




Geoeologia da Paisagem na Floresta Ombrófila Mista do Parque Nacional de São Joaquim, Santa Catarina.

Yan Ewald Zechner¹  
Orlando Ferretti²  

Resumo: Esta pesquisa tem como objetivo a análise da geoeologia da paisagem de modo a conhecer a dinâmica e as características próprias da fitofisionomia da Floresta Ombrófila Mista, pertencente ao bioma Mata Atlântica, que se desenvolve no Parque Nacional de São Joaquim a partir de formações de sucessão vegetal secundária. A revisão bibliográfica enfatizou, além da geoeologia da paisagem, as características da Floresta Ombrófila Mista, também conhecida popularmente como Mata com Araucária e sobre as características e outros levantamentos já realizados no Parque Nacional de São Joaquim. As unidades da paisagem foram segmentadas a partir da geoeologia da paisagem, utilizando características físicas e dados sobre o uso do solo para delimitar as áreas, resultando em um mapa com seis unidades geoeológicas na área de estudo. Estes resultados fornecem subsídios científicos para a gestão da unidade de conservação e comprovam a aplicação da geoeologia da paisagem para a caracterização de áreas.

Palavras-chave: Mata com Araucárias; Áreas Protegidas; Paisagem.

LANDSCAPE GEOECOLOGY IN THE MIXED OMBROPHILOUS FOREST AT SÃO JOAQUIM NATIONAL PARK, SANTA CATARINA.

Abstract: This research seeks to analyze the landscape geoeology to understand the dynamics and singular characteristics of the mixed ombrophilous forest's phytophysiology, that belongs to the Atlantic Forest biome, which develops in São Joaquim National Park through secondary succession. The literature review emphasized both landscape geoeology concepts and mixed ombrophilous forest traits, popularly known as Araucaria Forest, while also reviewing the National Park's characteristics and other surveys performed in it. The landscape units were segmented in line with landscape geoeology methods, utilizing physical characteristics and data over the land use to enclose different areas, resulting in a map with six geoeological units in the study area. These results provide scientific support for the protected area's management decisions and prove that landscape geoeology may be successfully used for area characterization.

Keywords: Araucaria Forest; Protected Areas; Landscape.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas os esforços para conservação da biodiversidade têm aumentado, conforme avança também a extração de benefícios dos ecossistemas naturais em prol da produção econômica. Apesar do interesse e da tomada de decisões sobre a conservação serem baseados em demandas sociais (Whittaker et al, 2005; Cox; Moore; Silva, 2019), o embasamento das ações que buscam preservar

¹ Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

² Professor Associado no Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

os ambientes vem das ciências voltadas à proteção da biodiversidade, como a Biogeografia da Conservação.

Este campo da pesquisa científica busca analisar os processos físicos e biológicos que impactam na conservação da biodiversidade, utilizando das teorias e práticas biogeográficas (Whittaker et al, 2005; Cox; Moore; Silva, 2019). Um dos focos é o planejamento da conservação (Richardson; Whittaker apud COX; Moore; Silva, 2019), isso é, o desenvolvimento de análises que justifiquem a distribuição dos esforços para conservar a partir de verificações da efetividade de unidades de conservação ou a classificação de serviços ecossistêmicos, por exemplo.

Nesse contexto, tem relevância a Geoecologia da Paisagem, com metodologias que auxiliam no conhecimento da base natural das paisagens e na interação entre sociedade e natureza, que ocorre através de uma abordagem sistêmica (Rodriguez; Silva; Cavalcanti, 2022). A paisagem, conforme os autores, é o meio de vida e do fazer humano, compondo um sistema dotado de diversas características naturais, ou não, que se reproduzem, mas que também podem ser alteradas, geralmente pela atividade antrópica.

É através dele que os órgãos do meio ambiente nas esferas do poder público realizam a conservação in situ, possibilitando a proteção de ecossistemas considerados importantes e/ou ameaçados, além de proteger, em certos casos, as atividades de populações tradicionais (Brasil, 2000). No entanto, em Santa Catarina por exemplo, apesar de o estado conter 153 Unidades de Conservação - UC regularizadas dentre as 3 esferas do poder público e as de patrimônio privado, conforme dados do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação – CNUC, somente cerca de 5,75% do território continental de SC é protegido, equivalendo a 4.750km².

Uma das causas para a pouca proteção dos ecossistemas é de que há, pelo menos, dois séculos as formações vegetais de Santa Catarina, como outras áreas do bioma de mata atlântica no Brasil, têm sido apropriadas e sistematicamente exploradas insustentavelmente pelos colonizadores europeus. Após a exploração do litoral, suas incursões nos séculos XIX e XX na Serra e nos planaltos do oeste do estado levaram à extração predatória de grandes concentrações do pinheiro *Araucaria angustifolia* e outras espécies associadas, significando um declínio acentuado da ocorrência dessa espécie arbórea até a década de 80 (Carvalho, 2010).

A Floresta Ombrófila Mista – FOM, uma das fitofisionomias do bioma Mata Atlântica presente no estado de Santa Catarina, onde ocorrem as formações de *Araucaria angustifolia*, conhecida comumente como Mata com Araucárias, foi amplamente devastada. Sua área de ocorrência se estende ao longo de cerca de 160 mil km² no Planalto Meridional Brasileiro, porém hoje a floresta se resume às áreas de maior altitude ou de acesso restrito, como é o caso das áreas protegidas (IBGE, 2012). Portanto o Parque Nacional de São Joaquim, uma das UC federais em Santa Catarina localizada na Serra Geral, meio oeste catarinense, desempenha um papel fundamental, concentrando importantes fragmentos remanescentes da Floresta Ombrófila Mista de característica Montana e Alto-Montana, cujos benefícios são obtidos não só por quem está no parque, mas pela região do seu entorno.

Como forma de destacar a necessidade de conservação dos ambientes naturais, a descrição desses benefícios relacionados aos serviços que os ecossistemas prestam aos humanos pode servir como estratégia para enfatizar a relevância das áreas protegidas e sua manutenção, como exemplo o Parque Nacional de São Joaquim - PNSJ. A UC tem sido alvo de tentativas de desafetação, mais recentemente pelo PLS 208/2018 que propõe a redução dos limites, mas que deixou de tramitar no Senado Federal e se encontra arquivado.

A Floresta Ombrófila Mista, que ocupa pouco mais de um terço do Parque Nacional de São Joaquim, é uma das maiores formações em área no Estado de Santa Catarina, com uma área de ocorrência de 44,5 mil km², ou seja, aproximadamente 46% do estado. Sua distribuição em diferentes porções do estado, onde se encontram uma variedade de atividades econômicas no meio rural, com mais proximidade das áreas naturais, faz necessária uma investigação acerca dos serviços prestados nesse ecossistema, visto que as pressões que têm sofrido resultaram numa área de vegetação remanescente em diversos estágios de conservação estimada pelo IBGE em 2021 de cerca de 4511 km² ou 10% da original.

Além disso, o Plano de Manejo do PNSJ, um instrumento utilizado pelo SNUC para normatizar as atividades em uma UC, destaca a demanda por pesquisas científicas inclusive de caráter biogeográfico, ressaltando dados de geoprocessamento, informações sobre as áreas vegetadas, integração dos dados já disponíveis sobre a unidade e investigação sobre as áreas de vegetação e corredores ecológicos (Ferreira et al, 2018).

REFERENCIAL TEÓRICO

Atualmente, predominam as paisagens antrópicas, onde o ser humano já modificou o meio natural extensamente e nas quais a Geoecologia se destaca por considerar os elementos antropizados como parte da paisagem, não como agentes externos. O uso da Geoecologia para as pesquisas ambientais é fundamental, pois contribui para entender os elementos naturais, socioeconômicos e culturais (e suas inter-relações), permitindo análises que incluam a modificação do meio natural e qual o valor e uso que o meio socioeconômico atribui a ele. A análise geoecológica da paisagem serve, então, como ferramenta útil aos estudos ambientais, trazendo, a partir de sua interpretação, os potenciais e o estado presente de todos os segmentos identificados na paisagem, definidos como unidades geoecológicas (Teixeira; Silva; Farias, 2017).

A Geoecologia da Paisagem, proposta inicialmente pelo Prof. Rodriguez, consiste em um estudo integrado da paisagem, considerando a paisagem natural, a social e a cultural de maneira conjunta, revelando as relações entre Sociedade e Natureza e é apontada pelos autores como a mais recente dentro do estudo da paisagem (Rodriguez; Silva; Cavalcanti, 2022).

Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022, p.15-17) definem como principal para seu trabalho “o conceito de paisagem como formação antroponatural”, que consiste, dentro dos níveis de interpretação da paisagem, de elementos naturais cujas propriedades originais são modificadas pelo meio técnico, que carrega uma estrutura social, referidos pelos autores como “elementos antropotecnogênicos condicionados socialmente”. Dentro desse conceito os autores trazem as paisagens naturais, antroponaturais e as antrópicas.

Para a aplicação da geoecologia de paisagens é essencial a pesquisa cartográfica da área de estudo, complementada por trabalhos de campo para obter dados que corroborem as observações. Com a análise destes dados é possível produzir mapas que possibilitam a compreensão da paisagem (Teixeira, Silva e Farias, 2017), o que pode ser realizado através de diferentes metodologias.

Uma delas, a cartografia da paisagem, é exemplificada na pesquisa de Oliveira (2019), ela permite a integração dos elementos da paisagem descritos anteriormente, neste caso, tratando de unidades locais da paisagem na escala 1:6.000. O autor consegue relacionar, através da álgebra de mapas, os elementos estruturais e físicos

(relevo, pedologia, vegetação e microclima) e os antrópicos (áreas edificadas, vias e trilhas) resultando em uma segmentação em unidades geoecológicas homogêneas, que representam as condições ambientais e como essa área foi apropriada pela sociedade.

Cavalcanti (2018), que descreve a metodologia da cartografia de paisagens utilizada por Oliveira, aponta que levantamentos semidetalhados, para escalas entre 1:25.000 e 1:250.000, tendem a agrupar feições da paisagem que seriam visíveis em escalas maiores, representando o princípio do gradualismo.

Por fim, a análise das unidades de paisagem (Rodríguez, Silva e Cavalcanti, 2022) ou da fisionomia da paisagem (Cavalcanti, 2018) é um processo fundamental para a compreensão dos potenciais naturais desta e da relação entre suas diferentes partes. Guedes (2018, p.50) destaca o uso do mapeamento das unidades de paisagem, pela autora chamadas de unidades geoambientais, para “[...]compreender os usos e ofertas dos Serviços Ecossistêmicos”, indo de encontro a Syrbe et al (2017, p. 150), que apontam as propriedades dos ecossistemas como solo, declividade, clima e hidrografia “essencialmente controladores do suprimento de muitos SE”.

Em suma, o mapeamento sintético da paisagem (Rodríguez; Silva; Cavalcanti, 2022), demonstra a paisagem delimitada em unidades e representando os seus componentes na escala adequada, também pode revelar as propriedades dos ecossistemas. Estas abarcam a funcionalidade de um ecossistema, incluindo sua estrutura, processos e características (Syrbe et al, 2017), tornando o uso dos princípios da Geoecologia da Paisagem e de recursos da Cartografia de Paisagens uma proposta relevante na descrição e classificação de serviços ecossistêmicos.

A vegetação presente no Parque Nacional de São Joaquim, predominante nos planaltos da Região Sul do Brasil, é contrastante com as florestas tropicais que ocupam a maior parte do território brasileiro. De fato, é uma formação que remete ao período das glaciações do Quaternário, quando o clima mais seco e frio, sem forte presença das massas equatoriais, impunha condições duras à flora da região, onde sobressaiu-se o pinheiro-brasileiro, *Araucaria angustifolia* (Ab'Sáber, 2003).

Considera-se essa vegetação como Floresta Ombrófila Mista (IBGE, 2012), ou popularmente, Floresta com Araucária ou Mata com Araucárias, referenciando a espécie com caráter dominante (Longhi, 1980; Nascimento, Longhi, Brena, 2001) da formação vegetal. A *Araucaria angustifolia* (Pinheiro-brasileiro), e o *Podocarpus lambertii* (Pinheiro-bravo), são as únicas espécies nativas de coníferas do Brasil, se

diferenciando principalmente por suas folhas aciculadas, com formato de agulha e a reprodução sem formação do fruto, com sua semente nua, característica das gimnospermas.

Embora as araucárias dominem a fitofisionomia, predominante no estrato superior e emergindo do dossel da floresta (Figura 1), elas se encontram em um processo de substituição, com o avanço das espécies da Floresta Ombrófila Densa presente nas áreas abaixo e no declive da Serra Geral até se encontrar com os ecossistemas da planície litorânea, sendo conhecida também como floresta de encosta. O avanço a novas altitudes se deve às alterações climáticas do quaternário, isto é, da trajetória de aquecimento desde o último período glacial (Hueck, 1953; Longhi, 1980; Leite; Klein, 1990), que move o ótimo climático da araucária para altitudes maiores, dificultando seu desenvolvimento e oportunizando o avanço da ombrófila densa.

Figura 1 - Floresta Ombrófila Mista, com destaque para a *Araucaria angustifolia* emergindo em meio ao dossel.



Fonte: Dos autores, 2024.

Por se tratar de uma heliófita (dependente da luz solar para o desenvolvimento) e ser uma gimnosperma (um clado de plantas vasculares com a semente “nua”, sem fruto), a espécie tem dificuldade de se desenvolver com ritmo semelhante às

angiospermas após a formação do dossel, este composto num momento inicial justamente pela *Araucaria angustifolia*.

As principais angiospermas encontradas nessas matas, com destaque para Santa Catarina (Hueck, 1953), são o *Cedrela fissilis* (Cedro rosa) e a *Ocotea porosa* (Imbuia). Também ocorrem outras espécies da família *Lauraceae*, algumas *Myrtaceae*, a *Mimosa scabrella* (Bracatinga) e comumente no sub-bosque a *Ilex paraguariensis* (Erva-mate) e a *Dicksonia sellowiana* (Xaxim) (Hueck, 1953; Longhi, 1980; Leite; Klein, 1990; IBGE, 2012; Scipioni; Longhi, 2014a; Scipioni; Longhi, 2014b), sendo a maioria de grande importância comercial no século XX, quando foram exploradas à exaustão pelas companhias colonizadoras no oeste e meio-oeste catarinense e levadas à ameaça de extinção³ (Leite; Klein, 1990; Carvalho, 2010), algo já apontado por Hueck na década de 50.

De acordo com o IBGE (2012), existem quatro formações principais da Floresta Ombrófila Mista que se distribuem em diferentes altitudes, sendo elas a Floresta Ombrófila Mista Aluvial (nas planícies aluviais), Submontana (abaixo de 400 m), Montana (entre 400 e 1000 m) e Alto-Montana (acima de 1000 m). Neste trabalho a principal formação observada é a Alto-Montana, que alcança seu limite nas áreas em torno de 1600m.

Ab'Sáber (2003) detalha que com o desenvolvimento dos pinheiros há uma maior homogeneidade e espaçamento na mata representando uma tendência gregária (Nascimento; Longhi; Brena, 2001), com agrupamento significativo de indivíduos do pinheiro-brasileiro. Por outro lado, o sub-bosque detém maior diversidade com o *Podocarpus*, *Drymis* e diversas espécies de *Lauraceae* e *Aquifoliaceae* (Hueck, 1953; Longhi, 1980; Nascimento; Longhi; Brena, 2001).

Hueck (1953) e Ab'Sáber (2003) destacam uma conjugação da floresta mista com as estepes, isto é, nas altitudes maiores as condições climáticas reduzem a vegetação a campos permeados de turfeiras. Cria-se um mosaico entre os Campos de Altitude e a Mata com Araucária, esta última sempre se desenvolvendo onde as condições permitem, com a araucária atuando como colonizadora e ampliando o alcance da Floresta Ombrófila Mista. Os campos são compostos por espécies predominantemente herbáceas, além da presença de arbustivas como as *Baccharis* (Vassouras), sendo naturalmente aptos ao uso pela pecuária (Assis et al, 1994).

³ Conforme a Portaria MMA 148/2022, estão ameaçadas, dentre as espécies citadas: *Cedrela fissilis*, *Ocotea porosa*, *Dicksonia sellowiana*, *Araucaria angustifolia*.

A dispersão e manutenção da Mata com Araucárias, incluindo uma boa variabilidade genética, depende da presença e atividade da fauna que habita esse ecossistema. Espécies de roedores, como a cutia e de aves, como a gralha-azul, são responsáveis pela dispersão das sementes longe da árvore-mãe (Assis et al, 1994). Sem a dispersão pela fauna as sementes desenvolvem-se exclusivamente perto da progenitora, acarretando uma pobreza genética para a população afetada, que se reproduz somente entre si, acelerando o processo de substituição pelas angiospermas, cujas vantagens evolutivas se exacerbam em um ambiente sob pressão antrópica.

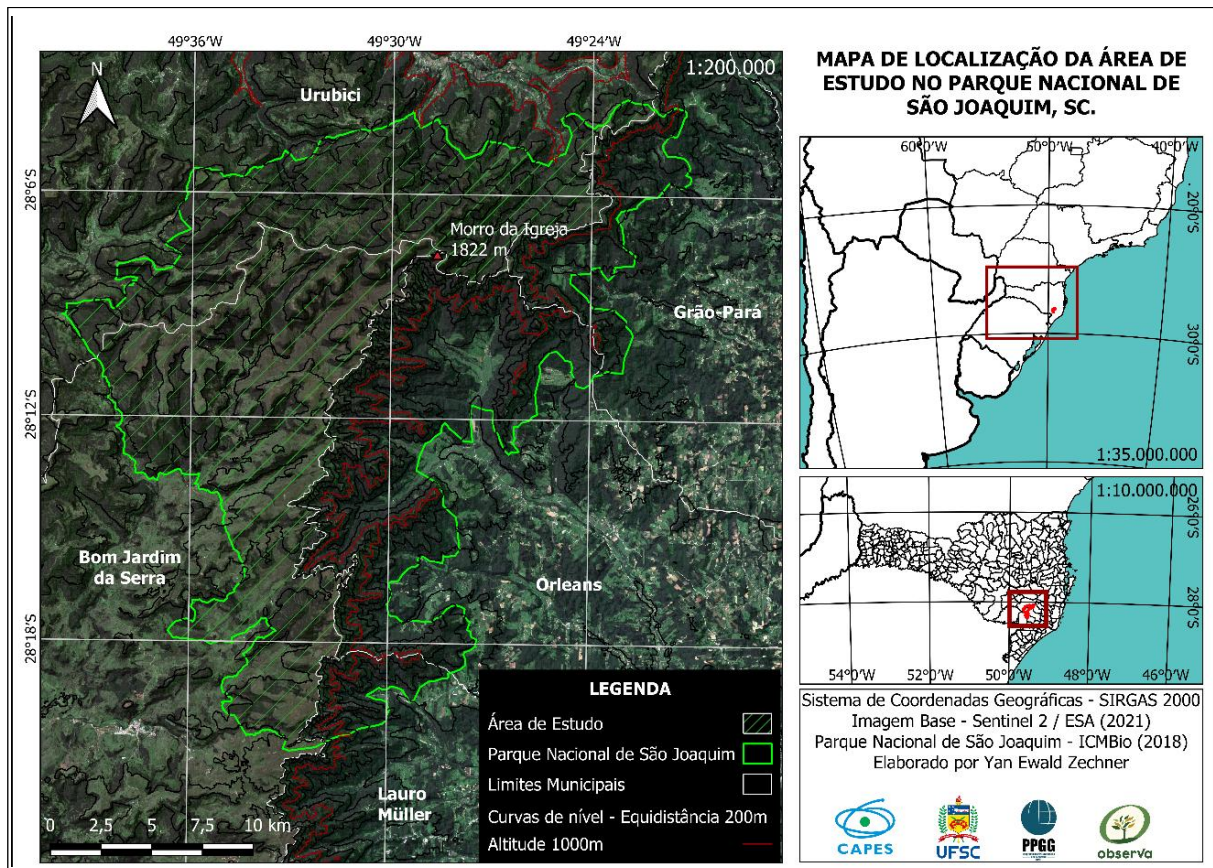
ÁREA DE ESTUDO

As paisagens antro-po-naturais para Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022), que contém elementos naturais, mas que já passam por processos de modificação com intensidades variadas, descrevem bem a Serra Catarinense. De fato, todo o domínio paisagístico do Planalto das Araucárias, conforme descrito por Ab'Saber (2003), foi amplamente modificado através da extração da madeira, restando, conforme estimativa de Leite e Klein (1990), 20.000 km² dos 175.000 km² (11%) de FOM original. Esta compõe diversas áreas protegidas, visto que os principais fragmentos de remanescentes são encontrados dentro delas, como é o caso do Parque Nacional de São Joaquim.

Antes da criação do PNSJ, de maneira geral para todo o planalto, a presença das madeireiras como a Southern Brazil Lumber & Colonization Company expandiu o uso que se fazia das áreas do Planalto das Araucárias. Após a extração da madeira como atividade econômica, acentuava-se o povoamento da região (Carvalho, 2010), que passava a ter muito mais uso para os campos do que para as florestas, que serviam para a subsistência como combustível e construção.

Atualmente o PNSJ abrange o território de cinco municípios: Urubici e Bom Jardim da Serra em sua porção serrana, onde há ocorrência da Floresta Ombrófila Mista e dos Campos de Altitude, portanto a área de estudo desta pesquisa (Figura 2). Ao passo que em Lauro Müller, Orleans e Grão-Pará na porção das encostas e das terras abaixo da Serra Geral, onde se encontra a Floresta Ombrófila Densa.

Figura 2 - Mapa da Área de Estudo no Parque Nacional de São Joaquim



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Portanto, composta por formações das Florestas Ombrófilas Densa e Mista, além dos Campos de Altitude e da Mata Nebular ⁴ a elas associados, a unidade de conservação tem uma área de 49.800ha (498 km²) que abarca terras devolutas da União, terras de posse do ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade e propriedades privadas ainda em processo de desapropriação, representando cerca de 12% das UC terrestres em SC de acordo com dados do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação - CNUC. Isso a torna a terceira maior UC terrestre no estado e a maior dentro da Floresta Ombrófila Mista. O PNSJ representa, deste modo, uma área de grande importância para a manutenção da biodiversidade, protegendo significativas populações de flora e fauna.

⁴ Conforme Leite e Klein (1990, p.120), a Mata Nebular é uma vegetação arbórea densa com dossel baixo e uniforme, com indivíduos geralmente recobertos por musgos e epífitas. Trata-se de uma floresta nuvigena, que se desenvolve em áreas onde há uma umidade do ar muito alta geralmente por conta do efeito orográfico, que é o caso da Serra Geral em Santa Catarina.

METODOLOGIA

As imagens utilizadas nessa pesquisa são dos satélites Landsat 8, com o sensor OLI (Operational Land Imager) trazendo 30m de resolução espacial (15m na banda pancromática) e o Sentinel-2 com o sensor MSI (Multi-spectral instrument) com as bandas Azul, Verde, Vermelho e Infravermelho-próximo tendo 10 m de resolução espacial.

Outros dados, de mapeamentos temáticos, utilizados em SIG provém do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, com informações sobre relevo, solos, geologia e vegetação disponíveis na escala 1:250.000, que coincide com a escala da pesquisa. O IBGE disponibiliza esses no Banco de Dados de Informações Ambientais – BDIA, concentrando informações próprias e de outros, como os mapas de pedologia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA.

Todas as atividades relacionadas ao SIG foram realizadas no *software* QGis versão 3.22 e na plataforma Google Earth Engine - GEE, que permite rodar *scripts* em linguagem java diretamente nos servidores Google, permitindo o *download* dos resultados.

A observação e pesquisa em campo se deu por meio de parceria com o ICMBio, que através do cadastro no Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO dá acesso e auxílio aos pesquisadores nas UC Federais. No PNSJ há disponibilidade de alojamento na Fazenda Santa Bárbara, na divisa entre Urubici e Bom Jardim da Serra, que possibilita o acesso às áreas de Campos de Altitude no interior do parque e às áreas com Mata com Araucária, em diversos estados de preservação.

Para a realização do campo foram utilizados equipamentos de localização: bússola e dispositivo GPS; altímetro calibrado no nível do mar para verificar a altitude exata; clinômetro digital para mensurar alturas.

Cartografia de Paisagens

Para a análise da paisagem com a perspectiva geoeológica, a partir de um levantamento semi-detalhado (Cavalcanti, 2018), foram utilizados fatores qualitativos baseados nos utilizados por Oliveira (2019) e indicados por Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022) como forma de diferenciar as diferentes unidades geoeológicas da área de estudo.

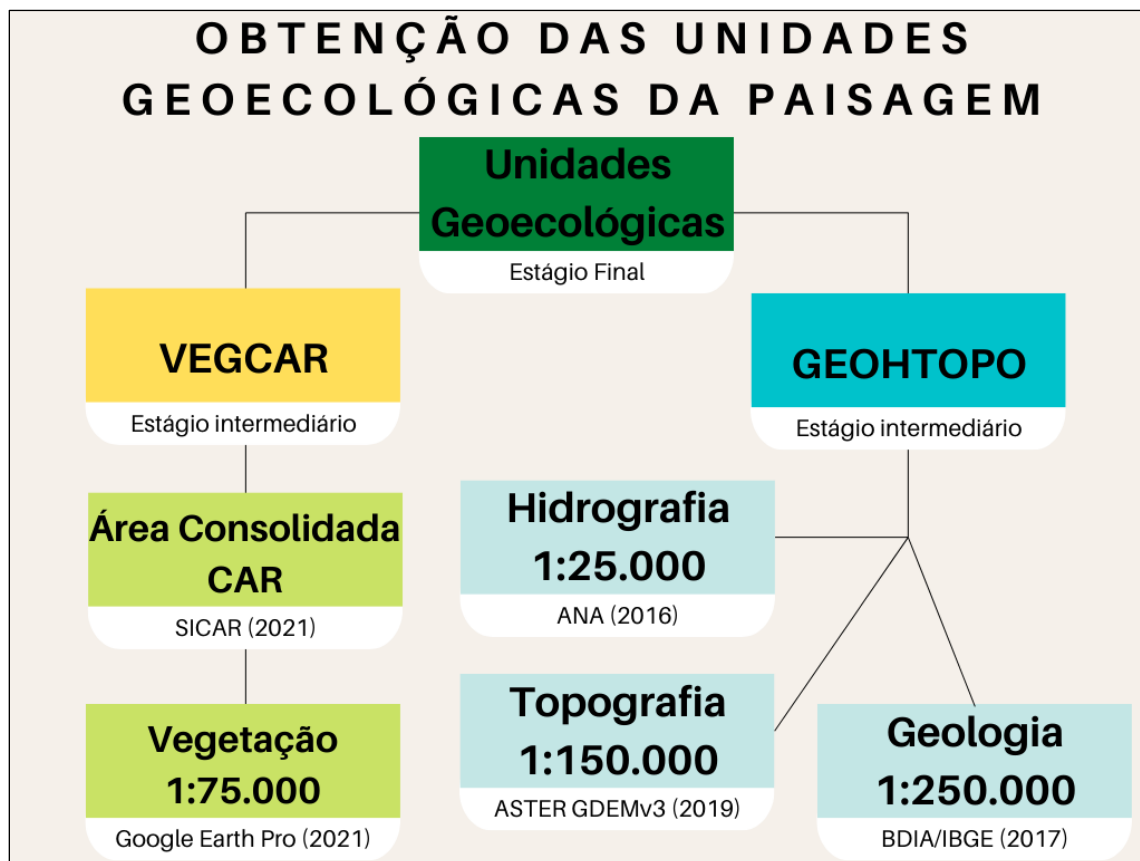
Isto se deve à importância atribuída ao processo histórico de ocupação da paisagem do PNSJ, que condicionou os aspectos naturais às atividades antropogênicas. Áreas hoje fartamente ocupadas pela vegetação secundária não seriam devidamente identificadas por índices de vegetação, por exemplo, pois a diferença se trata muito mais da pobreza de espécies do que da área coberta pelas folhas. Naturalmente, também é necessário considerar a dinâmica dos ambientes, que apresentam grandes variações devido aos extremos que chegam as características morfológicas do terreno.

Em um contexto que leva em conta a importância da fauna, em especial para a dispersão das espécies características da FOM, é necessária principalmente a diferenciação das áreas com presença de atividades antrópicas e das áreas que são exclusivamente destinadas para a proteção da biodiversidade. Assim, foram selecionados os fatores qualitativos, para melhor caracterização da dinâmica e das diferenças da paisagem.

O processo de divisão da paisagem em diferentes Unidades Geoeológicas da Paisagem – UG constituiu de duas etapas: Inicialmente conjugando os dados levantados para criação das camadas intermediárias e em seguida combinando-as para alcançar uma interpretação final, com base nas sobreposições de atributos observadas.

Subdividiram-se em dois segmentos (Figura 3), os voltados à “camada” GEOHTOPO, que inclui a estrutura geológica, topografia e hidrografia; os voltados à “camada” VEGCAR, com uma fotointerpretação identificando os fragmentos de vegetação no PNSJ através do *Google Earth Pro* e o uso de dados do Cadastro Ambiental Rural – CAR, especificamente as áreas declaradas consolidadas, que caracterizam o processo de antropização ou até mesmo áreas totalmente antrópicas.

Figura 3 - Processo da cartografia de paisagens utilizado no trabalho



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024 com base em Oliveira (2019).

Para a obtenção das informações referentes à ocupação da terra no PNSJ foi inicialmente definida a base de dados raster do Mapbiomas, com resolução espacial de 30m, gerada a partir dos satélites Landsat. A base, no entanto, não se mostrou adequada às particularidades da vegetação, impossibilitando a diferenciação das áreas de campo ou pastagem, além de não realizar uma descrição satisfatória das áreas com presença de silvicultura e FOM.

Descartando os levantamentos de uso e cobertura da terra, outra fonte de dados com melhor resolução espacial também poderia identificar a vegetação, com destaque para a divisão entre campo e floresta. Neste caso o NDVI, através de imagens da missão Sentinel-2, retrata, pelas médias anuais, áreas de vegetação arbórea, transição com arbustivas e de campo. O NDVI, entretanto, é incapaz de discernir os tipos de vegetação, identificando somente a resposta espectral da cor verde, de modo que as áreas de silvicultura se misturavam à FOM, inclusive compreendendo valores tão bons quanto as áreas mais vegetadas.

Divergindo para outras bases de dados, os relacionados à vegetação do BDIA, com escala igual à das informações sobre a geologia, não se mostraram refinados o

suficiente para uso na pesquisa, uma vez que havia grosseiras imperfeições nas áreas de floresta e, novamente, não havia uma indicação das áreas de plantio de exóticas, algo observado como significativo já nas composições coloridas do imageamento por satélite. Optou-se, em última instância, por gerar as divisões entre campo, floresta e silvicultura por meio da análise de imagens, propiciando os aspectos de vegetação da camada VEGCAR.

RESULTADOS

Para a análise da paisagem com a perspectiva geocológica, foram utilizados fatores qualitativos como forma de diferenciar as diferentes unidades geocológicas da área de estudo. Isto se deve à importância atribuída ao processo histórico de ocupação da paisagem do PNSJ, que condicionou os aspectos naturais às atividades antropogênicas.

Áreas hoje fartamente ocupadas pela vegetação secundária não seriam devidamente identificadas por índices de vegetação, por exemplo, pois a diferença se trata muito mais da pobreza de espécies do que da área coberta pelas folhas, uma vez que os índices não atestam a qualidade da biodiversidade presente. Naturalmente, também é necessário considerar a dinâmica dos ambientes, que apresentam grandes variações devido aos extremos que chegam às características morfológicas do terreno. Além do mais, em um contexto que leva em conta a importância da fauna, em especial para a dispersão das espécies características da FOM. A diferenciação das áreas com presença de atividades antroponaturais e das áreas que são exclusivamente destinadas para a proteção da biodiversidade é a chave para a interpretação dessa paisagem.

A primeira subdivisão compreende as características geológicas e morfológicas do terreno. No PNSJ predomina o embasamento basáltico da Formação Serra Geral, encontrando sua zona limítrofe dentro do parque, uma vez que a UC se estende abaixo da escarpa. Também se encontram na área arenitos da Formação Botucatu, resultado da completa intemperização da camada basáltica por alguns dos fluxos hídricos. Junto à topografia e hidrografia, caracterizadas por alternâncias de vales e topos de morro, definem-se três compartimentos: A, B e C (Apêndice B).

No **Compartimento A** estão os basaltos da Formação Serra Geral, que ocupam a maior extensão da área de estudo. O compartimento apresenta uma sequência de vales dissecados pelos fluxos d'água provenientes da constante recarga

hídrica resultante do efeito orográfico da Serra Geral. As altitudes variam desde os 1800m na porção norte (Urubici) até os 1300m na porção sul (B. Jardim da Serra), sendo que dentro desses vales a variação entre os topos de morro e o fundo sempre se mantém dentro de 200m.

O processo de erosão dos fundos de vale se intensifica no **Compartmento B**, que tem substrato rochoso de arenito da Formação Botucatu. Aqui as vertentes se aprofundam, partindo de 1500m e alcançando, no fundo do vale, 1000m de altitude ou abaixo. Dentro do PNSJ se encontram nessa condição diversos afluentes do Rio Canoas, inclusive o Rio Urubici, que abastece o município homônimo.

Em contraste aos demais compartimentos, o **Compartmento C** traz as áreas morfologicamente mais estáveis do parque. Com embasamento de rochas também da Formação Serra Geral, da fácies Caxias (Riolitos) e relevo mais planificado, apresentando pouca ação de intemperismo físico até ocorrer o mergulho nas vertentes do Compartimento B. Está na faixa dos 1700 a 1600m de altitude na porção norte e 1500m na porção sul e apresenta a menor área dentre os três.

De maneira geral os aspectos geológicos e morfológicos observados condicionam a potencialidade do desenvolvimento vegetacional, ou seja, através da identificação das áreas onde já ocorreu maior erosão e formação de solos é possível inferir sobre as áreas onde se desenvolverão melhor as fisionomias de campo ou de floresta.

Esta segunda subdivisão não decorre da primeira, realizando-se de maneira paralela, com outro conjunto de dados, a diferenciação das áreas. Nela se destaca um dos principais temas desta pesquisa, a Floresta Ombrófila Mista e outras formações que se associam a ela no PNSJ, bem como seus usos e exploração.

A identificação dos fragmentos de vegetação através da fotointerpretação no *Google Earth* definiu a dualidade das formações que dominam essa parte do parque, as matas com araucária e os Campos de Altitude, com suas qualidades determinadas por outro fator importante, o uso e a ocupação humana. Estes, especializados pelos dados do CAR, caracterizam as formações naturais que sobrepõem como antropizadas, ou, que ainda sofrem processo de antropização. Estas diferenças estão expostas nas diferentes **Feições** desta subdivisão (Apêndice C).

Na **Feição 1** está compreendida a Floresta Ombrófila Mista com Alteração, ou seja, nela se encontram os fragmentos de mata que não são terras devolutas do PNSJ e estão declaradas como áreas de uso consolidado no CAR, logo, há presença de uso

antrópico, mesmo que regulado pela UC. Ela é complementada pela **Feição 2**, composta pelos outros fragmentos da FOM, onde já se possibilita a Recuperação da Mata. Nestes fragmentos de vegetação, o contexto de proteção integral permite considerar a floresta tanto mais conservada quanto com possibilidades de desenvolver sua sucessão vegetal.

As demais Feições também compreendem áreas com atividades antroponaturais. Na **Feição 3** estão os Campos de Altitude, considerados num todo como de Uso Extensivo. Neles se localizam diversas estradas, incluindo uma rodovia intermunicipal, que interligam propriedades e os municípios de Urubici e Bom Jardim da Serra. Em geral também há presença da pecuária extensiva, intercalando áreas que são de pasto com as de estepe. Além disso, a maior parte das áreas de Campo estão inclusas no CAR como áreas consolidadas.

Por fim, na **Feição 4** estão contidas áreas completamente antropizadas, as áreas de Silvicultura, onde há plantio de exóticas como os *Pinus* e *Eucalyptus*, descaracterizando em um todo a mata original. Com exceção desta Feição, as demais todas compreendem áreas de maior ou menor grau de conservação e características naturais. Como os usos antroponaturais não podem ser identificados individualmente nesta escala, só se pode considerar que há algum grau de alteração.

Assim, com a identificação das Feições 1 e 3 não significa que não há um processo de conservação, que abrange todo PNSJ, mas sim que é na Feição 2 onde ele encontra maior potencial, em outras palavras, é nela que se concentram as menores intervenções e se desenvolve o potencial de restauração da mata. Dessa forma, não é impossível que áreas da Feição 1 apresentem matas com maior preservação de espécies, mas serão as da Feição 2 que detêm as melhores possibilidades.

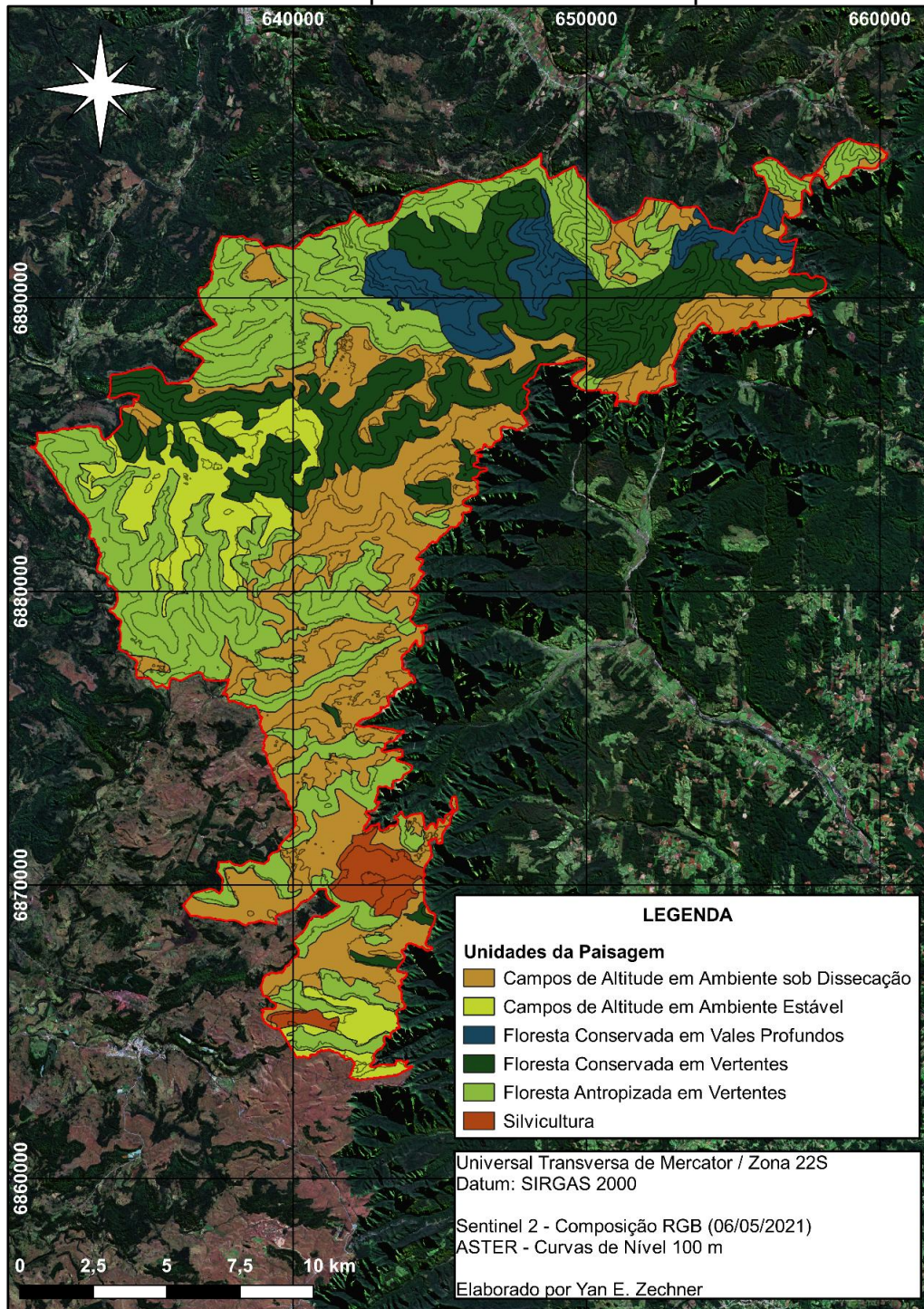
Unidades Geoecológicas da Paisagem

O cruzamento das informações das camadas GEOHTOPO, as informações sobre as formas de relevo e VEGCAR, as informações da ocupação do terreno pela Floresta Ombrófila Mista e formações associadas, cuja distribuição é intrínseca aos processos antroponaturais de ocupação e exploração da região, conduz a um entendimento de síntese da paisagem da área de estudo.

A Figura 4 apresenta a divisão da paisagem desta porção do PNSJ em seis Unidades Geoecológicas – UG, que em um todo ressaltam mais as diferenças dentre

os fragmentos de mata, mas também consideram os outros ambientes presentes no parque. Metade (3) das UG se caracterizam pela presença da FOM, duas delas pela presença dos Campos de Altitude e uma ressaltando atividades de silvicultura.

Figura 4 - Mapa de Unidades Geocológicas da Paisagem na Floresta Ombrófila Mista do Parque Nacional de São Joaquim



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Os **Campos de Altitude em Ambiente sob Dissecação (UG1)** se definem pelas áreas estépicas com uso antrópico não discriminado e que pode incluir pecuária extensiva, posicionadas nos topos de morros dos ambientes de dissecação do embasamento basáltico da Formação Serra Geral. Eles se diferem dos **Campos de Altitude em Ambiente Estável (UG2)** pelo substrato rochoso, que dá características distintas quanto à morfologia do terreno desta outra UG, onde se encontram os riolitos da fácies Caxias da Formação Serra Geral, apresentando terreno planificado que tem sofrido pouca ação do intemperismo em relação às áreas vizinhas.

Seguindo para as áreas abaixo dos Campos de Altitude, afinal estes ocorrem em altitudes onde a mata já não se desenvolve, encontram-se as **Floresta Conservada em Vales Profundos (UG3)**, caracterizadas pela FOM Alto-Montana que não apresenta consolidação da atividade antrópica, ao menos no presente. Elas preenchem os vales mais dissecados, com substrato rochoso arenítico da Formação Botucatu, contando com maior intensidade do processo erosivo.

A essas se assemelham as **Floresta Conservada em Vertentes (UG4)**, cuja diferenciação vem, de maneira similar aos Campos de Altitude, do substrato rochoso. Nestas há embasamento basáltico da Formação Serra Geral, indicando menor intensidade da dissecação do terreno, não tendo alcançado ainda as camadas inferiores de arenito. Isso não significa que não há intemperismo ou outras mudanças no terreno, mas que em relação às áreas vizinhas o processo se encontra em estágios menos avançados, com menor profundidade dos vales e há solos menos profundos para desenvolvimento da vegetação.

Contraopondo as Florestas em Conservação, as **Floresta Antropizada em Vertentes (UG5)** abrangem ambos os substratos rochosos vistos anteriormente, destacando neste caso a atividade antropozonal consolidada, mas sem uso discriminado. Em geral as matas de FOM aqui ocupam tanto as vertentes e até alguns fundos de vale, mas não alcançam terreno plano.

Por fim, a **Silvicultura (UG6)** se diferencia por ser a única UG com predomínio exclusivo das atividades antrópicas. Uma vez que as demais apresentam diversos níveis de influência do homem, mas não um uso explícito que altera em um todo as características naturais como é o caso dessas áreas. Nestes ambientes a FOM foi substituída pelo cultivo de espécies exóticas de pinheiros, comumente dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, como atividade econômica, dispondo-se em áreas mais planificadas na porção sul do PNSJ.

Dos 300 km² que compreendem a área de estudo, há uma semelhança de área entre os Campos, a Floresta Conservada e a Floresta em Alteração, conforme a Tabela 1. Entretanto, é importante destacar que a menor dentre estas três é justamente a de Floresta Conservada, onde há maior condição de regeneração da vegetação.

Se forem consideradas todas as áreas com maior influência da atividade antrópica, há um desequilíbrio incompatível com os objetivos de conservação da UC, sendo somente cerca de 26% da área de fato voltada para a proteção integral. Isso se deve ao fato de o PNSJ ainda não ter efetivado em sua extensão total a regularização fundiária, aspecto constatado em seu Plano de Manejo, publicado em 2018.

Tabela 1 - Dados de área da Segmentação da Paisagem no Parque Nacional de São Joaquim por Unidade Geoecológica.

Unidade Geoecológica	Área (km ²)	Área (%)
Campos A. Dissecação	90,82	29,97
Campos A. Estável	23,63	7,8
Floresta C. Vales Profundos	18,64	6,15
Floresta C. Vertentes	59,98	19,79
Floresta A. Vertentes	103	33,99
Silvicultura	6,97	2,3
Total	303,04	100

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Essa diferença não representa, necessariamente, que só se cumprem os objetivos da conservação naquela porção da área, visto que a gestão do parque ainda pode regular as atividades permitidas dentro dele. O que pode ser observado, portanto, é que não há um favorecimento ideal da proteção ao ambiente em 74% da área, sendo que em cerca de 2% destes há uma inversão das atividades de conservação na forma da Silvicultura.

De maneira geral, observa-se que as áreas de Floresta Conservada se concentram em uma mesma porção do PNSJ, que também é onde se encontram as maiores altitudes, incluindo o Morro da Igreja com 1822m. Isso pode ser explicado pela dificuldade de ocupação devido ao relevo fortemente inclinado e ao fato de algumas das terras já serem devolutas da União.

O posicionamento dessa UG é fundamental para a proteção dos fluxos hídricos, uma vez que as nascentes de diversos rios do Planalto do Rio Uruguai e do Planalto de Lages estão localizadas nesse segmento, cujo estado de conservação favorece a

perenidade das bacias hidrográficas como as do Rio Canoas, do seu afluente Rio Urubici (que abastece a cidade de Urubici) e do Rio Pelotas.

Oposta a essa situação, a área de Silvicultura no sul do PNSJ promove a fragilidade tanto dos campos quanto dos fragmentos de mata, devido à facilidade de dispersão das espécies exóticas e a interrupção dos fluxos normais de matéria e energia, afetando também à fauna. A competição das espécies exóticas com os pinheiros nativos (*Araucaria angustifolia*), que têm uma característica colonizadora dentro da sucessão vegetal (Hueck, 1953), pode cercear o avanço natural da FOM sobre as formações campestres, gerando efeitos contrários à conservação das principais espécies presentes no PNSJ.

Assim, constata-se que no Parque Nacional de São Joaquim há margem para uma proteção mais efetiva dos aspectos naturais ligados à presença da Floresta Ombrófila Mista. A paisagem se encontra permeada pelos processos antrópicos, apesar de apresentar um núcleo consistente de fragmentos de vegetação onde se limita essa presença ao máximo permitido pela própria UC.

A diferenciação entre as áreas mais conservadas, ou, com potencial de conservação e as com atividades antroponaturais é importante para a identificação e localização de serviços ecossistêmicos. A manutenção e/ou o uso de funções ecossistêmicas estão ligados diretamente à presença e ação antrópica nos ambientes em questão.

As unidades geológicas com essas características antrópicas são as predominantes neste levantamento, mas é importante considerar que elas estão inseridas em um processo de desapropriação e mesmo sendo de posse particular já estão atadas à legislação do PNSJ. Logo, a heterogeneidade dos usos não permitiu, no atual nível de detalhamento, segmentar de maneira mais precisas as áreas que já teriam mais semelhança com a UG de Florestas em Conservação, ou, até mesmo, com alteração total dos aspectos naturais igual ou semelhante à Silvicultura.

Nesse sentido, a definição das UG pode delimitar as áreas prioritárias para desapropriação, a depender da estratégia da gestão do PNSJ. As áreas com maior contato com a UG de Florestas em Conservação podem ser progressivamente integradas à posse pública, aumentando de maneira contínua as áreas sob manejo com objetivo de conservação. Também podem ser priorizadas as áreas com maior alteração, a exemplo da UG Silvicultura, um obstáculo para os objetivos do parque,

por representar uma população de espécies exóticas cuja dispersão para áreas vizinhas dificultaria a recuperação das formações vegetais nativas.

CONCLUSÕES

O Parque Nacional de São Joaquim possui uma diversidade de paisagens, dentre Campos de Altitude, Matas com Araucárias e áreas antropizadas, distribuídas em um arranjo complexo. Quanto à Floresta Ombrófila Mista, o recorte desta pesquisa é preciso levar em conta os Campos de Altitude e a Mata Nebular, necessitando uma análise criteriosa, mas que dê abrangência aos ambientes que se associam à Mata com Araucárias.

A geoeologia da paisagem demonstrou a distribuição de um fenômeno no meio natural fundamental, as atividades antropozonais. É a partir das interações entre o ser humano e natureza que podem ser identificados muitas das alterações nos ambientes naturais.

Por outro lado, também há um foco dedicado à FOM, que pode ser mais bem identificada em seu estágio sucessional através de um estudo fitopaisagístico, importante diagnóstico para basear a presença de um conjunto de serviços ligados à permanência da floresta em vez de seu uso com viés mais exploratório.

A pesquisa demonstra a viabilidade do uso da geoeologia da paisagem como fundamental para a descrição de uma determinada área com o fim de classificação de serviços ecossistêmicos; além de enfatizar a importância da deliberação entre fatores quantitativos e qualitativos que serão usados para tal análise.

Esse diagnóstico pode ser útil à gestão do PNSJ, que tem seu zoneamento mapeado no plano de manejo, possibilitando o cruzamento de informações e o entendimento de características da UC que podem se tornar prioritárias nos esforços de conservação.

REFERÊNCIAS

Ab'Sáber, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza do Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 160p.

Assis, Célia de; *et al.* **Matas de Araucária**. Ilustrações Paulo Ferreira, Ricardo José Nogueira da Silva, Rigoberto do Rosário Jr. São Paulo: FTD, 1994. 47p.

Brasil. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Regulamenta o art. 225, § 1^o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, 2000.

Carvalho, Miguel Mundstock Xavier de. **Uma grande empresa em meio à floresta: a história da devastação da floresta com araucária e a Southern Brazil Lumber and Colonization (1870-1970).** 2010. 313p. Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação em História – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/93507> . Acesso em: 01 set. 2019.

Cavalcanti, Lucas Costa de Souza. **Cartografia de paisagens: fundamentos.** 2. Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2018. 96p.

Cox, C. Barry; Moore, Peter D.; Silva, Luiz Felipe Coutinho Ferreira da. **Biogeografia: Uma Abordagem Ecológica e Evolucionária.** Tradução: Ana Claudia Mendes Malhado; Richard James Ladle; Thainá Lessa Pontes Silva. 9. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

Ferreira, Lourdes M. *et al.* (orgs). **Plano de Manejo do Parque Nacional de São Joaquim.** Brasília: ICMBio, 2018. 72 p. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/parnasaojoaquim/images/stories/plano_de_manejo_parque_nacional_de_sao_joaquim_2018.pdf . Acesso em: 12 ago. 2019.

Guedes, Dayane Raquel da Cruz. **Análise dos serviços ecossistêmicos de provisão em dois sistemas estuarinos no litoral do Rio Grande do Norte, Brasil.** 2018. 133f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/25795> . Acesso em: 08 set. 2019.

Hueck, Kurt. Distribuição e habitat natural do Pinheiro do Paraná (*Araucaria angustifolia*). **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo. Botânica,** p. 3-24, 1953. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/43754921> Acesso em: 18 mai. 2022.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira.** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2012. 271p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf> . Acesso em: 27 ago. 2019.

Leite, P.F. & Klein, R.M. 1990. Vegetação. *In Geografia do Brasil: Região Sul.* Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, v. 2, p.113-150.

Longhi, Solon Jonas. **A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, no Sul do Brasil.** Dissertação (Mestrado em Ciências) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1980. 220p. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1884/26115> Acesso em: 06 jun. 2022.

Nascimento, André R. Terra; Longhi, Solon Jonas; Brena, Doádi Antônio. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS. **Ciência Florestal**, v. 11, p. 105-119, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/19805098499> Acesso em: 06 jun. 2022

Oliveira, Gladson. Geoecologia e geodiversidade: uma aplicação da análise integrada da paisagem como subsídio à gestão de áreas protegidas. **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v. 20, n. 72, dez/2019, p 402-421. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/46507> Acesso em: 24 jun. 2021

Rodriguez, J. M. M.; Silva, E. V.; Cavalcanti, A de P. B. **Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 6ª ed. Ampliada. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2022. 331p. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/66152> Acesso em: 14 set. 2022

Scipioni, Marcelo Callegari. Longhi, Solon Jonas. **Guia de Campo Fitossociológico n.1: Espécies Arbóreas e Arborescentes comuns na Floresta de Araucária**. 2014. 10 perfis arbóreos, color.

Scipioni, Marcelo Callegari. Longhi, Solon Jonas. **Guia de Campo Fitossociológico n.2: Espécies Arbóreas e Arborescentes comuns na Floresta de Araucária**. 2014b. 10 perfis arbóreos, color.

Syrbe, Ralf-Uwe *et al.* What to map? *In*: BURKHARD, B.; MAES, J. **Mapping Ecosystem Services**. 1. ed. Sofia: Pensoft Publishers, 2017. Cap. 5.1, p. 149-156. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/315066978_Mapping_Ecosystem_Services . Acesso em: 07 abr. 2021.

Teixeira, Nágila F. F.; Silva, Edson V.; Farias, Juliana F. Geoecologia das paisagens e planejamento ambiental: discussão teórica e metodológica para a análise ambiental. **Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas**. n.9, p. 147-158, 2017. Disponível em: <https://periodicos.unifap.br/index.php/planeta/article/view/3998> Acesso em: 03 mai 2021.

Whittaker, Robert J. *et al.* Conservation biogeography: assessment and prospect. **Diversity and distributions**, v. 11, n. 1, p. 3-23, 2005. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1366-9516.2005.00143.x>. Acesso em: 14 ago. 2019.

Recebido em 07 de julho de 2024
Aceito em 24 de setembro de 2024