

## Dossiê Parque Estadual do Turvo (PET) - Yucumã

# Caracterização Geomorfológica do Parque Estadual do Turvo e a sua influência na relação da distribuição Fitossociológica das espécies arbóreas

Geomorphological Characterization of the State Park of Turvo and its influence on the phytosociological distribution of forest species

Caracterización Geomorfológica del Parque Estatal Turvo y su influencia en la relación de la distribución Fitosociológica de las especies forestales

Daniele Arndt Erthal<sup>I</sup> , Fábio Marcelo Breunig<sup>II</sup> , Rafaelo Balbinot<sup>III</sup> ,  
William Gaida<sup>III</sup> 

<sup>I</sup> Saltus Consultoria Ambiental e Florestal, Frederico Westphalen, RS, Brasil

<sup>II</sup> Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil

<sup>III</sup> Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS

## RESUMO

O Parque Estadual do Turvo - PET está situado no noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, no município de Derrubadas, sendo uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, tendo grande importância por representar o último remanescente de tamanho considerável da floresta estacional decidual no sul do Brasil (SEMA, 2005). O objetivo do trabalho é a caracterização geomorfológica e a dinâmica temporal de dados meteorológicos para o PET, que são combinados para analisar a distribuição fitossociológica da floresta estacional decidual presente no PET. Para esse uso foram realizados levantamentos fitossociológicos a campo, utilizando o modelo digital do terreno SRTM para calcular a geomorfologia e os dados meteorológicos da precipitação e da temperatura da plataforma GIOVANNI. As variáveis meteorológicas como a precipitação e a temperatura estão diretamente relacionadas com a distribuição dos biomas e as tipologias florestais. A modelagem topográfica do PET possibilitou à análise das características do relevo. Os dados obtidos com a modelagem topográfica permitiram concluir por meio do estudo realizado da declividade e altimetria, e das variáveis de orientação de vertentes, que o relevo do PET é em sua maioria plano a ondulado. Por meio da orientação de vertentes, foi possível verificar que não existem grandes predomínios de direções da orientação. As classes altimétricas menores são as áreas mais próximas da borda da área do parque, onde passa o Rio Uruguai. Analisando-se os dados fitossociológicos medidos em campo e a modelagem topográfica, conclui-se que entre as espécies presentes nas parcelas, a mais característica é o jerivá. Presente na maioria das parcelas amostradas, a planta demonstrou adaptar-se bem, independente da altimetria e da declividade.

**Palavras-chave:** Geomorfologia; Fitossociologia; Parque Estadual do Turvo

## ABSTRACT

The State Park of Turvo - PET is located in the northwest of the State of Rio Grande do Sul, in the municipality of Derrubadas, and is a Conservation Unit of Integral Protection, having great importance for representing the last remnant of considerable size of the seasonal deciduous forest in the south of Brazil (SEMA, 2005). The objective of the work is the geomorphological characterization and temporal dynamics of meteorological data for the PET, which are combined to analyze the phytosociological distribution of the seasonal deciduous forest present in the PET. For this purpose, phytosociological field surveys were conducted using the SRTM digital terrain model to calculate the geomorphology and meteorological data of precipitation and temperature of the GIOVANNI platform. Meteorological variables such as precipitation and temperature are directly related to the distribution of biomes and forest typologies. The topographic modeling of the PET made it possible to analyze the characteristics of the relief. The data obtained with topographic modeling allowed us to conclude, through the study carried out of the declivity and altimetry and the slope orientation variables, that the relief of the PET is mostly flat to wavy. Through the orientation of slopes, it was possible to verify that there is no large predominance of orientation directions. The smaller altimetric classes are the areas closest to the edge of the park area, where the Uruguay River passes. Analyzing the phytosociological data measured in the field and the topographic modeling, it is concluded that among the species present on the plots, the most characteristic is the jerivá. In most sampled plots, the plant has been shown to adapt well, regardless of altitude and slope.

**Keywords:** Geomorphology; Phytosociology; Turvo State Park

## RESUMEN

El Parque Estadual do Turvo - PET, está ubicado en el noroeste del Estado de Rio Grande do Sul, en el municipio de Derrubadas, siendo una Unidad de Conservación de Protección Integral, teniendo gran importancia, por representar el último remanente de tamaño considerable del bosque caducifolio estacional en el sur de Brasil (SEMA, 2005). El objetivo de este trabajo es la caracterización geomorfológica y dinámica temporal de datos meteorológicos para el PET, combinados para analizar la distribución fitosociológica del bosque caducifolio presente en el PET. Variables meteorológicas como la precipitación y la temperatura están directamente relacionadas con la distribución de biomas y tipologías de bosques. El modelado topográfico PET permitió el análisis de las características del relieve. Los datos obtenidos con la modelación topográfica permitieron concluir, mediante el estudio del declive y la altimetría, y las variables de orientación de la pendiente, que el relieve del PET es mayoritariamente plano a ondulado. La orientación de pendientes, se pudo verificar que no hay gran predominio de direcciones de orientación. Las clases altimétricas más pequeñas son las áreas más cercanas al borde del área del parque, por donde pasa el río Uruguay. Analizando los datos fitosociológicos medidos en campo, y la modelación topográfica, se concluye que entre las especies presentes en las parcelas, la más característica es la jerivá, presente en la mayoría de las parcelas muestreadas, demostrando que esta especie se adapta bien, independientemente de la altimetría local y la pendiente.

**Palabras-clave:** Geomorfología; Fitosociología; Parque Estatal Turvo

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo o Sistema Nacional de Unidades Conservação (SNUC), o Parque Estadual do Turvo (PET) está inserido como Unidade de Conservação de Proteção Integral com objetivo principal de preservar os ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, permitindo a realização de pesquisas científicas (SEMA, 2005; SEMA, 2019).

O PET está inserido na Unidade Geomorfológica chamada Planalto de Santo Ângelo, integrante da Região Geomorfológica Planalto das Missões, que pertence ao Domínio Morfoestrutural das Bacias e Coberturas Sedimentares. O relevo da região é heterogêneo, representando as colinas suaves e arredondadas com forte declividade na medida em que se aproxima do Rio Uruguai (SEMA, 2005; SEMA, 2019; Gaida *et al.* 2016). Assim, a região, geomorfologicamente é formada por vales profundos e entalhados sobre os derrames basálticos da Formação Serra Geral, apresentando, como consequência, uma distinção marcante entre as classes de solos que ocorrem nas distintas fases de relevo (SEMA, 2005; SEMA, 2019). O relevo é acidentado com altitudes variando entre 120 m.n.m.m. nas áreas mais baixas próximas ao rio Uruguai, e 480 m.n.m.m. nas regiões mais elevadas; em determinadas áreas, apresenta um relevo com encostas íngremes, associadas aos vales (Gaida *et al.*, 2016). As Nascentes de vários arroios deságuam no Rio Uruguai, o qual forma uma cachoeira longitudinal conhecida como Salto do Yucumã com 1.800 m de extensão e até 20 m de altura, de grande potencial cênico (SEMA, 2005).

De acordo com Gaida (2015), devido à carência de levantamentos topográficos, os modelos digitais de elevação são uma opção viável para a obtenção de dados geomorfológicos devido a sua cobertura a nível global e a resolução espacial de aproximadamente 30 m. Esses modelos digitais de elevação vêm sendo amplamente empregados em estudos biogeográficos para caracterização da paisagem, visto que o relevo atua significativamente na distribuição das formações e espécies vegetais (Meisel; Turner 1998; Gaida, 2015).

Assim, inserido no Bioma Mata Atlântica, as Florestas Estacionais são as mais representativas e estão presentes no PET, onde a distribuição da Floresta Estacional Decidual (FED) segue padrões condicionados pela precipitação e pela temperatura, além de fatores geológicos e geomorfológicos. Assim, o Estado do Rio Grande do Sul detinha originalmente aproximadamente cerca de 40% de seu território coberto por florestas, as quais estavam localizadas principalmente ao norte do Estado (SEMA 2005; SEMA 2019).

Originalmente o PET abrangia uma área de 47.000 km<sup>2</sup>, que foi reduzida para menos de 200 km<sup>2</sup>. Hoje a FED do PET apresenta uma área de 17.500 ha (Balbinot *et al.*, 2016.; Ruschel; Nodari; Moerschbacher, 2007). O parque é composto por inúmeras espécies da flora arbórea, arbustiva e herbácea de diversas famílias, ameaçadas e imunes ao corte. Ainda, abriga espécies da fauna, como peixes, répteis, anfíbios, avifauna e mastofauna, entre estas é possível se encontrar espécies ameaçadas de extinção. Além disso, são encontradas espécies exóticas e invasoras que prejudicam ou interferem nos sistemas naturais, como a uva do Japão (*Hovenia dulcis*) (SEMA, 2005).

Quanto à fitogeografia, o Parque Estadual do Turvo é revestido da mais alta importância, pois é o último remanescente de tamanho considerável da floresta estacional decidual no sul do Brasil (SEMA, 2005).

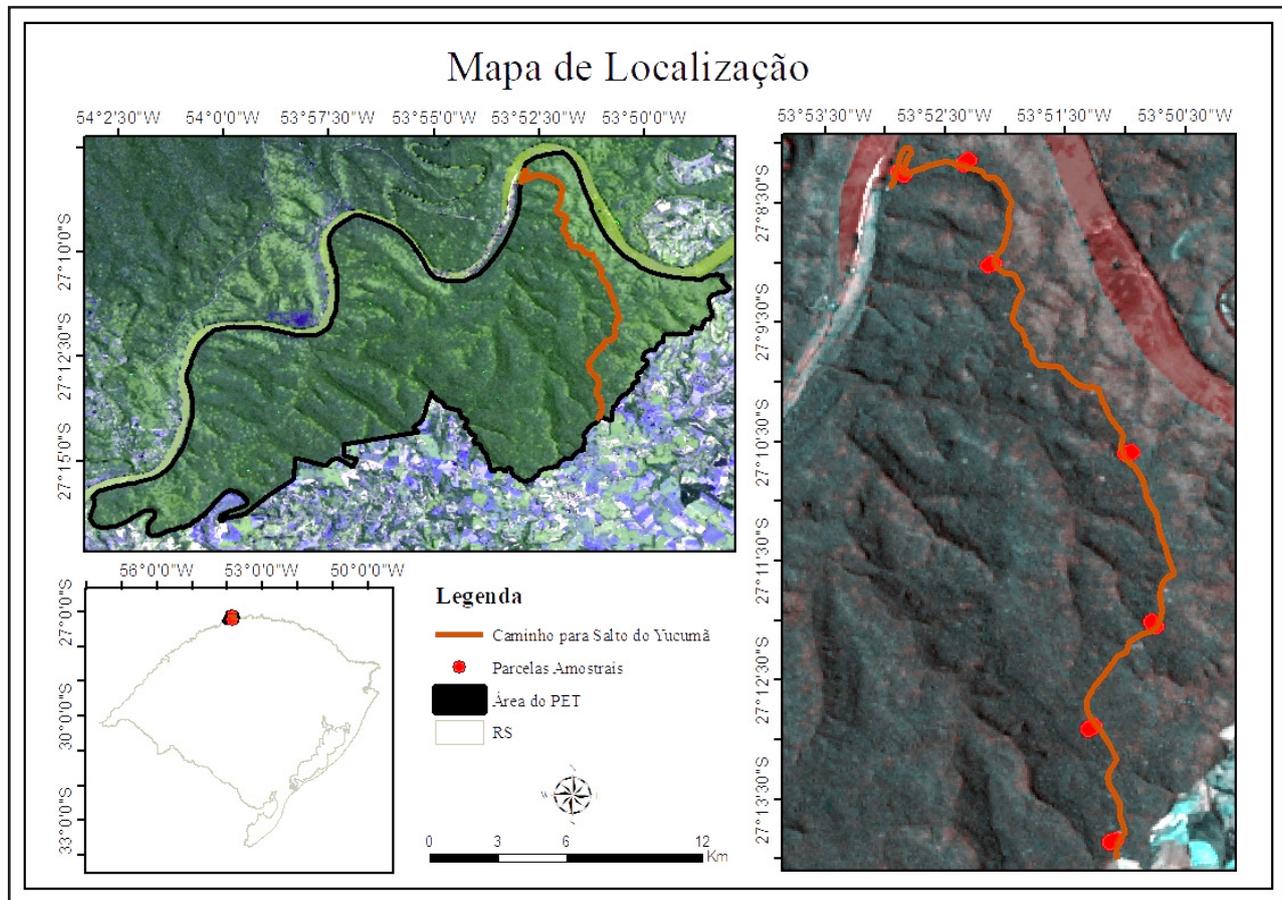
Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho consiste na avaliação da distribuição fitossociológica das espécies arbóreas da floresta estacional decidual presente no PET em função das características geomorfológicas e da dinâmica temporal de dados meteorológicos.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Área de Estudo**

O PET está situado no noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, no município de Derrubadas, acompanhando o rio Uruguai e fazendo divisa com o Estado de Santa Catarina, e também com a província argentina de Misiones (SEMA, 2005; SEMA, 2019), conforme pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo, com destaque para as parcelas amostradas a campo, localizada no Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil



Fonte: Limites políticos obtidos do IBGE (2019), e UCs Estaduais de SEMA (2019)

Segundo a classificação de Köppen-Geiger adaptada para o Brasil (Alvares *et al.*, 2013), o clima na região onde está localizado o PET é subtropical do tipo Cfa – clima temperado úmido com verão quente, onde a precipitação anual chega a 1.665 mm, bem distribuídas ao longo do tempo, e as temperaturas médias do mês mais quente são superiores a 22° C, e nos meses mais frios, os valores mínimos e máximos variam entre -3° C e 18° C (SEMA, 2005).

## 2.2 Aquisição e Pré-Processamento dos Dados

### 2.2.1 Dados Meteorológicos

Para estudar o padrão sazonal, primeiramente, foram obtidos os dados

meteorológicos históricos anuais de precipitação total mensal e a temperatura média mensal. Visando obter dados sem falhas, optou-se pelos dados de reanálise estimados, disponíveis de forma gratuita no repositório de dados de sensoriamento remoto Geospatial Interactive Online Visualization ANd aNalysis Infrastructure (GIOVANNI), disponibilizado pelo Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC), da National Aeronautics and Space Administration NASA), no endereço eletrônico: <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>.

Os dados mensais de precipitação da área de estudo foram obtidos através do satélite Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM), em que o conjunto de dados 3B43 é a versão mensal do conjunto de dados 3B42, que são dados gerados a partir da combinação dos produtos 1B01 (gerado a partir do TRMM *Visible and Infrared Scanner* – VIRS), 2A12 (TRMM *Microwave Imager* - TMI) e 3B31 (*monthly TMI/TRMM Combined Instrument* - TCI) com os dados de satélites, como GMS, GOES-E, GOES-W, Meteosat-7, Meteosat-5 e NOAA-12. Como resultado da combinação, é gerado o produto 3B42-v7 (*3-hourly TRMM and Other Rainfall Estimate - version 7 - TRMM-Adjusted Merged-Infrared Precipitation*). Esse produto foi criado, usando a taxa de precipitação de infravermelho de micro-ondas combinada e ajustada por TRMM (com unidade em milímetros por hora), e estimativas de erro de precipitação de raiz quadrada média (RMS) (TRMM, 2020).

Para temperatura, foi adquirida uma série temporal obtida através da plataforma GIOVANNI, do modelo MERRA-2, de 2016 a 2019. O projeto MERRA se concentra em análises climáticas históricas para uma ampla gama de escalas de tempo e clima, e coloca o conjunto de observações EOS da NASA em um contexto climático (GMAO, 2020). Foram escolhidas a precipitação e a temperatura para a análise comparativa, pois ambas têm grande influência no ciclo fenológico da vegetação. Os dados foram analisados por meio de tabelas e gráficos.

### 2.2.2 Parâmetros Fitossociológicos

Os parâmetros fitossociológicos usados no presente estudo foram obtidos a partir do trabalho desenvolvido por Balbinot *et al.* (2016), os quais instalaram 14

parcelas amostrais de área fixa, de 1.000 m<sup>2</sup> (20 m x 50 m), distribuídas de forma semialeatória ao longo da estrada principal que corta o PET. As parcelas foram instaladas e orientadas no trajeto da estrada principal que corta o parque conforme pode ser observado, anteriormente, na Figura 1. Cada parcela foi implantada a partir da abertura de um eixo central orientado por meio de cruzeta e nível. Foram medidos e identificados todos os indivíduos arbóreos com diâmetro à altura do peito (DAP) maior do que 10 cm. Foram calculados os índices de densidade absoluta, densidade relativa, dominância absoluta, dominância relativa, frequência absoluta, frequência relativa, índice de valor de importância e índice de valor de cobertura.

### 2.2.3 Parâmetros Geomorfológicos

Os dados geomorfológicos foram calculados a partir de um modelo digital de elevação do terreno (MDE) de imagens SRTM, 1 *Arc-Second Global (Shuttle Radar Topographic Mission)*, com 30 m de resolução espacial, obtidas de forma gratuita no Sistema Geológico dos Estados Unidos (USGS, 2019), obtidos a partir da plataforma *EarthExplorer*, (link: <https://earthexplorer.usgs.gov/>). As cenas SRTM adquiridas referem-se a duas imagens SRTM, que foram mosaicadas, e posteriormente recortadas para a área de estudo, gerando uma imagem MDE. A partir do modelo SRTM, foram gerados os dados referentes à declividade, à orientação de vertentes e à altimetria. Todos os processos foram realizados no software ArcGis 10.3.1©®. O uso do SRTM se justifica pela tendência de apresentar resultados mais suavizados e visualmente mais coerentes quando comparado ao modelos como ALOS-PALSAR e ASTER – GDEM.

A variável topográfica “declividade” foi classificada baseada na bibliografia, conforme Embrapa (1999), usado por vários autores como Souza Junior e Demattê (2008), Pinheiro *et al.* (2014), que sugerem as classes de declividade 0–3° (plano), 3–8° (suave ondulado), 8–20° (ondulado), 20–45° (forte ondulado), 45–75° (montanhoso) e 75–100° (escarpado). Porém, as classes foram adaptadas conforme a topografia da área de estudo e o Código Florestal Nacional, Lei 12.651 de 25 de maio de 2012, visto que na área não são presentes escarpas com declividades maiores que 45°, e que as áreas entre 25° e 45° de acordo com o Código Florestal, são áreas de uso restrito.

Assim, foram escolhidas seis classes para este estudo, sendo elas 0-3°, 3-8°, 8-20°, 25-25°, 25-30° e 30-45°. Os estudos realizados por Gaida (2015) e Teles (2015) apresentam limiares semelhantes para a mesma área de estudo, o PET.

A orientação de vertentes foi classificada de acordo com as seguintes classes: Norte (0° – 22,5°; 337,5° – 360°), Nordeste (22,5° – 67,5°), Leste (67,5° – 112,5°), Sudeste (112,5° – 157,5°), Sul (157,5° – 202,5°), Sudoeste (202,5° – 247,5°), Oeste (247,5° – 292,5°) e Noroeste (292,5° – 337,5°).

E, por fim a altimetria da área do parque foi classificada com as seguintes classes: 125 m – 160 m, 160 m – 200 m, 200 m – 240 m, 240 m – 280 m, 280 m – 320 m, 320 m – 360 m, 360 m – 400 m, 400 m – 440 m e 440 m – 480 m. Para analisar as parcelas fixas, a altimetria foi reduzida para 3 classes, sendo elas: 125m – 240m, 240m – 355m e 355m – 465m.

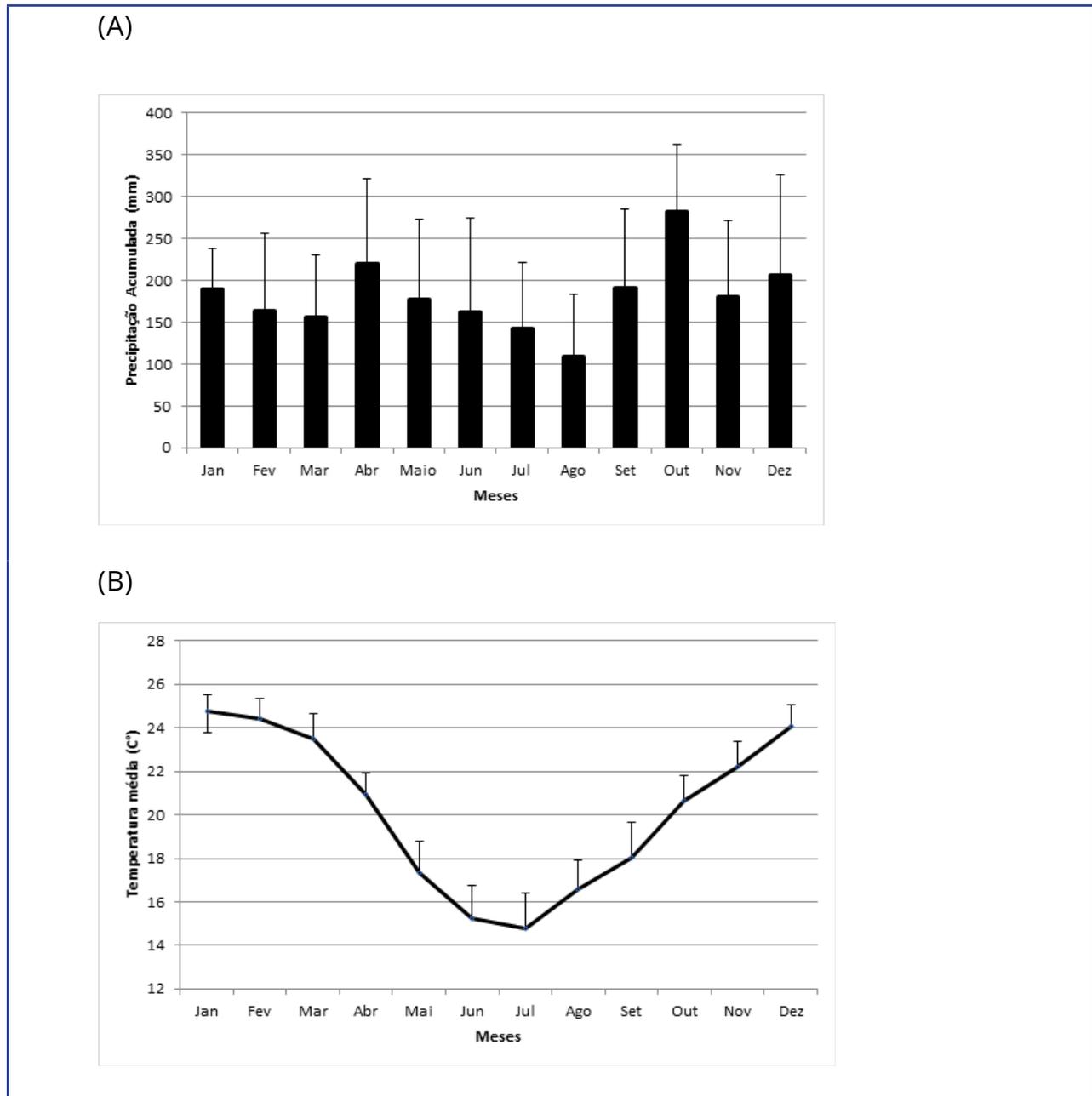
## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 Caracterização Climática do PET

A floresta estacional decidual também conhecida, como Floresta Tropical caducifólia (IBGE, 2012; SFB, 2019), caracteriza-se quando a 50% da vegetação perde suas folhas devido à sazonalidade climática no período desfavorável, que são identificadas em duas situações na zona tropical, devido a uma estação chuvosa seguida de um período seco; e na zona subtropical, que é o caso da vegetação presente no PET, onde não se apresenta um período seco, mas uma estação com inverno frio e menor fotoperíodo (temperaturas médias mensais menores ou iguais a 15° C), o que causa repouso fisiológico e a queda parcial das folhas (IBGE, 1992; IBGE, 2012; Balbinot *et al.*, 2016).

As médias mensais de temperatura variaram com mínimas de 11° C no mês de junho de 2000 e máxima de 27° C em fevereiro de 2014. Já a precipitação acumulada mínima foi de 14,43 mm em agosto de 2012 e a máxima de 503,31 mm em junho de 2014 (Figura 2). É possível observar, por meio da série temporal da precipitação acumulada estudada, que as maiores médias acumuladas se encontram nos períodos de transições entre as estações, e a transição do inverno para o verão tende a ter uma maior precipitação do que a transição do verão para o inverno:

Figura 2 – (A) Gráfico da Precipitação Acumulada Mensal do satélite TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission, dos anos de 1998 a 2019,) (B) Gráfico da Temperatura Média Mensal do modelo MERRA-2, obtidos do Giovanni (2020), para o Município de Derrubadas



Assim, é possível afirmar que a distribuição das tipologias florestais é dependente de padrões como a temperatura e a precipitação. Porém, uma vez que as médias desses fatores climáticos não apresentam grandes diferenças entre as parcelas estudadas, pois a localização destas é próxima e não é possível verificar alterações na distribuição das espécies em função desses padrões.

### 3.2 Geomorfologia

A área do PET pode ser considerada como plana a ondulada, conforme pode ser observado na Tabela 1 e na Figura 3, onde a classe de 8° a 20° é a mais representativa, com 51,67% da área total. A declividade máxima encontrada neste estudo para a área do PET é de 43,8°, presente nas áreas de uso restrito de acordo com a Lei 12.651 de 2012. Gaida (2015) usou o modelo ASTER para gerar mapas similares em seu estudo, contudo os resultados apresentaram declividades máximas maiores a 45°. Porém, no mesmo estudo desenvolvido por Gaida (2015), as classes até os 25° de declividade representam mais de 95% da área total, corroborando com os resultados deste estudo. Um dos problemas relacionados a esse modelo de elevação é que em algumas áreas são encontrados valores nulos, indicando a falta de dados disponíveis para o local (Carvalho; Bayer, 2008). As classes de declividade de 0° - 3°; 3° - 8° e 8° - 20° somam juntas 89,92% da área total. As áreas de uso restrito, entre 25 e 45°, somam juntas 3,43% da área do PET e são as áreas consideradas como forte ondulada. A classe 30° - 45° contempla apenas 0,66% da área, ou seja, apenas 109,37 hectares situados nas encostas dos topos de morros que formam a rede hidrográfica, constituída por vales extensos:

Tabela 1 – Tabela das áreas em hectares e porcentagem para cada classe de declividade obtida

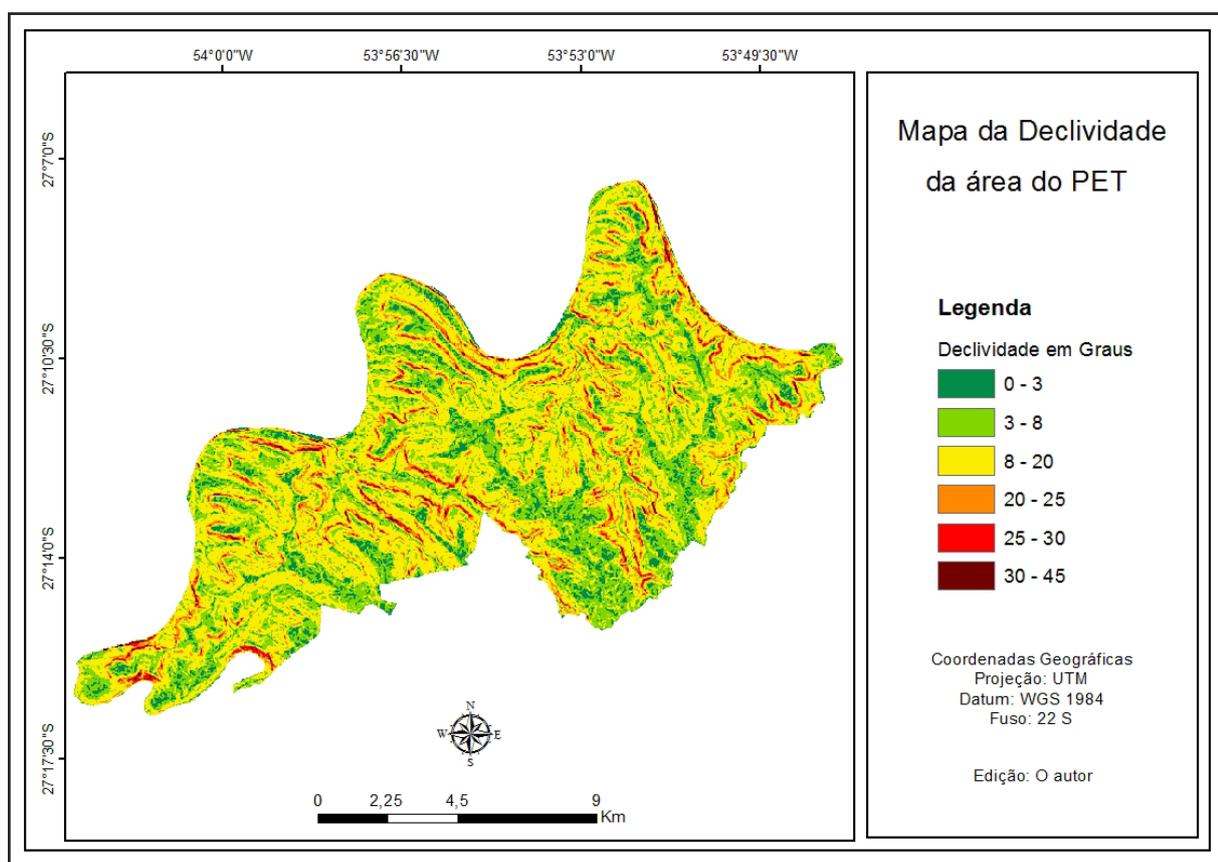
<b>Classes de Declividade (°)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
0 – 3	1293,52	7,71
3 – 8	4957,88	29,54
8 – 20	8674,65	51,67
20 – 25	1283,48	7,65
25 – 30	464,22	2,77
30 – 45	109,37	0,66
<b>Total</b>	<b>16.788,06</b>	<b>100</b>

Fonte: Autores/as (2023)

Como a área do PET possui uma declividade bem variada, foi gerado um novo mapa da declividade com novas classes, onde se juntou as classes 1(0°-3°) e 2 (3°-8°), gerando uma nova classe de 0° - 8°; as classes 3 (8°-20°) e 4 (20-25°), formando uma nova classe de 8° - 25°; e as classes 5 (25°-30°) e 6 (30°-45°), gerando uma nova classe

de 25°-45° (Figura 4). De acordo com a Figura 3, é possível observar que as parcelas 1 a 4 e 9 e 10 estão inseridas nas declividades de até 8°, as parcelas 5 a 8 e as parcelas 11 a 14 estão entre as declividades de 0-25°. Nenhuma parcela foi alocada em declividade superior a 25°. Em geral, o efeito da declividade tende a ser menor do que o efeito da orientação da encosta, contudo, deve ser considerado nos estudos da resposta espectral dos alvos presentes nas parcelas (Gaida *et al.*, 2015; Galvão *et al.*, 2015).

Figura 3 – Mapa da Declividade do Parque Estadual do Turvo (PET) elaborado a partir dos dados do Modelo de elevação digital do terreno SRTM

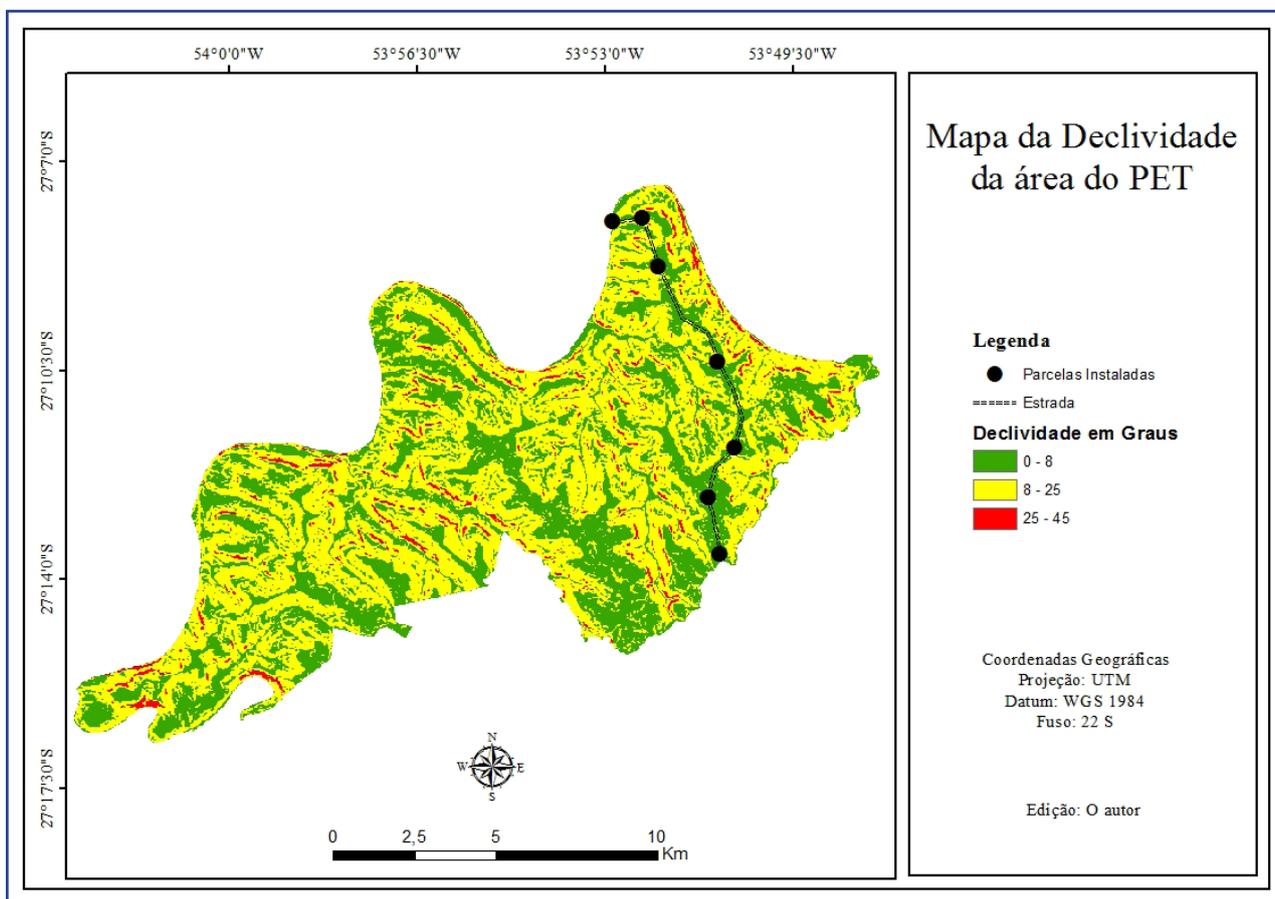


Fonte: Autores/as (2023)

Por meio do mapa gerado para a orientação de vertentes a seguir (Figura 5), é possível verificar que não existem grande predomínio de direções da orientação, incidindo uma distribuição homogênea em todas as direções dentro da área do PET. Analisando-se as oito direções de orientação das vertentes, foram verificadas que as faces com orientação na direção Nordeste ocupam uma área correspondente a 17,28%

da área de estudo, sendo a classe mais representativa, já as vertentes orientadas ao Sul apresentam menor área ocupada na área de estudo, totalizando 7,90% (Tabela 2):

Figura 4 – Mapa da Declividade do Parque Estadual do Turvo (PET) com três classes de Declividade elaborado a partir dos dados do Modelo de elevação digital do terreno SRTM



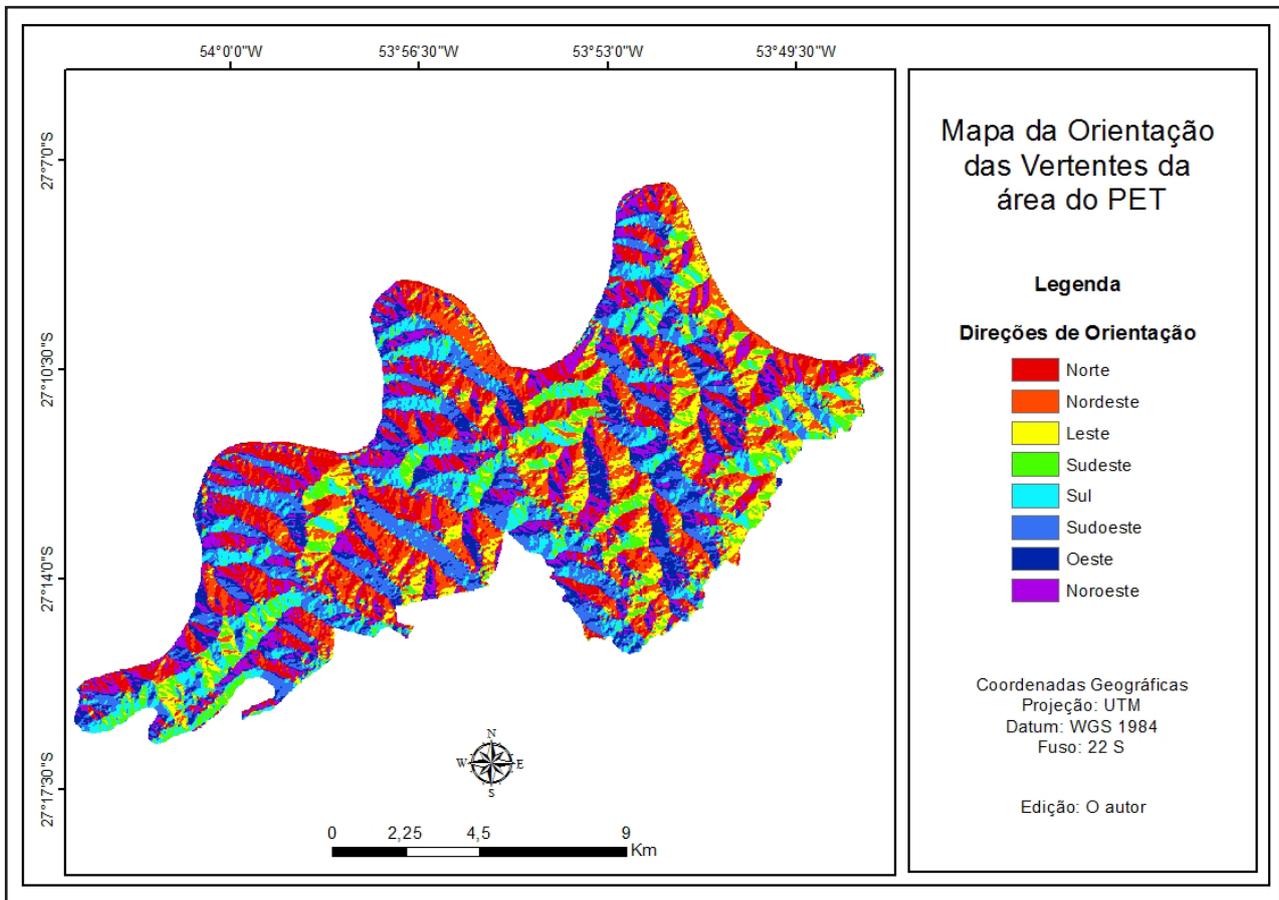
Fonte: Autores/as (2023)

Tabela 2 – Tabela das áreas em hectares, e percentagem para as Classes de Orientação das vertentes gerados a partir dos dados do Modelo de elevação digital do terreno SRTM

Classes	Área (ha)	Área (%)
Norte	2210,9910	13,17
Nordeste	2899,5915	17,28
Leste	2511,2563	14,96
Sudeste	1661,2011	9,90
Sul	1325,3824	7,90
Sudoeste	1731,7987	10,32
Oeste	2429,2763	14,48
Noroeste	2011,5638	11,99
Total	16.788,0618	100

Fonte: Autores/as (2023)

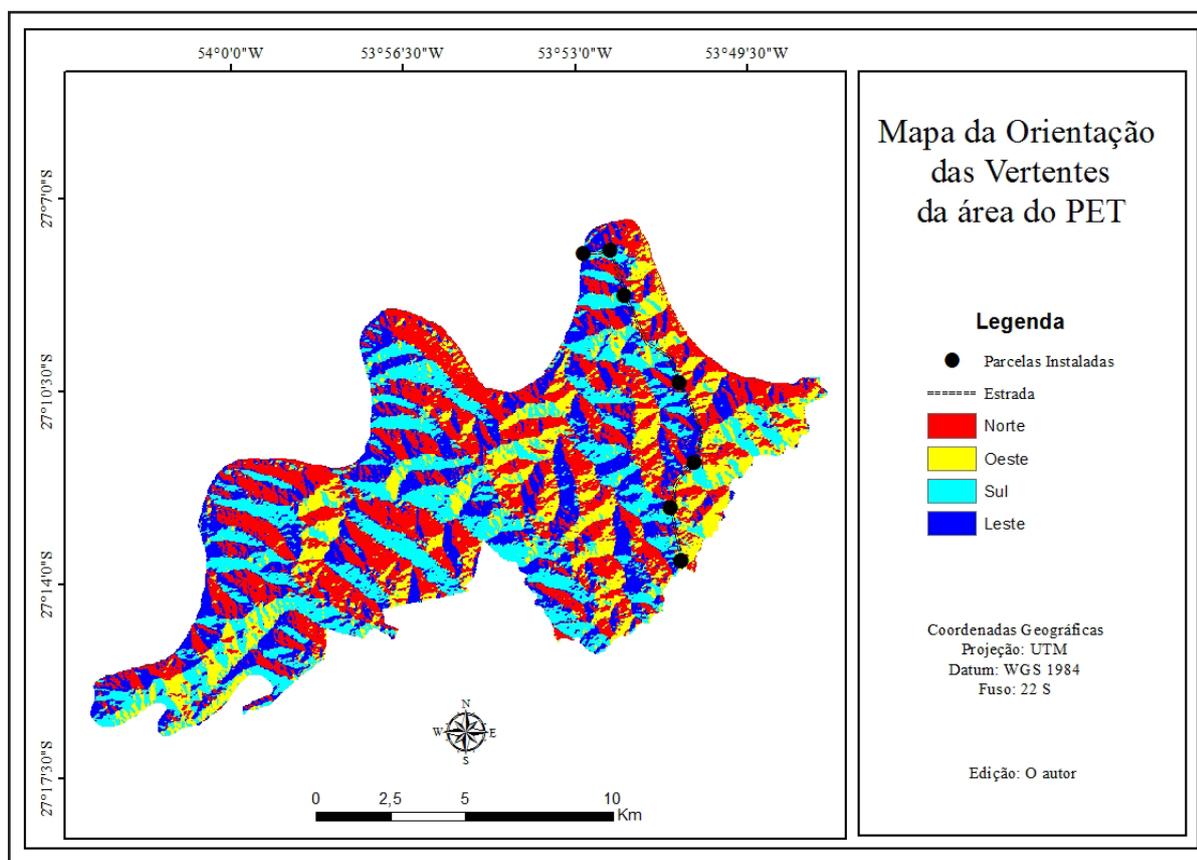
Figura 5 – Mapa da Orientação das vertentes do Parque Estadual do Turvo (PET) elaborado a partir dos dados do Modelo de elevação digital do terreno SRTM



Fonte: Autores/as (2023)

Para a orientação, foi gerado um novo mapa com apenas as classes norte, sul, leste e oeste, onde foram avaliadas as parcelas fixas instaladas ao longo da estrada (Figura 6). É possível observar que apenas as parcelas 11 a 14 encontram-se em apenas uma direção. Onde as parcelas 11 e 12 estão orientadas para o sul e as parcelas 13 e 14 para leste. As demais parcelas situam-se em mais de uma orientação.

Figura 6 – Mapa da Orientação das vertentes com quatro classes do Parque Estadual do Turvo (PET) elaborado a partir dos dados do Modelo de elevação digital do terreno SRTM



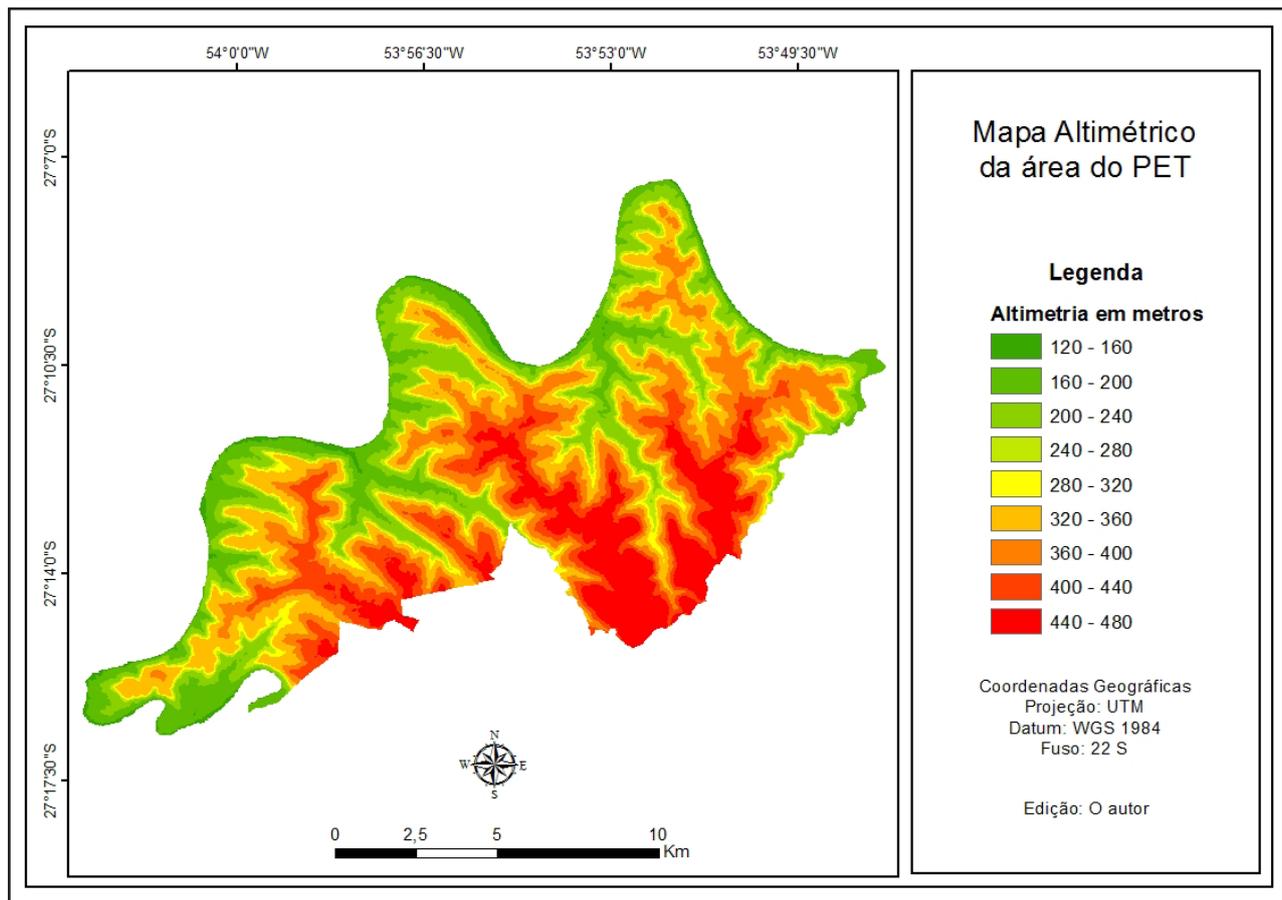
Fonte: Autores/as (2023)

Observa-se que a altimetria diminui gradativamente conforme se aproxima do Rio Uruguai, dos vales dos maiores tributários, e das parcelas fixas instaladas seguem a estrada que dá acesso ao salto. Assim, para poder analisar dos dados das parcelas, as classes altimétricas foram agrupadas e foi gerado um novo mapa com apenas três classes (Figura 8). Isso porque muitas das parcelas não caíram em uma classe apenas, dificultando a análise local. Em estudos futuros, uma alocação de parcelas em regiões de vales e encostas deve ser considerada.

A altimetria do PET apresentou uma amplitude de 339 metros, com a cota mínima de 125 metros e a cota máxima de 464 metros. O mapa da altimetria (Figura 7) foi gerado com cotas de 40 metros cada, para uma análise geral da área do parque. A classe com as menores cotas de altitude, entre 120-160 metros, ocupa 1,52% da área e são as áreas mais próximas da borda da área do parque onde passa o Rio Uruguai, e também nas áreas de drenagens que se ligam a esse rio. As maiores cotas com

altimetrias entre 440-480 metros ocupam 11,66% da área do PET e são as áreas mais altas presentes no parque. A classe de maior representatividade é entre as altitudes com cotas de 320-360 metros, totalizando 19,22% da área (Tabela 3).

Figura 7 – Mapa da Altimetria do Parque Estadual do Turvo (PET) elaborado a partir dos dados do Modelo de elevação digital do terreno SRTM



Fonte: Autores/as (2023)

As parcelas 1 a 6 estão localizadas na classe entre 355-465 metros; as parcelas 7 a 10 estão entre as altitudes de 240-355 metros; as parcelas 11 e 12 estão entre duas classes altimétricas, as classes de 125-240 e 240-355 metros. As parcelas 13 e 14 são as unidades amostrais instaladas mais próximas ao Rio Uruguai, estando a uma altitude entre 125-240 metros. Nenhuma das parcelas foi alocada em declividades superiores de 25°, assim, nenhuma parcela está inserida em área de preservação permanente ou áreas de uso restrito (Tabela 4).

Tabela 3 – Tabela da área em hectares das Cotas Altimétricas do Parque Estadual do Turvo (PET) calculadas a partir dos dados SRTM

<b>Classes</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
120-160	255,4718	1,52
160-200	1816,1782	10,82
200-240	2590,3979	15,43
240-280	1109,6908	6,61
280-320	966,9923	5,76
320-360	3226,6654	19,22
360-400	2949,6624	17,57
400-440	1915,5178	11,41
440-480	1957,4852	11,66
Total	16.788,0618	100

Fonte: Autores/as (2023)

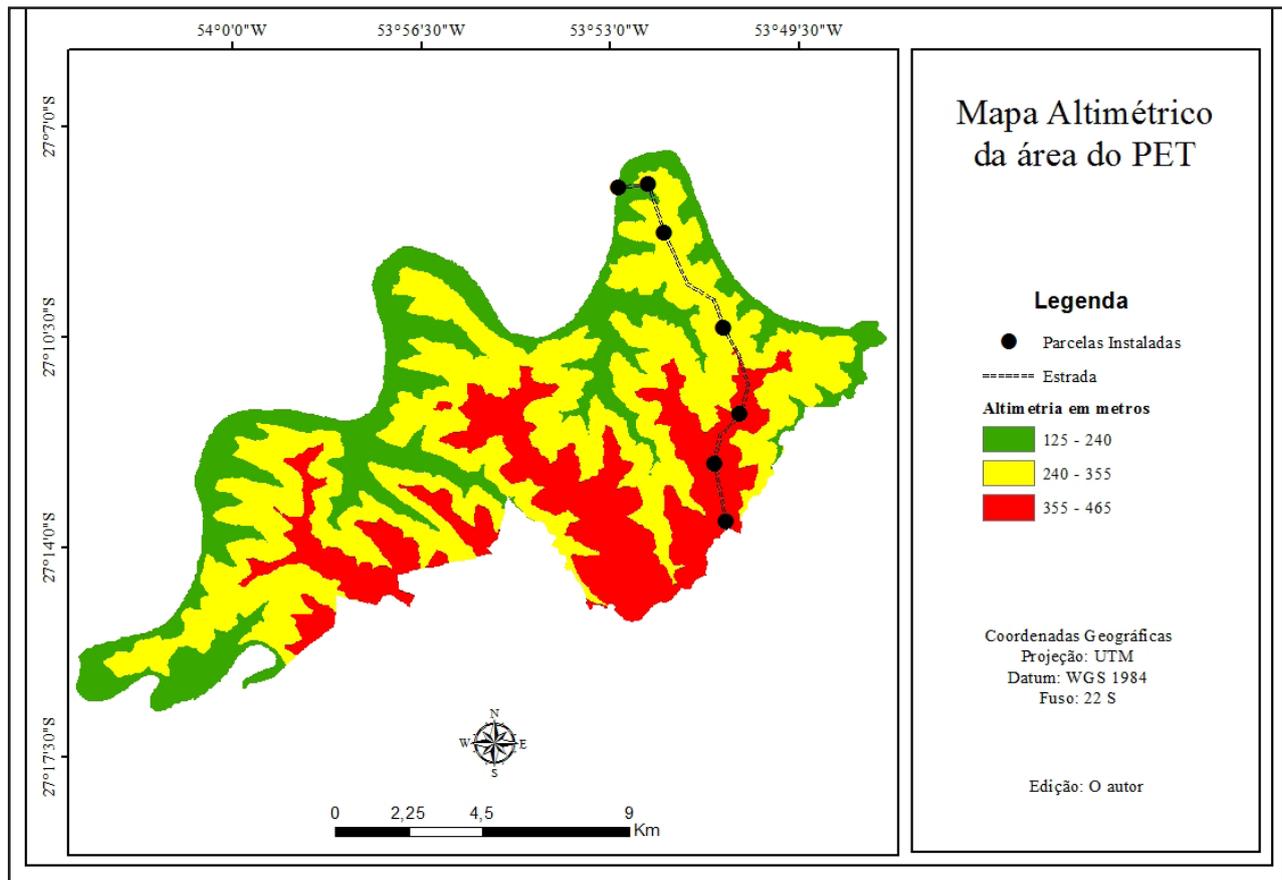
Tabela 4 – Tabela da área em hectares das Cotas Altimétricas do Parque Estadual do Turvo (PET) para as 3 classes selecionadas calculadas a partir dos dados SRTM do Modelo de elevação digital do terreno SRTM

<b>Classes</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
125-240	4663,6889	27,78
240-355	8011,2605	47,72
355-465	4113,1124	24,50
Total	16.788,0618	100

Fonte: Autores/as (2023)

A classe mais representativa foi a de 240-355 metros com 47,72% do total da área do parque, e as outras duas classes analisadas ficaram próximas, sendo a classe de 125-240 metros com 27,78% do total da área e a classe de 355-465 com 24,50%, apenas 3,28% de diferença entre elas.

Figura 8 – Mapa da Altimetria do Parque Estadual do Turvo (PET) com 3 classes altimétricas elaborado a partir dos dados do Modelo de elevação digital do terreno SRTM



Fonte: Autores/as (2023)

### 3.3 Caracterização Fitossociológica

De acordo com Facco e Cancelier (2019), existe uma dinâmica de inter-relação entre os diferentes agentes formadores da paisagem, dentre eles temos a geomorfologia, clima, relevo, tipo de solo e hidrologia, e a fitossociologia, os quais apresentam uma interdependência entre eles. Portanto, podemos observar que a fitossociologia possui uma forte relação de dependência com a geomorfologia e pode variar conforme as características locais.

Assim, partir dos dados fitossociológicos levantados, foi gerada a tabela 5 do levantamento de espécies por unidade amostral. Cada parcela inventariada foi observada conforme as espécies encontradas e sua geomorfologia local. Foram identificadas 76 espécies entre as sete parcelas instaladas ao longo da estrada e da entrada do parque até o Rio Uruguai, no Salto do Yucumã:

Tabela 5 – Levantamento Fitossociológico das espécies e famílias encontradas nas parcelas fixas instaladas a campo na área do PET

Continua...

<b>Nome científico</b>	<b>Nome Comum</b>	<b>Família</b>
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	Açoita-Cavalo	Malvaceae
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl. Sapotaceae	Aguai-da-Serra	Sapotaceae
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	Aguai-Leitero	Sapotaceae
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	Alecrim	Fabaceae
<i>Albizia edwallii</i> (Hoehne) Barneby & J. Grimes	Angico-Branco	Fabaceae
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Angico-Vermelho	Fabaceae
<i>Pisonia zapallo</i> Griseb.	Anzol-de-Lontra	Nyctaginaceae
<i>Annona</i> sp.	Ariticum	Anonaceae
<i>Banara tomentosa</i> Clos	Banara	Salicaceae
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	Branquilha	Euphorbiaceae
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	Cabreúva	Fabaceae
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyererm. & Frodin	Caixeta	Araliaceae
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.)	Cambará	Asteraceae
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Camboatá-Branco	Sapindaceae
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Camboatá-Vermelho	Sapindaceae
<i>Eugenia subterminalis</i> DC.	Cambuí-Pitanga	Myrtaceae
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Canafístula	Fabaceae
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	Canela-Amarela	Lauraceae
<i>Helietta apiculata</i> Benth.	Canela-de-Veado	Rutaceae
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Canela-Guaicá	Lauraceae
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Canela-Preta	Lauraceae
<i>Cabrlea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Canjerana	Meliaceae
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Capororoca	Primulaceae
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	Carne-de-Vaca	Styracaceae
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	Carobão	Bignoniaceae
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Carvalhinho	Salicaceae
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	Catiguá-Morcego	Meliaceae
<i>Trichilia claussenii</i> D. DC.	Catingá	Meliaceae
<i>Cedrella fissilis</i> Vellozo	Cedro	Meliaceae
<i>Hennecartia omphalandra</i> J. Poiss.	Cega-Olho	Monimiaceae
<i>Celtis</i> sp.	Celtis	Cannabaceae
<i>Allophylus edulis</i> (St. Hil.) Radlk.	Chal-Chal	Sapindaceae
<i>Aralia warmingiana</i> (Marchal) J. Wen	Cinamomo-do-Mato	Araliaceae
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill) W. C. Burger	Cincho	Moraceae
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) Howard	Citronela	Cardiopteridaceae

Tabela 5 – Levantamento Fitossociológico das espécies e famílias encontradas nas parcelas fixas instaladas a campo na área do PET (Conclusão)

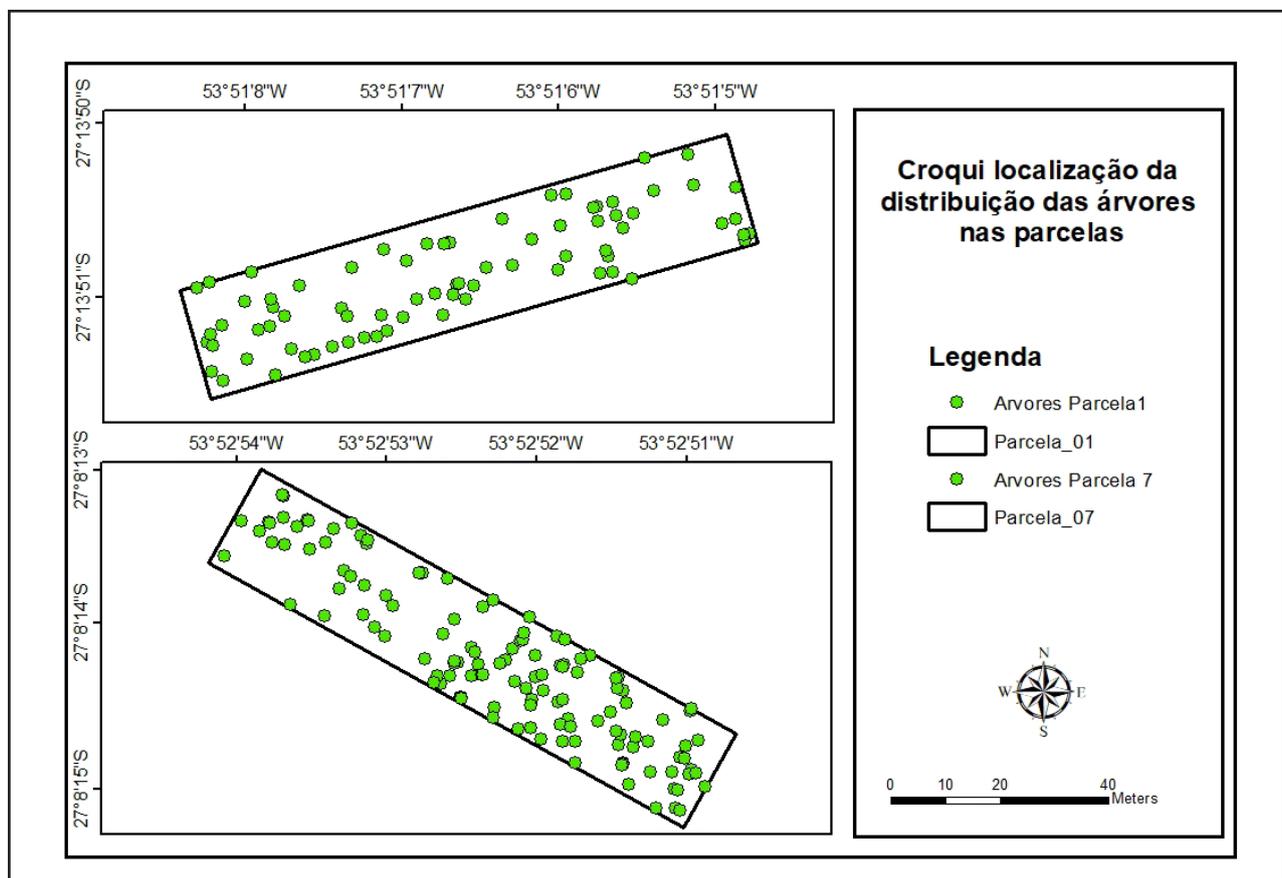
<b>Nome científico</b>	<b>Nome comum</b>	<b>Família</b>
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Jerivá	Arecaceae
<i>Gleditsia amorphoides</i> (Griseb.) Taub.	Coronilha	Fabaceae
<i>Erythrina falcata</i> Benth.	Corticeira-da-Serra	Fabaceae
<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.	Cutia	Rutaceae
<i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp. & Endl.	Embirão	Euphorbiaceae
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl.	Farinha-Seca	Fabaceae
<i>Ficus</i> sp.	Ficus	Moraceae
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	Fumeiro-Bravo	Solanaceae
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	Grápia	Fabaceae
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	Guabiroba	Myrtaceae
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottshling & J.E. Mill.	Guajuvira	Boraginaceae
<i>Calyptranthes tricona</i> D. Legrand	Guamirim	Myrtaceae
<i>Balfourodendron riedelianum</i> Engler	Guatambú	Rutaceae
<i>Inga marginata</i> Willd.	Ingá	Fabaceae
<i>Plinia trunciflora</i> (O. Berg) Kausel	Jabuticaba	Myrtaceae
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> DC.	Jasmim-Catavento	Apocynaceae
<i>Solanum sanctaecatharinae</i> Dunal	Joa-Manso	Solanaceae
<i>Gymnanthes concolor</i> Spreng.	Laranjeira-do-Mato	Euphorbiaceae
<i>Randia ferox</i> (Cham. & Schlttdl.) DC.	Limoeiro-do-Mato	Rubiaceae
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud.	Louro	Boraginaceae
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	Louro-Mole	Boraginaceae
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Mamica-de-Cadela	Rutaceae
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlkofer	Maria-Preta	Sapindaceae
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) DC.	Paineira	Caricaceae
<i>Bauhinia forficata</i> Link	Pata-de-Vaca	Fabaceae
<i>Aspidosperma australe</i> Müll. Arg.	Quebracho	Apocynaceae
<i>Achatocarpus praecox</i> Griseb.	Quebra-Machado	Achatocarpaceae
<i>Lonchocarpus campestris</i> Mart. ex Benth.	Rabo-de-Bugio	Fabaceae
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	Sapuva	Fabaceae
<i>Xylosma pseudosalzmannii</i> Sleumer	Sucará	Salicaceae
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Don ex Steud.	Tajuba	Moraceae
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) M. Arg.	Tanheiro	Euphorbiaceae
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	Tarumã	Lamiaceae
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Timbaúva	Fabaceae
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Trema	Cannabaceae
<i>Phytolacca dioica</i> L.	Umbú	Phytolacaceae
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.	Urtigão	Urticaceae

Fonte: Autores/as (2023)

Dentre as espécies presentes nas parcelas, a mais característica é o jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), a qual tem se demonstrado uma espécie que se adapta muito bem independente da altimetria local e da declividade, uma vez que esteve presente em praticamente todas as parcelas amostradas. Outra espécie que apresenta o mesmo padrão é o Guatambú (*Balfourodendron riedelianum*).

O Cambará (*Gochnatia polymorpha*), assim como a Grápia (*Apuleia leiocarpa*), a Sapuva (*Machaerium stipitatum*) e a Mamica-de-cadela (*Zanthoxylum rhoifolium*) são espécies que aparentam se adaptar melhor a menores altitudes.

Figura 9 – Croqui de localização da distribuição das espécies identificadas nas parcelas 1 e 7



Fonte: Autores/as (2023)

Já o Capororoca (*Myrsine umbellata*) e o Rabo-de-bugio (*Lonchocarpus campestris*) estiveram presentes apenas nas parcelas com maiores altitudes (parcelas 1 e 2). Essas espécies demonstraram preferir declividades mais planas. A variabilidade espacial da distribuição de todas as espécies amostradas por parcela pode ser observada no croqui

apresentado na Figura 9. Podem ser observadas as espécies identificadas nas parcelas 1 e 7. A orientação das vertentes não apresentou um padrão entre as parcelas fixas estudadas, demonstrando não ser um bom indicador da distribuição fitogeográfica das espécies florestais para este estudo, em função de ficar em um divisor de águas.

## **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As variáveis meteorológicas como a precipitação e a temperatura estão diretamente relacionadas com a distribuição dos biomas e as tipologias florestais. Contudo, a distribuição das espécies dentro do PET não pode ser relacionada a tais padrões.

A modelagem topográfica do PET possibilitou à análise das características do relevo. Os dados obtidos com a modelagem topográfica permitiram concluir por meio do estudo realizado da declividade, altimetria e das variáveis de orientação de vertentes, que o relevo do PET é em sua maioria plano a ondulado. Para a orientação de vertentes, foi possível verificar que não existem grandes predomínios de direções da orientação. As classes altimétricas menores são as áreas mais próximas da borda da área do parque onde passa o Rio Uruguai.

Analisando-se os dados fitossociológicos medidos a campo e a modelagem topográfica, conclui-se que entre as espécies presentes nas parcelas analisadas, a mais característica é o jerivá, presente em praticamente todas as parcelas amostradas, vindo a demonstrar que esta espécie se adapta bem independente da altimetria e da declividade.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) (processos nº 305914/2014-6; 408105/2018-6 e; 305084/2020-8), Fundação de Amparo da Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) (EDITAL 04/2016 - Programa de nucleação de grupos de pesquisa) e a Fundação de Amparo da Pesquisa do Estado do São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro. A UFSM pelo apoio para a execução do trabalho de campo e coleta de dados. Aos colaboradores que auxiliaram na coleta dos dados de campo.

## REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; GERD, S. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BALBINOT, R. *et al.* Análise fitossociológica de um fragmento de Floresta Estacional Decidual: Parque Estadual do Turvo, RS. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 36, n. 86, p. 103-113, abr./jun. 2016. DOI: <https://doi.org/10.4336/2016.pfb.36.86.837>

CARVALHO, T. M. de; BAYER, M. Utilização dos produtos da "Shuttle Radar Topography Mission" (SRTM) no mapeamento geomorfológico do Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.9, n.1, p.35-41, 2008.

EARTHDATE. Web GIOVANNI. **The Bridge Between Data and Science** v 4.34. Disponível em: <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/#service=TmAvMp&starttime=&endtime=>. Acesso em: Setembro de 2020.

FACCO, F.; CANCELIER, J. W. **Geografia II**. Recurso eletrônico. Santa Maria, RS : UFSM, NTE,. 1 e-book., p.119, 2019

GAIDA, W. Variações da Reflectância e dos Índices de Vegetação em função dos Parâmetros da Modelagem Topográfica no Parque Estadual do Turvo, RS. 2015. 147 p. **Dissertação** (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, 2015.

GAIDA, W. *et al.* Variações da reflectância e dos índices de vegetação em função dos parâmetros da modelagem topográfica no Parque Estadual do Turvo, Rio Grande do Sul, Brasil. **Investigaciones Geográficas**, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. ISSN: 2448-7279, n. 91, p.105-123, 2016. DOI: [dx.doi.org/10.14350/rig.52159](https://doi.org/10.14350/rig.52159)

GALVÃO, L. S. *et al.* Investigation of Terrain Illumination Effects on Vegetation Indices and VI Derived Phenological Metrics in Subtropical Deciduous Forests. **GIScience & Remote Sensing**, v.53, n.3, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1080/15481603.2015.1134140>

GLOBAL MODELING AND ASSIMILATION OFFICE (GMAO) (2015), MERRA-2 instM\_2d\_lfo\_Nx: 2d, Média mensal, Instantâneo, Nível único, Assimilação, **Forças de superfície terrestre** V5.12.4, Greenbelt, MD, EUA, Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC). Acesso em: Set., 2020. Doi: 10.5067/11F99Y6TXN99

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>. Acesso em: 15 out. 2023.

KÖPPEN, W. Das geographische System der Klimate. *In*: KÖPPEN, W.; R. GEIGER (eds.). **Handbuch der Klimatologie**. – GebruderBorntrager, Berlin, 1, p.1-44, 1936.

MEISEL, J. E.; TURNER, M. G. Scale detection in real and artificial landscapes using semivariance analysis. **Landscape Ecology**, v.13, n.6, p.347-362, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1008065627847>

RUSCHEL, A. R.; NODARI, R. O.; MOERSCHBACHER, B.M. Woody plant species richness in the Turvo State park, a large remnant of deciduous Atlantic forest, Brazil. **Biodivers Conserv** 16, p.1699–1714, 2007. DOI: 10.1007/s10531-006-9044-7

SEMA - **SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE**. 2019. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/parque-estadual-do-turvo>. Acesso em: 15 maio 2019.

SEMA - SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Plano de manejo do Parque Estadual do Turvo**. Porto Alegre: SEMA, p.348, 2005.

TROPICAL RAINFALL MEASURING MISSION (TRMM) (2011), TRMM (TMPA / 3B43) **Rainfall Estimativa L3 1 mês 0,25 grau x 0,25 grau V7**, Greenbelt, MD, Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC). Acesso em: Set., 2020. DOI: 10.5067/TRMM/TMPA/MONTH/7.

USGS. **Global Visualization Viewer**. Disponível em: <https://www.usgs.gov/>. Acesso em: jun. 2019.

## Contribuições de autoria

### 1 – Daniele Arndt Erthal

Saltus Consultoria Ambiental e Florestal, Doutora em Geografia  
<https://orcid.org/0000-0003-1424-6522> • [dani.a.erthal@hotmail.com](mailto:dani.a.erthal@hotmail.com)  
Contribuição: Conceituação, metodologia, escrita - primeira redação

### 2 – Fábio Marcelo Breunig

Universidade Federal do Paraná, doutor em Sensoriamento Remoto  
<https://orcid.org/0000-0002-0405-9603> • [fabio-breunig@gmail.com](mailto:fabio-breunig@gmail.com)  
Contribuição: Supervisão

### 3 – Rafaelo Balbinot

Universidade Federal de Santa Maria, Doutor em Ciências Florestais Conservação da Natureza  
<https://orcid.org/0000-0001-6209-8232> • [rafaelo.balbinot@gmail.com](mailto:rafaelo.balbinot@gmail.com)  
Contribuição: Escrita - revisão e edição

### 4 – William Gaida

Universidade Federal de Santa Maria, Doutor em Geografia  
<https://orcid.org/0000-0001-9946-0493> • [ufsm.william@gmail.com](mailto:ufsm.william@gmail.com)  
Contribuição: Escrita - revisão e edição

## Como citar este artigo

ERTHAL, D. A.; BREUNIG, F. M.; BALBINOT, R.; GAIDA, W. Caracterização Geomorfológica do Parque Estadual do Turvo e a sua influência na relação da distribuição Fitossociológica das espécies arbóreas. **Geografia Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, v. 28, e84597, 2024. Disponível em: 10.5902/2236499484597. Acesso em: dia mês abreviado. ano.