação com os levantamentos realizados em períodos anteriores, sofreram drástica redução, na ordem de 88,5%, restando apenas 0,81% de seu tamanho original no estado (KRONKA et al., 2005). A Floresta Estacional (domínio da Mata Atlântica) e o Cerrado foram os domínios mais devastados, ambos exibindo hoje menos de 10% da cobertura previamente existente, além de estarem pouco representados em Unidades de Conservação (DURIGAN et al., 2008).

Mediante a Lei nº 11.428/06, e o Decreto nº 6.660/08 fica estabelecido que a Mata Atlântica é constituída por florestas nativas e ecossistemas associados, a saber, Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista, também denominada de Mata de Araucárias; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual; Floresta Estacional Decidual; Campos de Altitude; Áreas das Formações Pioneiras, conhecidas como Manguezais, Restingas, Campos Salinos e Áreas Aluviais, Refúgios Vegetacionais, Áreas de Tensão Ecológica, Brejos Interioranos e encaves florestais, representados por disjunções de Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Decidual, Áreas de Estepe, Savana e Savana-Estépica, e Vegetação Nativa das Ilhas Costeiras e Oceânicas (BRASIL, 2006; 2008; PROCHNOW, 2008).

Portanto, a Mata Atlântica é um domínio heterogêneo, contendo uma vasta diversidade que fora encontra nos trabalhos de Mantovani (1990) e Siqueira (1994). A riqueza da floresta é denotada por 40% de espécies endêmicas, dentre as quais estão plantas briófitas, principalmente Sphagnaceae, Lejeuneaceae e Sematophyllaceae; pteridófitas, como Dryopteridaceae, com mais de 50% de endemismo, gimnospermas e angiospermas (STEHMANN et al., 2009). Assim, deve-se salientar que a adaptação e permanência dessas espécies em lugares com condições abióticas específicas, demonstra a urgência de se conservar essas áreas (MYERS, 2000).

Desde o ano de 1500, em razão da chegada dos europeus, a Mata Atlântica passou a ser intensamente destruída. Na contemporaneidade não tem sido diferente, pois a expansão da pecuária e da agricultura vêm acarretando ano a ano o aumento no nível da fragmentação (CABRAL et al., 2016). Por conta do avanço do monitoramento via satélite pode se constatar que 1382 dos fragmentos vegetais com mais de um hectare (ha) correspondem a 5% da cobertura nativa, ao passo que a restante das áreas de mancha tem menos que 50 hectares (CABRAL et al., 2016).

No ano 2000, a Mata Atlântica fora reconhecida como um *hotspot* para a conservação da biodiversidade, isto é, área que detém uma ampla biodiversidade e endemismo de extrema importância, embora ameaçada de extinção (CAMPANILI; BERTOLDO, 2010). Estendendo-se por uma longa faixa litorânea, esse domínio ocupava originalmente 1.110.182 quilômetros quadrados do território brasileiro e hoje possui apenas 12,5% dessa cobertura, em consequência do avanço do desflorestamento (SOS MATA ATLÂNTICA, 2017).

Dentre as fisionomias importantes, encontra-se também o Cerrado, domínio que hoje ocupa 25% do território nacional, sendo 0,6% presente no estado de São Paulo (INPE, 2018). Caracterizado por um inverno seco e um verão chuvoso, é composto por distintas formações, sendo essas florestais, (floresta ciliar, floresta de galeria, floresta seca e cerradão), savânicas (cerrado sentido restrito, palmeiral e vereda) e campestres (campo sujo, campo rupestre e campo limpo) (DUBOC, 2008; RIBEIRO; WALTER, 1998).

Embora seja uma área de grande riqueza quanto à sua biodiversidade e por desempenhar um papel importante no balanço da água e carbono, ela tem sido substituída por áreas de pastagens e cultivos agrícolas (SILVA; MELLO; STEINKE, 2012). Em 2018, foram 6650 quilômetros quadrados desmatados, sendo apenas 1,7% das áreas de Cerrado protegidas, localizadas onde o número de unidades de conservação não é compatível ao acentuado endemismo e a distribuição geográfica das espécies (INPE, 2018; NOVAES; FERREIRA; DIAS, 2003).

Mapas têm sido utilizados para obter e representar informações espaciais e assim auxiliar a compreensão das relações do homem com o ambiente. Os Sistemas da Informação geográfica (SIG) desempenham um importante papel ao permitir que se tenha acesso aos dados referenciados espacialmente (SILVA; SOUZA, 2014).

As imagens obtidas por sensoriamento remoto possibilitam a realização de levantamentos com temáticas distintas, com destaque à ocupação e uso do solo, bem como o acompanhamento dos fenômenos dinâmicos que ocorrem na superfície terrestre (KALAF et al., 2013). Logo, é por meio dessas imagens orbitais que se torna possível identificar feições específicas na superfície e a elaboração de mapas que são compostos por polígonos, cujos atributos podem estar relacionados com diversos assuntos, como vegetação, recursos hídricos, cobertura e uso do solo entre outros. (NOVO; PONZONI, 2008).

A partir das informações coletadas é possível que se oriente a tomada de decisões de modo eficaz e concreto, como por exemplo, monitorar área de conservação e lavoura em imóveis rurais (ROSA, 2005). Em ambientes naturais, podem ser obtidas informações em relação a extensão, estado de conservação e dinâmica da área em diferentes escalas, a saber, locais e globais (BOYDE; DANSON, 2005).

O sensoriamento remoto também possibilita o monitoramento sem a necessidade de haver o contato físico, sendo possível registrar a energia dos alvos por meio de índices, como o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), a fim de compreender a dinâmica da vegetação e do solo (ABREU; COUTINHO, 2014).

Estudos da composição e organização da vegetação são fundamentais para que tenha um aporte afim de compreender a dinâmica dos indivíduos que compõem aquele ecossistema e as relações ecológicas desenvolvidas nesse meio (CHAVES et al., 2013). Monitorar o desenvolvimento de um espaço é primordial para que a tomada de decisão seja norteadada com base nas características do todo, considerando as relações entre seres vivos e ambiente, assim, permitindo que se chegue a perspectivas que sejam condizentes com a realidade local.

## **2. OBJETIVOS**

Considerando a importância da Guarnição da Aeronáutica de Pirassununga na conservação da biodiversidade local e o rápido processo de degradação ambiental do estado de São Paulo, o presente trabalho teve como objetivo mapear e analisar por meio de geotecnologias os fragmentos florestais que compõem esta área de estudo. Como objetivos específicos do presente estudo, pretendeu-se também:

- Efetuar uma análise estrutural dos fragmentos florestais, a fim de compreender as características de seu desenvolvimento;
- Estudar o comportamento da diversidade biológica, contribuindo para a ampliação do conhecimento sobre a área, auxiliando na tomada de decisões e na posterior adoção de medidas que favoreçam a conservação da fauna e flora local;
- Executar o mapeamento total da área.

## **3. MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1. Área de estudo**

A Guarnição da Aeronáutica de Pirassununga (Figura 1), localizada no município de Pirassununga (21° 56' 04" S a 22° 00' 29" S e 47° 17' 16" O a 47° 22' 07" O), próxima à rodovia João Batista Cabral, SP-225, possui uma área total de 6.500 hectares, com aproximadamente 3.500 hectares ocupados por atividades agropecuárias, como cultivo de cana-de-açúcar, milho, soja e criação



de bovinos e suínos, além de produção agroindustrial, como beneficiamento de arroz, feijão, café, leite, fabricação de ração, dentre outros.

De acordo com a classificação de Köopen o clima da região é do tipo Cwa, que tem como característica ser um clima mesotérmico de inverno seco, onde a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C e a do mês mais quente supera 22°C (COLABONE,2011).

Localizada em uma região de ecótono a Guarnição da Aeronáutica de Pirassununga (AFA) contém áreas fragmentadas de Floresta Estacional Semidecidual (Mata Atlântica) e Cerrado, sendo um dos principais limites desta área o Rio Mogi-Guaçu.



**Figura 1.** Localização da área de estudo Guarnição da Aeronáutica de Pirassununga, com imagem de satélite representando cobertura e uso do solo disponível no Google Earth, 2018.

### 3.2. Metodologia

O traçado da área foi realizado pelo uso do software Google Earth, que permitiu realizar a delimitação da área de estudo, bem como dos fragmentos florestais e corpos d'água. Os polígonos digitalizados foram convertidos em formato *shapefile* quando inseridos no SIG QGIS (SHERMAN et al., 2018). Para

ajustar os polígonos dos fragmentos utilizou-se o complemento “analisar geometria” e a função mesclar feições. Embasado em um SIG (Sistema de Informação geográfica), trata-se de um programa pelo qual é possível analisar dados e compor mapas (LISBOA, 1996; TORCHETTO et al., 2014).

### 3.2.1. Escolha das imagens

As imagens utilizadas foram do satélite Landsat 8, sensor OLI, obtidas gratuitamente no site United States Geological Survey (USGS), foram submetidas a um processamento digital que permitiu que fossem obtidos os índices NDVI, a partir de duas cenas analisadas, referente ao ponto e órbita 220/75, em 14 de março referenciando o período do verão, e 31 de agosto, a época de inverno, ambas do ano de 2018. As imagens utilizadas para a obtenção do índice de vegetação foram as bandas 4 (0,65  $\mu\text{m}$  a 0,67  $\mu\text{m}$ ) e 5 (0,85  $\mu\text{m}$  a 0,88  $\mu\text{m}$ ), com resolução espacial de 30 metros. Essas bandas têm diferenças espectrais, ou seja, o alvo irá absorver, transmitir e refletir a radiação eletromagnética, advinda da energia solar, de maneira distinta e por essa razão essas faixas são indicadas para análise do comportamento da vegetação (PONZONI; SHIMABUKURO, 2007).

Assim, as imagens de satélite possibilitam que se faça o monitoramento da dinâmica espaço-temporal tanto da vegetação nativa como de cultivos agrícolas (CORDEIRO et al., 2016). Portanto, ao analisar uma área que apresenta ambas as modalidades de ocupação do solo, como a Guarnição, pode-se dizer que o sensoriamento permite que se estude o desenvolvimento das plantas, permitindo verificar quais as mudanças na estrutura e composição das comunidades biológicas ao longo do tempo (LAURENCE et al., 2011)

Segundo Latorre et al. (2002), a atmosfera e a radiação eletromagnética provocam alterações na faixa de radiação, sendo necessária uma correção atmosférica, considerando a presença dos gases, dos particulados e as propriedades ópticas da atmosfera. No presente trabalho a correção foi feita pelo *plugin* SCP (Semi-Automatic Classification Plugin) do software QGIS na guia *Preprocessing*.

### 3.2.2. Índice da Vegetação por Diferença Normalizada (Normalized Difference Vegetation Index)

O NDVI (Equação 1), Normalized Difference Vegetation Index, é um dos índices de vegetação existentes e sua utilização tem compreendido a detecção de atividades sazonais, fenológicas, períodos de senescência além de também classificar a distribuição dessa vegetação na área (GAMARRA et al., 2016). Especificamente, o NDVI tem por base o comportamento da reflectância da vegetação nas regiões infravermelho próximo e vermelho, sendo sensível a quantidade de pigmentos fotossintetizantes. Esse índice varia entre -1 e 1. Logo, quanto mais próximo os valores estiverem de 1, maior será a densidade da cobertura vegetal (ROUSE et al., 1973; PONZONI; SHIMABUKURO, 2007; LEITE, 2017).

Para o cálculo do NDVI, a normalização é feita pelo uso da seguinte equação (ROUSE et al., 1973):

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{red}}{\rho_{NIR} + \rho_{red}} \quad (\text{Equação 1})$$

Sendo:

$\rho_{NIR}$  - Reflectância da vegetação na banda do infravermelho próximo;

$\rho_{red}$  - Reflectância da vegetação na banda do vermelho.

Criado a partir da imagem NDVI, através da utilização da ferramenta Estatística Zonal, no software QGIS, foi possível calcular o índice para cada fragmento digitalizado, escolhendo os itens média, mínimo, máximo e desvio padrão, sendo todos esses dados armazenados na tabela de atributos da camada. Uma vez obtida a média do NDVI, foi possível classificar os fragmentos com os valores pertinentes a cada estação. Foram utilizadas cinco classes de camadas quanto à densidade da vegetação, a fim de posteriormente se confrontar o resultado dos distintos períodos. A camada foi reclassificada baseada no maior e menor valor da média do NDVI, dividindo-se o resultado pelo número de classes e a diferença foi a quantidade descontada das classes resultando nos valores apresentados na legenda dos mapas.

### 3.2.3. Índice de Forma (*Shape Index*)

*Shape index* (SI), ou índice de forma (Equação 2), tem como função demonstrar o modo como a paisagem se modificou ao longo do tempo. Para tanto, fica estabelecido que quanto mais próximo a 1, mais regular será seu formato, isto é, sua feição se aproximará mais de um círculo, tendo estrutura para abrigar uma maior diversidade de espécies. Além disso, quanto mais regular, menor será o impacto do efeito de borda, desse modo deixando o centro do fragmento mais distante das extremidades, apresentando menor interação com a matriz (PIROVANI et al., 2014; MARTINS, 2018).

Para o cálculo do *Shape Index*, o cálculo é feito pelo uso da seguinte equação (FORMAN, GORDON, 1981):

$$SI = \frac{p}{2\sqrt{\pi} \cdot a} \quad (\text{Equação 2})$$

Sendo:

$p$  – Perímetro

$a$  - Área

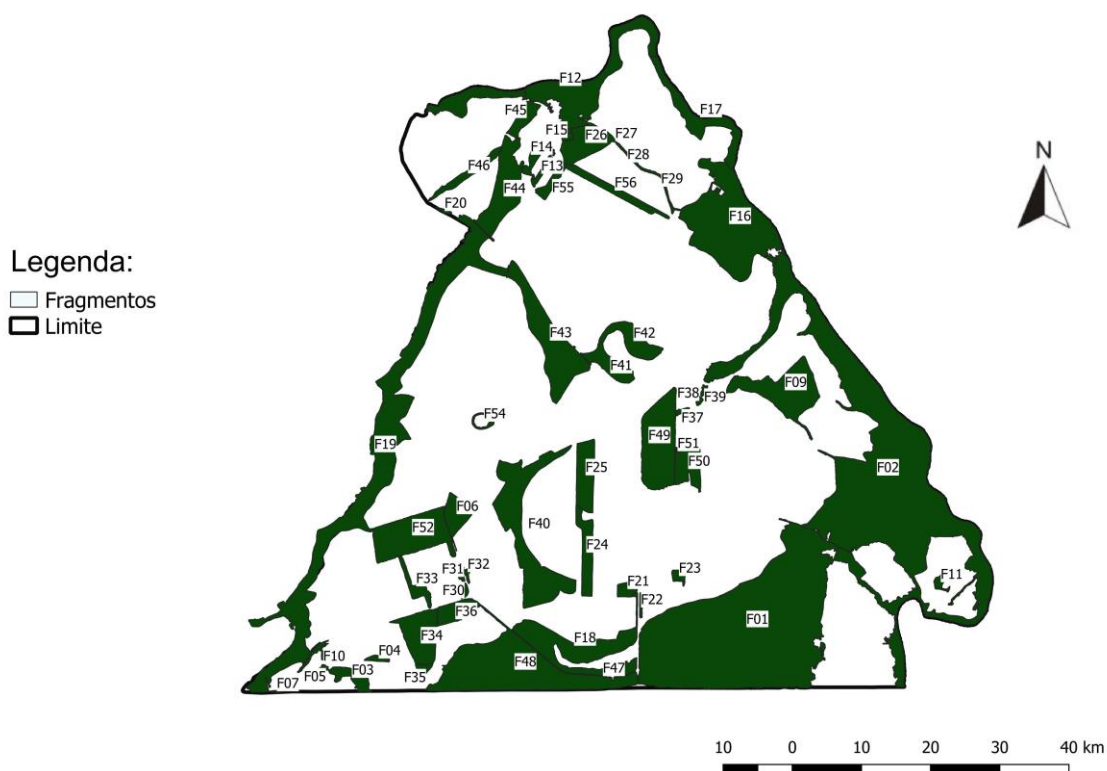
## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análise estrutural: forma e tamanho

Conhecer a área dos fragmentos é algo extremamente importante, a partir disso, espera-se que se possa identificar a riqueza de espécies, bem como, conhecer os estágios de conservação de cada fragmento. Por meio da digitalização da área reconheceu-se 56 fragmentos (Figura 2) na Guarnição da Aeronáutica de Pirassununga, totalizando 2357 hectares, sendo quantificados quanto ao seu tamanho e forma (Quadro 1). O número de fragmentos é uma medida importante na caracterização da paisagem, porque permite avaliar o grau de fragmentação ou subdivisão existentes na área de estudo (CALEGARI, 2010).

**Quadro 1.** Número e área em hectares dos fragmentos presentes na Guarnição

Nº do Fragmento	Área (hectares)	Shape Index		Nº do Fragmento	Área (hectares)	Shape Index
1	446	1,66		29	3	3,52
2	491	4,90		30	1,79	1,46
3	11	1,75		31	0,86	1,34
4	3	1,41		32	1,73	2,25
5	0,84	1,38		33	9	2,15
6	17	1,50		34	36	1,26
7	0,41	1,91		35	3	1,26
8	3	2,60		36	14	1,36
9	58	1,85		37	1,00	1,48
10	0,54	1,66		38	0,90	1,14
11	3	1,61		39	1,05	1,38
12	99	3,49		40	92	2,36
13	3	2,13		41	18	1,51
14	0,44	1,34		42	22	1,62
15	2	1,43		43	69	1,85
16	140	1,81		44	47	1,77
17	32	2,83		45	11	1,42
18	64	2,75		46	12	2,31
19	226	4,43		47	6	1,34
20	0,87	1,65		48	141	2,00
21	6	1,13		49	65	1,32
22	1,32	2,03		50	20	1,59
23	3	1,28		51	0,11	1,28
24	21	2,01		52	61	1,40
25	27	1,43		53	6	1,83
26	29	1,22		54	3	2,89
27	0,13	1,08		55	8	1,67
28	1,44	2,32		56	16	2,56



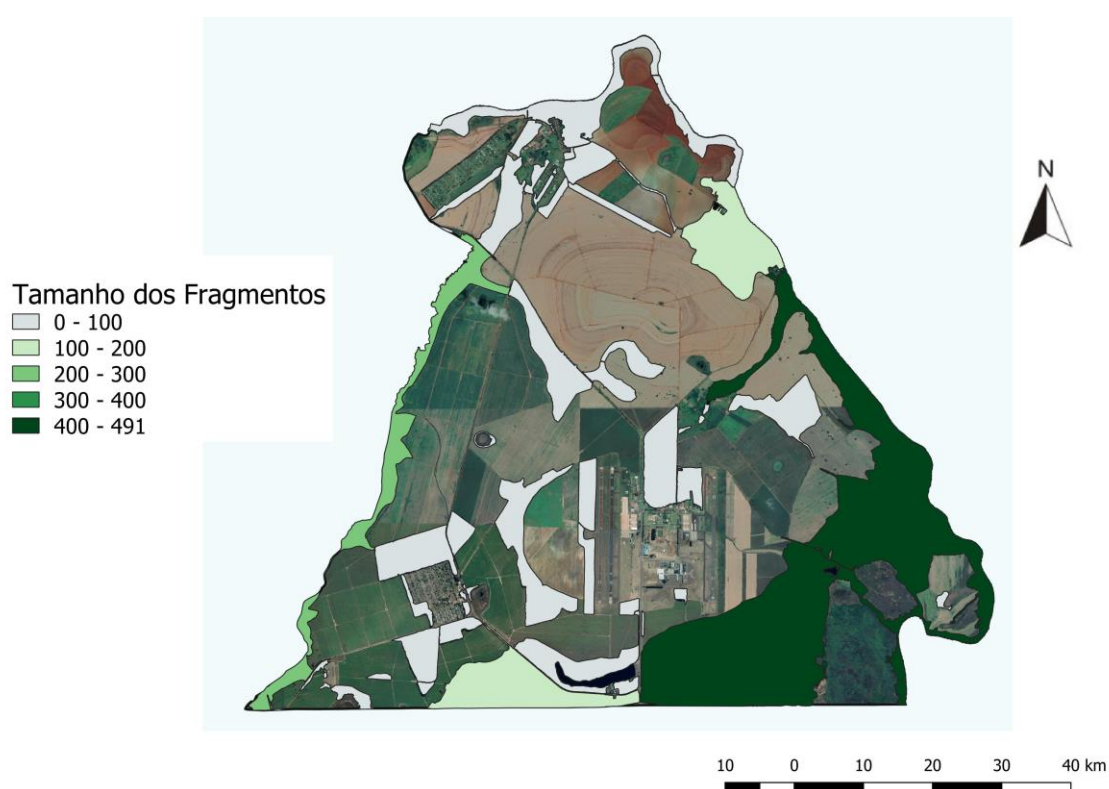
**Figura 2.** Localização dos fragmentos ao longo da área da Guarnição da Aeronáutica de Pirassununga (SP).

Segundo Metzger (1997), o tamanho dos fragmentos é uma medida importante, pois influencia de modo intenso os processos biológicos, a extração de recursos, gera uma alteração no fluxo gênico dos dispersores de semente e polinizadores, sendo este fator um dos grandes riscos para a manutenção das populações locais levando a uma diminuição da diversidade de espécies nativas (CERQUEIRA; NASCIMENTO, PARDINI, 2003).

Outra grande influência no processo de fragmentação, é a relação entre o tamanho do fragmento e o efeito de borda, isto é quanto menor for, maior será a porção de área alterada, logo se algumas espécies vegetais dependem de condições exclusivas do interior da mata, estas acabam perdendo seu habitat (FEIDEN, et al., 2008). Assim, os fragmentos de número 2, 1 e 19 (Quadro 1), classificados entre valores de 200 e 491 hectares (Quadro 2), são os mais extensos, indicando uma capacidade maior de comportar a biodiversidade local e servindo como refúgio de espécies nativas (Figura 3) (RANTA et al., 1998; VIANA; PINHEIRO, 1998; FEIDEN et al., 2008).

**Quadro 2.** Classes de tamanho dos fragmentos digitalizados. Fragmentos em hectares (ha).

Classes de tamanho	No. de fragmentos
Fragmentos entre 0 e 10 ha	29
Fragmentos entre 10 e 20 ha	8
Fragmentos entre 20 e 50 ha	7
Fragmentos entre 50 a 100 ha	7
Fragmentos entre 100 a 200 ha	2
Fragmentos entre 200 a 491 ha	3
<b>TOTAL</b>	<b>56</b>



**Figura 3.** Tamanhos dos fragmentos em hectares presentes na Guarnição da Aeronáutica de Pirassununga (SP).

Os fragmentos com formas mais simples, são aqueles que em sua maioria se apresentam mais regulares, sendo que a irregularidade dos fragmentos aumentou proporcionalmente ao seu tamanho, porém vale pontuar que quanto menor ou mais alongado o fragmento for, maior será o efeito de borda (SOS MATA ATLÂNTICA, 2017). Desse modo, fragmentos grandes como os de número 1 e 2 (Quadro 1) podem sofrer menos com esse efeito, quando comparados com os de número 25, 49 e 52 (Quadro 1), que por terem seu

formato mais prolongados, segundo Juvanhof et al.,2011, teriam menos chances de serem essenciais para manutenção da biodiversidade.

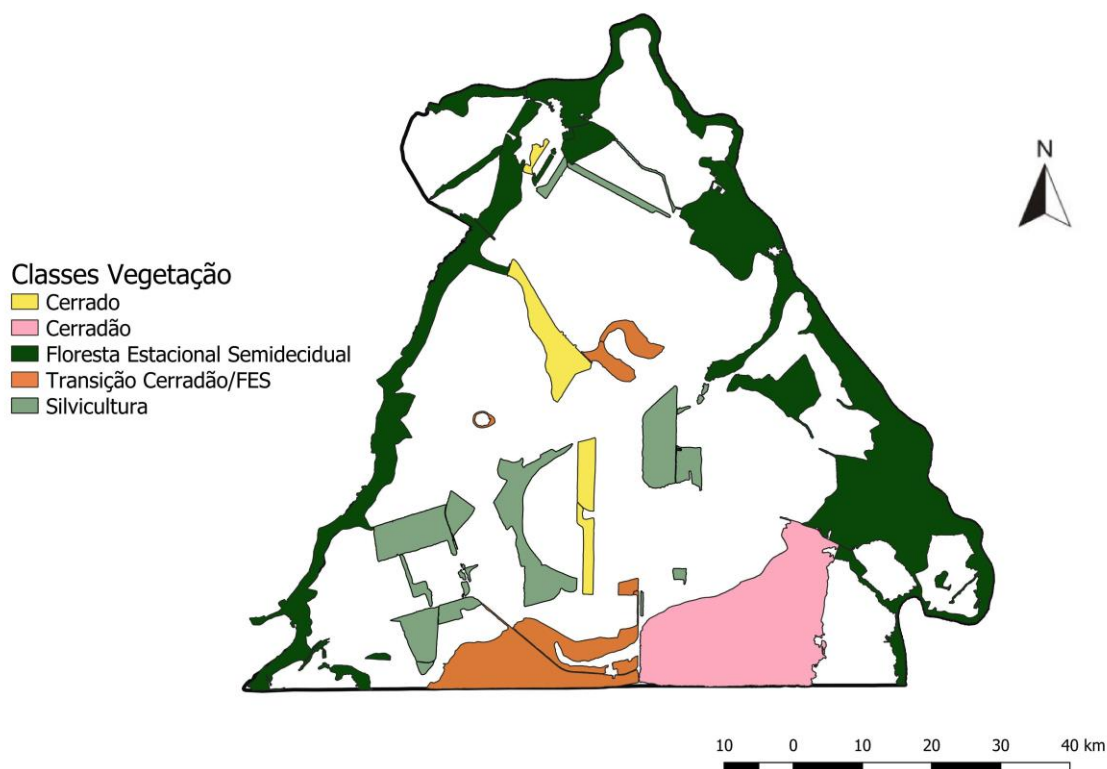
#### 4.2 Análise da vegetação dos fragmentos

Mediante às classes adotadas na tipificação da vegetação, encontrou-se as seguintes formações vegetais (Figura 4) descritas no quadro abaixo (Quadro 3). Ainda se soma a esse total às áreas de várzea (Figura 5), dessa forma totalizando 2609 hectares

**Quadro 3.** Classificação da vegetação presentes nos fragmentos da Guaranição da Aeronáutica de Pirassununga (SP).

Formação Vegetal	Área (hectares)	Nº de fragmentos
Floresta Estacional Semidecidual	1173	21
Transição Floresta Ciliar/ FES		
Cerrado	122	4
Cerradão	446	1
Silvicultura (Eucalipto/Pinus)	356	23
Transição Cerrado/FES	259	7
Várzea	252	-
TOTAL	2609	56





**Figura 4.** Fitofisionomias presentes na Guaranição da Aeronáutica de Pirassununga (SP).

Tem-se que quanto mais complexa for a estrutura da formação vegetal e quanto maior for a fitomassa, maior será a complexidade do habitat (GAMARRA et al., 2016). Nos fragmentos cobertos pela Floresta Estacional Semidecidual pode ser perceber a presença de algumas espécies típicas, como *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J.F. Macbr, *Ficus* spp, *Euterpe edulis* Mart, ou seja, contata-se a existência das famílias Fabaceae, Moraceae, Arecaceae, além de Piperaceae e Solanaceae, identificadas também nos trabalhos de Silva, Rocha e Figueiredo (2018) e Soares (2007), para o mesmo tipo de formação florestal, respectivamente em Araras e Rio Claro.

O fragmento de número 2 (Quadro 1), é o mais extenso da categoria Floresta Estacional Semidecidual, com uma área de 491 hectares enquadrando-se nos 3,2% de vegetação remanescente no Estado de São Paulo com extensão entre 200 e 500 hectares (BRASIL, 2005; DURIGAN et al,2008.). Quanto ao município de Pirassununga, há um contraste em relação à listagem dos municípios pertencentes à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu. Segundo Kronka et al. (2005), existem

apenas dois fragmentos maiores que 200 hectares nesta UGRHI. No entanto, segundo o presente estudo, na Guarnição, nela encontra-se mais um com esta dimensão para se somar a esse valor. Esse fragmento figura em importância juntamente com outras áreas essenciais a conservação das espécies, que também compõem a UGRHI de Mogi Guaçu, como o Parque Estadual da Vassununga, em Santa Rita do Passa Quatro, se entendendo por parte de Descalvado e a Estação Ecológica de Jataí em Luiz Antônio (KRONKA et al., 2005)

A área de Cerrado totaliza 568 hectares, sendo que, desse valor, 446 hectares dizem respeito a outra formação florestal pertencente ao domínio em questão, o Cerradão. O Cerrado como mosaico de vegetações distintas acaba por abrigar espécies endêmicas, além de apresentar uma vasta riqueza também de espécimes animais. É primordial que se preserve áreas naturais que sejam suficientes para representar cada uma de suas fitofisionomias. Logo, a Guarnição é importante na manutenção da vegetação ao assegurar a representatividade de espécies específicas desse domínio (DUBOC, 2008; DURIGAN et al., 2018).

Já o Cerradão, aqui com 446 hectares, é definido segundo a Lei Nº 13.550 de 2 de junho de 2009 como uma

"[...] vegetação com fisionomia florestal em que a cobertura arbórea compõe dossel contínuo, com mais de 90% (noventa por cento) de cobertura da área do solo, com altura média entre 8 (oito) e 15 (quinze) metros, apresentando, eventualmente, árvores emergentes de maior altura" (SÃO PAULO, 2009).

Quando comparado com o campo sujo, formado essencialmente por plantas herbácea e arbustivas, o Cerradão possui uma quantidade de biomassa menor e o xeromorfismo maior, isto é, nele há maior quantidade de indivíduos com folhas compostas por uma cutícula grossa, onde a presença de ceras ou tricomas acabam por diminuir as perdas por evapotranspiração (FINA; MONTEIRO, 2009).

Nessas áreas de Cerradão foram encontradas as espécies *Vochysia bifalcata* Warm, *Banisteriopsis stellaris* (Griseb.) B.Gates, *Xylopia aromatica*

(Lam.) Mart, *Byrsonima intermedia* A.Juss., *Solanum lycocarpum* A.St.-Hil. e *Anadenanthera* sp., o que corrobora com os trabalhos realizados em um remanescente do Cerradão no Campus da Universidade de São Paulo por Fina e Monteiro (2009), corroborando também com os estudos de Mantovani, Aragaki e Batalha (1997) no Cerrado no distrito de Emas, ambas análises realizadas no município de Pirassununga.

Na área da Guarnição cerca de 356 hectares é ocupada pela silvicultura, com cultivo de *Pinnus* spp. e *Eucalyptus* spp. Contudo, há a necessidade de ressaltar que esses espaços foram abandonados para a regeneração. Esse processo será influenciado por fatores ambientais e o processo da brotação promoverá o êxito no reestabelecimento da cobertura vegetal. Essa peculiaridade das espécies locais de rebrotar é intimamente ligada com as propriedades físicas e químicas do solo (PAULO et al., 2015; SANTOS, et al., 2017). Essas áreas também são passíveis de receber ações de restauração objetivando a recomposição do componente arbóreo, portanto, promovendo o reestabelecimento da integridade ecológica dos ecossistemas presentes (RODRIGUES; SANTIN BRANCALION; ISERNHAGEN, 2009).

O limite entre Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual é muito tênue e complexo uma vez que, a diversidade dessas formações acaba por dificultar a diferenciação das mesmas (MARQUES, 2019). No presente estudo a área de transição entre Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual ocupa uma extensão de 259 hectares, devido a sua ampla heterogeneidade, promove a inserção de fitofisionomias diferentes em unidades ecológicas distintas (SILVA et al., 2006).

A Guarnição está entre dois rios, Rio dos Jacarés e Rio Mogi-Guaçu, por essa razão tem-se a presença de áreas úmidas, denominadas várzea, que ocupam 252 hectares na Guarnição. Dentro da classificação zonas úmidas (*wetland*), trata-se de um local coberto de água, seja ela, parada, corrente ou salobra, num regime natural ou artificial, sendo este permanente ou temporário. Trata-se de uma área importante no fornecimento de serviços ecológicos essenciais à fauna e flora uma vez que, possuem um ecossistema muito complexo (CAMPANILI; BERTOLDO, 2010). Essa região sofre influência de fatores hidrográficos, climáticos, edáficos e florísticos, sendo também um

ecossistema diverso, que abrange espécies tanto terrestres como aquáticas, e por causa disso torna-se um espaço importante que deve ser preservado e restaurado (BENATTI, 2016).

Uma vez que, foram deixadas para regeneração é esperado que se registre a presença de gramíneas invasoras nessas áreas como *Panicum maximum* Hochst. ex A.Rich. e *Brachiaria decumbens* Stapf. Além disso, presume-se que ao longo do tempo também será possível observar a ocorrência de espécies típicas como *Cecropia pachystachya* Trécul e *Nectandra* spp. (TORRES et al. 1992; NOBREGA et al.,2007; BENATTI, 2016).

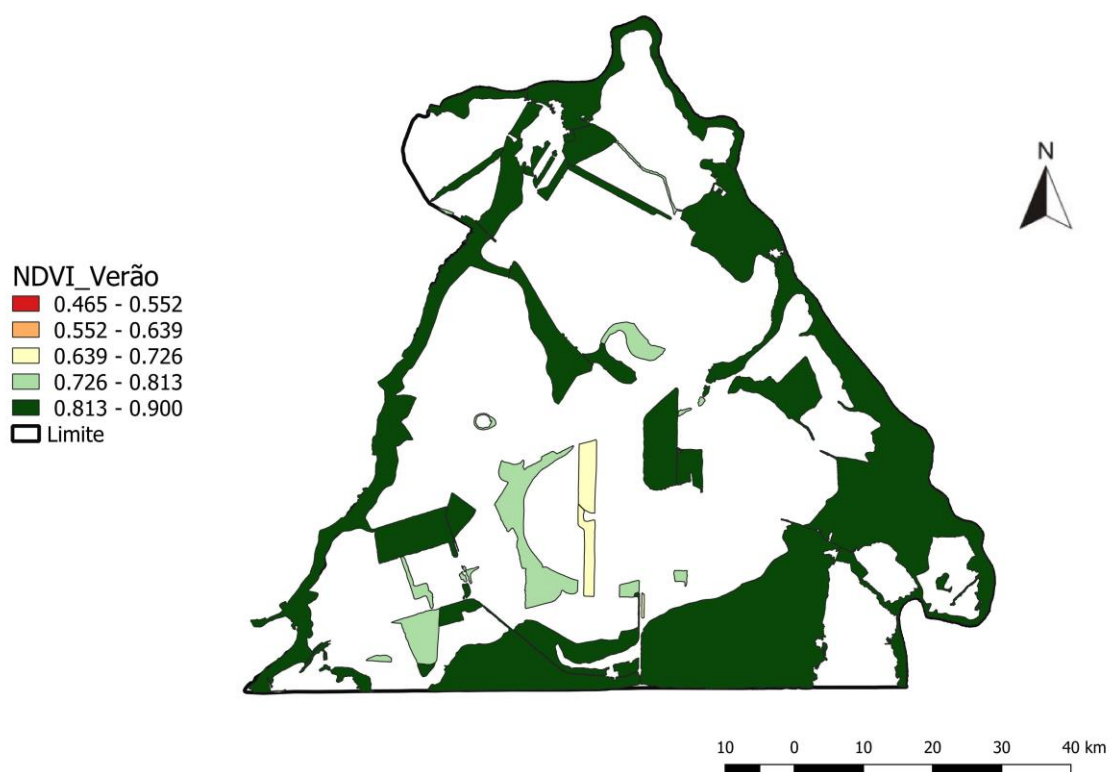


**Figura 5.** Áreas de Várzea na Guarnição da Aeronáutica de Pirassununga/SP

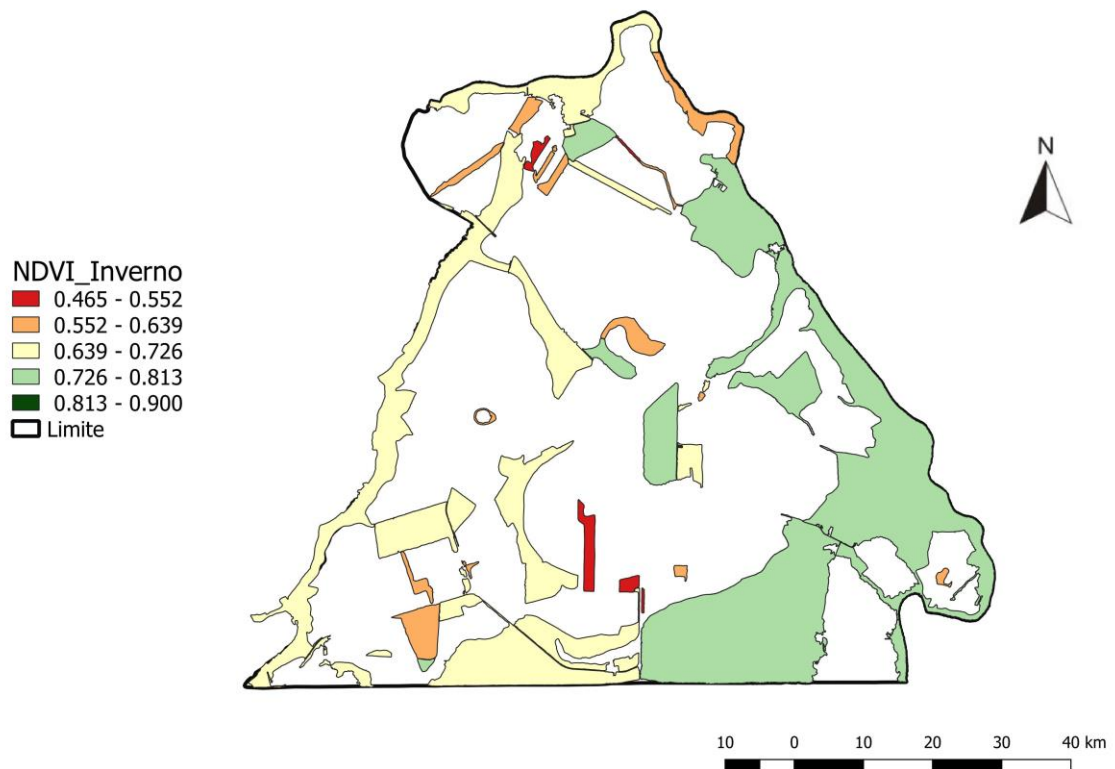
#### **4.3. Análise do Índice de Vegetação Normalizada (NDVI) conforme as estações verão e inverno**

Posterior à delimitação dos fragmentos e a partir da obtenção da estatística do NDVI, pode-se perceber acentuadas diferenças entre as estações

verão e inverno, pois ao fazer essa distinção, se garante maior separação entre as fitofisionomias (Figura 6 e 7).



**Figura 6.** Distribuição espacial do NDVI da Guarnição da Aeronáutica de Pirassununga (SP) no período do verão.



**Figura 7.** Distribuição espacial do NDVI da Guarnição da Aeronáutica de Pirassununga (SP) no período do inverno.

Em relação a Floresta Estacional Semidecidual, no verão o NDVI médio (Quadro 4) ficou entre 0,741 e 0,894 e no inverno (Quadro 5) entre 0,564 e 0,765, os valores do desvio padrão variando entre 0,023 a 0,130. Já para o Cerrado, no verão o NDVI médio ficou entre 0,676 e 0,869 e no inverno entre 0,466 e 0,776, os valores do desvio padrão variam entre 0,034 a 0,109. Igualmente para Gamarra et al. (2016), os números que representam maior complexidade referiram-se a Floresta Estacional Semidecidual, seguida do Cerradão, em razão de ambas as estruturas serem mais intrincadas, além de apresentarem maior fitomassa se comparadas ao Cerrado.

E para corroborar tem-se que uma vez normalizado, a razão do NDVI, varia entre -1 e +1, sendo +1 indicativo de áreas com vegetação mais densa (GONÇALVES. AVELINO, 2018). Logo, quanto mais próximo de verde escuro, maior será a atividade fotossintética da vegetação marcada (Figuras 6 e 7) (HERMUCHE, 2011). Segundo Braga e Sansigolo (1997), os valores de NDVI de uma área vegetada fica entorno de 0,1 e 0,8, sendo estes dependentes de fatores como arquitetura das plantas, densidade e umidade de vegetação.

No inverno o NDVI (Quadro 5) apresenta valores mais baixos, nessa fase em que as árvores perdem parte de suas folhas, resultando na diminuição da biomassa foliar. O fenômeno da deciduidade estacional é tido como parâmetro para caracterização da região, sendo que a queda parcial apresenta correlação com os fatores climáticos, considerando-se a série histórica ou atual da presente localidade (COSTA, GUASSELLI, 2017). No presente estudo, a diferença entre os padrões temporais dos períodos analisados, concordam com a amplitude pluviométrica mensal de cada estação, verão e inverno, respectivamente, no ano de 2018, informação obtida por meio dos dados, chuva diária e taxa de chuva, fornecidos pela Estação Meteorológica do Laboratório de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de São Paulo de Pirassununga.

A justificativa para que algumas áreas de Cerrado ainda permaneçam com índice de 0,73, pode ser a própria característica das espécies que compõe essa fisionomia, como folhas coriáceas e cascas grossas, fatores estes que contribuem para a minimização da perda de água no período seco (SOUZA; GURGEL; CIAMP, 2016).

Na literatura encontra-se que áreas destinadas a silvicultura apresentam os valores de NDVI entre 0,2 e 0,5, devido a diminuição da vegetação (MYNENI, 1995; DELBART et al., 2006). Porém na Guarnição os valores para essas áreas, no verão o NDVI médio ficou entre 0,704 e 0,882 e no inverno entre 0,494 e 0,791, os valores do desvio padrão variando entre 0,024 a 0,138. Nesse caso a falta de concordância desses números, pode se dever ao fato de que tais áreas foram deixadas para restauração natural, ou seja, a presença de espécies regenerantes possivelmente ocasionou essa diferença.

## **5. Considerações finais**

Anteriormente se acreditava que a Guarnição tinha 1500 hectares de vegetação nativa e por meio desse estudo pode se comprovar que trata-se de 2001 hectares. Em razão da Guarnição possuir fitofisionomias distintas, que abrigam uma grande diversidade de espécies, incluindo aquelas tidas como endêmicas, e o fato de deter alguns fragmentos possuem tamanho, estrutura e

densidade suficientes para ser um suporte ideal na promoção da permanência das espécies, espera-se que fique evidenciado a extrema importância e relevância da Guarnição para conservação efetiva da biodiversidade local.

Quanto ao índice de vegetação, mesmo num curto período de tempo, pode se observar pelo uso e interpretação das imagens de satélite que houve decréscimo e incremento da densidade em vários pontos vegetação, assim demonstrando a eficiência do monitoramento no acompanhamento do desenvolvimento da vegetação.

## 6. Referências Bibliográficas

ABREU, K. M. P.; COUTINHO, L. M. Sensoriamento remoto aplicado ao estudo da vegetação com ênfase em índice de vegetação e métricas da paisagem. **Vértice**, Campos dos Goytacazes - RJ: v. 16, n. 1, p. 173-198, jan/abr. 2014.

BANKS-LEITE, C., EWERS, R.M., KAPOV, V., MARTENSEN, A.C. & METZGER, J.P. 2011. Comparing species and measures of landscape structure as indicators of conservation importance. **Journal of Applied Ecology**, London, v. 48, p. 706-714. 2011.

BATALHA, M. A.; ARAGAKI, S.; MANTOVANI, W. Florística do Cerrado em Emas (Pirassununga, SP). *Boletim Botânico*, São Paulo: v. 16, p. 46-94. 1997.

BENATTI, J. H. Várzea e as populações tradicionais: a tentativa de implementar políticas públicas em uma região ecologicamente instável. In: \_\_\_\_\_. **A Função socioambiental do patrimônio da União na Amazônia**. Brasília: IPEA, 2016. p. 17-29.

BOYDE, D. S; DANSON, F. M. Satellite remote sensing of forest resources: Three decades of research development. **Progress in Physical Geography**, Thousand Oaks, v. 29, p. 1-26, 2005.



BRAGA, C. C.; BRITO, J. I. B.; SANSIGOLO, C. **A. Sazonalidade de índice de vegetação sobre o Nordeste do Brasil**. INPE: [s.n.], 1997.

BRASIL. **Lei nº 11.428**, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2006/Lei/L11428.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11428.htm)>. Acesso em 21 de maio de 2019.

BRASIL. **Decreto nº 6.660**, de 21 de novembro de 2008. Regulamenta dispositivos da Lei no 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6660.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6660.htm)>. Acesso em 21 de maio de 2019.

BRASIL. Secretaria do Meio Ambiente. Brasília. **Inventário da vegetação florestal do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, Instituto Florestal, 2005. 199 p.

CABRAL, D. C.; SILVA, J.M.C.; PINTO L.P.; HIROTA M.; BEDÊ, L.; TABARELLI M. Conservação da Mata Atlântica Brasileira – um balanço dos últimos dez anos. In: \_\_\_\_\_. **Metamorfoses florestais: Culturas, ecologias e as transformações históricas da Mata Atlântica**. Curitiba: Editora Prismas, 2016. p. 435-458.

CALEGARI, L.; MARTINS, S. V.; GLERIANI, J. M.; SILVA, E.; BUSATO, L. C. Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal. **Revista Árvore**, v. 34, n. 5, p. 871-880. 2010.

CAMPANILI, M; BERTOLDO, W. Mata Atlântica - **Manual de Adequação Ambiental**. Brasília: MMA, SBF 2010. 96 p.

CERQUEIRA, R. BRANT, A.; NASCIMENTO, M. T.; PARDINI, R. Fragmentos: alguns conceitos. In: Ministério do Meio Ambiente. **Fragmentação de Ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente - MMA, 2003. 509 p.

COLABONE, R. O. **Nevoeiro e dinâmica atmosférica: uma contribuição ao estudo sobre ocorrências de nevoeiro no aeródromo da Academia da Força Aérea - Pirassununga/SP**. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

CORDEIRO, A. P. A.; BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C.; MELO, R. W.; SHIMABUKURO, Y. E.; FIOR, C. S. Regiões homogêneas de vegetação utilizando a variabilidade do NDVI. **Boletim Botânico**, São Paulo: v. 16, p. 46-94. 1997.

COSTA, L. C. B.; GUASSELLI, L. A. Dinâmica sazonal de remanescentes da Mata Atlântica, a partir de séries temporais NDVI/MODIS. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, n. 30, p. 214-239. 2017.

CHAVES, A. D. C. G.; SANTOS, R. M. S.; SANTOS, J. O.; FERNANDES, A. A.; MARACAJÁ, P. B. A importância dos levantamentos florístico e fitossociológico para a conservação e preservação das florestas. **Revista ACSA**, Campina Grande, v. 9, n. 2, p. 42-48. 2013.

DELBART, N.; TOAN, T. L.; KERGOATS, L.; FEDOTAVA, V. Remote sensing of spring phenology in boreal regions: a free of snow effect method using NOAA-AVHRR and SPOT-VGT data (1982–2004). **Remote Sensing of Environment**, v. 101, p. 52-62. 2006.

DURIGAN, G. et al. Fanerógamas. In: \_\_\_\_\_. **Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente; Instituto de Botânica; Fapesp, 2008., p. 104-109.  
DURIGAN, G., PILON, N. A. L., ASSIS, G. B., SOUZA, F. M., BAITELLO, J. B. **Plantas Pequenas do Cerrado: Diversidade Negligenciada**. São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, 2018. 720 p.

DUBOC, E. **O Cerrado e o setor florestal brasileiro**. Planaltina - DF: Embrapa Cerrados, 2008. 40 p.

FEIDEN, A.; CASTAGNARA, D. D.; UHLEIN, A.; KIPPER, M.; SOARES DA SILVA, N. L.; ZONIN, W. Quantificação dos fragmentos florestais existentes na microbacia hidrográfica da Sanga Mineira - município de Mercedes - PR. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 6, p.29-31.set.2008

FINA, B. G.; MONTEIRO, R. Estudo da estrutura da comunidade arbustivo-arbórea de uma área de Cerradão, município de Pirassununga (SP). **Neotropical Biology and Conservation**, v.4, n. 1, p. 40-48. 2009.

Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 15 de maio de 2019

FORMAN, R. T. T; GODRON, N. Patches and Sructural Components for a Landscape Ecology. **BioScience**, n. 10, p. 733-740. 1981.

GAMARRA, R. M.; TEIXEIRA-GAMARRA, M.C.; CARRIJO, M. G. G.; FILHO, A. C. P. Uso do NDVI na análise da estrutura da vegetação e efetividade da proteção de unidade de conservação no Cerrado. **Raega**, Curitiba, v. 37, p. 307-322, agosto.2016.

GONÇALVES, P. S.; AVELINO, E. Índices de Vegetação aplicados sobre os padrões de ocupação do Cerrado no município de Diamantino, Mato Grosso. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, Campinas, v. 1, p. 5011-5021, fev. 2018.

HERMUCHE, P. M. Relação entre NDVI e florística em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual no Vale do Paraná, Goiás. **Ciência Florestal**, Santa Maria. v. 21, n.1, p. 41-52, jan-mar.2011.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Cerrado**. Disponível em: <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/map/alerts?hl=pt-br>. Acesso em: 20 de maio de 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Monitoramento do Desmatamento no cerrado Brasileiro por satélite**. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/cerrado/>. Acesso em: 20 de maio de 2019.

JUVANHOL, R. S; FIELDER, N. C.; SANTOS, A. L.; PIROCANI, D. B.; LOUZADA, F. L. R. O.; DIAS, H. M.; TEBALDI, A. L. C. Análise Espacial de Fragmentos Florestais: caso dos Parques Estaduais de Forno Grande e Pedra Azul, Estado do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**, v. 18, n. 4, p. 353-364. 2011.

KALAF, R.; BRASILEIRO, R.; CARDOSO, P.V.; CRUZ, C.B.M. Landsat 8: Avanços para mapeamento em mesoescala. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, 4., Rio de Janeiro. **Resumo...** 2013.

KRONKA, F. J. N. et al. **Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente; Instituto Florestal; Biota Fapesp; Imprensa Oficial, 2005. 200 p.

LABOTÓRIO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS. Índice Pluviométrico - Planilha dos Dados de 2018. Disponível em: <<http://www.agrariasusp.com.br/agrariasusp01/estacao.html>>. Acesso em 21 de maio de 2019.

LATORRE, M, JÚNIOR, O. A. C.; CARVALHO, A. P. F.; SHIMABUKURO, Y. E. Correção Atmosférica: conceitos e fundamentos. **Espaço & Geografia**, v. 5, n. 1, p. 153-178. 2002

LAURENCE, W. F., CAMARGO, J. L. C.; LUIZÃO, R. C. C.; LAURENCE, S. G.; PIMM, S. L.; BRUNA, E. M.; STOUFFER, P. C.; WILLIAMSON, G. B.; BENITEZ-MALVIDO, J.; VASCONCELOS, H. L.; HOUTAN, K. S. V.; ZARTMAN, C. E.; BOYLE, S. A.; DIDHAM, R. K. ; ANDRADE, A.; LOVEJOY, T. E.. The fate of Amazonian forest fragments: a 32-year investigation. **Biological Conservation**, v. 144, n. 1, p. 56-67. 2011.

LEITE, A. P.; SANTOS, G. R.; SANTOS, OLIVEIRA SANTOS, J. E. Análise temporal dos índices de vegetação NDVI e SAVI na Estação Experimental de Itatinga utilizando imagens LANSAT 8. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v 6, n. 4, p. 606-6263. 2017.

LISBOA, J. F. **Introdução a SIG - Sistemas de Informações Geográficas**. 1995. 69 p. Trabalho de Conclusão de Curso. CPGCC/UFRGS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996

MANTOVANI, W., RODRIGUES, R.R., ROSSI, L., ROMANIUC-NETO, S., CATHARINO, E.L.M. & CORDEIRO, I. A vegetação na Serra do Mar em Salesópolis. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA: ESTRUTURA, FUNÇÃO E MANEJO, 2, 1990, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ACIESP, 1990. p.348-384.

MARTINS, R. N.; ABRAHÃO, S. A.; RIBEIRO, D. P.; COLARES, A. P. F.; ZANELLA, M. A. Spatio-temporal analysis of landscape patterns in the Catolê watershed Northern Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 42, n. 4. 2018.

MARQUES, Q. Os limites entre a Amazônia e o Cerrado. Revista FAPESP, [si], abril. 2019.

MAZZA, C. A. S., MAZZA, M. C. M. & SANTOS, J. E. Análise da fragmentação da paisagem da região centro-sul do Paraná. In: **Faces da Polissemia da Paisagem - Ecologia, Planejamento e Percepção**. Rima, 2012.

METZGER, J. P. **Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica**. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, v. 71, n. 3-I, p. 445-463, 1997.

METZGER, J. P. O que é paisagem? **Biota Neotropica**, Campinas, v. 1, n. 1/2. 2001.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 845-858. 2000.

MYNENI, R. B.; HALL, F. G.; SELLERS, P. J.; MARSHAK, A. L. The meaning of spectral vegetation indices. IEEE Trans. **Geoscience Remote Sensing**, v.33, p. 481 – 486. 1995.

NALON, M. A.; MATTOS, I. F. A.; FRANCO, G. A. D. C. Meio físico e aspectos da fragmentação da vegetação. In: RODRIGUES, R. R. et al. (Eds.). **Diretrizes**

**para a conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo.** São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente; Instituto de Botânica; Fapesp, 2008. p. 15-21.

NOBREGA, A. M. F.; VALERI, S. V.; CÉZAR DE PAULA, R.; ADRIANDO DA SILVA, S.; RÊGO, N. H. Uso da fitossociologia na avaliação da efetividade da restauração florestal em uma várzea degradada do rio Mogi Guaçu, SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba n. 75, p. 51-63.2007.

NOVAES, P.C.; FERREIRA, L.G.; DIAS, R. Identificação de Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade no Estado de Goiás. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 23, n.1, p. 41-58, 2003.

NOVO, E. M. L. M; PONZONI, F. J. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações.** 3. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2008. 387 p.

PAULO, A. BATALHA, F. Q.; LUTTEMBARCK, M. A. P.; RODRIGUES, R; MANHÃES, M, A. Riqueza, diversidade e composição florística em áreas de cerrado em regeneração e preservado na estação ecológica de Itirapina - SP. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.25, n.1, p.231-238, 2015.

PIEDADE, M. T. Organismos aquáticos e de áreas úmidas em uma Amazônia em transição. **Ciência e Cultura**, São Paulo: v. 66, n. 3, p. 34-40. 2014.

PIROVANI, D. B.; SILVA, A. G.; SANTOS, A. R.; CECÍLIO, R. B.; GLERIANI, J. M.; MARTINS, S. V. Análise Espacial de Fragmentos Florestais na Bacia do Rio Itapemirim, ES. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 2, p. 271-281. 2014

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação.** São José dos Campos: Parêntese, 2007. 127 p.

PROCHNOW.M. **Matas Legais: Planejamento Propriedades e Paisagens, Rio Grande do Sul**, Apremavi, 2008. 60 p.

RANTA, P.; BLON, T.; NIEMELA, J.; JOENSUU, E.; SIITONEN, M. 1998. The fragmented Atlantic rain forest of Brazil: size, shape and distribution of forest fragments. **Biodiversity and Conservation**, v. 24, n. 7, p. 385-403.1998.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. (Ed.). **Cerrado: Ambiente e Flora. Planaltina**, Embrapa, 1998. p.89-166.

RODRIGUES, R. R.; SANTIN BRANCALION, P. H.; ISERNHAGEN, I. Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF, ESALQ, **BioAtlântica**, 2009. 256 p.

ROUSE, J.W., HAAS, R.H., SCHELL, J.A.; DEERING, D.W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In 3rd ERTS. **Symposium NASA**, p. 309–317.1973.

ROSA, R. Geotecnologia na geografia aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo: v. 16, p. 81-90. 2005.

SANTOS, G. L.; PEREIRA, M. G.; DELGADO, R. C.; TORRES, J. L. R. Natural regeneration in anthropogenic environments due to agricultural use in the Cerrado, Uberaba, MG, Brazil. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 33, n. 1, p. 69-176. 2017.

SÃO PAULO (Estado). Assembleia Legislativa. **Lei Nº 13.350**, de 2 de junho de 2009. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Cerrado no Estado, e dá providências correlatas. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2009/lei-13550-02.06.2009.html>. Acesso em 21 de maio de 2019.

SEOANE, C. E. S. Conservação da Diversidade Florestal. SEMANA DE ESTUDOS FLORESTAIS, 8, Irati,2006. Paraná. **Anais...** Paraná: Unicentro,2006. p 100-117.

SILVA, A. E. T.; ROCHA, V. J.; FIGUEIREDO, R. A. Diversidade, similaridade e riqueza de morcegos em área nativa e de sistema agroflorestal na Mata Atlântica, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 13, n. 2, p. 6-16. 2018

SIQUEIRA, M.F. 1994. **Análise florística e ordenação de espécies arbóreas da Mata Atlântica através de dados binários**. Dissertação de Mestrado (Ciências Biológicas), Universidade Estadual de Campinas, Campinas,1994

SILVA, J. F. FARINAS, M. R.; FELFILI, J. M.; KLINK, C. A. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the Cerrado region of Brazil. **Journal of Biogeography**, v. 33, p. 536-548. 2006.

SILVA, G. B. S; MELLO, A. Y. I; STEINKE, V. A. Unidades de Conservação no Bioma Cerrado: Desafios e Oportunidades para a Conservação no Mato Grosso. **Geografia**, Rio Claro, v. 37, n. 3, p. 541-554, set/dez, 2012.

SILVA, M. S. F; SOUZA, R. M. Padrões Espaciais de Fragmentação Florestal na Flora do Ibura – Sergipe. **Mercator**, Fortaleza, v. 13, n. 3, p. 121-137, 2014.

SOARES, S. M. 2007. **Composição Florística e estrutura fitossociológica de uma Floresta Estacional Semidecidual em Araras, SP**. Dissertação de Mestrado (Ecologia e Recursos Naturais), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.

SOUZA, G. M.; GURGEL, H. C.; CIAMP, P. M. Análise sazonal da vegetação do Cerrado por meio de dados do sensor MODIS no Distrito Federal (Brasil). **Boletim Goiano de Geografia. Goiânia**, v. 36, n. 3, p. 502-520, set. /dez. 2016

SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, Período 2015-2016**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, INPE, 2017. 69 p.

STEHMANN, J. R.; FORZZA, R. C.; SALINO, A.; SOBRAL, M.; COSTA, D. P.; KAMINO, L. H. **Plantas da Floresta Amazônica. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, 2009. 516 p.

SHERMAN GE, SUTTON T, BLAZEK R, HOLL S, DASSAU O, MORELY B, MITCHELL T, LUTHMAN L. 2018. **Quantum GIS User Guide - Version 3.2**. Disponível em: <[http://download.osgeo.org/qgis/doc/manual/qgis-1.7.0\\_user\\_guide\\_en.pdf](http://download.osgeo.org/qgis/doc/manual/qgis-1.7.0_user_guide_en.pdf)>. Acesso em: 15 de abril de 2018.

TORCHETTO, N. L; QUEIROZ, R.; PEYROT, C.; PATATT, R.; LANGNER, C. H.; OCHOA, L.; KOOPE, E. O uso do Quantum Gis (QGIS) para caracterização e delimitação de área degradada por atividade de mineração de basalto no município de Tenente Portela (RS). **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET**. v. 18. n. 2, p. 719-726, maio-ago, 2014.



TORRES, R.B., MATTHES, L.A.F., RODRIGUES, R.R. & LEITÃO FILHO, H.F. Espécies florestais nativas para plantio em áreas de brejo. **O Agrônomo**, São Paulo, v 44, p 6-13. 1992.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p.25-42, dez. 1998.

## ANEXO

**Quadro 4.** Valores do NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) referente ao período do Verão na Guarnição no ano de 2018.

NDVI					NDVI				
Nº do Fragmento	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	Nº do Fragmento	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
1	0,869	0,559	0,903	0,034	29	0,809	0,690	0,887	0,052
2	0,862	0,054	0,921	0,059	30	0,820	0,639	0,871	0,051
3	0,856	0,688	0,909	0,050	31	0,799	0,708	0,864	0,051
4	0,813	0,721	0,879	0,055	32	0,768	0,698	0,852	0,045
5	0,821	0,776	0,871	0,028	33	0,810	0,655	0,915	0,072
6	0,821	0,639	0,893	0,049	34	0,777	0,580	0,897	0,076
7	0,741	0,706	0,780	0,023	35	0,882	0,832	0,917	0,024
8	0,831	0,650	0,905	0,053	36	0,843	0,687	0,910	0,052
9	0,883	0,619	0,920	0,047	37	0,798	0,713	0,860	0,055
10	0,832	0,725	0,893	0,061	38	0,769	0,654	0,841	0,067
11	0,818	0,724	0,878	0,043	39	0,821	0,751	0,871	0,036
12	0,837	-0,041	0,914	0,079	40	0,772	0,513	0,884	0,072
13	0,816	0,737	0,846	0,025	41	0,845	0,651	0,895	0,047
14	0,815	0,761	0,847	0,034	42	0,777	0,611	0,908	0,070
15	0,862	0,689	0,906	0,048	43	0,864	0,546	0,912	0,054
16	0,9	0,232	0,928	0,053	44	0,855	-0,091	0,901	0,073
17	0,853	0,109	0,912	0,089	45	0,842	0,698	0,907	0,051
18	0,838	0,456	0,901	0,064	46	0,830	0,720	0,884	0,037
19	0,844	0,530	0,923	0,052	47	0,839	0,614	0,902	0,064
20	0,809	0,680	0,881	0,070	48	0,860	0,616	0,900	0,034
21	0,727	0,468	0,827	0,080	49	0,813	0,593	0,892	0,071
22	0,704	0,612	0,785	0,053	50	0,840	0,640	0,888	0,040
23	0,771	0,494	0,836	0,059	51	0,711	0,673	0,806	0,054
24	0,7	0,315	0,851	0,092	52	0,837	0,619	0,897	0,034
25	0,694	0,567	0,812	0,049	53	0,825	0,756	0,907	0,034
26	0,877	0,660	0,911	0,033	54	0,785	0,635	0,852	0,051
27	0,770	0,579	0,883	0,091	55	0,845	0,606	0,904	0,045
28	0,812	0,724	0,871	0,050	56	0,817	0,601	0,895	0,053

**Quadro 5.** Valores do NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) referente ao período do Inverno na Guarnição no ano de 2018.

Nº do Fragmento	NDVI				Nº do Fragmento	NDVI			
	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão		Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
1	0,766	0,386	0,849	0,044	29	0,587	0,380	0,738	0,080
2	0,750	0,300	0,875	0,079	30	0,688	0,470	0,792	0,100
3	0,712	0,484	0,799	0,062	31	0,664	0,524	0,745	0,078
4	0,674	0,581	0,748	0,051	32	0,632	0,440	0,771	0,088
5	0,660	0,593	0,729	0,041	33	0,635	0,358	0,822	0,138
6	0,705	0,441	0,789	0,074	34	0,616	0,343	0,821	0,123
7	0,610	0,571	0,651	0,027	35	0,8	0,705	0,836	0,040
8	0,666	0,363	0,786	0,093	36	0,725	0,432	0,822	0,090
9	0,765	0,395	0,843	0,072	37	0,643	0,501	0,757	0,090
10	0,634	0,437	0,749	0,078	38	0,632	0,489	0,743	0,087
11	0,692	0,601	0,839	0,084	39	0,697	0,518	0,817	0,104
12	0,706	0,216	0,829	0,090	40	0,643	0,308	0,806	0,109
13	0,608	0,430	0,725	0,092	41	0,747	0,538	0,820	0,067
14	0,606	0,539	0,666	0,045	42	0,624	0,464	0,806	0,096
15	0,720	0,479	0,810	0,094	43	0,713	0,301	0,829	0,109
16	0,760	0,195	0,842	0,074	44	0,720	-0,348	0,818	0,116
17	0,632	0,267	0,813	0,130	45	0,607	0,324	0,793	0,098
18	0,694	0,278	0,816	0,094	46	0,564	0,425	0,700	0,078
19	0,704	0,130	0,822	0,091	47	0,725	0,436	0,824	0,081
20	0,660	0,443	0,751	0,105	48	0,725	0,430	0,816	0,054
21	0,534	0,294	0,674	0,078	49	0,730	0,389	0,831	0,070
22	0,494	0,378	0,616	0,064	50	0,721	0,413	0,805	0,073
23	0,610	0,382	0,729	0,086	51	0,529	0,488	0,673	0,087
24	0,470	0,254	0,657	0,083	52	0,716	0,393	0,826	0,062
25	0,5	0,297	0,627	0,074	53	0,515	0,372	0,724	0,085
26	0,742	0,379	0,819	0,059	54	0,558	0,384	0,725	0,086
27	0,535	0,349	0,717	0,119	55	0,598	0,371	0,705	0,082
28	0,552	0,440	0,719	0,074	56	0,659	0,404	0,790	0,081