



**Artigo Original**

e-ISSN 2177-4560

DOI: 10.19180/2177-4560.v16n22022p198-215

Submetido em: 09 jun. 2022

Aceito em: 20 dez. 2022

.....

***Parque do Ingá, Maringá, Paraná: análise da vegetação utilizando o Landsat 8 OLI***

*Parque do Ingá, Maringá, Paraná: vegetation analysis using the Landsat 8 OLI*

*Parque do Ingá, Maringá, Paraná: análisis de vegetación utilizando el Landsat 8 OLI*

Renan Valério Eduvirgem  <https://orcid.org/0000-0002-9830-869X>

Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual de Maringá.

Doutorando em Geografia pelo Programa de Pós-graduação em Geografia (PGE-UEM).

E-mail: georenanvalerio@gmail.com

Diogo Yukio Uema  <https://orcid.org/0000-0001-5072-0178>

Mestre em Análise Ambiental pela Pós Graduação em Geografia (UEM).

Doutorando em Geografia (UEM).

E-mail: dio.yk.u@gmail.com

Paulo José Moraes Monteiro e Teixeira Germano  <https://orcid.org/0000-0003-3700-9984>

Doutorado em geografia pela Universidade Estadual de Maringá.

Mestre em Engenharia Urbana pela Universidade Estadual de Maringá.

E-mail: paulojosegermano@gmail.com

Dalton Nasser Muhammad Zeidan  <https://orcid.org/0000-0003-3356-2491>

Mestrado em Geografia (Geografia Física - Área Análise Ambiental) pela UEM.

Doutorando em Geografia (Geografia Física) pela UEM.

E-mail: daltonzeidan@gmail.com

André Jesus Perçato  <https://orcid.org/0000-0002-3897-2820>

Mestre em Geografia pela Universidade Estadual de Maringá.

Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), campus Presidente Pudente, SP.

E-mail: andrejesus\_91@hotmail.com

Claudemir Rodrigues Soares  <https://orcid.org/0000-0001-5985-7533>

Mestre em Geografia pelo programa de Pós-graduação (PGE-UEM).

Doutorando em Geografia pelo Programa de Pós-graduação (PGE-UEM).

E-mail: rodrisoaresmi@gmail.com

Resumo: Esse trabalho tem o objetivo de avaliar o Parque do Ingá, localizado em Maringá, Paraná, utilizando os índices: Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e o Razão simples (RS) nos anos de 2020 e 2021. Nos procedimentos metodológicos é fornecido a fonte e datas das imagens do satélite Landsat 8 Sensor OLI, o pré-processamento das imagens, cálculos dos índices multiespectrais de vegetação, amostragem populacional, extração dos valores dos índices e programas utilizados. Nos resultados são abordados os valores de NDVI e RS, apresentado as variações no período analisado. Concluiu-se que os maiores valores de NDVI e RS ocorrem majoritariamente nas estações do verão e primavera, entretanto, os menores valores foram determinados nas estações do outono e inverno.

Palavras-chave: Vegetação. Parque. Índices de vegetação. Floresta Estacional Semidecidual.

Abstract: This work aims to evaluate the Parque do Ingá, located in Maringá, Paraná, using the indices: Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and the Simple Ratio (RS) in the years 2020 and 2021. The source and dates of the Landsat 8 Sensor OLI satellite images, the pre-processing of the images, calculations of the multispectral vegetation indices, population sampling, extraction of the values of the indices and programs used. In the results, the values of NDVI and RS are discussed, presenting the variations in the analyzed period. It was concluded that the highest values of NDVI and RS occur mostly in the summer and spring seasons, however, the lowest values were determined in the autumn and winter seasons.

Keywords: Vegetation. Park. Vegetation indices. Seasonal Semideciduous Forest.

Resumen: Este trabajo tiene como objetivo evaluar el Parque do Ingá, ubicado en Maringá, Paraná, utilizando los índices: Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) y la Relación Simple (RS) en los años 2020 y 2021. la fuente y las fechas del Sensor Landsat 8 Imágenes de satélite OLI, el preprocesado de las imágenes, cálculos de los índices de vegetación multiespectral, muestreo de población, extracción de los valores de los índices y programas utilizados. En los resultados se discuten los valores de NDVI y RS, presentando las variaciones en el período analizado. Se concluyó que los valores más altos de NDVI y RS se presentan mayormente en las épocas de verano y primavera, sin embargo, los valores más bajos se determinaron en las épocas de otoño e invierno.

Palabras clave: Vegetación. Parque. Índices de vegetación. Bosque Semideciduo Estacional.

## ***1 Introdução***

Na atualidade, os estudos relacionados à proteção da vegetação em áreas urbanas são crescentes, uma vez que à proteção de áreas verdes auxiliam no conforto térmico, além de embelezar o ambiente urbano.

Em cidades brasileiras e em outros países, são comuns boques e parques em áreas urbanas, sendo amplamente estudados por diversos autores na literatura (ZAMORA *et al.*, 2003; LOBODA; DE ANGELIS, 2005). Os parques no meio urbano, são fundamentais para a sobrevivência de distintas espécies animais, tanto nativas, quanto exóticas (PINEDA-LÓPEZ *et al.*, 2013).

Uma ferramenta utilizada por pesquisadores de diferentes áreas, com a finalidade de monitorar parques urbanos são índices de vegetação. Na literatura há diversos índices de vegetação, para mensuração, avaliação espacial e gráfica da vegetação (ZANZARINI *et al.*, 2013; GAMEIRO *et al.*, 2016). Entre eles, um dos mais utilizados é o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Desenvolvido na década de 1970 (ROUSE, 1973), o NDVI sendo muito utilizado pela comunidade científica, tanto em pesquisas acadêmicas, como em trabalhos realizados por empresas privadas.

O uso do NDVI é comumente utilizado em estudos e pesquisas que possuem como objeto de análise a vegetação. Em pesquisa realizada pelos autores Eduvirgem *et al.* (2018), aplicando o NDVI em uma área

verde na cidade de Lisboa, Portugal, tiveram como resultado a ocorrência dos maiores valores do índice localizados no Parque Florestal Monsanto.

Em conformidade, Wilson *et al.* (2003) também ressaltam que parques urbanos geralmente exibem maior os maiores valores médios de NDVI, em relação ao entorno. Isto se deve ao fato de ocorrer a predominância do porte arbóreo e de outras coberturas vegetais em estratos mais altos e desenvolvidos nessas áreas.

Como forma de otimizar os resultados em locais com maior densidade de vegetação em áreas urbanas, utiliza-se também o índice Razão simples (RS) - *Simple Ratio* -, que tem por finalidade separar a vegetação verde, assim, como o NDVI. Não obstante, o RS apresenta menor saturação nos valores de vegetação (JENSEN, 2011), sendo mais indicado para áreas florestais.

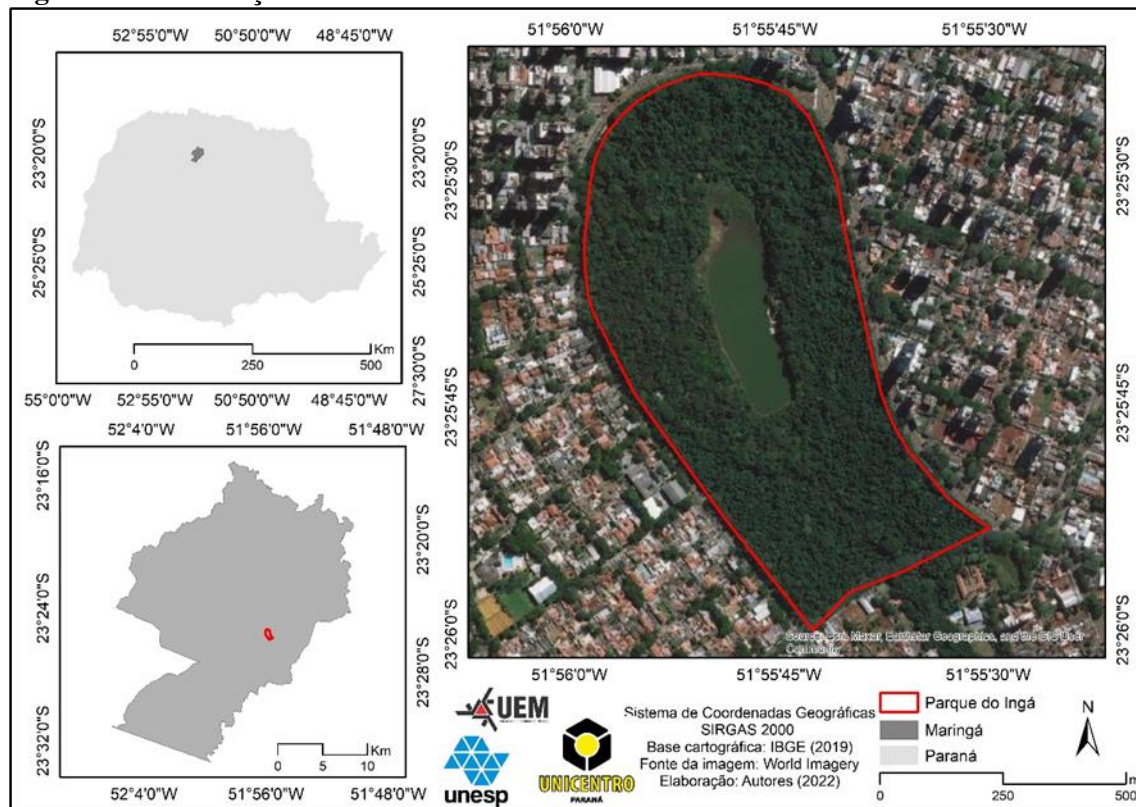
Desta forma, fica evidente que o monitoramento da vegetação urbana se apresenta de fundamental importância, sobretudo nos fragmentos florestais cuja função é em sua maioria auxiliar no conformo térmico urbano, promover o bem-estar da população e nos casos dos fragmentos florestais em áreas de fundo de vale, a proteção dos canais hídricos. O presente trabalho tem por objetivo avaliar o Parque do Ingá, localizado em Maringá, Paraná, utilizando os índices: Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e o Razão simples (RS), nos anos de 2020 e 2021.

## ***2 Material e Método***

### ***2.1 Localização e descrição da área***

O Parque do Ingá (figura 01), está inserido sob a área central da cidade de Maringá, município localizado na porção Norte-Central do Estado do Paraná, com população estimada para o ano de 2021 de aproximadamente 436 mil habitantes de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022).

**Figura 01. Localização da área de estudo**



Fonte: Autoria própria (2022).

O Parque do Ingá teve sua origem a partir do projeto do engenheiro Jorge de Macedo Vieira, em conformidade com a legislação de proteção de mananciais que vigorava em 1943. A área do Parque do Ingá corresponde a 47,3 hectares (MARINGÁ, 2007) - consistindo em uma área de preservação permanente de 1990, regida pelo artigo 174 da Lei Orgânica do Município. Esse fato é importante, porque esse parque abriga espécies vegetais em extinção; Navi (2016, p. 98) identificou nesse parque urbano quatro espécies em extinção, sendo “*Aspidosperma polyneuron*, *Balfourodendron riedelianum*, *Cedrela fissilis* e *Euterpe edulis*, de acordo com as listas vermelhas atualizadas”.

Segundo a classificação climática de Köppen, a região de Maringá caracteriza-se como sendo do tipo Cfa (subtropical com verões quentes). O regime de precipitação é maior na estação do verão, sendo bem distribuídas ao longo do ano. No inverno há redução da precipitação com uma subseca não muito pronunciada no final dessa estação. A precipitação média anual é de 1.600 mm (TERASSI *et al.*, 2018). A vegetação é composta pelas formações da Floresta Estacional Semidecidual Submontana, e Aluvial em fragmentos específicos (GARCIA *et al.*, 2017).

Sobre as condições hidrológicas, o Parque do Ingá tem em seu interior a nascente do Córrego Moscados que fora em 1970 represado, dando origem ao lago do Parque. Ocupando cerca de 1/5 da área

preservada, seu abastecimento ocorre pelas nascentes no interior do parque (MARINGÁ, 1994; MARÓSTICA *et al.*, 2003).

Com relação aos solos, há o predomínio de solos bem desenvolvidos bem drenados e profundos. Tendo como origem dos basaltos, as principais ocorrências são dos LATOSSOLOS VERMELHOS nas partes mais elevadas do parque, e do NITOSSOLO VERMELHO no interior do parque. Há ainda, em menor proporção a presença dos NEOSSOLOS LITÓLICOS e dos CAMBISSOLOS, estes geralmente associados aos fundos de vale e com significativa declividade (MARINGÁ, 1994).

## 2.2 Procedimentos de laboratório

### 2.2.1 Aquisição dos dados de precipitação

Os dados de precipitação foram adquiridos no Instituto das Águas do Paraná, com estação meteorológica identificada por 2351013, nas coordenadas lat. 23° 25' 00" e long. 51° 57' 00". Os dados de precipitação foram utilizados para testar se há correlação com o NDVI e RS, para o período analisado. Os procedimentos de teste de correlação são abordados no penúltimo tópico dessa seção.

### 2.2.2 Aquisição das imagens Landsat 8, processamento e cálculos do NDVI e RS

As imagens foram adquiridas no repositório da *United States Geological Survey*, gratuitamente. Nesse trabalho foram utilizadas 19 imagens do satélite Landsat 8 Sensor OLI (Tabela 01).

**Tabela 01. Datas e órbitas/pontos das imagens utilizadas**

<b>Data</b>	<b>Órbita/Ponto</b>
20/01/2020	223/076
01/03/2020	222/076
09/04/2020	222/076
04/05/2020	222/076
12/06/2020	223/076
23/07/2020	222/076
08/08/2020	222/076
09/09/2020	222/076
02/10/2020	223/076
23/02/2021	223/076
11/03/2021	223/076
21/04/2021	222/076
15/06/2021	223/076
01/07/2021	223/076
02/08/2021	223/076

03/09/2021	223/076
21/10/2021	223/076
22/11/2021	223/076
09/12/2021	222/076

Fonte: Autoria própria (2022).

Após a aquisição realizou-se o processamento das imagens utilizando o *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP). Com essa ferramenta transformou-se o número digital (ND) em reflectância e, também se executou à correção atmosférica pelo método *Dark Object Subtraction* (DOS1), proposto por Chávez Jr. (1998). Em seguida promoveu-se o cálculo do NDVI.

O cálculo do NDVI consiste em uma razão de bandas (Equação 01), em que são utilizadas as bandas 5 (NIR) e banda 4 (Red), Infravermelho próximo e o vermelho, respectivamente. Para o cálculo do RS utilizou-se a equação 02.

$$NDVI = \frac{(\rho_{NIR} - \rho_{Red})}{(\rho_{NIR} + \rho_{Red})} \quad \text{Eq. 01}$$

$$RS = \frac{\rho_{NIR}}{\rho_{RED}} \quad \text{Eq. 02}$$

Em que:

*NDVI* = Índice de Vegetação por Diferença Normalizada

*RS* = Razão Simples (*Simple Ratio*)

$\rho_{NIR}$  é a reflectância na banda do infravermelho próximo;

$\rho_{RED}$  é a reflectância na banda do vermelho.

### 2.3 Determinação da amostra

A amostragem estatística foi realizada de acordo com Silva e Gazola (2011), com confiança de 95% e erro de 5% (Equação 03). O universo é de 947 *pixels*<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Considerou-se todos os *pixels* correspondentes à vegetação, sendo desconsiderados os referentes à água, que estão presentes na parte central do Parque do Ingá.

$$n_0 = \frac{1}{4} \cdot \left( \frac{Z_{\alpha/2}}{e_0} \right)^2 \quad \text{Eq. 03}$$

Em que:

$n_0$  = é o tamanho da amostra sem o fator de correção;

$Z_{\alpha/2}$  = é o valor calculado com base no teste Z;

$e$  = probabilidade do valor encontrado não seja verdadeiro.

Quando o universo é inferior a 10.000, deve-se usar o fator de correção (Equação 04).

$$n = \frac{N \cdot n_0}{N + n_0 - 1} \quad \text{Eq. 04}$$

Em que:

$n$  = é o tamanho da amostra com fator de correção;

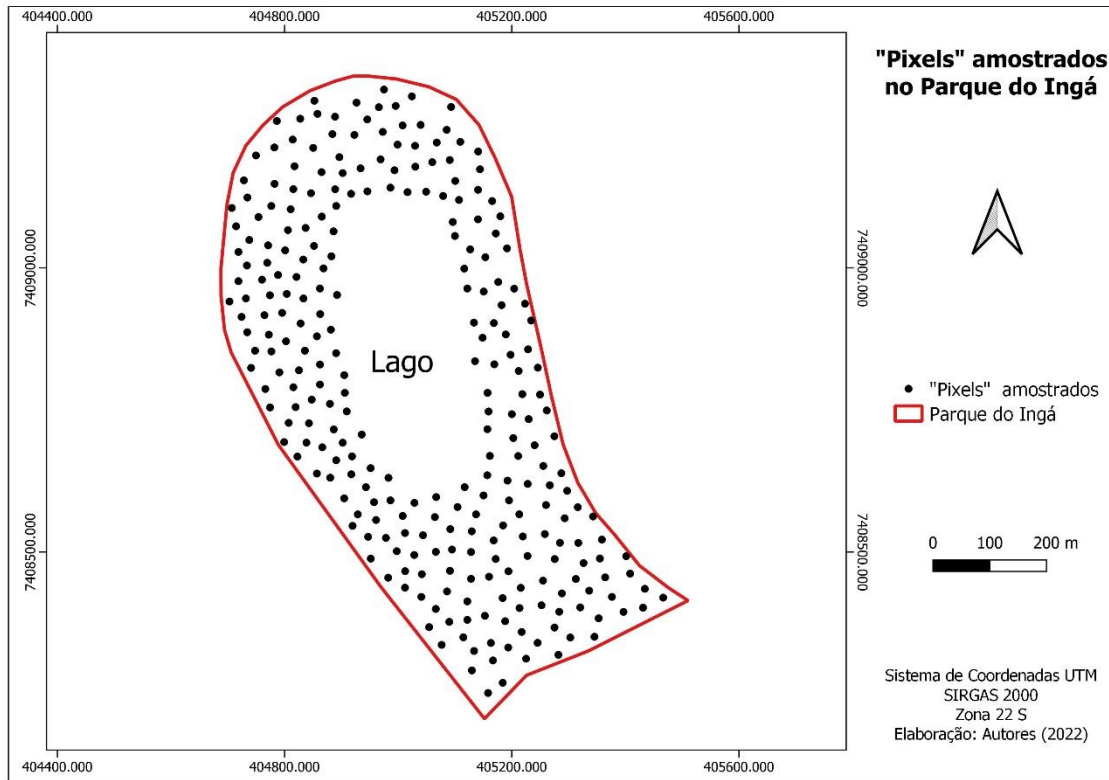
$N$  = é o universo estatístico;

$n_0$  = tamanho da amostra sem o fator de correção.

Como resultado das equações têm-se o valor de 274, assim, determinando-se a quantidade de *pixels*, que foram extraídos os valores de NDVI e RS.

Para não escolher os *pixels* que foram amostrados, criou-se um vetor com a delimitação do Parque do Ingá, sendo utilizada em seguida a ferramenta “pontos aleatórios no interior dos polígonos” do Qgis 3.16.16, que seleciona e plota aleatoriamente (Figura 02). Para extração dos valores foi utilizado o *Point Sampling Tool*, e na sequência calculada a média aritmética simples para cada data (Equação 05).

**Figura 02. Pixels amostrados no Parque do Ingá**



Fonte: Autoria própria (2022).

$$Ms = \left( \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} \right)$$

Eq. 05

Em que:

Ms: média aritmética simples

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ : valores dos dados

n: número de dados

#### 2.4 Teste de normalidade e correlação de Kendall (Tau-b)

Testou-se a normalidade dos dados para saber qual teste de correlação utilizar. Como a série de dados mensais é inferior a 30, optou-se por realizar o teste de normalidade conforme sugerido por Miot (2017).

Os conjuntos de dados de NDVI e RS apresentaram normalidade ( $H_0$ ) tanto no teste de Shapiro-Wilk, quanto no Kolmogorov-Smirnov  $p$ -valor  $> 0,05$ , no entanto, para precipitação não apresentou ( $H_a$ )  $p$ -valor  $< 0,05$ ; por tal fato, optou-se por realizar o teste de correlação de Kendall (Tau-b). Assim, testou-se a



correlação entre a precipitação mensal com os valores de RS e NDVI<sup>2</sup>. Os testes estatísticos foram realizados no programa SPSS 22®.

### *2.5 Geração de gráficos e mapas*

Para gerar o mapa de localização foi utilizado o programa ArcGis 10®; para o mapa interpolado o Qgis 3.16.16. Os gráficos foram gerados no Microsoft Excel 365®<sup>3</sup>.

### *2.6 Interpolação utilizando a Distância Inversa Ponderada*

O interpolador *IDW (Inverse Distance Weighted)* foi utilizado para especializar os dados dos valores médios de NDVI e RS, para os anos de 2020 e 2021, utilizando o Qgis 3.16.16.

## **3 Resultados e discussão**

Os valores de NDVI oscilaram no período analisado, como espera-se, sendo 78,95% do tempo acima 0,80. Os meses com valores abaixo de 0,80 foram: maio (2020), junho (2020), setembro (2020 e 2021).

Os menores valores de NDVI determinados no Parque do Ingá foram 0,61 em setembro, 0,62 em julho de 2020 e em setembro de 2021, já o maior 0,93 em fevereiro, outubro e novembro de 2021 (Figura 03).

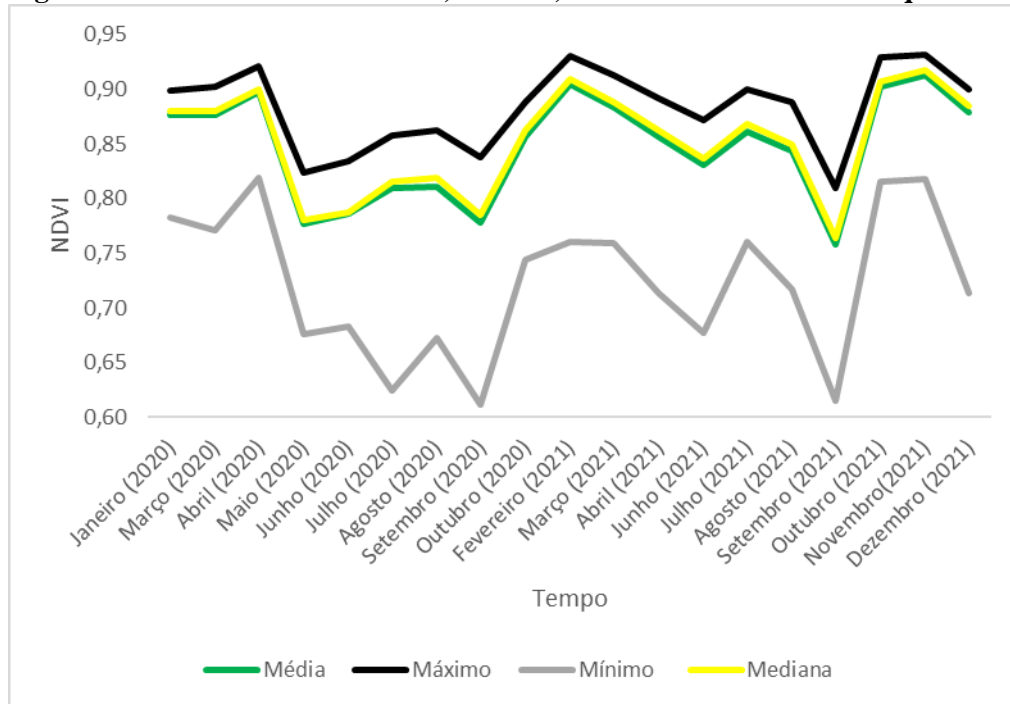
Valores de NDVI em Floresta Estacional Semidecidual Aluvial, foram determinados por Alves e Loverde-Oliveira (2020) entre 0,76 a 1, por Magalhães, Xavier e Santos (2013) entre 0,43 a <0,91 na FES. Tais valores assemelham-se aos determinados no Parque do Ingá.

---

<sup>2</sup> Os valores de NDVI e RS são resultantes das médias dos *pixels* amostrados, correspondente ao mês de análise.

<sup>3</sup> Licença *Family*

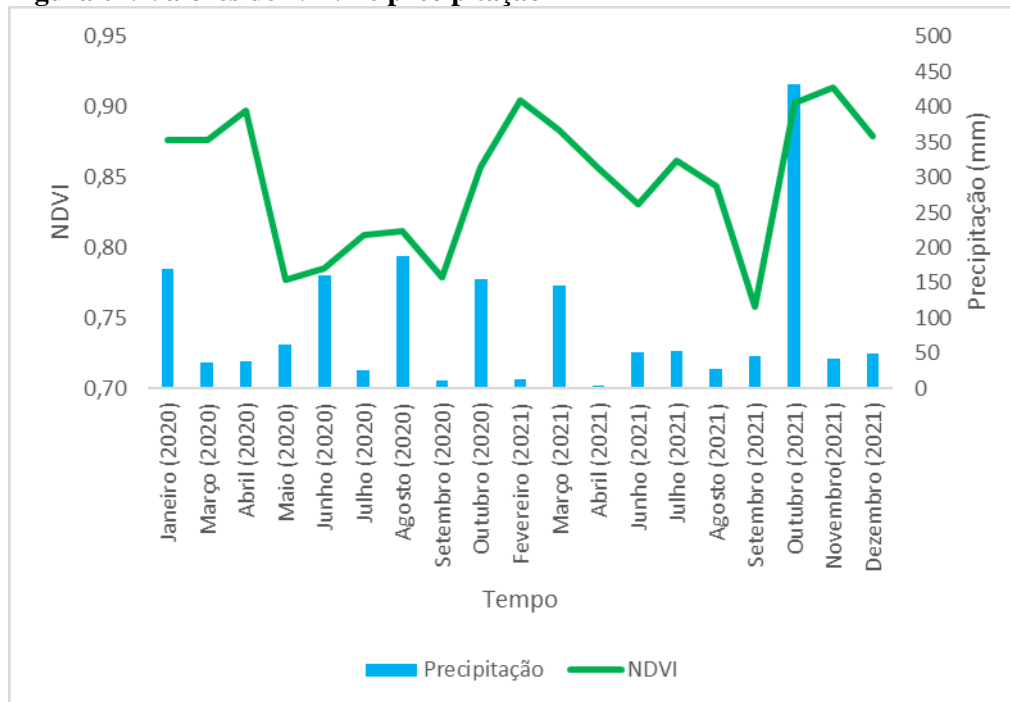
**Figura 03. Valores de NDVI médio, mínimo, máximo e mediana do Parque do Ingá**



Fonte: Autoria própria (2022).

Ao analisar a figura 04, claramente nota-se que a diminuição dos valores de NDVI não é explicada apenas pela precipitação, como também foi expresso por Rosemback (2007).

**Figura 04. Valores de NDVI e precipitação**



Fonte: Autoria própria (2022).

Com alusão ao coeficiente de correlação de Kendall (*Tau-b*), entre as variáveis precipitação média mensal e o NDVI médio, a correlação foi fraca e positiva ( $\tau = 0,29$ ;  $p > 0,05$ ), não significativa, com 64,5% dos pares concordantes e 35,5% discordantes. Esse contexto vai ao encontro com o afirmado por Figueiró (2015, p. 24), que “a ocorrência de uma dada formação vegetal em uma determinada área não pode ser explicada unicamente pela abundância de umidade”.

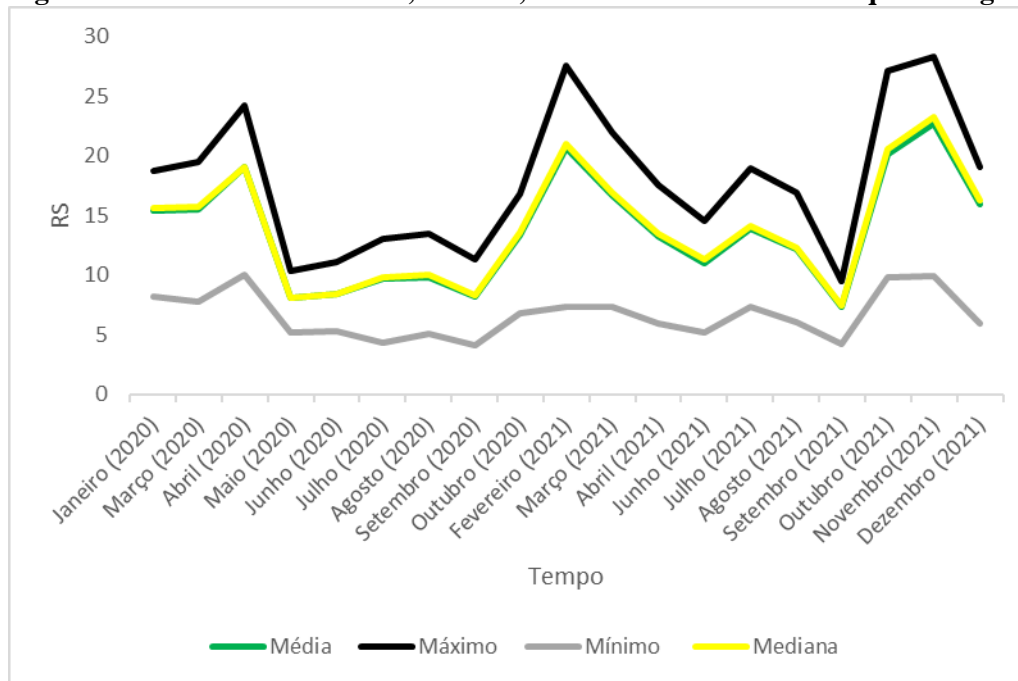
Haja visto, o resultado dessa correlação também foi possível de visualizar, de modo indireto na figura 04, em que não se observou um acompanhamento entre as variáveis diretamente.

Quanto ao resultado da correlação, Callegari-Jacques (2008) afirma que situações como essa podem ocorrer devido ao pequeno número amostral. Além desse fator, o conjunto de dados analisados, é oriundo de dados mensais, bem como trata-se de Mata Atlântica – Floresta Estacional Semidecidual.

Ressalta-se que há trabalhos na literatura com correlação entre precipitação e NDVI, acima de 0,6 e 0,76, como é apresentado nos estudos de Dias (2017), Assad, Setzer e Moreira (1988), respectivamente. Rosembach (2007) encontrou valores de correlação próximos de zero, afirmando que não se pode concluir que a vegetação estudada tem comportamento modulado pelo regime de chuvas. Tais trabalhos foram realizados em áreas exponencialmente maiores, com usos diversificados.

O RS apresentou os menores valores de maio a setembro de 2020, e, junho, agosto e setembro de 2021; os dois menores valores foram 4,14 em setembro de 2020 e 4,19 no mesmo mês em 2021. Os maiores valores foram determinados em abril de 2020 (24,24), fevereiro de 2021 (27,61), outubro de 2021 (27,14) e novembro de 2021 (28,34) (Figura 05).

**Figura 05. Valores do RS médio, mínimo, máximo e mediana do Parque do Ingá**



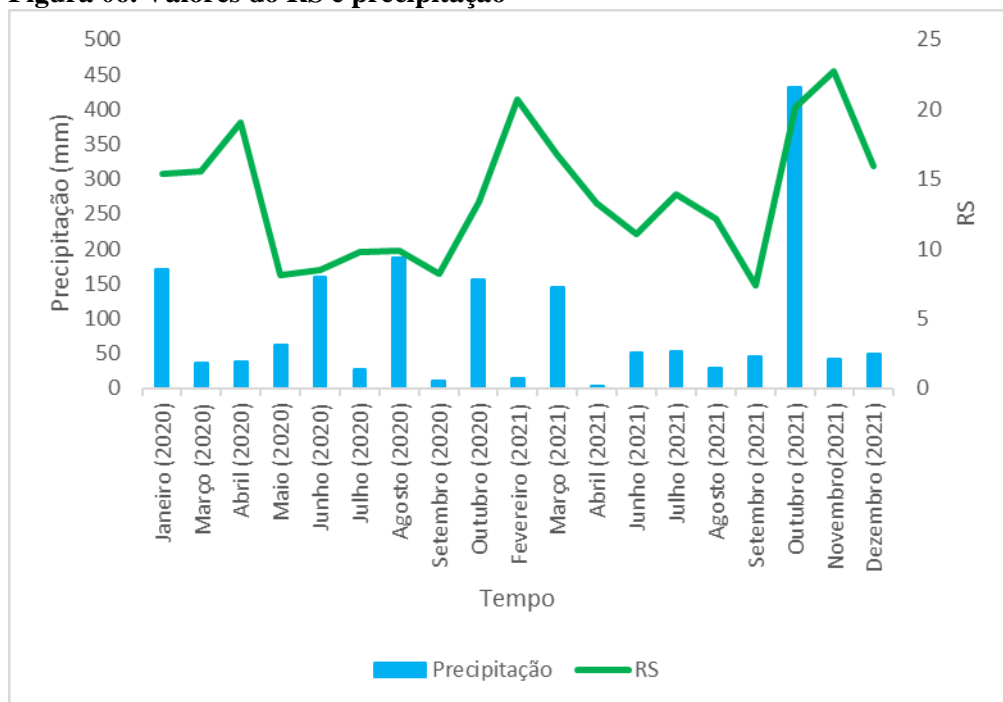
Fonte: Autoria própria (2022).

Germano, De Angelis e Sampaio (2017) em estudo realizado com flora vascular de um remanescente de FES - Horto Florestal Dr. Luiz Teixeira Mendes -, em Maringá-PR, determinaram valores de RS semelhantes ao deste estudo, sendo 4,0 a 17,0 – nesse estudo foi determinado valor máximo de 28,34, não obstante, Germano, De Angelis e Sampaio utilizaram uma cena de 14/03/2016, e no presente trabalho determinou-se para março de 2020 RS de 19,50 e 21,94 para março de 2021.

Navi (2016) estudando o mesmo parque urbano do presente trabalho, utilizando uma cena do satélite Landsat 8 OLI de 14/03/2016, obteve valores do índice de vegetação RS variando entre 0 a 12, sendo vegetação valores  $\geq 3$  – vale ressaltar que no estudo a autora considerou também o lago na área central do parque –.

Quanto aos resultados apresentados no comparativo entre RS médio e precipitação pluvial média, os mesmos conferem similaridade com o expressado no NDVI médio, percebendo-se sutil diferença na suavização pontual no período entre junho e agosto de 2020 (Figura 06).

**Figura 06. Valores do RS e precipitação**



Fonte: Autoria própria (2022).

No que tange ao coeficiente de correlação de Kendall (*Tau-b*), entre as variáveis precipitação média mensal e o RS médio, a correlação obtida foi fraca e positiva ( $\tau = 0,29$ ;  $p > 0,05$ ), não significativa, assim, correspondendo ao mesmo  $\tau$  do NDVI.

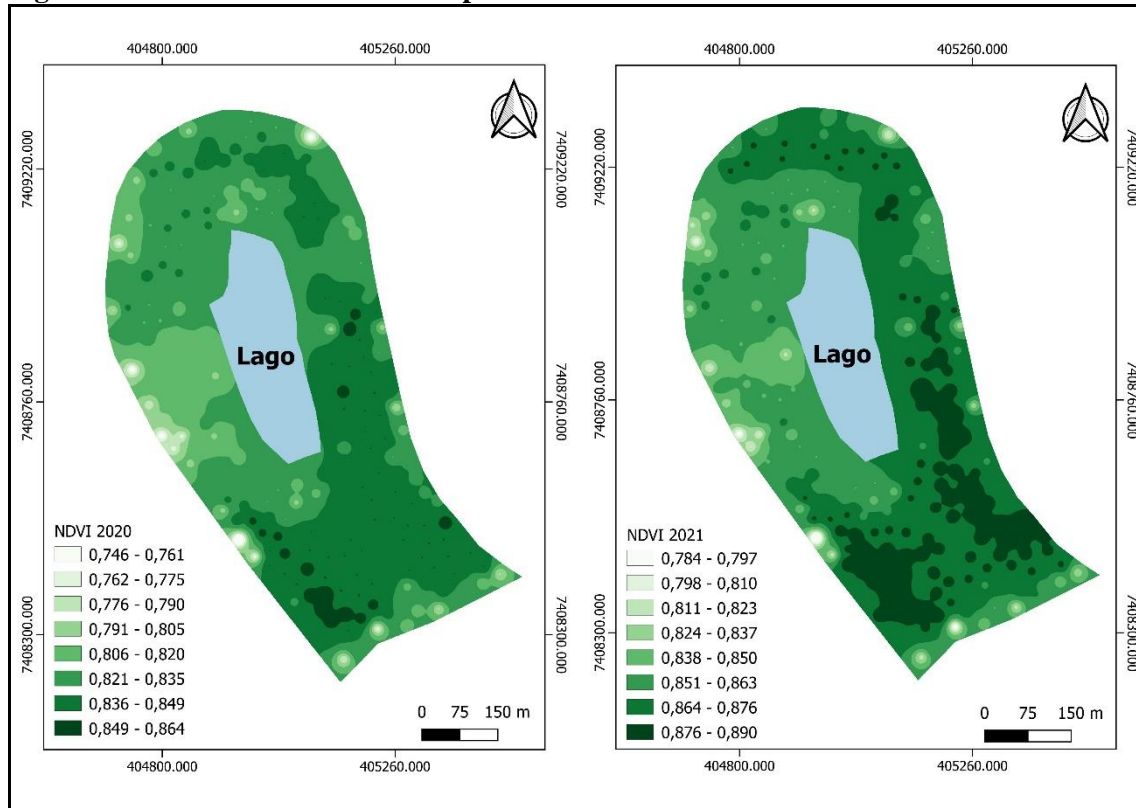
Ao comparar as séries do NDVI e RS percebe-se que, os valores mínimos do RS são suavizados em comparação com o NDVI. Os valores máximos também são melhores definidos de maneira heterogênea no período analisado no RS em relação ao NDVI; assim como também verificado por Jensen (2011). Nota-se que os maiores valores de RS foram bem definidos com picos majoritariamente nas estações do verão e primavera (Figuras 03 e 05).

Para ambos os gráficos (Figuras 03 e 05) observou-se que os menores valores de NDVI e RS, foram determinados nas estações de outono e inverno. Ressalta-se que a vegetação que está sendo analisada é composta pela FES, que a porcentagem de árvores caducifólias, no conjunto florestal corresponde entre 20 a 50% (IBGE, 1992). Outrossim, Nigro (2022, p. 290) classificou a vegetação do Parque do Ingá como “secundária avançada por ter uma grande área de vegetação com características próprias das Florestas Estacionais Semidecíduais, mesmo a maior parte do fragmento ter apresentado estágio médio de sucessão”.

A figura 07 apresenta a distribuição espacial dos valores médios de NDVI para 2020 e 2021, assim, complementando a análise. Os maiores valores de NDVI estão concentrados na parte sul e leste do Parque do Ingá; já os menores valores em suma na face oeste. Os valores presentes ao sul e leste oscilam entre 0,89

e 0,87 para 2021, e, 0,86 a 0,80 para 2020. A oeste oscilou entre 0,74 a 0,81 para 2020, e, 0,78 a 0,85 para 2021.

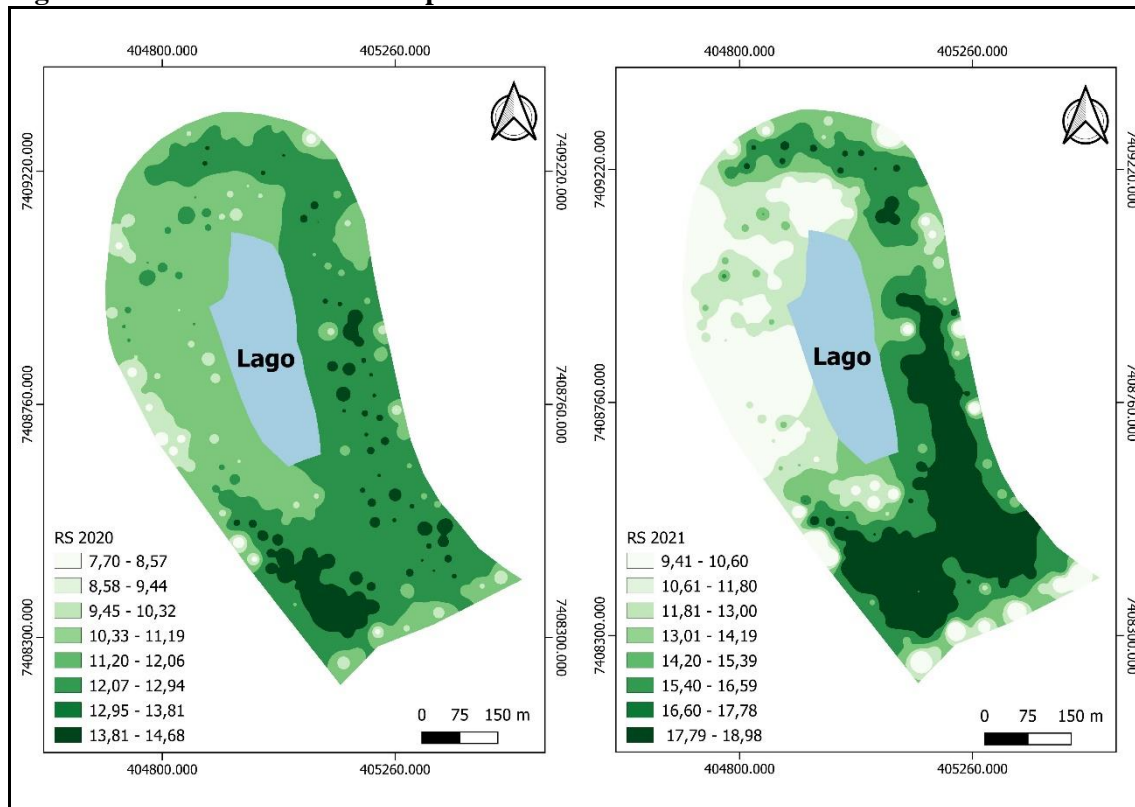
**Figura 07. Valores médios de NDVI para 2020 e 2021**



Fonte: Autoria própria (2022).

Os valores de RS para 2020 e 2021 são apresentados espacialmente na figura 08. Os maiores valores concentraram-se também ao sul e leste, variando entre 11,30 a 14,68 para 2020, e, 15,25 a 18,98 para 2021. Para a área oeste, verificou-se os valores 9,41 a 14,37 para 2021, e, 7,70 a 11,55 para 2020.

**Figura 08. Valores médios de RS para 2020 e 2021**



Fonte: Autoria própria (2022).

As figuras 07 e 08, apresentaram notoriamente que ambos os índices foram satisfatórios para demonstrar espacialmente, tanto os valores baixos, quanto os valores elevados, nas respectivas áreas do Parque do Ingá: sul, norte, leste e oeste. Não obstante, o RS foi mais eficiente na discriminação espacial dos dados, indo ao encontro do mencionado por Jensen (2011), sobre a saturação.

Ao utilizar a correlação para as variáveis NDVI 2020 e RS 2020, determinou-se que a mesma foi muito forte e positiva ( $\tau = 0,902$ ;  $p < 0,05$ ), e, para 2021 forte e positiva ( $\tau = 0,887$ ;  $p < 0,05$ ) – ambas estatisticamente significantes –. Assim, corroborando os apontamentos realizados na análise espacial.

Navi (2016) propôs uma classificação da vegetação em três setores: baixa (setor 1), média (setor 2) e alta abundância de vegetação (setor 3). Na classe de alta abundância de vegetação – sul e leste – foi determinado no presente estudo os maiores valores de RS e NDVI. Na face oeste onde concentrou-se de modo geral os menores valores enquadraram-se no setor 1, e na área norte o setor 2 onde estão concentrados de sobremaneira tanto os valores baixos, quanto os elevados – RS 9,70 a 17,26, e, NDVI de 0,76 a 0,87, predominando de 0,82 a 0,86 para NDVI e 11 a 15 para o RS–.

Ao confrontar as figuras 07 e 08 com o zoneamento do Parque do Ingá (MARINGÁ, 2007) – zonas de recuperação, uso especial, histórico-cultural, uso intensivo, uso extensivo e primitiva –, verificou-se que

os menores valores contemplam as zonas de uso extensivo, intensivo e histórico-cultural; e os maiores valores nas zonas primitiva e de recuperação.

#### ***4 Considerações finais***

O presente trabalho apresentou nova contribuição para área, devido ao período analisado (2020-2021) com a comparação entre NDVI e RS. O estudo também obteve êxito ao cumprir o objetivo proposto.

Foi possível identificar que os maiores valores de NDVI e RS, majoritariamente correspondem as estações de primavera e verão, entretanto, os menores valores no inverno e outono. No que condiz a análise espacial, os maiores valores estão presentes predominantemente nas áreas sul e leste - zonas primitiva e de recuperação.

Propõem-se que esse estudo tenha continuidade, tanto no âmbito do sensoriamento remoto, quanto com trabalhos de campo. Sugere-se como estudo complementar que seja promovida a análise espacial – com data posterior a 2016 até o presente – para verificação das variações espaciais em distintos locais do Parque do Ingá – ano a ano e valores médios anuais–, haja visto que esse estudo comprovou que existe variação mensal de RS e NDVI, bem como espacial. Tais análises auxiliam no monitoramento do Parque do Ingá, e, dessa forma ajudam a manter a vegetação conservada, bem como colaborando para os agentes públicos tomarem medidas preventivas, visto que há espécies ameaçadas de extinção no interior desse parque.

#### ***Referências***

ASSAD, E. D.; SETZER, A.; MOREIRA, L. Estimativa de precipitação através dos índices de vegetação do satélite NOAA. **Anais...** Natal - RN. 1988. p. 425-429. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte@80/2008/07.24.17.27/doc/425-429.pdf>. Acesso em: 02 mai 2022.

ALVES, G. B. M.; LOVERDE-OLIVEIRA, S. M. Uso do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para Análise da Distribuição e Vigor da Vegetação no Pantanal Norte. **Geografia (Londrina)**, v. 29, n. 1, p. 175-190, 2020.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. (Ed.) Porto Alegre: Editora Artmed, 2008. 255 p.

CHÁVEZ JR, P. S. An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. **Remote Sensing of Environment**, v. 24, p. 459-479, 1998.

DIAS, I. M. **Relação entre índices de vegetação e precipitação pluvial no estado de Sergipe**. 2017. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.



- EDUVIRGEM, R. V.; PERIÇATO, A. J.; SANCHES, C. C.; SOARES, C. R.; CARAMINAM, L. M.; SANTOS, M. V. Análise da temperatura aparente de superfície e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) em Lisboa, Portugal, no verão de 2017. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 5, n. 10, p. 587-597, 2018.
- FIGUEIRÓ, A. **Biogeografia: dinâmicas e transformações da natureza**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 384 p.
- GAMEIRO, S.; TEIXEIRA, C. P. B.; SILVA NETO, T. A.; LOPES, M. F. L.; DUARTE, C. R.; SOUTO, M. V. S.; ZIMBACK, C. R. L. Avaliação da cobertura vegetal por meio de índices de vegetação (NDVI, SAVI e IAF) na Sub-Bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe, CE. **Terrae**, v. 13, n. 1-2, p. 15-22, 2016.
- GARCIA, L. M.; ROMAGNOLO, M. B.; SOUZA, L. A. Flora vascular de um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual, no município de Maringá, Paraná, Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 10, p. 501-532, 2017.
- GERMANO, P. J. M. M. T.; DE ANGELIS, B. D.; SAMPAIO, A. C. F. Avaliação da cobertura vegetal do Horto Florestal Dr. Luiz Teixeira Mendes, em Maringá-Paraná, por meio do Índice de Vegetação Razão Simples. **Geingá**, v. 9, n. 2, p. 115-135, 2017.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/maringa/panorama>. Acesso em: 20 abr 2022.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro, 1992. 92p. (Série manuais técnicos em geociências, n. 1).
- JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. Trad: EPIPHANIO, José Carlos Neves (Coo) *et al.* São José dos Campos –SP: Parêntese, 2011.
- LOBODA, C. R.; DE ANGELIS, B. L. D. Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções. **Ambiência**, v.1, n.1, p. 125-139, 2005.
- MAGALHÃES, I. A. L.; XAVIER, A. C.; SANTOS, A. R. Caracterização da dinâmica espectro temporal florestal e da cana-de-açúcar no município de Itapemirim, ES. **Geosul**, v. 28, n. 56, p. 183-210, 2013.
- MARINGÁ. Prefeitura do Município de Maringá. **Plano de Manejo do Parque do Ingá**. Maringá, Paraná: Secretaria do Meio Ambiente, 1994.
- MARINGÁ. Prefeitura do Município de Maringá. Secretaria do Meio Ambiente. **Revisão do Plano de Manejo do Parque do Ingá**. Maringá, PR: PMM, 2007.
- MARÓSTICA, L. M. F.; MERENDA, E. A.; MARÓSTICA, F. B.; BUOGO, R.; MACIEL, L. F.; DE ANGELIS NETO, G.; DE ANGELIS, B. L. D. Estudo do manejo das erosões em uma unidade de conservação urbana: Parque do Ingá, Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 25, n. 1, p. 97-102, 2003.
- MIOT, H. A. Avaliação da normalidade dos dados em estudos clínicos e experimentais. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 16, n. 2, p. 88-91, 2017.
- NAVI, A. C. O. N. **Estudo de espécies arbóreas ameaçadas de extinção no Parque do Ingá, Maringá – PR**. 2016. 157 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2016.

- NIGRO, G. T. Avaliação da recomposição vegetal dos fragmentos florestais urbanos na bacia do Córrego Cleópatra/Moscados, Maringá-PR. **Caminhos de Geografia**, v. 23, n. 86, p. 282-297, 2022.
- PINEDA-LÓPEZ, R.; RUBIO, A. M.; ACOSTA, I. A.; ORRANTI, J. A. O. Detección de aves exóticas en parques urbanos del centro de México. **Huitzil**, v.14, n.1, p. 56-67, 2013.
- ROSEMBACK, G. R. **Análise da dinâmica da cobertura vegetal na região Sul do Brasil a partir de dados Modis-Terra**. 2007. 82 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2007.
- 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-1 Symposium, Washington. **Anais...** Washington, D.C: NASA/Goddard Space Flight Center. 1, 309-317, 1973.
- TERASSI, P. M. B.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; GÓIS, G.; GALVANI, E. Variabilidade do Índice de Precipitação Padronizada na Região Norte do Estado do Paraná Associada aos Eventos de El Niño-Oscilação Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 33, p. 11-25, 2018.
- SILVA, I. A. B.; GAZOLA, S. **Estatística Aplicada à Biologia**. Maringá: Editora da Universidade Estadual de Maringá, 2011. 106 p.
- WILSON, J. S.; CLAY, M.; MARTIN, E.; STUCKEY, D.; VEDDER-RISCH, K. Evaluating environmental influences of zoning in urban ecosystems with remote sensing. **Remote Sensing of Environment**, v. 86, p. 303-321, 2003.
- ZAMORA, E. C.; POMBO, E. S.; BRASSART, C. S.; MORENCOS, I. Z. Metodología para el estudio de los parques urbanos: la comunidad de Madrid. **GeoFocus**, n. 3, p. 160-185, 2003.
- ZANZARINI, F. V.; PISSARRA, T. C. T.; BRANDÃO, F. J. C.; TEIXEIRA, D. D. B. Correlação espacial do índice de vegetação (NDVI) de imagem Landsat/ETM+ com atributos do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 6, p. 608-614, 2013.

### ***Agradecimentos***

Os autores (ordem: 2º, 4º e 5º) agradecem à Fundação CAPES pelas bolsas de doutorado. Agradecimentos também aos de departamentos de geografia e de pós-graduação em geografia da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Universidade Estadual de Maringá e FCT/Unesp.