



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Yan Ewald Zechner

**OS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS DA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO
PARQUE NACIONAL DE SÃO JOAQUIM, SANTA CATARINA**

Florianópolis
2023

Yan Ewald Zechner

**OS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO
PARQUE NACIONAL DE SÃO JOAQUIM, SANTA CATARINA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia

Orientador(a): Prof. Dr. Orlando Ferretti

Florianópolis

2023

Ficha de identificação da obra

Zechner, Yan Ewald

Os serviços ecossistêmicos da floresta ombrófila mista no Parque Nacional de São Joaquim, Santa Catarina / Yan Ewald Zechner ; orientador, Orlando Ednei Ferretti, 2023.

104 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Geografia. 2. Biogeografia. 3. Geoecologia da Paisagem. 4. Mata de Araucárias. 5. Áreas Protegidas. I. Ferretti, Orlando Ednei. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

Yan Ewald Zechner

**OS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS DA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO
PARQUE NACIONAL DE SÃO JOAQUIM, SANTA CATARINA**

O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado, em 11 de julho de 2023,
pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof^a. Dra. Rosemy da Silva Nascimento
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Lindberg Nascimento Junior
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^a. Dra. Karine Bueno Vargas
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado
adequado para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Insira neste espaço a
assinatura digital

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Insira neste espaço a
assinatura digital

Prof. Dr. Orlando Ferretti
Orientador(a)

Florianópolis, 2023.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a muitos com quem dividi momentos ao longo dos anos em que desenvolvi esta pesquisa. Em primeiro lugar às minhas famílias, a de nascimento, meus pais e irmã, que sempre me proveram de todos os auxílios para que eu pudesse me reestabelecer diante de problemas, de saúde e tantos outros. Também à adquirida, com quem vivi os piores momentos da pandemia de COVID-19, Natália, Mateus, Lu Renata, Orlando e Juliano, que me apoiaram nas situações de casa, na pesquisa e principalmente no nosso isolamento à espera da vacina.

Agradeço aos meus colegas do Observatório de Áreas Protegidas, Talita, Tadeu e Vinícius, com quem tive ótimas discussões, pertinentes ou não, sobre as pesquisas ou sobre as áreas protegidas. Junto a eles agradeço a todos os demais colegas da UFSC, pois todo o tempo passado na instituição de alguma forma contribuiu no caminho da pós-graduação.

Pelos trabalhos em campo, agradeço novamente aos que me acompanharam, Mateus, Theo, Talita, Tadeu e Orlando, não foram fáceis as idas a campo durante a pandemia. Nesse ponto também tenho a agradecer ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, que dispôs das instalações em campo e de orientações quanto ao parque.

Por fim, gostaria de agradecer a todos que estiveram presentes não só na construção do trabalho, mas nos momentos de descanso, de desabafos e de lazer, pois entendo que a pesquisa não requer somente a dedicação do fazer, mas também o cuidado de quem a faz.

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo compilar os serviços ecossistêmicos da floresta ombrófila mista abrangidos pelo Parque Nacional de São Joaquim, na porção da Serra Geral do Estado de Santa Catarina. Para identificar tais serviços foi utilizada a geoecologia da paisagem junto a um levantamento fito-paisagístico de modo que se pudesse conhecer a dinâmica da paisagem e as características próprias da fitofisionomia da floresta ombrófila mista, pertencente ao bioma Mata Atlântica, que se desenvolve no parque, uma vez que se tratam de formações de sucessão vegetal secundária. A revisão bibliográfica buscou tratar, além da geoecologia da paisagem, sobre as características da floresta ombrófila mista, também conhecida popularmente como Mata de Araucárias, sobre as características do Parque Nacional de São Joaquim e sobre o desenvolvimento do conceito de serviços ecossistêmicos. A partir da aplicação desses conhecimentos teóricos foram obtidos três resultados, organizados de tal forma que os dois primeiros, a divisão em unidades geoecológicas da paisagem e a análise fito-paisagística, complementam as informações necessárias para gerar o terceiro, a classificação dos serviços ecossistêmicos realizada através da Classificação Internacional Padrão dos Serviços Ecossistêmicos, subdividindo tais serviços em categorias correspondentes ao tipo de benefício que fornecem ao ser humano. As unidades geoecológicas foram segmentadas a partir da geoecologia da paisagem, utilizando características físicas e dados de uso da área para delimitar as áreas, resultando em um mapa com 6 unidades geoecológicas. Já o levantamento fitopaisagístico determinou, através de 4 parcelas em uma unidade amostral, que a floresta presente na área de estudo se encontra entre o estágio intermediário e avançado de regeneração. De maneira geral o trabalho se estrutura como um todo para possibilitar a classificação dos serviços ecossistêmicos, trazendo mais subsídios à gestão da unidade de conservação e propondo um compilado inicial de serviços relacionados a floresta ombrófila mista em um dos seus remanescentes mais significativos no estado de Santa Catarina.

Palavras-chave: Biogeografia; Geoecologia da Paisagem; Mata de Araucárias; Áreas Protegidas.

ABSTRACT

This research has as an objective to compile the ecosystem services of the mixed ombrophilous forest comprised by the São Joaquim National Park, at Santa Catarina State's Serra Geral. In order to identify such services, landscape geocology was employed along with a landscape phytogeography survey, enabling the comprehension of the landscape dynamics and the particular characteristics of the mixed ombrophilous forest physiognomy that is developing in the national park, since it is a secondary succession forest. The literature review approached, as well as the landscape geocology theory, the general characteristics of the mixed ombrophilous forest, an Atlantic Forest biome also known as Araucaria moist forests, the characteristics of São Joaquim National Park and also the development of ecosystem services as a concept. Through the application of these knowledges, three final results were obtained. They were organized so that the first two, being the geologic landscape units' division and the landscape phytogeography analysis, would complement the necessary information to generate the third result, the classification of ecosystem services performed utilizing the Common International Classification of Ecosystem Services, which is sub-divided in categories that correspond to the type of benefits they provide to humans. The geocological units were distributed following the principles of landscape geocology, utilizing physical and land use characteristics to assess the different areas, resulting in a map with 6 geocological units. On the other hand, the landscape phytogeography analysis has determined, through the survey of 4 parcels that make up a sampling unit, that the forest present in the study area has developed up to an intermediate to late stage of regeneration. In general, the research is structured around enabling the classification of these services, introducing more scientific subsidies to the protected area's management and proposing an initial compilation of the services related to the mixed ombrophilous forest in one of its most significative remains in Santa Catarina state.

Keywords: Biogeography; Landscape Geocology; Brazilian Pine Forests; Protected Areas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de Vegetação do Estado de Santa Catarina	32
Figura 2: Folhas aciculadas da espécie <i>Podocarpus lambertii</i>	39
Figura 3: Floresta Ombrófila Mista, com destaque para a <i>Araucaria angustifolia</i> emergindo em meio ao dossel.	40
Figura 4: Perfil esquemático da Floresta de Araucária	41
Figura 5: Mapa demonstrando a Área de Estudo dentro do Parque Nacional de São Joaquim.....	44
Figura 6: Mapa hipsométrico do Parque Nacional de São Joaquim e região.	44
Figura 7: Interior da Mata Nebular.....	45
Figura 8: Esquema demonstrando a conexão realizada pelos serviços ecossistêmicos entre o ecossistema e o sistema socioeconômico	48
Figura 9: Níveis de organização da biodiversidade e sua interação com os serviços ecossistêmicos	50
Figura 10: Hierarquia da tabela CICES, exemplificando um serviço de regulação ..	53
Figura 11: Conglomerado representando uma Unidade Amostral.....	57
Figura 12: Foto das áreas atingidas por incêndio em 2020.....	60
Figura 13: Parte da trilha do Caminho das Araucárias.....	61
Figura 14: Localização da Unidade Amostral no PNSJ.....	61
Figura 15: Vista do local da UA a partir da encosta acima, a cerca de 1620m de altitude.....	62
Figura 16: Interior da Unidade Amostral, Parcela Sul.	62
Figura 17: Registro do levantamento em campo, com instrumentos utilizados (Caderneta e referências. Clinômetro, Altímetro e termômetro digital.....	63
Figura 18: Processo da cartografia de paisagens utilizado no trabalho	65
Figura 19: Mapa de Unidades Geoecológicas da Paisagem no Parque Nacional de São Joaquim.	72
Figura 20: Observação do interior da Unidade Amostral.....	76
Figura 21: Vista da Parcela Leste, em primeiro plano mirtáceas com galhos sem folhas e ao fundo lauráceas e araucárias adultas.	77
Figura 22: Clareira na Parcela Oeste, tronco caído à esquerda e abaixo do pesquisador.....	77
Figura 23: Esquema de dados consolidados do levantamento na Unidade Amostral	78

Figura 24: Indivíduo da espécie <i>Dicksonia sellowiana</i>	79
Figura 25: Clareira da Parcela Norte, com vegetação pioneira sobre o tronco caído superando a altura dos pesquisadores no ponto mais central.	80
Figura 26: Mapa dos Serviços Ecossistêmicos de Provisão em cada Unidade Geoecológica da Paisagem no Parque Nacional de São Joaquim, SC.	86
Figura 27: Observação da mata ciliar próxima do curso hídrico em diferentes pontos na região da Fazenda Santa Bárbara.	90
Figura 28: Porção de campo povoado por <i>Baccharis uncinella</i> carbonizadas, ao fundo a mata sem sinais de queimada.	91
Figura 29: Toca de animal na área do levantamento, com evidências do consumo do pinhão pela fauna.	92
Figura 30: Presença da FOM nas vertentes, criando condições diferentes dos ambientes de campo de altitude.	93
Figura 31: Mapa dos Serviços Ecossistêmicos de Regulação e Manutenção em cada Unidade Geoecológica da Paisagem no Parque Nacional de São Joaquim, SC.	94
Figura 32: Trilha de Longo Curso Caminho das Araucárias.	97
Figura 33: Vista do Mirante do Morro da Igreja – Parque Nacional de São Joaquim.	97
Figura 34: Pedra Furada, vista a partir do Morro da Igreja.	98
Figura 35: Mapa dos Serviços Ecossistêmicos Culturais em cada Unidade Geoecológica da Paisagem no Parque Nacional de São Joaquim, SC.	99
Figura 36: Serviços Ecossistêmicos totais de cada unidade geoecológica da paisagem no Parque Nacional de São Joaquim, SC.	101
Figura 37: Proporção dos Serviços Ecossistêmicos por Unidade Geoecológica da Paisagem no Parque Nacional de São Joaquim, SC.	102

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Definições dos Serviços Ecosistêmicos de acordo com a CICES.	52
Quadro 2: Conjugação dos procedimentos metodológicos e objetivos específicos.	54
Quadro 3: Formulário do levantamento florestal.	59
Quadro 4: Comparação das definições do CONAMA (1994) com os dados levantados.	82
Quadro 5: Comparação dos valores fitossociológicos da <i>Araucaria angustifolia</i> entre os levantamentos de Faxina (2014) e Zechner (2023).....	83
Quadro 6: Disposição dos Serviços de Provisão identificados no Parque Nacional de São Joaquim a partir de fontes de dados primários e secundários.	84
Quadro 7: Disposição dos Serviços de Regulação e Manutenção identificados no Parque Nacional de São Joaquim a partir de fontes de dados primários e secundários.	87
Quadro 8: Disposição dos Serviços Culturais identificados no Parque Nacional de São Joaquim a partir de fontes de dados primários e secundários.	95

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados de área da Segmentação da Paisagem no Parque Nacional de São Joaquim por Unidade Geoecológica.	74
Tabela 2: Parâmetros fitossociológicos para as espécies arbóreas, amostradas com DAP \geq 10cm, em Floresta Ombrófila Mista, Urubici, SC. Em que: DA = densidade absoluta; DR = densidade relativa; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; DoA = dominância absoluta; DoR = dominância relativa; VI = valor de importância.....	81
Tabela 3: Contagem de Serviços Ecossistêmicos por Unidade Geoecológica da Paisagem	102

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BDIA – Banco de Dados de Informações Ambientais
CAR – Cadastro Ambiental Rural
CICES – Common International Classification of Ecosystem Services
CNUC – Cadastro Nacional de Unidades de Conservação
DAP – Diâmetro à altura do peito
DGI – Divisão de Geração de Imagens
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FOM – Floresta Ombrófila Mista
FSB – Fazenda Santa Bárbara
GEE – Google Earth Engine
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MDI – Morro da Igreja
MEA – Millenium Ecosystem Assessment
MSI – Multi-spectral instrument
OLI – Operational Land Imager
PNSJ – Parque Nacional de São Joaquim
SAMGe – Sistema de Análise e Monitoramento da Gestão de Unidades de Conservação
SE – Serviços Ecossistêmicos
SIG – Sistemas de Informações Geográficas
SISBIO – Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade
SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SSE – Sistema Socioecológico
TIRS – Thermal Infrared Sensor
UA – Unidades Amostrais
UC – Unidades de Conservação
UG – Unidades Geoecológicas da Paisagem
USGS – United States Geological Survey

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	29
2. REFERENCIAL TEÓRICO	35
2.1. GEOECOLOGIA DA PAISAGEM	35
2.2. FLORESTA OMBRÓFILA MISTA: A MATA DE ARAUCÁRIAS	38
2.3. ÁREA DE ESTUDO: O PARQUE NACIONAL DE SÃO JOAQUIM	42
2.4. SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS	46
2.4.1. Serviços Ecosistêmicos: a conexão da natureza e sociedade	46
2.4.2. Sistemas naturais: A base dos Serviços Ecosistêmicos	49
2.4.3. Classificando os serviços ecosistêmicos	51
3. METODOLOGIA	54
3.1. AQUISIÇÃO DE DADOS	54
3.2. LEVANTAMENTO FITO-PAISAGÍSTICO	55
3.2.1. Levantamento em campo	59
3.2.2. Análise Fitossociológica	63
3.3. CARTOGRAFIA DE PAISAGENS	64
3.4. APLICANDO A COMMON INTERNATIONAL CLASSIFICATION OF ECOSYSTEM SERVICES	66
4. RESULTADOS	68
4.1. DESCRIÇÃO GEOECOLÓGICA DA PAISAGEM	68
4.1.1. GEOHTOPO – Geologia, Hidrografia e Topografia	68
4.1.2. VEGCAR – Vegetação e Atividade Antrópica	69
4.1.3. Unidades Geoecológicas da Paisagem	71
4.2. LEVANTAMENTO FITO-PAISAGÍSTICO	75
4.2.1. Resultados do levantamento fito-paisagístico	76
4.2.2. Classificação da sucessão vegetal	80
4.3. SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS DOS AMBIENTES DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA DO PARQUE NACIONAL DE SÃO JOAQUIM	83
4.3.1. Serviços de Provisão	84
4.3.2. Serviços de Regulação e Manutenção	86
4.3.3. Serviços Culturais	94
4.3.4. Os Serviços Ecosistêmicos na paisagem do Parque Nacional de São Joaquim	100
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	104

REFERÊNCIAS.....	106
APÊNDICE A – CROQUI DA CAMADA GEOHTOPO	112
APÊNDICE B – CROQUI DA CAMADA VEGCAR.....	113
APÊNDICE C – LISTAGEM DO LEVANTAMENTO FITOPAISAGÍSTICO	114

1. 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 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.

Apesar disso, o conhecimento de que suas atividades condicionam e deformam os ambientes naturais ainda não perpassa toda a sociedade, nem mesmo suas lideranças. Pelo contrário, ainda há certa resiliência do mito moderno da natureza intocada, conforme denominado por Diegues (2008). Parte-se do pressuposto que certas áreas “desabitadas”, no sentido de não integrar ativamente o sistema econômico vigente, devem ser mantidas à parte do mundo dito civilizado, compondo um imaginário de ambientes selvagens, dignos de admiração e visitação pelos humanos, porém não de permanência (Diegues, 2008).

No entanto, mesmo os ambientes mais remotos estão hoje profundamente interligados à sociedade, que em alguma capacidade se beneficia de sua existência

das mais diversas maneiras. A obtenção desses benefícios, que auxiliam e propiciam a vida humana, faz parte do processo dos serviços ecossistêmicos (Daily, 1997), pelo qual os sistemas naturais interagem com a sociedade e seu modo de produção. Conforme Bensunsan (2006), estes serviços são muitas vezes desconhecidos e se diferenciam para cada formação vegetal.

Para isso, foram desenvolvidas classificações, como o *Millenium Ecosystem Assesment* (2005), que buscam delimitar os serviços em grupos comuns. Os ecossistemas, no entanto, são extremamente diversos, requerendo uma classificação mais adaptável, que permita a inclusão de novas categorias e que possam ser comparáveis às demais. Foi criada, em 2012, a *Common International Classification of Ecosystem Services*, que busca agregar o maior número possível de descrições dos serviços ecossistêmicos dentro de cada classe, compondo então os grandes grupos de provisão, regulação e cultural, representando uma revisão sistemática de modelos anteriores que já englobavam estes conceitos.

Dentre os ecossistemas mais bem conservados, se destacam os presentes nas áreas protegidas, que hoje têm sido organizadas rejeitando a premissa inicial da natureza intocada (Diegues, 2008), atuando com propostas que promovam mudanças sociais e econômicas nas comunidades que compõem a área, de modo que o processo da conservação da natureza, dos ecossistemas, traz outros desafios para sua gestão (Bensunsan, 2006). É preciso observar além da fauna e flora nativas como existentes por elas mesmas, compreendendo que estas já se integravam com a atividade antrópica antes da existência das áreas protegidas e que a conservação muitas vezes busca reestabelecer essa relação mais harmônica, alterada pelas exigências da sociedade industrial.

Os esforços atuais de conservação no Brasil, através de áreas protegidas, buscam integrar as atividades humanas à natureza com Unidades de Conservação – UC, criadas e planejadas através de processos públicos que incluem consultas às populações presentes nas áreas que se pretende desenvolver a conservação. O processo de criação e manejo das unidades de conservação têm seus passos regidos pela Lei nº 9.985/2000, que institui um Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC, definindo suas categorias e atribuições.

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 UC regularizadas¹ dentre as 3 esferas do poder público e também as de patrimônio privado, conforme dados do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação – CNUC², somente cerca de 5,75% do território continental de SC é protegido, equivalendo a 4.750km².

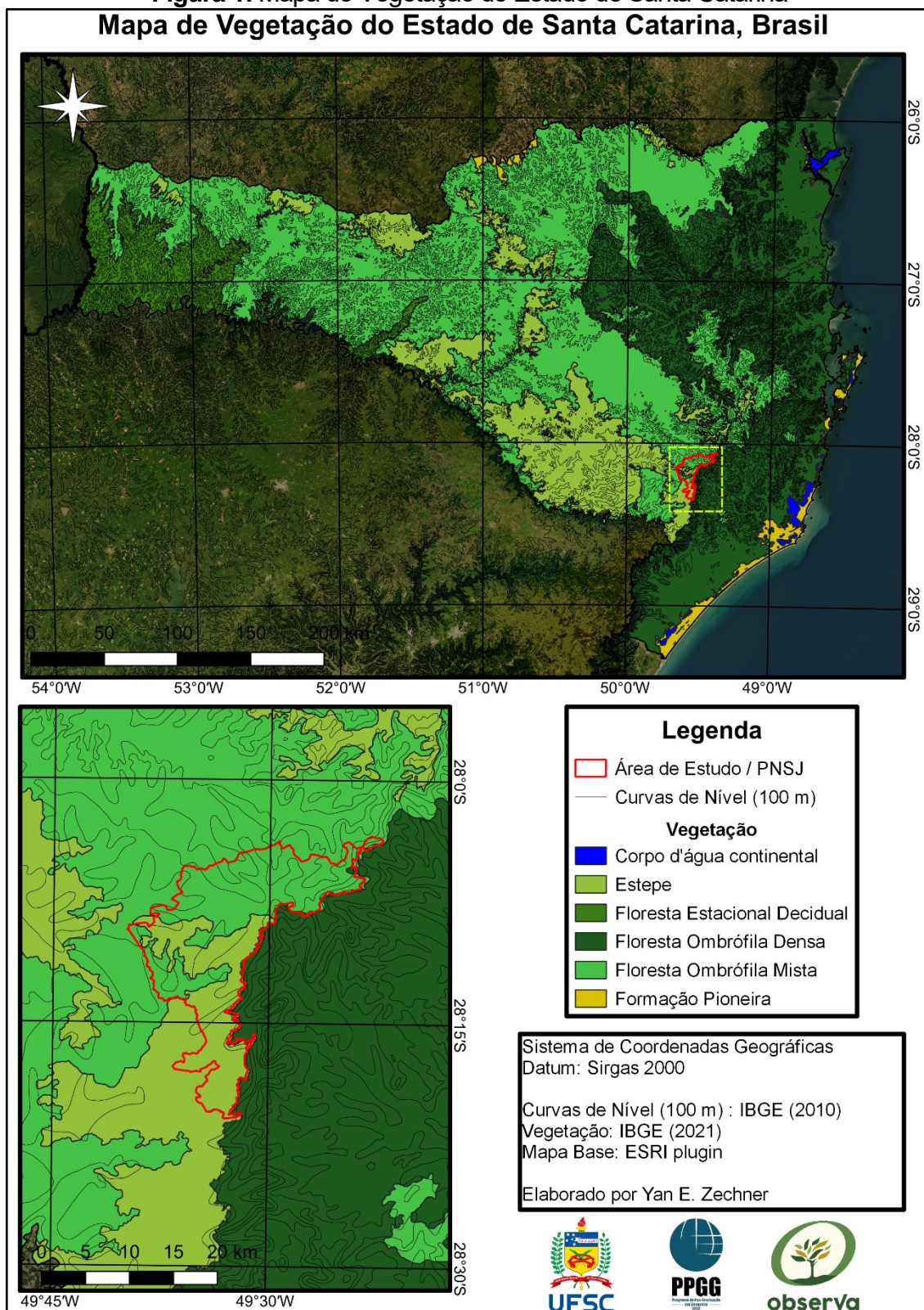
Uma das causas para a pouca proteção dos ecossistemas é de que há pelo menos dois séculos as formações vegetais de Santa Catarina, como outras áreas do bioma de mata atlântica no Brasil, têm sido apropriadas e sistematicamente exploradas insustentavelmente pelos colonizadores europeus. Após a exploração 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 (Figura 1), onde ocorrem as formações de *Araucaria angustifolia*, conhecida comumente como Mata de Araucárias, foi amplamente devastada.

¹ Há diversas UC em gestões municipais que não se enquadram no SNUC e não são computadas oficialmente pelo Ministério do Meio Ambiente.

² <https://cnuc.mma.gov.br/powerbi>

Figura 1: Mapa de Vegetação do Estado de Santa Catarina



Fonte: Do autor, 2023.

Sua distribuição ao longo de 70% Planalto Meridional Brasileiro (IBGE, 2012) hoje se resume às áreas de maior altitude ou de acesso restrito, como é o caso das

áreas protegidas. 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 cerca de 36% 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 cerca de 46%. 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). A pesquisa relacionada aos serviços ecossistêmicos é relevante nessas questões, por requerer o conhecimento das estruturas do ecossistema presente e de como se apresenta a paisagem na área.

Diante disso, busca-se responder quais são os serviços ecossistêmicos fornecidos pela Floresta Ombrófila Mista a partir dos fragmentos presentes no Parque Nacional de São Joaquim, em Santa Catarina. A partir da pergunta de pesquisa, definiu-se o objetivo geral para este trabalho: Compilar os serviços ecossistêmicos da Floresta Ombrófila Mista abrangidos pelo Parque Nacional de São Joaquim.

Já como objetivos específicos: Identificar os ecossistemas no planalto do Parque Nacional de São Joaquim; espacializar as unidades geoecológicas da paisagem observadas na porção planaltina do Parque Nacional de São Joaquim; descrever as unidades geoecológicas da paisagem observadas na porção planaltina do Parque Nacional de São Joaquim; classificar os serviços ecossistêmicos da Floresta Ombrófila Mista; correlacionar os serviços ecossistêmicos da Floresta Ombrófila Mista no Parque Nacional de São Joaquim às unidades geoecológicas que compõem sua paisagem.

Levando em conta os objetivos definidos, a pesquisa consiste de três momentos importantes, iniciando com a revisão bibliográfica, que permitiu construir o referencial teórico e selecionar metodologias, concentrando-se em três temáticas: a geoecologia da paisagem, a floresta ombrófila mista, com ênfase no Parque Nacional de São Joaquim e os serviços ecossistêmicos. Em seguida, a obtenção de dados tanto digitais quanto em campo, o que inclui a busca de informações geográficas para geoprocessamento e um levantamento fitopaisagístico, além de documentos que contextualizem atividades desenvolvidas no PNSJ. Por fim a análise e geração dos resultados, onde se utiliza das técnicas apreendidas para interpretar os dados coletados, de modo a responder à pergunta de pesquisa e compilar, portanto, os serviços ecossistêmicos fornecidos pela Floresta Ombrófila Mista e sob proteção do Parque Nacional de São Joaquim.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A revisão bibliográfica tratou de temas ligados à geoecologia da paisagem, à fitofisionomia da Floresta Ombrófila Mista, às áreas protegidas, mais especificamente o Parque Nacional de São Joaquim e aos serviços ecossistêmicos, apresentando um embasamento teórico e de conceitos neste capítulo.

2.1. GEOECOLOGIA DA PAISAGEM

O conceito de paisagem passou por diversas percepções, começando a incluir a presença do ser humano junto ao meio natural e depois reconhecendo suas ações transformadoras. Teve sua gênese no final do século XIX e início do século XX, quando as ideias de Humboldt sobre a *Landschaft*, estudada mais tarde por outros como Dokuchaev e Berg, deram início à discussão (geográfica) sobre o que a paisagem representa e quais são seus elementos (Teixeira; Silva; Farias, 2017).

Na visão de Ab'Saber ela é composta por processos, passados e presentes, que a compartimentalizam em regiões (definidas pelos processos passados) cujas dinâmicas se diferem (definidas pelos processos do presente) (Britto; Ferreira, 2011). Os autores também destacam as considerações de Milton Santos, que entende a paisagem (e a diferencia do espaço) como um conjunto de formas representativas da relação homem e natureza, também ressaltando que estas formas surgem em momentos históricos distintos, coexistindo no presente como rugosidades em meio às formas contemporâneas (Santos, 2017).

Com os estudos de Sotchava na década de 1960 inclui-se a perspectiva sistêmica no estudo da paisagem, que passa a se tornar uma parte do geossistema e envolver mais métodos quantitativos, possibilitando a evolução da Ecologia da Paisagem, proposta por Carl Troll nos anos 30, para, dentre outras direções, a Geoecologia da Paisagem, visualizando a paisagem como um geocossistema (Rodriguez; Silva; Cavalcanti, 2022).

A Geoecologia da Paisagem, proposta inicialmente pelo Prof. Rodriguez³, 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

³ Prof. Dr. José Manuel Mateo Rodríguez (1947-2019), professor emérito da Universidade de Havana e ex-presidente da Sociedade Cubana de Geografia.

Natureza e é apontada pelos autores como a mais recente dentro do estudo da paisagem (Rodriguez; Silva; Cavalcanti, 2022).

Na atualidade, a integração geoecológica se concentra na “[...] inter-relação dos aspectos estrutural-espacial e dinâmico funcional das paisagens[...]” (Rodriguez; Silva; Cavalcanti, 2022, p.14), buscando a interdisciplinaridade para compreender os elementos naturais, a intervenção humana neles e as estruturas e funcionalidades da paisagem resultante (Silva; Rodriguez, 2014). Conforme Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022), a geoecologia se difere da ecologia ao se concentrar na dinâmica dos seres vivos priorizando a dimensão espacial, ao passo que a outra se volta exclusivamente para o habitat, que não compõe uma paisagem como na geoecologia.

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.

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 também 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).

Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022) destacam a metodologia para se realizar tal análise, requerendo estudar inicialmente a organização da paisagem, para depois classificá-la, construindo um entendimento suficiente sobre seus componentes e principalmente os fatores antropogênicos para poder avaliá-la e definir seus potenciais, que podem ser alcançados através da planificação das estruturas que a compõe.

Para se identificar as unidades geoecológicas, é preciso, em primeiro lugar, considerar a abrangência da área que se está trabalhando, pois esta definirá as informações cartográficas necessárias para a sistematização da paisagem. Conforme apontam Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022), existe um grau de homogeneização das feições, que se eleva conforme se diminui a escala de análise do trabalho. Em nível de região pode-se considerar útil os compartimentos geomorfológicos (as planícies, os planaltos, etc), conforme utilizou Ab'Sáber em seus Domínios Morfoclimáticos, abrangendo todo Brasil; entretanto, para uma escala muito menor, como uma Área Protegida de poucos hectares, é preciso considerar a declividade das encostas, conforme demonstra Oliveira (2019).

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.

O qual também é apresentado por Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022), que exibem, de maneira similar à de Cavalcanti (2018), o procedimento de síntese das unidades de paisagem, destacando os mapas gerais para a escala 1:250.000 e ressaltando que diferentes grupos taxonômicos devem ser utilizados para cada escala, utilizando alguns fatores-chave que representam os aspectos físicos como aspectos ligados à geomorfologia e geologia, o clima e a vegetação e também o uso do solo.

Por fim, Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022) e Cavalcanti (2018) reiteram que a análise das unidades de paisagem (Rodriguez *et al.*) ou da fisionomia da paisagem (Cavalcanti) é um processo fundamental para a compreensão dos potenciais naturais desta e também 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 Ecosistêmicos”, 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 (Rodriguez; 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.

2.2. FLORESTA OMBRÓFILA MISTA: A MATA DE ARAUCÁRIAS

A vegetação presente no PNSJ, 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 de 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 (Figura 2) e a reprodução sem formação do fruto, com sua semente nua, característica das gimnospermas.

Figura 2: Folhas aciculadas da espécie *Podocarpus lambertii*



Fonte: Do autor, 2022.

Embora as araucárias dominem a fitofisionomia, predominando no estrato superior e emergindo do dossel da floresta (Figura 3), 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 3: Floresta Ombrófila Mista, com destaque para a *Araucaria angustifolia* emergindo em meio ao dossel.



Fonte: Do autor, 2022.

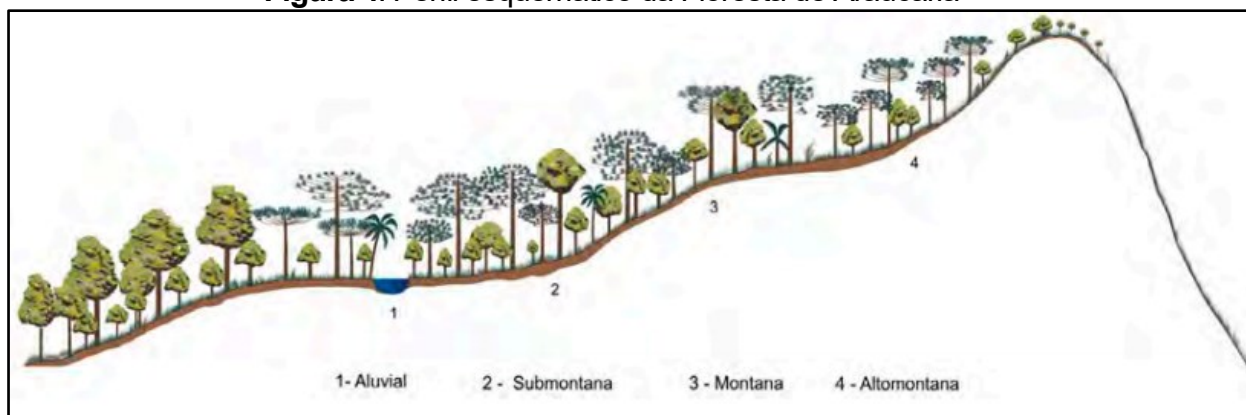
Conforme os autores, isso se deve também às características do pinheiro-brasileiro. Por se tratar de uma heliófita (dependente da luz solar para o desenvolvimento) e estar junto das gimnospermas, um clado de plantas vasculares com a semente “nua”, sem fruto, a espécie tem dificuldade de se desenvolver 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 extinção⁴ (Leite; Klein, 1990; Carvalho, 2010), algo já apontado por Hueck na década de 50.

⁴ Conforme a Portaria MMA 148/2022, estão ameaçadas, dentre as espécies citadas: *Cedrela fissilis*, *Ocotea porosa*, *Dicksonia sellowiana*, *Araucaria angustifolia*.

De acordo com o IBGE (2012), existem quatro formações principais da Floresta Ombrófila Mista. Elas se distribuem em diferentes altitudes, conforme pode ser observado no esquema apresentado na Figura 4, 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).

Figura 4: Perfil esquemático da Floresta de Araucária



Fonte: IBGE, 2012.

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 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 de 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).

A dispersão e manutenção da Mata de 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.

2.3. ÁREA DE ESTUDO: O PARQUE NACIONAL DE SÃO JOAQUIM

As paisagens antropo-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.

É importante considerar esses dados, pois um Parque Nacional, de acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, representa no Brasil a preservação de ecossistemas naturais de alta relevância ecológica e beleza cênica (Brasil, 2000). O conceito de Parques Nacionais, no entanto, é muito mais antigo que o SNUC, surgindo efetivamente em 1872, com o Parque Nacional de Yellowstone, nos Estados Unidos.

Esse modelo de área protegida representa as ideias preservacionistas, partindo de uma noção cuja premissa principal é de separação de um suposto mundo natural da sociedade humana (Diegues, 2008), criando uma espécie de mito sobre uma natureza intocada e exaltando as propriedades da área relacionadas a sua beleza cênica. A categoria Parque, conforme estabelecida pelo SNUC, conta com mecanismos de manejo (Zechner, 2020) que permitem aos PARNAS trabalharem com perspectivas mais inclusivas do ser humano com o ambiente natural, diferente da ideia original de *Yellowstone*.

Apesar disso, o cerne do preservacionismo se mantém, mesmo considerando o histórico de ocupação e exploração da região, que demonstram uma dinâmica destoante da “natureza intocada”. O PNSJ foi criado oficialmente em 1961 pelo

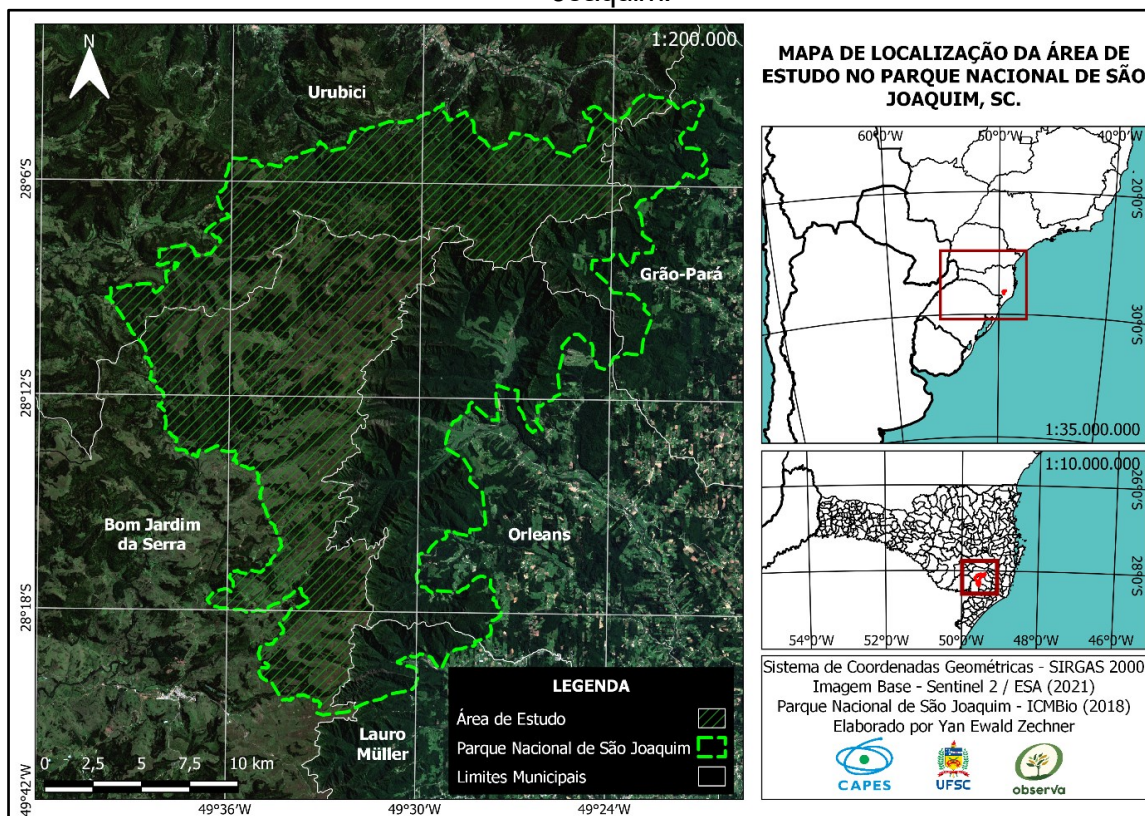
Decreto n.º 50.922/1961, tornando todas as propriedades públicas e particulares por ele abrangidas sujeitas às leis de preservação vigentes (Brasil, 1961).

Na época, a exploração da Mata de Araucárias avançava a passos largos, sendo necessária a proteção das importantes áreas de nascentes e das formações de Floresta Ombrófila Densa, Mista, Campos de Altitude e Matinha Nebular (Faxina, 2014). A UC, apesar das décadas de existência, não teve grande parte de suas terras regularizada (Ferreira *et al*, 2018), pois depende, majoritariamente, de verbas provenientes do Ministério do Meio Ambiente.

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.

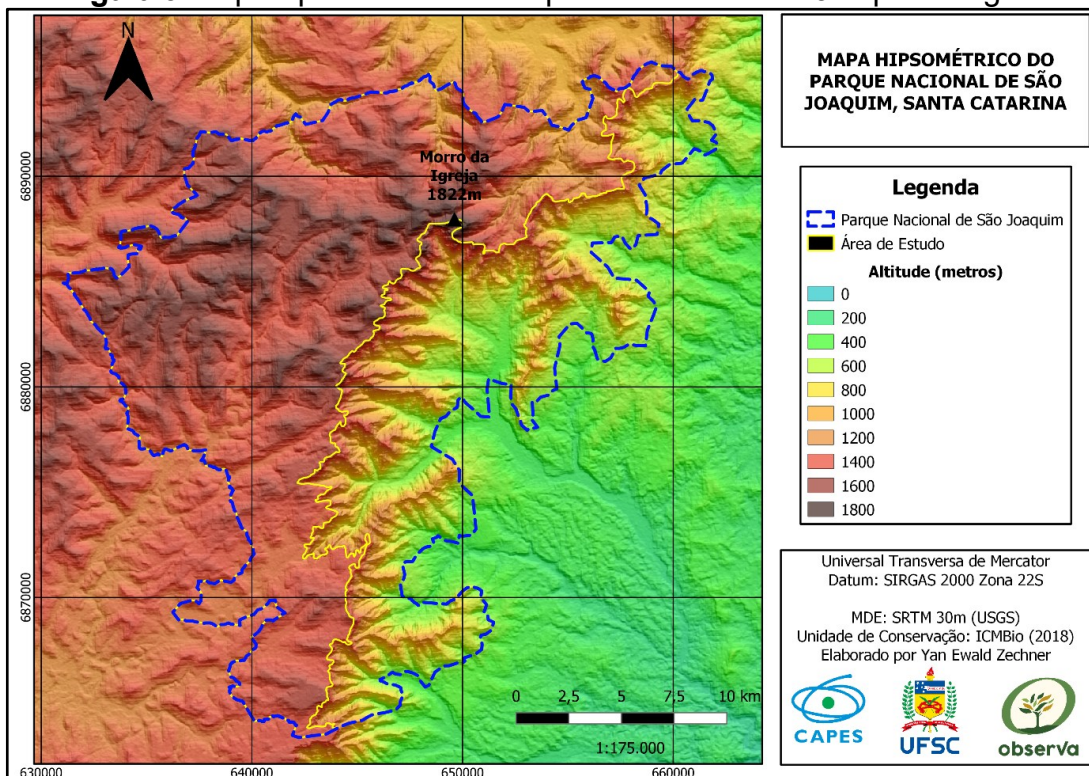
Atualmente o PNSJ abrange o território de cinco municípios: Urubici e Bom Jardim da Serra em sua porção serrana, onde há ocorrência da Floresta Ombrófila Mista e dos campos de altitude, portanto a área de estudo desta pesquisa (Figura 5). Ao passo que em Lauro Müller, Orleans e Grão-Pará na porção das terras abaixo da Serra Geral, onde se encontra a Floresta Ombrófila Densa. A diferença de altitude na região (Figura 6) ocasiona a presença de uma formação vegetal que pode conter tanto espécies da Floresta Ombrófila Mista quanto da Densa, denominada Mata Nebular.

Figura 5: Mapa demonstrando a Área de Estudo dentro do Parque Nacional de São Joaquim.



Fonte: Do autor, 2022.

Figura 6: Mapa hipsométrico do Parque Nacional de São Joaquim e região.



Fonte: Do autor, 2022.

A Matinha Nebular (Figura 7), conforme IBGE (2012, p.146), é caracterizada “[...] pela alta precipitação e a quase permanente presença de nuvens causadas pela condensação da umidade oceânica.” As espécies arbóreas têm altura uniforme e se destacam por serem tortuosas, com domínio das famílias *Myrtaceae* e *Aquifoliaceae*, no entanto, se diferenciam do sub-bosque da FOM pela extensa cobertura de epífitas, musgos e hepáticas em seus troncos e galhos, devido à umidade alta constante, que torna o ambiente muito propício a elas (Leite; Klein, 1990).

Figura 7: Interior da Mata Nebular



Fonte: Do autor, 2023.

Portanto, composta por formações das Florestas Ombrófilas Densa e Mista, além dos Campos de Altitude e da Matinha Nebular 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.

2.4. SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS

O termo “serviços ecossistêmicos” tem uma trajetória de décadas na comunidade científica, sendo muito discutido após a década de 90, passando por formulações práticas experimentais até alcançar a prática e aplicação, em maior escala na União Europeia.

2.4.1. Serviços Ecossistêmicos: a conexão da natureza e sociedade

O conceito de Serviços Ecossistêmicos (SE) é, atualmente, do ponto de vista acadêmico e de agências e agendas socioeconômicas mundiais, um dos principais termos utilizados para tratar da interface entre os sistemas econômico-sociais da sociedade humana e os ecossistemas, tendo se popularizado na comunidade científica internacional a partir da década de 90 (De Groot; Braat; Costanza, 2017). A partir dos anos 2000 a discussão avançou para a classificação e descrição dos SE, com propostas de Costanza *et al* (1997), de Groot, Wilson e Boumans (2002) e de maneira mais completa, o *Millennium Ecosystem Assessment* – MEA (2005), que não só propôs uma classificação ampla, estruturando os SE em classes, como trouxe um levantamento inicial global deles.

Apesar disso, a definição do termo **serviços ecossistêmicos** não alcançou um consenso na comunidade científica, o que leva às diferenças fundamentais observáveis nas diversas classificações propostas e dificulta a proposição do uso destas (Wallace, 2007), inclusive para o desenvolvimento de políticas ambientais. Isso, no entanto, também pode ser favorável, uma vez que múltiplos sistemas de classificação são justificáveis devido à variedade de ecossistemas e contextos no qual estão inseridos (Costanza, 2008), o que também é apontado por Fisher e Turner (2008), que destacam a construção dos esquemas de classificação de acordo com o contexto no qual serão utilizados e com as definições conceituais adotadas, ou seja, a classificação é realizada conforme as finalidades e objetivos de seu autor.

Considerando isso, de Groot, Braat e Costanza (2017, p. 29, tradução nossa) comentam os dois principais focos ao se definir os SE: seguindo uma base ecológica

em que SE “[...] são as condições e processos pelos quais os ecossistemas naturais e suas espécies sustentam e complementam a vida humana [...]”⁵; ou dando mais importância às questões econômicas, em que “[...] SE são os benefícios que os humanos derivam, direta ou indiretamente, das funções ecossistêmicas”⁶.

Como uma maneira de criar uma proposta de uso universal, Fisher, Turner e Morling (2009, p.3, tradução nossa)⁷ definem SE como “[...] os aspectos dos ecossistemas utilizados (ativamente ou passivamente) para produzir o bem-estar humano.” Os autores também denotam que sem a humanidade, não há serviços. Ela tem uma necessidade absoluta da natureza para sua sobrevivência e manutenção da qualidade de vida, de modo que sem a humanidade ainda haverá natureza. Assim, as estruturas e funções ecossistêmicas, das quais decorrem os SE, existem independentemente da sociedade humana. Em contrapartida, a sociedade não consegue se sustentar sem os ecossistemas, apesar de atualmente comprometer sua sustentabilidade através de uma troca desigual ao utilizar dos SE, em uma espécie de autoflagelo sustentado pelas relações também desiguais no globo.

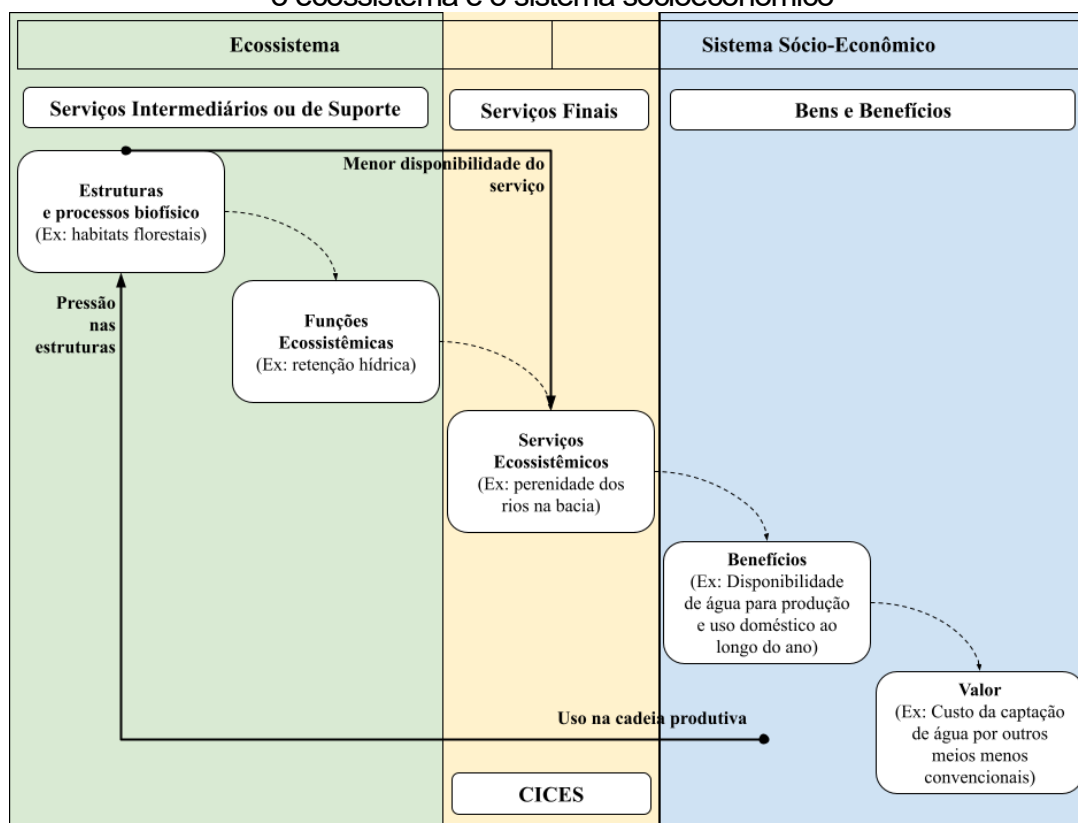
Ao considerar os serviços como uma conexão entre os ecossistemas e os sistemas socioeconômicos (De Groot; Braat; Costanza, 2017), compreende-se a relação de trocas controlada atualmente pelo sistema produtivo, que de maneira geral recolhe os benefícios dos serviços ecossistêmicos e exerce sua pressão em suas estruturas, conforme a Figura 8.

⁵ No original: “[...] being the conditions and processes through which natural ecosystems and their species sustain and fulfil human life [...]”

⁶ No original: “[...] ES are the benefits humans derive, directly or indirectly, from ecosystem functions.”

⁷ No original: “[...] the aspects of ecosystems utilized (actively or passively) to produce human well-being.”

Figura 8: Esquema demonstrando a conexão realizada pelos serviços ecossistêmicos entre o ecossistema e o sistema socioeconômico



Fonte: Haines-Young e Potschin, 2018. Adaptado pelo autor.

O esquema (Figura 8), chamado de modelo em cascata por Haines-Young e Potschin (2018), representa uma cadeia completa demonstrando como a sociedade usufrui dos ecossistemas. Estes, existindo de maneira independente, desempenham as funções ecossistêmicas, cujos efeitos podem resultar em serviços ecossistêmicos caso haja o contato ou interface com a sociedade, que tende a depender da ação dessas funções. Por fim, os benefícios trazidos pelos serviços podem ser dotados de um valor, passando a integrar efetivamente a sociedade.

Assim, é importante ressaltar que a abordagem dos SE é antropocêntrica (De Groot; Wilson; Boulmans, 2002), pois se concentra no que pode ser benéfico ao ser humano, ou, ao que este pode dar valor em múltiplas concepções (monetária, simbólica, histórica, ecológica, social, etc). Conquanto, também se configura numa vantagem retratar os ecossistemas dessa forma, facilitando o entendimento da necessidade de manutenção das funções ecossistêmicas para a sociedade como um todo, mas especialmente para seus principais tomadores de decisão, como políticos (no papel do estado), líderes comunitários (protagonistas da política local) e

empresários (atores externos à esfera pública, porém que concentram influência) (De Groot; Braat; Costanza, 2017).

A compreensão por parte desses atores é importante para a mitigação da pressão exercida pela sociedade (principalmente com sua cadeia produtiva), que, conforme apontado na Figura 7, traduz a demanda crescente por um determinado serviço em desgaste nas estruturas, no ecossistema que o provém. Considerando que todos os processos sociobiofísicos são finitos, eventualmente o descontrole sobre o usufruto de determinados serviços e a pressão sobre as estruturas resultam, de maneira inevitável, na futura indisponibilidade deles.

2.4.2. Sistemas naturais: A base dos Serviços Ecossistêmicos

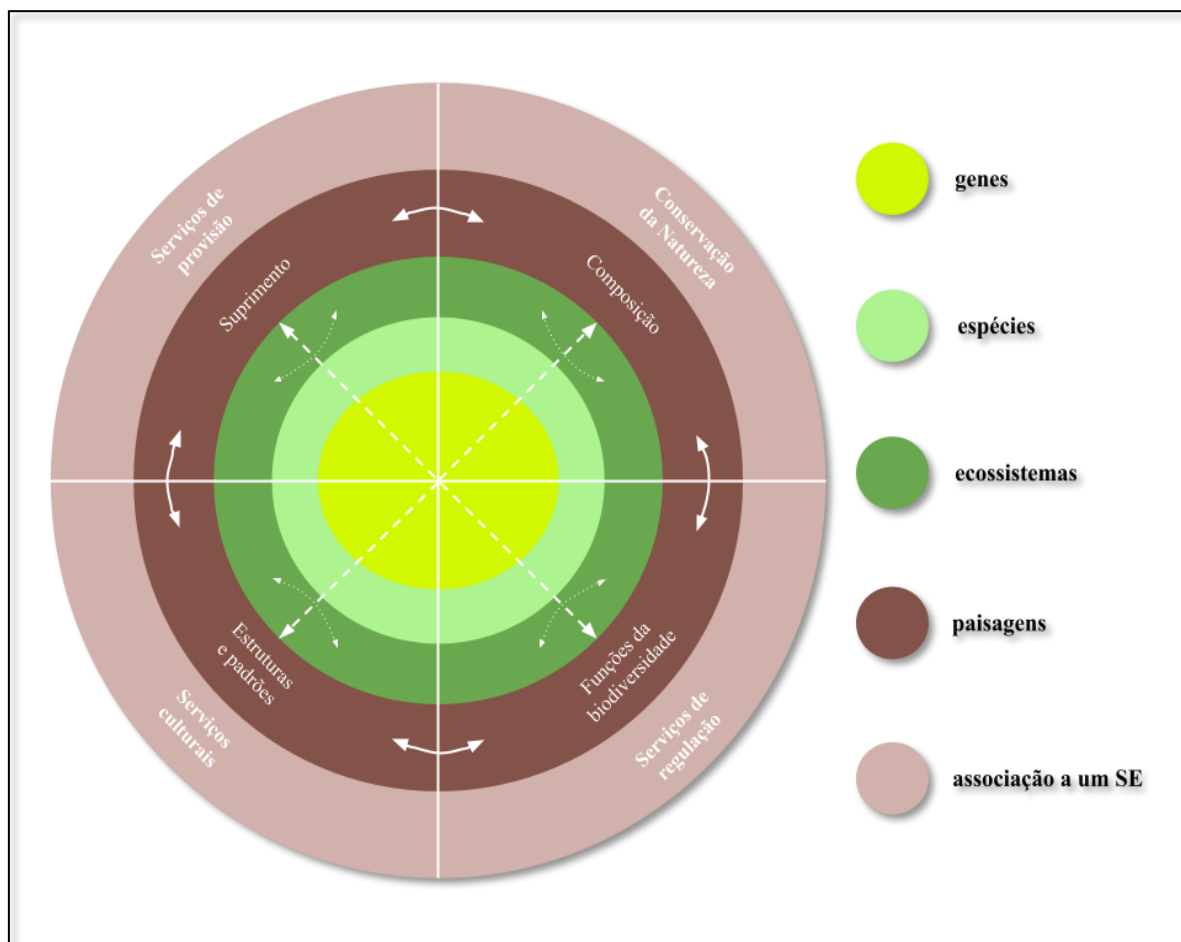
O que determina a existência dos serviços é o uso social e econômico (Fisher; Turner; Morling, 2009), mas o que controla seu fornecimento são as funções ecossistêmicas, representadas pelos habitats e processos ecológicos (Costanza *et al.*, 1997). Estas são as responsáveis por “transformar” os bens naturais em benefícios utilizáveis pelos humanos (Costanza *et al.*, 1997; De Groot; Wilson; Boulmans, 2002), compondo a cadeia chamada por Schneiders e Müller (2017) de Sistema Socioecológico (SSE), apresentada na Figura 7.

Dentro do SSE, um dos principais determinantes para a regulação das funções ecossistêmicas é a biodiversidade. Considerando um fluxo do ecossistema à sociedade, todas as etapas dele relacionam-se com a biodiversidade, a porção viva dos bens naturais (Schneiders; Müller, 2017). Mace, Norris e Fitter (2012) descrevem como a biodiversidade pode estar presente em todas as fases do ecossistema, dependendo do ponto de vista em que é avaliada: ela regula os processos que geram os SE; pode também ser o próprio SE fornecido; e também pode ser o benefício gerado pelo SE.

A relação multifacetada da biodiversidade com a estrutura dos SE é uma das chaves para determinar a qualidade, quantidade e capacidade de suporte dos serviços ecossistêmicos (Mace; Norris; Fitter, 2012). Conforme a Figura 9, os componentes dos bens naturais contêm diferentes perspectivas sobre a biodiversidade, tornando possível controlar e administrar os SE desregulados pela ação antrópica através de intervenções no meio natural que impulsionem a biodiversidade (Schneider; Müller,

2017), verificando que as pressões do uso antrópico podem se concentrar em níveis diferentes em cada sistema.

Figura 9: Níveis de organização da biodiversidade e sua interação com os serviços ecossistêmicos



Fonte: Schneiders e Müller, 2017. Adaptado pelo autor.

A Figura 9 permite compreender o papel da biodiversidade ao se pensar os SE, principalmente dentro de áreas protegidas, cujo foco é, dentre outros, a proteção e o impulsionamento dela. Uma paisagem biodiversa pode representar um bom fornecimento de serviços culturais, ao passo que um ecossistema com número reduzido de espécies devido à ação humana pode resultar na falta de serviços de regulação.

Um dos principais papéis da biodiversidade é o de função ecossistêmica, além de ser um serviço final (a variedade de uma ou mais espécies contém diversos valores para a sociedade), sua existência é responsável pela manutenção de serviços (principalmente regulatórios) e envolve a predação, fotossíntese e o ciclo de nutrientes

(Schneiders; Müller, 2017), ou seja, o ecossistema requer todas as suas espécies para um funcionamento natural, compondo uma cadeia alimentar completa, por exemplo.

Uma função ecossistêmica pode ser útil a diversos SE (Costanza, 2008; Fisher; Turner, 2008; Mace; Norris; Fitter, 2012; Schneider; Müller, 2017), possivelmente também sendo um serviço em determinados contextos, já que as funções ecossistêmicas são resultantes do acontecimento dos processos naturais contidos dentro de um ecossistema (De Groot; Wilson; Boulmans, 2002). Assim, a acumulação de água, por exemplo, pode tornar-se um serviço de provisão (fornecimento de água) mas também é uma função do ecossistema, já que a partir deste acúmulo se regulam outros processos de microclima, cria-se condições para o habitat de diversas espécies, etc.

2.4.3. Classificando os serviços ecossistêmicos

De acordo com Haines-Young e Potschin (2012), não é possível contabilizar e mapear os serviços ecossistêmicos se estes não estão classificados, ou seja, não são descritos, nem estão mensurados. Portanto, os autores propuseram um esboço, ainda em 2009, da *Common International Classification of Ecosystem Services – CICES* (Classificação Internacional Padrão dos Serviços Ecossistêmicos), que foi levada a frente pela *European Environment Agency* (Agência Ambiental Europeia) para discussões com a comunidade internacional, resultando, em 2013, na versão operacional 4.3 da CICES. Desde então, o modelo foi revisado novamente, com uma nova versão publicada em 2018, incluindo elementos abióticos dos ecossistemas e uma estruturação mais detalhada das classificações (Haines-Young; Potschin, 2018).

Conforme observaram Fisher e Turner (2008), as diversas classificações possíveis para os SE dependem do que se procura evidenciar, ou seja, de um critério que é definido pelo pesquisador. Haines-Young e Potschin (2018, p.7, tradução nossa⁸) definem, para a CICES, que o princípio desta é o de “[...] descrever a contribuição dos ecossistemas para o bem-estar humano, definida em termos de ‘o que fazem os ecossistemas’.” A definição vai ao encontro à de Fisher, Turner e Morling (2009), que também remetem a quais características dos ecossistemas são utilizadas para produzir esse bem-estar. A abordagem é um encontro dos conceitos

⁸ Do original: “[...] describe the contribution that ecosystems make to human well-being, defined in terms of ‘what ecosystems do’.”

mencionados por de Groot, Braat e Costanza (2017) e, conforme os autores, afirmando a conexão entre os ecossistemas e a sociedade, mas possibilitando também o enfoque econômico de valoração.

A funcionalidade da CICES é, primordialmente, caracterizar os serviços finais, onde se encontram o ecossistema e a sociedade (Haines-Young; Potschin, 2017); conforme os autores, a classificação consiste em uma tabela dividida em três grandes seções, aproveitando nomenclaturas já utilizadas no MEA, demonstrada no Quadro 1.

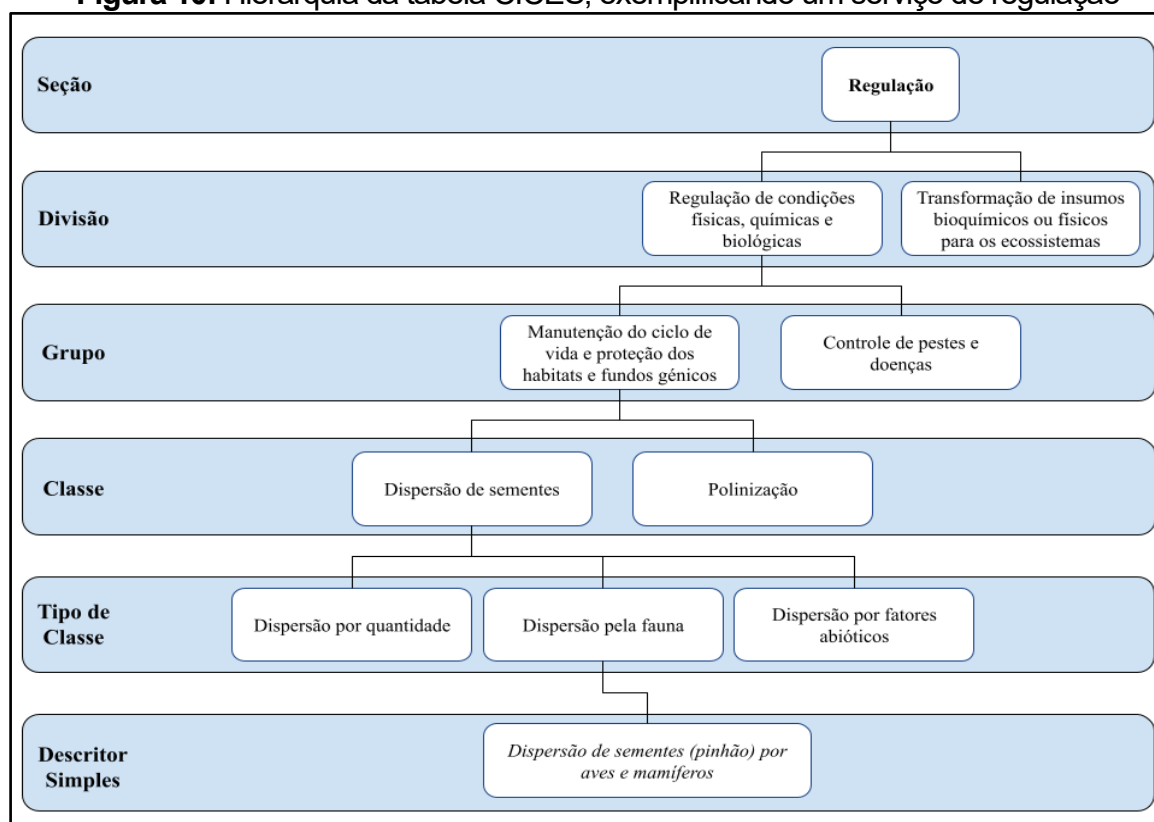
Quadro 1: Definições dos Serviços Ecossistêmicos de acordo com a CICES.

Categoria do Serviço	Definição
Provisão	Fonte materiais e energéticas dos ecossistemas das quais derivam bens e produtos; incluídas as fontes abióticas e a água
Regulação	Maneiras pelas quais os ecossistemas mediam o ambiente em que as pessoas vivem ou do qual dependem e, portanto, se beneficiam dele de alguma maneira; incluindo a ação de elementos abióticos
Cultural	Todas as características não-materiais dos ecossistemas que contribuem ou são importantes para o bem-estar físico ou mental das pessoas, além de questões intelectuais

Fonte: Haines-Young e Potschin, 2017; Haines-Young e Potschin, 2018. Adaptado pelo autor.

Essas categorias, no entanto, contém uma estrutura hierárquica própria, contendo divisões, grupos e classes, cuja definição final, a classe, ou, o tipo de classe, vai denominar exatamente o serviço fornecido, conforme o exemplo na Figura 10.

Figura 10: Hierarquia da tabela CICES, exemplificando um serviço de regulação



Fonte: Haines-Young e Potschin, 2017. Adaptado pelo autor.

Essa hierarquização existe para possibilitar o uso da tabela em diferentes abrangências, de modo que sejam comparáveis grupos de serviços entre diferentes regiões biogeográficas, entre biomas distintos ou mesmo em locais diferentes de uma mesma fitofisionomia (Haines-Young; Potschin, 2012). Os autores também destacam que a classificação é ao mesmo tempo adaptável, porém rígida. Ao nível de classe, é possível agregar novos serviços que não estejam previstos na tabela original, efetivamente ampliando e adaptando a CICES; os níveis superiores, no entanto, são fixos, permitindo a comparação entre classificações realizadas em lugares diferentes.

Assim, o nível de classes da CICES se torna adaptável às diferentes metodologias que podem ser empregadas para a definição dos diferentes SE. A partir da geocologia da paisagem, para esta pesquisa, é possível construir um entendimento do funcionamento do ambiente que permite inferir a presença dos serviços.

3. METODOLOGIA

O conjunto dos procedimentos metodológicos se encontra resumido no Quadro 2, em que cada objetivo específico está relacionado aos procedimentos necessários para alcançá-lo.

Quadro 2: Conjugação dos procedimentos metodológicos e objetivos específicos.

Objetivo	Metodologia	Resultado
Identificar os ecossistemas	Revisão Bibliográfica Levantamento fito-paisagístico Análise fitossociológica	Dados sobre as formações vegetais e seu estado de conservação
Espacializar as unidades geocológicas	Levantamento de dados em SIG; Cartografia de Paisagens	Síntese das unidades geocológicas através de mapa temático
Descrever as unidades geocológicas	Análise do mapa de unidades geocológicas	Síntese da paisagem presente na área de estudo
Classificar os SE	Aplicação da CICES	Classes de SE adequadas às características da FOM e aos usos possíveis no contexto do PNSJ
Relacionar os SE	Aplicação da CICES; Cartografia de Paisagens	Relação dos SE com as unidades geocológicas
Compilar os SE	Alcançar os objetivos específicos	Conclusão da Pesquisa

Fonte: Do autor, 2022.

Ao alcançar os resultados na aplicação das metodologias em todos os objetivos específicos se alcança também a conclusão da pesquisa, uma vez que, interligados, eles compõem a totalidade do trabalho e seus resultados.

3.1. AQUISIÇÃO DE DADOS

A revisão bibliográfica, essencial na pesquisa científica, foi realizada com ênfase no entendimento da Floresta Ombrófila Mista e nos Serviços Ecossistêmicos. Para verificar pesquisas que envolviam os serviços ecossistêmicos dela foram utilizados os termos em português ‘mata de araucárias’, ‘floresta ombrófila mista’, ‘*Araucaria*’ e ‘araucária’ junto a (AND) ‘serviços ecossistêmicos’, ‘serviços ambientais’ e ‘serviços naturais’. Buscando também em inglês, foram utilizados os termos ‘araucaria moist forests’, ‘mixed ombrophilous forest’, ‘*Araucaria*’ e ‘brazillian pine’, junto a (AND) ‘ecological service’, ‘ecosystem service’, ‘natural asset’, ‘natural capital’, ‘ecological asset’, ‘ecological property’ e ‘ecological capital’. Todas as buscas foram

realizadas no Portal de Periódicos da CAPES, além das em língua inglesa também terem sido feitas no *Web of Science* e na SCOPUS.

Para revisar o conceito de Serviços Ecosistêmicos buscou-se os autores mais citados, que têm produções há duas décadas sobre o tema, como Robert Costanza e Rudolf de Groot, além de outros que estes também citam em suas publicações e também tem um número de citações. Garantiu-se assim o alcance das principais discussões sobre o tema, sendo verificável sua progressão dentro das pesquisas, que hoje possibilitam a criação dos sistemas de classificação dos serviços ecossistêmicos.

Outro ponto da pesquisa que requer diversas buscas em bases de dados é a obtenção de informações para uso em SIG – Sistemas de Informações Geográficas. Os principais provedores de imagens de satélite são o INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, através da DGI – Divisão de Geração de Imagens e a plataforma *EarthExplorer*, do USGS – *United States Geological Survey*.

As imagens utilizadas são dos satélites Landsat 8, com o sensor OLI (*Operational Land Imager*) trazendo 30m de resolução espacial (15m na banda pancromática) e também o TIRS (*Thermal Infrared Sensor*) com 100m de resolução espacial, e 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 também 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 finais.

3.2. LEVANTAMENTO FITO-PAISAGÍSTICO

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 também às áreas com Mata de 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; fita métrica para medir o comprimento da circunferência (depois transformado em DAP); trena de 2 m e de 50 m para mensurar distâncias, linhas de barbante para demarcações; celulares para fotografias e verificação da luminosidade da parcela. As visitas ao PNSJ foram de responsabilidade dos pesquisadores, incluindo o pedido para realizá-las e a organização em relação ao pouso nos dias de pesquisa em campo.

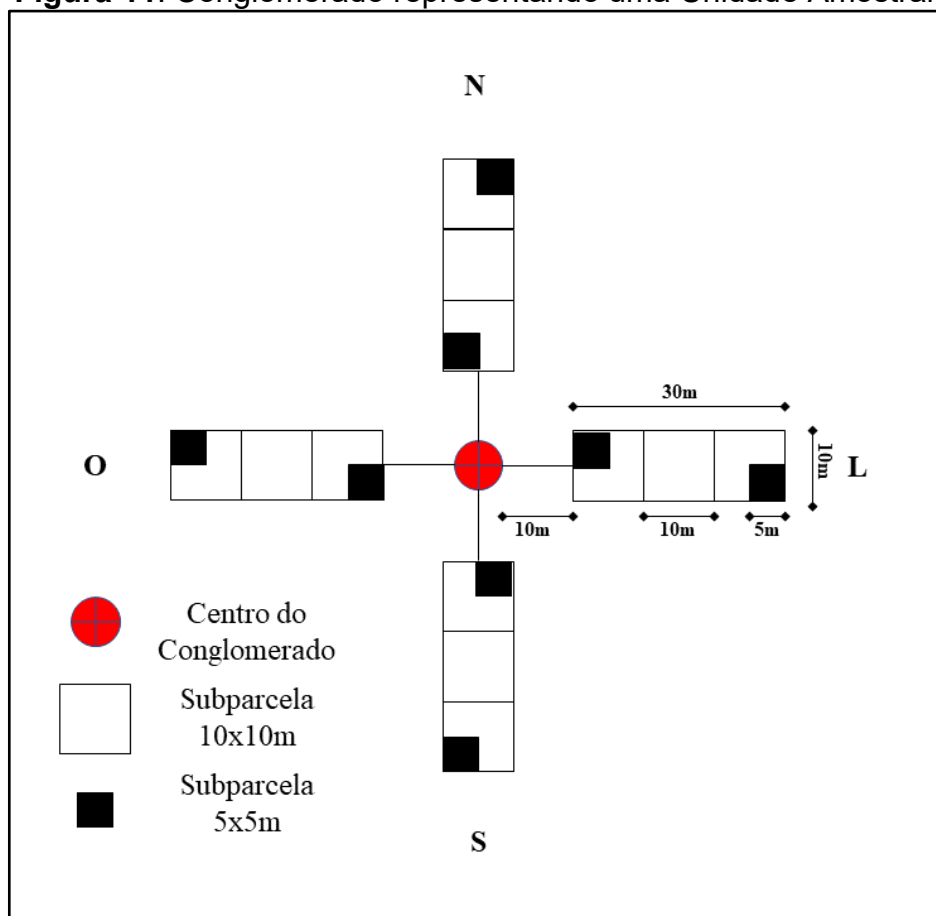
O levantamento fitopaisagístico, importante elemento para diagnóstico do ecossistema cujos serviços procura-se classificar e descrever, foi baseado nos levantamentos e estudos de Faxina (2014), Vibrans *et al* (2010), Serviço Florestal Brasileiro (2020) e IBGE (2012). Devido a fatores ligados ao tempo de pesquisa, acessibilidade da área e distribuição das amostras preferiu-se a amostragem não-aleatória e seletiva, conforme IBGE (2012), visto que o método possibilita realizar a pesquisa em menos tempo se comparado a amostragens aleatórias, que requerem uma equipe maior e mais tempo despendido em campo.

As áreas do Parque Nacional de São Joaquim pretendidas para a pesquisa são de difícil acesso, requerendo veículos especializados ou percurso a pé. Além disso, a distribuição da Floresta Ombrófila Mista se dá em sua maior porção no norte do Parque, que também é de menor acessibilidade, nas demais localidades as formações florestais se delimitam principalmente nos vales, dando espaço aos campos de altitude e turfeiras no topo das elevações.

As Unidades Amostrais (UA) do levantamento consistem de um conglomerado com 4 parcelas, orientadas nos pontos cardeais (Norte, Sul, Leste e Oeste) a partir do centro do conglomerado (Vibrans *et al*, 2010; Faxina, 2014; SFB, 2020). Cada parcela tem início a 10 metros de distância do centróide, com 3 subparcelas de 10 m x 10 m, somando 30 m de comprimento (Faxina, 2014), os valores são adaptados de Vibrans *et al* (2017), em que cada parcela tem 1000 m², neste caso utilizando-se aproximadamente 1/3 da área.

Efetuuou-se então o levantamento de todos os indivíduos com diâmetro à altura do peito (DAP) maior ou igual a 10 cm e é medido a 1,3 m (Vibrans *et al*, 2010) além da medição de altura de 3 indivíduos representativos dos estratos superior, médio e inferior da floresta (SFB, 2020), sendo que a primeira árvore de cada subparcela deve ser medida, com as demais (dos estratos faltantes) escolhidas posteriormente durante o levantamento. Estima-se assim a altura das demais. A Figura 11 demonstra o arranjo do conglomerado, com todas as parcelas e medidas.

Figura 11: Conglomerado representando uma Unidade Amostral.



Fonte: Do autor, 2021.

Dada a estrutura de um conglomerado, com suas parcelas, seguiram-se os seguintes passos para o levantamento:

- a) **Definição do centro da UA.** Demarcar fisicamente primeiro, com indicações dos pontos cardeais, orientado pelo norte magnético. Em seguida, marcação por GPS das coordenadas do centro do ponto. Registrar com foto;

- b) **Estabelecimento das parcelas.** Distanciando 10 m do centro da UA, delimitar a parcela com largura de 10 m e comprimento de 30 m na direção dos pontos cardeais. O eixo que parte do centro deve dividir a parcela no meio, de modo que se obtenha 5 m de largura para cada lado do eixo central;
- c) **Levantamento Florestal.** Proceder da esquerda para a direita no início da subparcela mais próxima do centro, invertendo o sentido quando alcançar o lado oposto. Inclusão no formulário de todas os indivíduos arbóreos com DAP ≥ 10 cm. Medição de altura de 3 indivíduos com clinômetro eletrônico que representam o extrato superior, médio e inferior, sendo que o primeiro de cada subparcela deve ter sua altura medida. Os demais indivíduos podem ter sua altura estimada a partir das alturas já obtidas.
- d) **Coleta de dados de Serrapilheira,** restos de vegetação e de animais em diferentes estágios de decomposição, que recobrem o solo. São realizadas três medições de profundidade da serrapilheira. Uma é realizada no centro de cada subparcela de 5x5 m e outra é realizada no centro da subparcela central de 10x10 m.
- e) **Luminosidade.** Medição do dossel e luminosidade que chega ao chão. Realizada entre 10 e 15 horas (maior radiação solar, mais próximo possível do meio dia). Fazer uma fotografia de dossel em cada um dos seguintes pontos: centro de cada subparcela de 5x5 m e centro da subparcela central de 10x10 m.
- f) **Registros Adicionais.** Devem ser registradas a presença de necromassa (troncos e galhos mortos), presença de tocos (de árvores cortadas) e a presença de epífitas.

De maneira geral, as parcelas de 10x30 m se destinam ao levantamento dos indivíduos, com o preenchimento do formulário utilizado exemplificado no Quadro 3, além do uso de bloco de notas para as demais anotações, dos aspectos também localizados nas subparcelas de 5x5 m.

Quadro 3: Formulário do levantamento florestal.

Id. Parcela	N. Indivíduo	DAP (cm)	Altura (m)	Estrato	Espécie (se conhecida)
Parcela N1	#2	50	10	Médio	<i>Ocotea pulchella</i>

Fonte: Do autor, 2021.

O levantamento tem como objetivo principal determinar o estágio de sucessão da FOM presente na área, apesar de demandar um levantamento sistemático de mais longo prazo para determinar a distribuição desses estágios nos diversos fragmentos de vegetação presentes no PNSJ.

3.2.1. Levantamento em campo

Como preparação para a efetuação do levantamento em campo, foi realizada uma saída preliminar em abril/2021, com o objetivo de conhecer *in loco* a área de estudo e auxiliar na identificação de possíveis locais para o levantamento. Foram observados locais na Fazenda Santa Bárbara - FSB (Limite de Urubici e Bom Jardim da Serra) e na Estrada Geral do Morro da Igreja – MDI.

A verificação e correlação da classificação de uso e cobertura da terra até então utilizados com as condições presentes no PNSJ permitiram definir a área para o levantamento ao longo da trilha que segue o Caminho das Araucárias, partindo da FSB, sendo necessário somente identificar o ponto exato da unidade amostral diretamente no local.

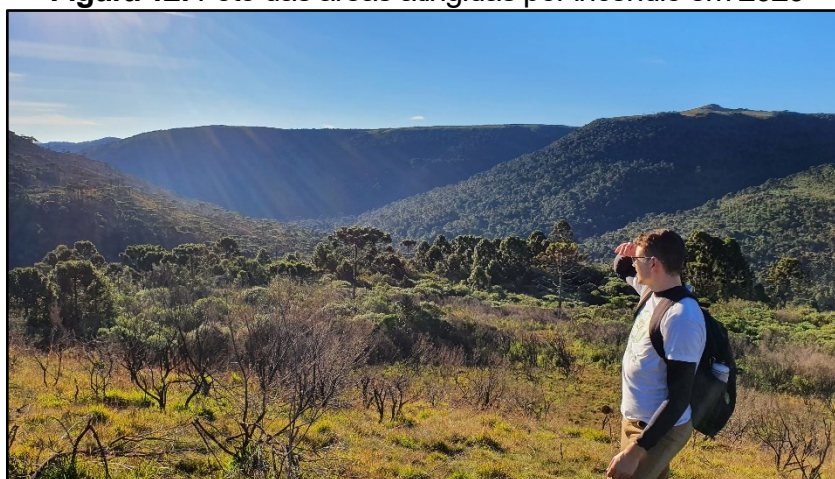
O levantamento fito paisagístico, portanto, foi realizado em parcelas nos meses de julho/2021 e novembro/2021, com duas das parcelas de um conglomerado registradas em cada ocasião. A pesquisa foi realizada com acesso ao alojamento do ICMBio no PNSJ, na região da Fazenda Santa Bárbara, no decorrer dos dias 02 a 04/07 e dias 27 e 28/11.

As condições de tempo firme permitiram o acesso à trilha do Caminho das Araucárias em ambas as ocasiões, apesar das condições de temperatura muito distintas. variando cerca de 20°C ao longo dos dias de campo em julho, iniciando em

média a -5°C no nascer do dia e alcançando os 15°C no sol do meio-dia em áreas descampadas, ao passo que em novembro as temperaturas partiam dos 12°C e alcançavam 27°C , com amplitude de 15°C .

O percurso foi demarcado por equipamento GPS, sendo que partes da encosta, que possui uma transição da mata fechada para vegetação arbustiva, dominada por *Baccharis uncinella* (Vassouras), que estavam queimadas. Foram atingidas por um incêndio criminoso no ano de 2020, conforme indicação dos vigias e brigadistas presentes no parque, ainda restando os arbustos carbonizados, apesar das gramíneas já terem se desenvolvido (Figura 12).

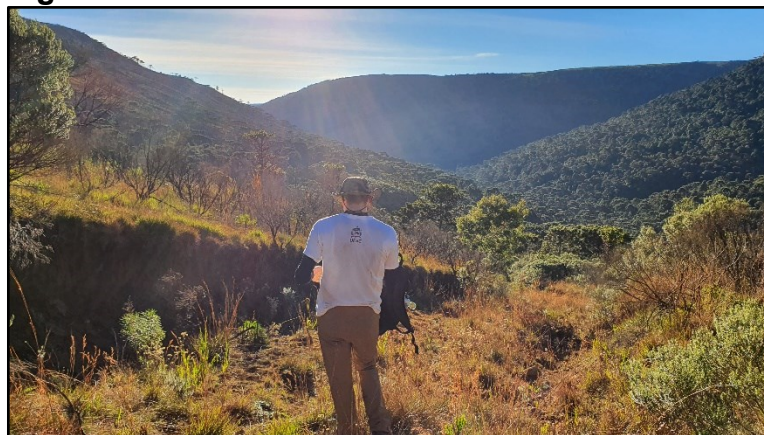
Figura 12: Foto das áreas atingidas por incêndio em 2020



Fonte: Do autor, 03/07/2021.

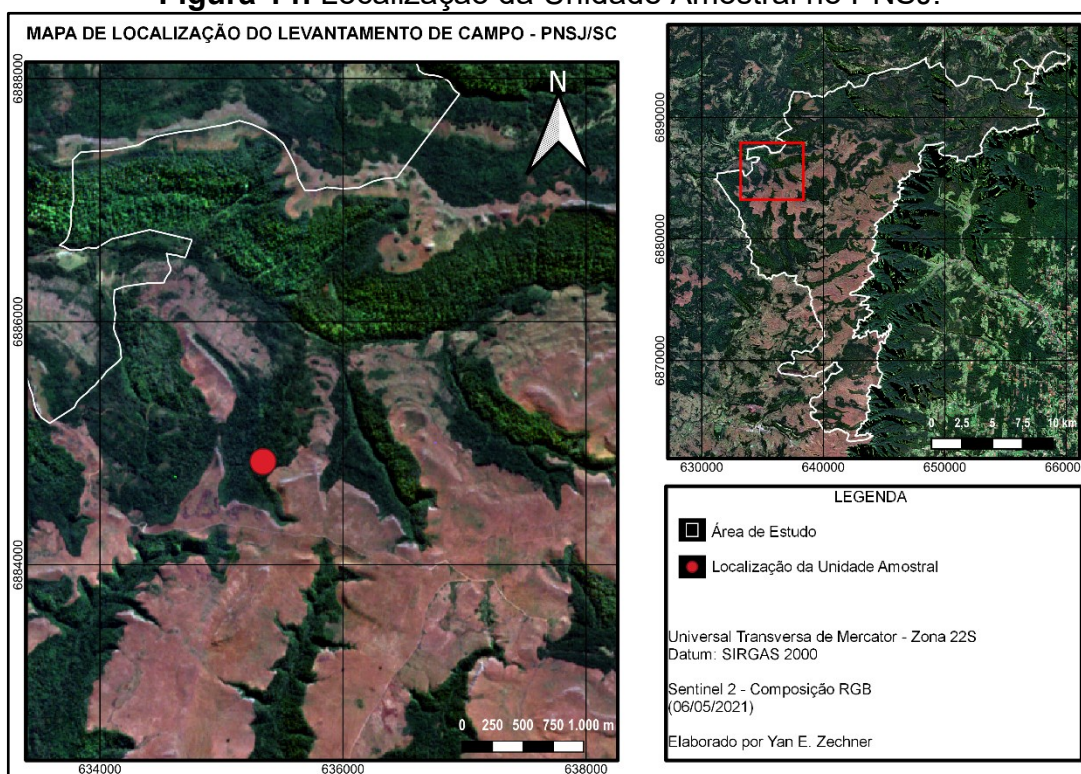
Ao longo da trilha (Figura 13) foram realizadas pequenas incursões na mata, resultando na escolha da UA. Utilizou-se uma composição de NDVI, gerado no GEE a partir de imagens Sentinel 2 e integrado ao GPS, para identificar onde havia maior incidência de resposta espectral verde, presumindo-se que isso indica vegetação mais farta, definindo a localização do conglomerado (Figura 14).

Figura 13: Parte da trilha do Caminho das Araucárias



Fonte: Do autor, 03/07/2021.

Figura 14: Localização da Unidade Amostral no PNSJ.



Fonte: Do autor, 2023

A UA se encontra numa porção parcialmente plana, que se encaminha para um declive na direção norte (a cerca de 1560m de altitude) e um acive na direção sul (a cerca de 1580m de altitude), conforme a Figura 15.

Figura 15: Vista do local da UA a partir da encosta acima, a cerca de 1620m de altitude.



Fonte: Do autor, 03/07/2021.

A mata do local é permeada por caminhos traçados pelo gado, sendo de difícil acesso nas extremidades, mas de fácil caminhar onde a mata é desenvolvida (Figura 16), pois o dossel bem fechado impede o crescimento das arbustivas.

Figura 16: Interior da Unidade Amostral, Parcela Sul.



Fonte: Do autor, 03/07/2021.

Isso se verificou tanto em julho, no auge do inverno, quanto em novembro, ao final da primavera, apesar do desenvolvimento de herbáceas o caminhar dentro da mata não foi afetado. Realizou-se o levantamento (Figura 17), conforme metodologia,

nas parcelas Sul e Oeste no mês de julho e nas parcelas Norte e Leste no mês de novembro, definidas com ajuda da bússola analógica, que diferiu do GPS.

Figura 17: Registro do levantamento em campo, com instrumentos utilizados (Cademeta e referências. Clinômetro, Altimetro e termômetro digital.



Fonte: Do autor, 03/07/2021.

Apesar do levantamento ter sido realizado em estações distintas, no auge do inverno (Parcela Sul e Oeste) e próximo do verão (Parcela Norte e Leste), não foram observadas diferenças significativas na mata, somente o desenvolvimento de pequenas herbáceas e gramíneas próximo ao solo, que se encontravam secas ou mortas no primeiro período do levantamento.

3.2.2. Análise Fitossociológica

Os dados obtidos em campo (Apêndice A) foram processados através do programa Fitopac2, que permite obter de maneira sistemática as informações utilizadas em análises fitossociológicas em outras pesquisas na FOM, a fim de compará-las, como Longhi (1980), Nascimento, Longhi e Brena (2001) e Faxina (2014), além da Resolução CONAMA nº 002/1994, que detalha os parâmetros da fitossociologia adequados para cada etapa da sucessão vegetal da Floresta Ombrófila Mista.

Para uma comparação direta, foram geradas informações referentes à densidade, frequência, dominância e valor de importância das espécies identificadas na amostra. Com isso gerando valores absolutos e relativos, comparando os dados em relação ao total da amostra.

3.3. CARTOGRAFIA DE PAISAGENS

Para a análise da paisagem com a perspectiva geocológica, a partir de um levantamento semi-detalhado (Cavalcanti, 2018), foram utilizados fatores qualitativos baseados nos utilizados por Oliveira (2019) e também indicados por Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022) 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. Naturalmente, também é necessário considerar a dinâmica dos ambientes, que apresentam grandes variações devido aos extremos que chegam as características morfológicas do terreno.

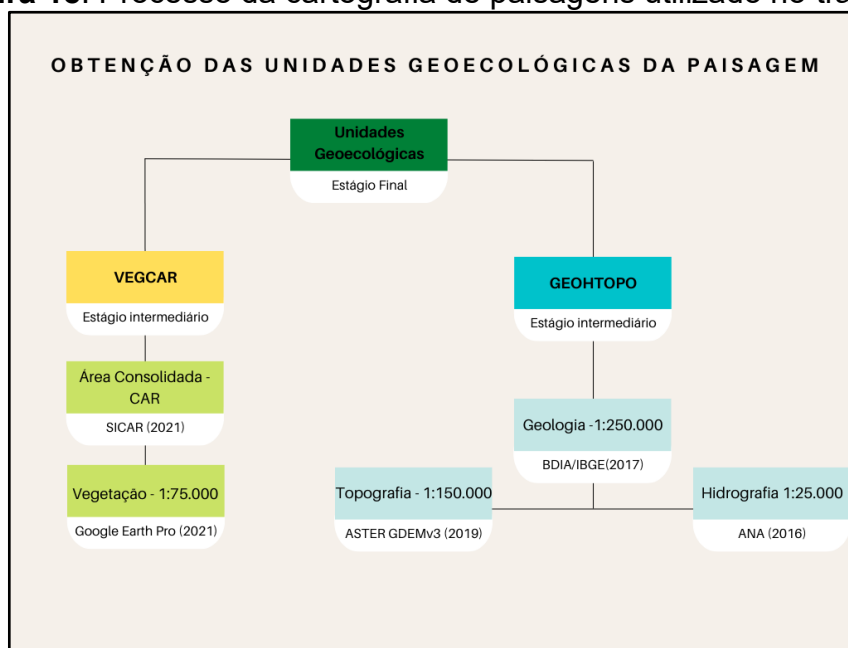
Em um contexto que leva em conta a importância da fauna, em especial para a dispersão das espécies características da FOM, é necessária principalmente a diferenciação das áreas com presença de atividades antrópicas e das áreas que são exclusivamente destinadas para a proteção da biodiversidade. Assim,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

O processo de divisão da paisagem em diferentes Unidades Geocológicas 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 18), 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 18: Processo da cartografia de paisagens utilizado no trabalho



Fonte: Do autor, 2023. Baseado em Oliveira (2019).

Para a obtenção das informações referente 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 haviam 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.

3.4. APLICANDO A *COMMON INTERNATIONAL CLASSIFICATION OF ECOSYSTEM SERVICES*

A CICES divide seus serviços entre Provisão, Regulação e Cultural, consistindo de uma tabela visualizável no Excel que divide estes em grupos e subsequentemente em classes, onde se descrevem então os serviços. Conforme realizado por Guedes (2018), o princípio da classificação se dá pelo preenchimento da tabela a partir do que existe na literatura, ou seja, uma revisão bibliográfica de pesquisas realizadas no local, incluindo neste caso documentos técnicos do ICMBio, como os relatórios do SAMGe – Sistema de Análise e Monitoramento da Gestão de Unidades de Conservação.

Conforme a tabela apresentada por Haines-Young e Potschin (2018), ao descrever o serviço também se descreve seus benefícios, atrelados a literatura ou levantamento que comprovem sua existência. A análise sintética da paisagem através da cartografia da paisagem e o levantamento de campo fornecem as informações restantes para o preenchimento da CICES.

Os levantamentos podem identificar serviços ecossistêmicos a partir do potencial de SE presentes, do suprimento de determinados SE, do fluxo de SE (que se trata do que está sendo utilizado de fato) e da demanda por determinado SE (Syrbe *et al.*, 2017). A partir da classificação também é possível localizar os SE dentro do PNSJ através das unidades geocológicas da paisagem. Uma vez que as UG servem de base para a composição da tabela CICES, elas também foram utilizadas para localizar os serviços descritos.

Neste trabalho, para identificar os serviços ecossistêmicos, foram utilizados dados primários, tanto de observações quanto de análises provenientes do trabalho

de campo e dados secundários, provenientes diretamente do ICMBio através do SAMGe e também de outras pesquisas realizadas na região. Ao formular as hipóteses de quais serviços estão presentes no PNSJ, foi preciso haver dados primários ou secundários que os confirmem, caso contrário, por mais que houvesse indícios de outros serviços, não foram considerados.

Os relatórios do SAMGe utilizados como principal fonte secundária de dados têm trazido mais informações no decorrer dos anos, o relatório inicial em 2016 contém uma fração delas comparado ao de 2022, que contém inclusive especificações para cada bacia hidrográfica. Assim, é o SAMGe 2022 que dispõe de mais informações e que foi usado como fonte para diversos SE.

Ao dividirem-se os serviços em três seções, é possível discerni-los mais facilmente, além de proporcionar a discussão independente para cada categoria (Provisão, Regulação e Cultural). No entanto, é preciso retomar o que apontam os autores, uma função ecossistêmica pode se traduzir em vários SE (Costanza, 2008; Fisher; Turner, 2008; Mace; Norris; Fitter, 2012; Schneider; Müller, 2017), de modo que diversos serviços na organização da CICES podem remeter a um mesmo uso identificado na paisagem.

4. RESULTADOS

O capítulo de resultados foi organizado de maneira que apresente o desenvolvimento das metodologias em uma ordem estabelecida, fornecendo subsídios para as análises descritas na seção final, relativas à classificação dos serviços ecossistêmicos. É a partir da descrição geoecológica da paisagem e do levantamento fito-paisagístico que se pode classificar muitos dos serviços e contextualizá-los na paisagem do PNSJ.

4.1. DESCRIÇÃO GEOECOLÓGICA DA PAISAGEM

Para a análise da paisagem com a perspectiva geoecológica, foram utilizados fatores qualitativos como forma de diferenciar as diferentes unidades geoecológicas 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 as 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 antropogênicas e das áreas que são exclusivamente destinadas para a proteção da biodiversidade é a chave para a interpretação dessa paisagem.

4.1.1. GEOHTOPO – Geologia, Hidrografia e Topografia

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 **Compartimento 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 **Compartimento 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 das 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.

4.1.2. VEGCAR – Vegetação e Atividade Antrópica

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 eucaliptos, 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.

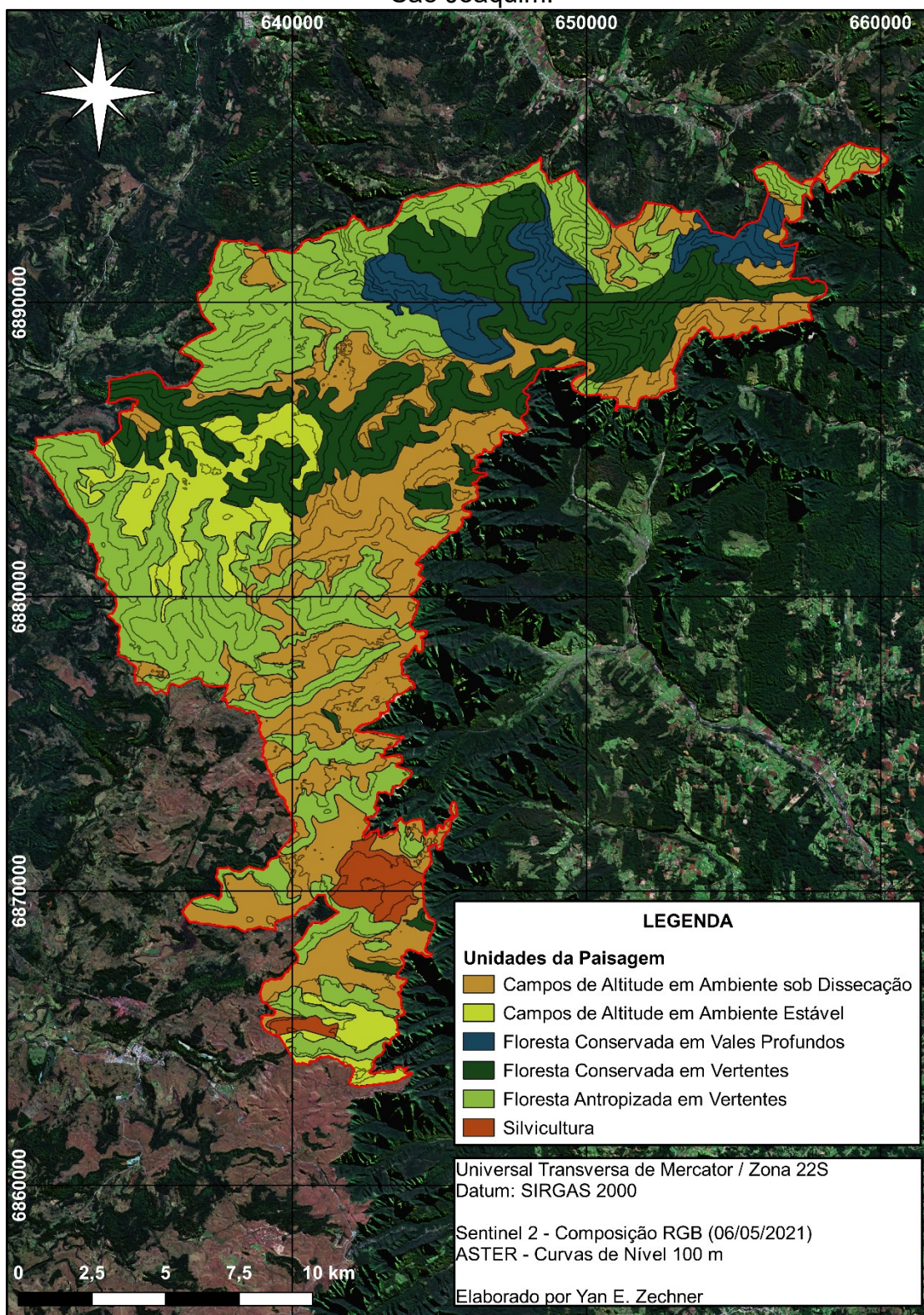
Assim, com a identificação das Feições 1 e 3 não significa que não há um processo de conservação, que abrange todo PNSJ, mas sim que é na Feição 2 onde ele encontra maior potencial, em outras palavras, é nela que se concentram as menores intervenções e se desenvolve o potencial de restauração da mata. 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.

4.1.3. 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 19 apresenta a divisão da paisagem desta porção do PNSJ em 6 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, 2 delas pela presença dos Campos de Altitude e 1 ressaltando atividades de silvicultura.

Figura 19: Mapa de Unidades Geoecológicas da Paisagem no Parque Nacional de São Joaquim.



Fonte: Do autor, 2023.

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.

Contrapondo 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 como atividade econômica, dispondo-se em áreas mais planificadas na porção sul do PNSJ.

Dos 300 km² que compreendem a área de estudo, há um equilíbrio 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 áreas 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: Do autor, 2022.

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 também 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 também 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 geocológicas 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.

4.2. LEVANTAMENTO FITO-PAISAGÍSTICO

O Levantamento fito-paisagístico compreendeu a etapa de aquisição de dados primários diretamente na área de estudo, contribuindo tanto para adquirir indicações do estado de regeneração da Floresta Ombrófila Mista quanto para observações gerais sobre a organização e funcionalidade da paisagem.

4.2.1. Resultados do levantamento fito-paisagístico

As parcelas Norte e Sul contém um pequeno grau de declividade entre elas, apesar da parcela em si não apresentar tanta variação, há um desnível na região do centro da unidade amostral. As parcelas Leste e Oeste não contam com declividade em seu comprimento.

Em geral foi possível observar uma mata com exemplares de *Araucaria angustifolia* distribuídos em todas as parcelas e com árvores adultas de tamanho semelhante, além de plântulas ainda em crescimento (Figura 20).

Figura 20: Observação do interior da Unidade Amostral.



Fonte: Do autor, 2021.

Outras espécies observadas, tanto as Lauráceas quanto as Mirtáceas, já contavam com indivíduos em estágio adulto e também em ambos os casos indivíduos mortos (Figura 21),

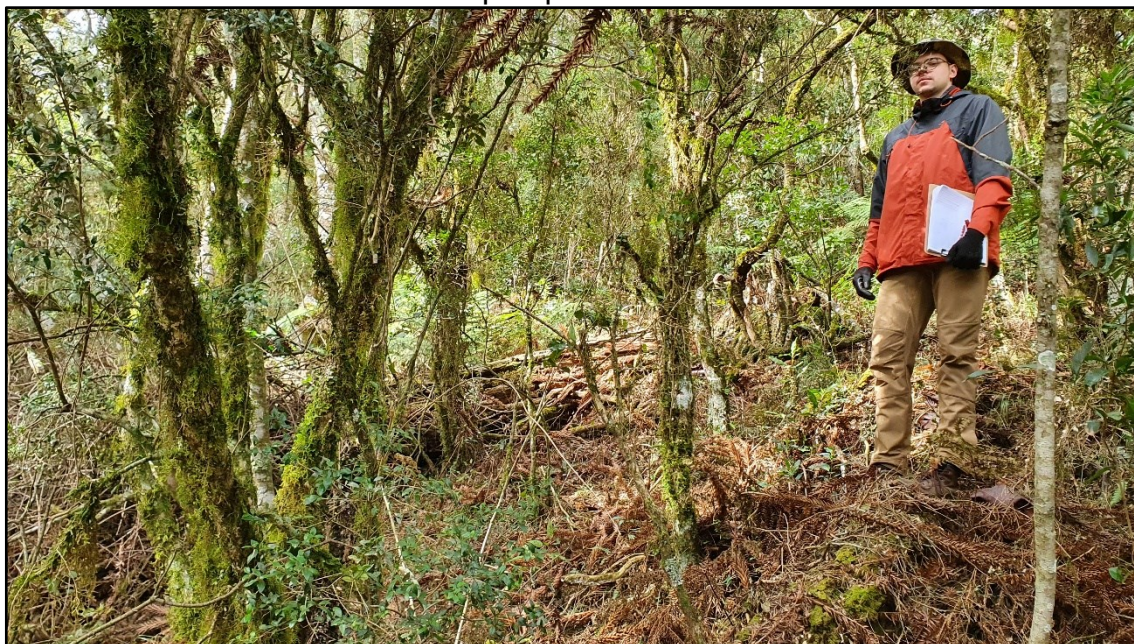
Figura 21: Vista da Parcela Leste, em primeiro plano mirtáceas com galhos sem folhas e ao fundo lauráceas e araucárias adultas.



Fonte: Do autor, 2021.

sendo que as Lauráceas, por adquirirem maior altura, acabaram criando clareiras ao cair em duas parcelas, onde já havia iniciado o processo de colonização (Figura 22).

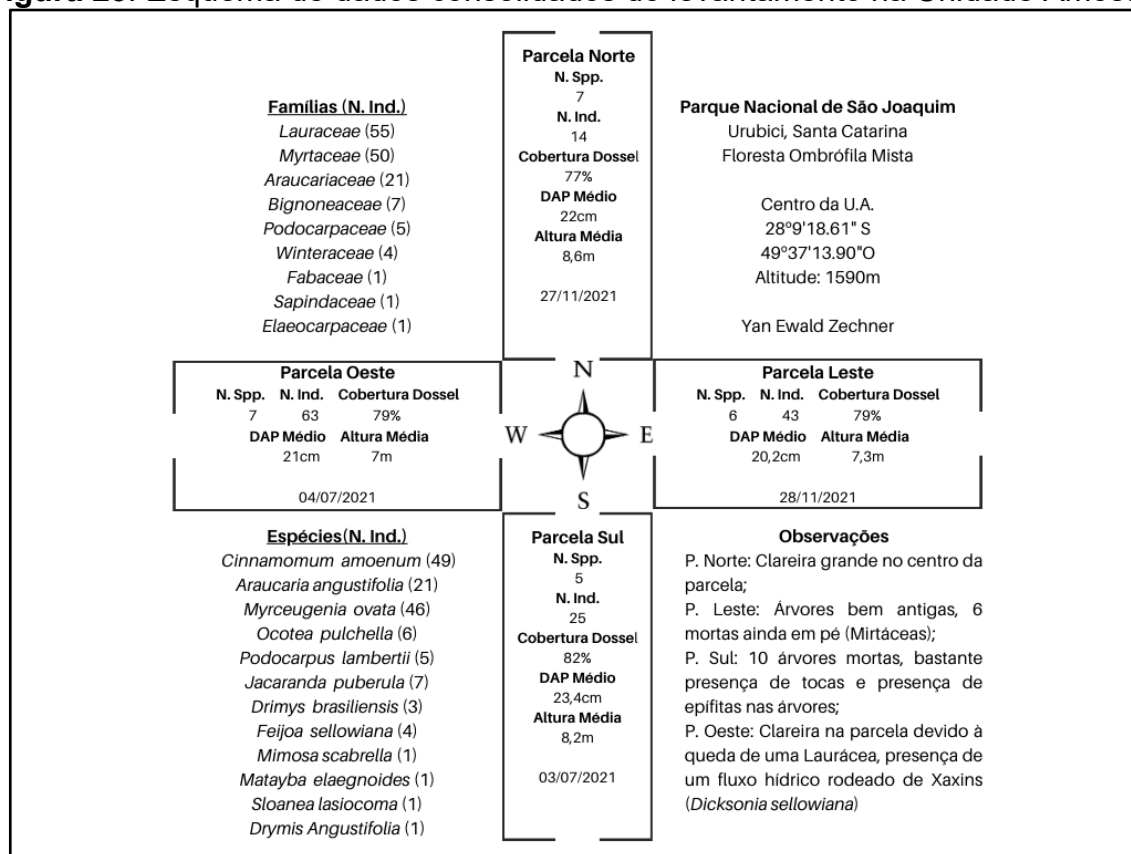
Figura 22: Clareira na Parcela Oeste, tronco caído à esquerda e abaixo do pesquisador.



Fonte: Do autor, 2021.

Abaixo (Figura 23), estão consolidados os dados obtidos no levantamento das parcelas, além de observações e contagem de espécies e famílias.

Figura 23: Esquema de dados consolidados do levantamento na Unidade Amostrai



Fonte: Do autor, 2022.

Na Parcela Sul foi observado o mais alto indivíduo de *Araucaria angustifolia*, cuja base, junto das demais, continha diversas tocas utilizadas pela fauna, além de traços indicando o processo de zoocoria, a dispersão das sementes (neste caso o pinhão) pelos animais. Na parcela também há o dossel mais bem constituído, com média de 82% de cobertura, mesmo que na extremidade sul já se encontre a transição para o ambiente de campos de altitude, com presença das vassouras *Baccharis uncinella*, que dominam essa área até sumirem numa troca brusca para o ambiente descampado.

A Parcela Oeste apresenta o maior número de indivíduos (63), dentre eles as duas espécies de coníferas, agora também com exemplares de *Podocarpus lambertii*. A parcela não atinge uma média de cobertura do dossel tão alta (79%) por conta de uma grande clareira na porção mais próxima do centro da U.A. (Figura 24).

Além do grande número de indivíduos, há também o maior número de espécies diferentes, dentre as com DAP mínimo de 10cm, mas também são encontrados os únicos exemplares de *Dicksonia sellowiana* na porção mais a oeste da parcela (Figura 25), onde há um pequeno fluxo hídrico, proveniente de uma nascente próxima, que dá condições para o desenvolvimento destas pteridófitas.

Figura 24: Indivíduo da espécie *Dicksonia sellowiana*.



Fonte: Do autor, 2021.

Na Parcela Norte também se observou uma clareira, desta vez de maiores proporções que a da Parcela Oeste (Figura 25), com o tronco da árvore caída obstruindo a passagem para realização do levantamento.

Figura 25: Clareira da Parcela Norte, com vegetação pioneira sobre o tronco caído superando a altura dos pesquisadores no ponto mais central.



Fonte: Do autor, 2021.

Nesta parcela há a maior altura média, devido à quantidade de indivíduos de porte grande, incluindo uma Bracatinga (*Mimosa scabrella*) que alcança os 19m de altura, empatando com a araucária observada na parcela oposta. A queda da provável laurácea contribuiu para uma presença menor de indivíduos no levantamento, com o desenvolvimento de uma espessa camada de vegetação pioneira na clareira, ocultando inicialmente a árvore caída.

Por fim, na Parcela Leste há uma abundância de indivíduos de menor porte, muitas árvores mirtáceas, dentre elas pelo menos 6 já se encontravam em decomposição, ainda de pé. Na maioria são árvores que não ultrapassam os 6m, criando regiões da parcela com dossel bem mais baixo e maior exposição solar. Também é a parcela com menor número de *Araucaria angustifolia*, sendo observado somente 1 indivíduo da espécie, nem mesmo com muitas plântulas se desenvolvendo.

4.2.2. Classificação da sucessão vegetal

Ao todo, as parcelas continham um total de 145 espécies com DAP \geq 10cm, com grande presença das espécies das famílias *Lauraceae* e *Myrtaceae* junto às *Araucaria angustifolia*. Conforme a Tabela 2, é possível identificar pouca variabilidade nas espécies e concentração na UA de *Cinnamomum amoenum* e *Myrceugenia ovata*,

apesar de nenhuma delas estar presente em todas as parcelas (FA), que é o caso da Araucária.

Tabela 2: Parâmetros fitossociológicos para as espécies arbóreas, amostradas com DAP \geq 10cm, em Floresta Ombrófila Mista, Urubici, SC. Em que: DA = densidade absoluta; DR = densidade relativa; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; DoA = dominância absoluta; DoR = dominância relativa; VI = valor de importância.

Espécies	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI
<i>Cinnamomum amoenum</i>	408,3	33,79	75,00	12,00	16,61	30,77	76,56
<i>Araucaria angustifolia</i>	175,0	14,48	100,00	16,00	15,64	28,97	59,46
<i>Myrceugenia ovata</i>	383,3	31,72	75,00	12,00	7,80	14,45	58,17
<i>Ocotea pulchella</i>	50,0	4,14	75,00	12,00	3,36	6,23	22,36
<i>Podocarpus lambertii</i>	41,7	3,45	50,00	8,00	3,04	5,64	17,09
<i>Jacaranda puberula</i>	58,3	4,83	50,00	8,00	2,07	3,84	16,67
<i>Drimys brasiliensis</i>	25,0	2,07	50,00	8,00	1,35	2,51	12,58
<i>Feijoa sellowiana</i>	33,3	2,76	50,00	8,00	0,96	1,78	12,54
<i>Mimosa scabrella</i>	8,3	0,69	25,00	4,00	1,64	3,03	7,72
<i>Matayba elaeagnoides</i>	8,3	0,69	25,00	4,00	1,05	1,94	6,63
<i>Sloanea lasiocoma</i>	8,3	0,69	25,00	4,00	0,26	0,48	5,17
<i>Drimys angustifolia</i>	8,3	0,69	25,00	4,00	0,19	0,35	5,04

Fonte: Do autor, 2022.

Conforme a Resolução CONAMA nº 002/1994 e com base nos dados obtidos é possível afirmar que a mata nessa área se encontra em uma transição do estágio de sucessão secundária médio para o avançado, com algumas das espécies indicadoras, neste caso a *Araucaria angustifolia*, já bem presentes na mata. Já é possível ver a dominância da fisionomia arbórea, com um dossel fechado, porém com algumas aberturas, salvo as clareiras. Além disso, já está estabelecido em alguns pontos da parcela um sub-bosque, com mirtáceas abaixo das lauráceas e dos pinheiros. Nos aspectos estatísticos que caracterizam o estágio de sucessão, realizou-se uma comparação no Quadro 4 com os índices também estabelecidos pelo CONAMA (1994).

Quadro 4: Comparação das definições de sucessão vegetal do CONAMA (1994) com os dados levantados em campo.

Índices	Sucessão Médio	Levantamento de Campo	Sucessão Avançado
Nº Spp.	5-30	12	≥30
Altura no dossel (m)	8-17	8-19	>30
Área basal (m ² /ha)	15-35	6	≥30
Média DAP (cm)	25	21	40
Distribuição DAP (cm)	10-40	10-57	20-60
Epífitas	Poucas	Abundante	Abundante

Fonte: Do autor, 2022.

Alguns dos dados não se encaixam completamente na sucessão média, enquanto outros a superam. Por se tratar de uma formação de Floresta Ombrófila Mista Alto-Montana quase no limiar de sua área de ocorrência, é possível que nem todos os índices se encaixem corretamente nas definições. Por outro lado, o levantamento não pode ser tomado como definitivo, por conta da sua área reduzida, cobrindo 1.200m² considerando a UA num todo.

Porém pode ser comparado a outros levantamentos na área para identificar padrões na presença das espécies. O levantamento de Faxina (2014) foi realizado em áreas destacadas como Floresta Conservada nas Vertentes, à nordeste da UA levantada nesta pesquisa, de modo que a disponibilidade de solos com horizontes mais profundos pode levar a um ambiente mais favorável ao desenvolvimento das espécies, além de se encontrar em uma região mais ao centro da UC, onde pode haver mais atividade da fauna, inclusive no seu papel de dispersora. Faxina (2014) também contou com maior número de U.A. (57), de forma que uma área maior foi coberta, utilizando a mesma área para cada U.A.

A autora aponta que as espécies lenhosas com maior valor de importância em sua área de estudo são a *Drymis angustifolia* (22,08 - *Wynteraceae*), *Araucaria angustifolia* (12,44 - *Araucariaceae*), *Myrceugenia euosma* (10,89 - *Myrtaceae*) e *Myrcia palustris* (4,26 - *Myrtaceae*). O principal diferencial entre as duas áreas é a maior abundância das *Lauraceae* neste levantamento, ao contrário de Faxina (2014). Em comparação, as espécies com maior VI neste caso são a *Cinnamomum amoenum* (76,56 - *Lauraceae*), *Araucaria angustifolia* (59,46 - *Araucariaceae*), *Myrceugenia ovata* (58,17 - *Myrtaceae*) e *Ocotea pulchella* (22,36 - *Lauraceae*). Em uma

comparação direta no Quadro 5, é possível observar a presença da Araucária em ambos os levantamentos.

Quadro 5: Comparação dos valores fitossociológicos da *Araucaria angustifolia* entre os levantamentos de Faxina (2014) e Zechner (2023).

<i>Araucaria angustifolia</i>	DR	DoR	FR
Faxina (2014)	13	14,2	10
Zechner (2023)	14,48	28,97	16

Fonte: Do autor, 2023.

Os valores de Densidade e Frequência relativos (por hectare) demonstram que o pinheiro de araucária, um dos principais indicadores da presença da FOM, ocorre de maneira similar nas duas localizações, com árvores de tamanho e distribuição similar. A dominância, no entanto, é muito maior para este levantamento, por conta do reduzido número de espécies e indivíduos encontrados.

Em geral, a área da UA ainda não representa uma floresta secundária bem desenvolvida, com algumas deficiências principalmente quanto à diversidade de espécies florísticas, o que pode ser resultado de processos anteriores de corte seletivo da mata, que aliados à presença de animais exóticos como cães de caça e gado (observados em campo) impediram, ao longo do tempo, a retomada da floresta secundária de maneira plena.

Apesar disso, foram observadas as características do processo de sucessão a ponto de se caracterizar a mata como em estágio médio de sucessão, já partindo para o avançado, que pode ser alcançado com a manutenção da proteção estabelecida pelo PNSJ. Com a presença de outras espécies em áreas diferentes dentro da UC, é possível o reestabelecimento delas na região onde foi realizado o levantamento.

4.3. SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS DOS AMBIENTES DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA DO PARQUE NACIONAL DE SÃO JOAQUIM

É preciso considerar que os serviços apontados nas seções subsequentes não representam de maneira final o conjunto de serviços prestados pela FOM no PNSJ, uma vez que há outros métodos que podem ser utilizados para refinar e apurar outros SE. Além disso, como parte das referências dependem de dados técnicos

provenientes da gestão da UC, é possível que não se tenha conhecimento do total de usos e atividades que ocorram dentro do parque, ou, não é possível quantificá-los em relação à área total, impossibilitando uma escala de importância deles.

4.3.1. Serviços de Provisão

Na seção de provisão estão incluídas duas divisões, conforme apontam Haines-Young e Potschin (2018), Biomassa e Material Genético, que tratam da utilização das fontes de materiais e energia que a fauna e flora podem proporcionar através do seu desempenho de funções ecossistêmicas. Neste levantamento só foram identificadas classes de serviços relacionados à Biomassa (Quadro 6), pois não foram encontrados registros do uso de material genético para os fins delimitados nos serviços de provisão.

Quadro 6: Disposição dos Serviços de Provisão identificados no Parque Nacional de São Joaquim a partir de fontes de dados primários e secundários.

Divisão	Grupo	Classe	Tipo de Classe	Fonte
Biomassa	Cultivo de plantas terrestres para nutrição, matéria-prima ou energia	Cultivadas com propósito nutricional	Pequenas Plantações; Pomares de macieiras	SAMGe 2022
		Fibras e outros materiais para uso direto ou processamento	Silvicultura	Dados Primários / Unidades Geocológicas
		Cultivo de plantas para uso energético	Silvicultura	Dados Primários / Unidades Geocológicas
	Animais de criação para nutrição, matéria-prima ou energia	Criados com propósito nutricional	Pecuária Extensiva	SAMGe 2022
		Fibras e outros materiais provenientes dos animais de criação para uso direto ou processamento	Pecuária Extensiva	SAMGe 2022
		Animais criados para produção de energia	Pastagem para animais de tração	Dados Primários / Levantamento de campo; SAMGe 2022
	Plantas silvestres para nutrição, matéria-prima ou energia	Fibras e outros materiais para uso direto ou processamento	Uso da vegetação para forragem	SAMGe 2022
		Plantas silvestres para uso energético	Corte para lenha dos domicílios	Dados Primários / Levantamento de Campo

	Animais silvestres para nutrição, matéria-prima ou energia	Animais silvestres com propósito nutricional	Caça	SAMGe 2022
		Fibras e outros materiais para uso direto ou processamento	Caça; Apicultura silvestre	SAMGe 2022 (ambos)

Fonte: Do autor, 2023.

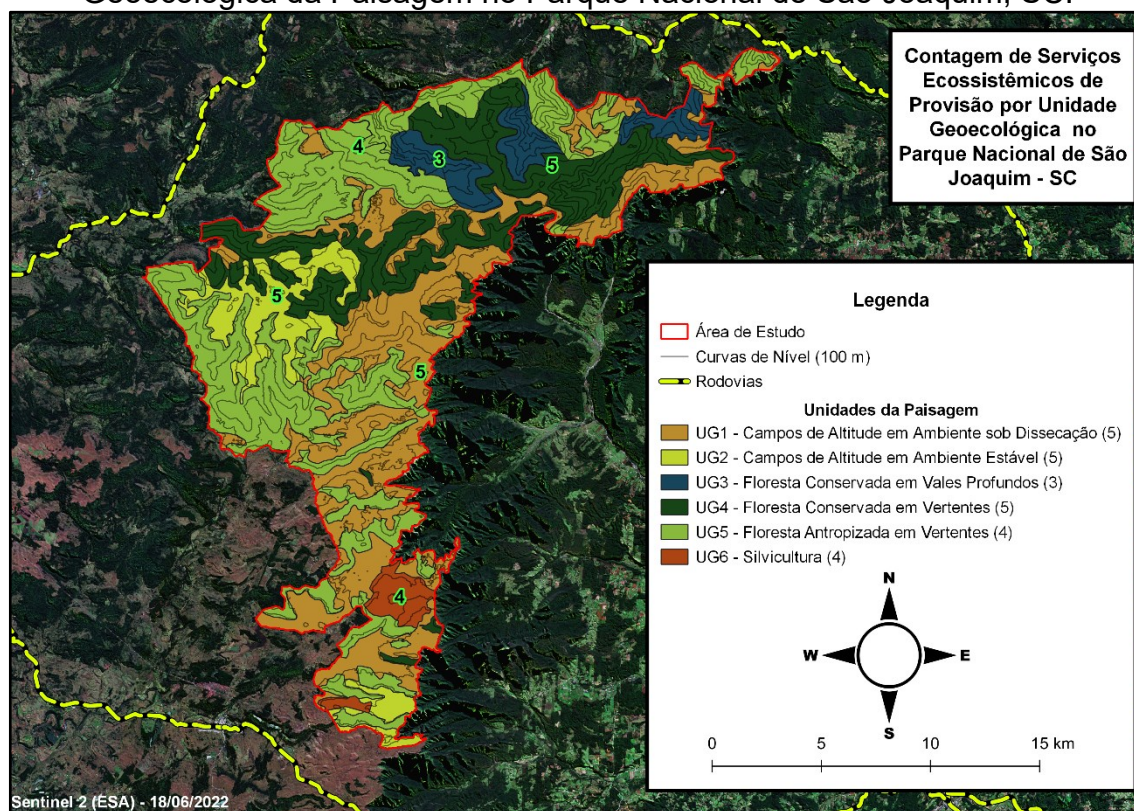
Em geral os serviços de provisão envolvem o uso de matéria-prima ou dos indivíduos em si, diferenciando as espécies domesticadas e as silvestres. Na área de estudo, todos os tipos identificados estão, tecnicamente, em desconformidade com os objetivos e normas do PNSJ. No entanto, grande parte deles é permitido nas áreas que aguardam indenização, excetuando-se a caça.

Os serviços identificados pelos levantamentos primários, realizados dentro desta pesquisa, são a Silvicultura, observada já por geoprocessamento e confirmada também pelos dados do SAMGe de 2022, consistindo principalmente do plantio do Pinus; a pastagem para animais de tração, observados em campo tanto os cavalos em si quanto os rastros deixados em trilhas ao longo do PNSJ; o corte seletivo de lenha para consumo, que também foi observado em campo e destacado pelo SAMGe 2022.

Já os dados secundários, providos pelo monitoramento da gestão do parque, destacam diversos usos que configuram serviços de provisão, com uma divisão em ambientes diferentes da área de estudo. Os cultivos, o uso para forragem, a caça e as atividades de apicultura se desenvolvem nas áreas de vale e também em áreas de ocorrência da mata nebulosa, ao passo que as atividades da pecuária se localizam predominantemente no campo, apesar de haver indícios no levantamento fito-paisagístico do uso das áreas florestadas pelo gado, provavelmente na estação fria.

Em geral, é nos campos e nas áreas próximas onde mais foram identificados serviços ecossistêmicos (Figura 26), sendo que a distribuição deles entre as unidades geoecológicas da paisagem se mostrou uniforme, destacando-se somente as áreas de mata com mais difícil acesso (UG3), pelo menor valor de SE atribuído a elas.

Figura 26: Mapa dos Serviços Ecosistêmicos de Provisão em cada Unidade Geocológica da Paisagem no Parque Nacional de São Joaquim, SC.



Fonte: Do autor, 2023.

De fato, como uma unidade de conservação de proteção integral, quaisquer áreas do PNSJ dificilmente podem ser fontes extensas de serviços de provisão, já que o intuito dessa UC é justamente preservar essas funções ecossistêmicas. A realidade, no entanto, é de uma efetividade limitada da conservação, por conta de questões administrativas e políticas que vão além do local. Quanto maior a disponibilização das funções para a provisão, menor a disponibilidade delas para a regulação, que pode ser um dos principais papéis desempenhados pelos fragmentos de vegetação do PNSJ nessa porção da Serra Geral.

4.3.2. Serviços de Regulação e Manutenção

Os serviços de regulação e manutenção (Quadro 7) se concentram na habilidade dos ecossistemas de transformar resíduos ou impactos decorrentes de atividades antrópicas através de diversos elementos “filtrantes” provenientes de funções ecossistêmicas. Ao mesmo tempo também são regulados os fenômenos naturais que pertencem à biosfera, através do controle das condições físicas,

químicas e biológicas (Haines-Young; Potschin, 2018). Em linhas gerais, são geridos os impactos causados pela sociedade humana e os causados a ela, apesar de algumas das situações (deslizamentos, por exemplo) serem ocasionadas indiretamente pela ação antrópica.

Quadro 7: Disposição dos Serviços de Regulação e Manutenção identificados no Parque Nacional de São Joaquim a partir de fontes de dados primários e secundários.

Divisão	Grupo	Classe	Tipo de Classe	Fonte
Transformação de insumos bioquímicos ou físicos para os ecossistemas	Processamento de resíduos ou substâncias tóxicas de origem antropogênica por organismos	Filtragem/Sequestro/Estoque/Acumulação por micro-organismos, algas, plantas e animais	Processamento da disposição de resíduos de origem antrópica	SAMGe 2022
	Atenuação de distúrbios de origem antropogênica	Absorção da poluição sonora	Amortecimento de distúrbios de área de exercício militar	SAMGe 2022
		Atenuação de impactos visuais	Barreira visual de áreas de produção agrícola/atividade antropogênica	Dados Primários / U.G.
Regulação das condições físicas, químicas e biológicas	Regulação de fluxos de base e eventos extremos	Controle da taxa de erosão	Presença da mata ciliar nos fluxos hídricos	Dados Primários / Saída de campo e U.G.
		Atenuação e amortecimento de movimentos de massa	Presença da mata secundária nas encostas	Dados Primários / Saída de campo e U.G.
		Regulação do fluxo d'água e do ciclo hidrológico	Retenção da água pela vegetação	Dados Primários / Saída de campo; Heberle <i>et al</i> , 2017.
		Proteção contra o vento	Parede verde nos limites dos campos de altitude	Dados Primários / Saída de campo
		Proteção contra queimadas	Presença de áreas úmidas limitando a propagação do fogo	Dados Primários / Saída de campo

Divisão	Grupo	Classe	Tipo de Classe	Fonte
	Manutenção do ciclo de vida e proteção dos habitats e do <i>pool</i> genético	Polinização	Presença das abelhas silvestres	SAMGe 2022
		Dispersão de sementes	Presença da fauna dispersora (Aves e roedores)	Dados Primários / Levantamento Fito-paisagístico
		Manutenção de habitats e populações de berçário	Concentração importante da <i>Araucaria angustifolia</i>	Dados Primários / Levantamento Fito-paisagístico ; Levantamento de Fauna (Referência)
	Controle de pragas e doenças	Controle de pragas (inclusive exóticas)	Competição com as coníferas exóticas	Dados Primários / Saída de campo e Levantamento Fito-paisagístico
	Manutenção da qualidade do solo	Processos de intemperismo e seus efeitos na qualidade do solo	Intemperização do substrato nos vales e vertentes	Dados Primários / U.G. e Saída de Campo
		Decomposição e processos de fixação e seus efeitos na qualidade do solo	Formação de matéria orgânica nos campos de altitude	Dados Primários / Saída de campo
	Condições da água	Regulação das condições químicas da água doce pelos seres vivos	Povoamento das nascentes e riachos por espécies hidrófilas	Dados Primários / Saída de campo e Levantamento Fito-paisagístico
	Composição e estado da atmosfera	Regulação da composição química da atmosfera	Sequestro de carbono pelas árvores adultas	Watzlavick <i>et al</i> , 2011.
		Regulação da temperatura e umidade, incluindo ventilação e transpiração	Estabilidade da umidade do ar	Heberle <i>et al</i> , 2017.

Fonte: Do autor, 2023.

Como área protegida, o PNSJ tem dentro de seus potenciais uma grande disponibilização de funções para a realização dos serviços de regulação e

manutenção, visto que são áreas naturais que mantêm sua estabilidade mais facilmente, possibilitando a existência e evolução dos processos naturais, que trazem contribuições além da área da UC, em uma escala regional.

Não foram identificados muitos serviços que tratam da transformação de resíduos de origem antrópica, provavelmente por conta de a maior parte das atividades relacionadas serem vedadas pelo próprio parque. Entretanto, o SAMGe 2022 destaca que há sim deposição de resíduos de origem antrópica, apesar de não especificar, requerendo que o ecossistema atue na sua absorção e filtragem. Além disso, o uso militar da área, também apontado no relatório, é completamente amortecido pela presença das formações naturais, de maneira que não impacta as populações do entorno.

De maneira similar, as áreas de produção que estão ainda presentes no PNSJ, principalmente a silvicultura, geram impactos visuais negativos que são atenuados pela barreira visual formada pelos fragmentos de vegetação, que muitas vezes se dispõem em seu entorno, mantendo de certa forma as condições de beleza cênica atreladas à existência da paisagem natural.

Um grupo de serviços de regulação presentes no PNSJ e em geral nas formações florestais mais robustas, com avançado estágio sucessional, e que pode se encontrar em maior evidência dentro do contexto das mudanças climáticas, é o de regulação dos fluxos de base e eventos extremos. A floresta presente no parque assume um papel muitas vezes regional, sendo um dos maiores fragmentos remanescentes, na manutenção da estabilidade das bacias hidrográficas dos Rios Canoas e Pelotas.

A presença da mata ciliar nos afluentes destes rios (Figura 27), cuja energia ainda é capaz de exercer processos erosivos mais intensos, mantém o controle desses fluxos hídricos que estão integrados às áreas de produção agrícola de Urubici e Bom Jardim da Serra. Além disso, a cobertura florestal nas sub-bacias que alimentam os principais rios oferece a garantia da regulação do ciclo hidrológico e da estabilidade da oferta de água nos períodos mais secos.

Figura 27: Observação da mata ciliar próxima do curso hídrico em diferentes pontos na região da Fazenda Santa Bárbara.



Fonte: Do autor, 2022.

Outro ponto em que a vegetação atua é na limitação das queimadas, que se espalham facilmente no campo povoado por espécies como a *Baccharis uncinella*, mas não conseguem ir além das áreas úmidas, presentes na FOM (Figura 28).

Figura 28: Porção de campo povoado por *Baccharis uncinella* carbonizadas, ao fundo a mata sem sinais de queimada.



Fonte: Do autor, 2021.

Tanto na atuação frente às queimadas quanto na proteção contra o vento, a floresta na verdade “age” na sua própria manutenção, mantendo assim as suas demais funções ecossistêmicas.

Em geral, as espécies presentes no ecossistema, tanto da fauna quanto da flora, desenvolvem-se de maneira interligada, de modo que sua presença conjunta representa serviços que proporcionam a proteção dos habitats e da diversidade genética. É o caso da polinização e da dispersão de sementes, esta última muito presente (Figura 29) na área, por conta das espécies de roedores e avifauna que consomem o pinhão.

Figura 29: Toca de animal na área do levantamento, com evidências do consumo do pinhão pela fauna.



Fonte: Do autor, 2021.

Conforme apontaram Leite e Klein (1990) e IBGE (2012), o PNSJ representa uma importante concentração de remanescentes da Floresta Ombrófila Mista, destacando os indivíduos de *Araucaria angustifolia*. Assim, o parque representa, a nível regional, uma área significativa de desenvolvimento das populações berçário, ou seja, as espécies, junto da fauna, podem se dispersar a partir dele e popular outras áreas hoje desprovidas dessas formações.

Por fim, a vegetação presente desempenha diversas funções que contribuem para a regulação química do ambiente e de suas características físicas. A presença da floresta influencia os processos de intemperismo e formação de solos (Figura 30), além de controlar a composição química dos fluxos hídricos (através de espécies hidrófilas) e também da atmosfera (pelo potencial de sequestro de carbono das espécies arbóreas).

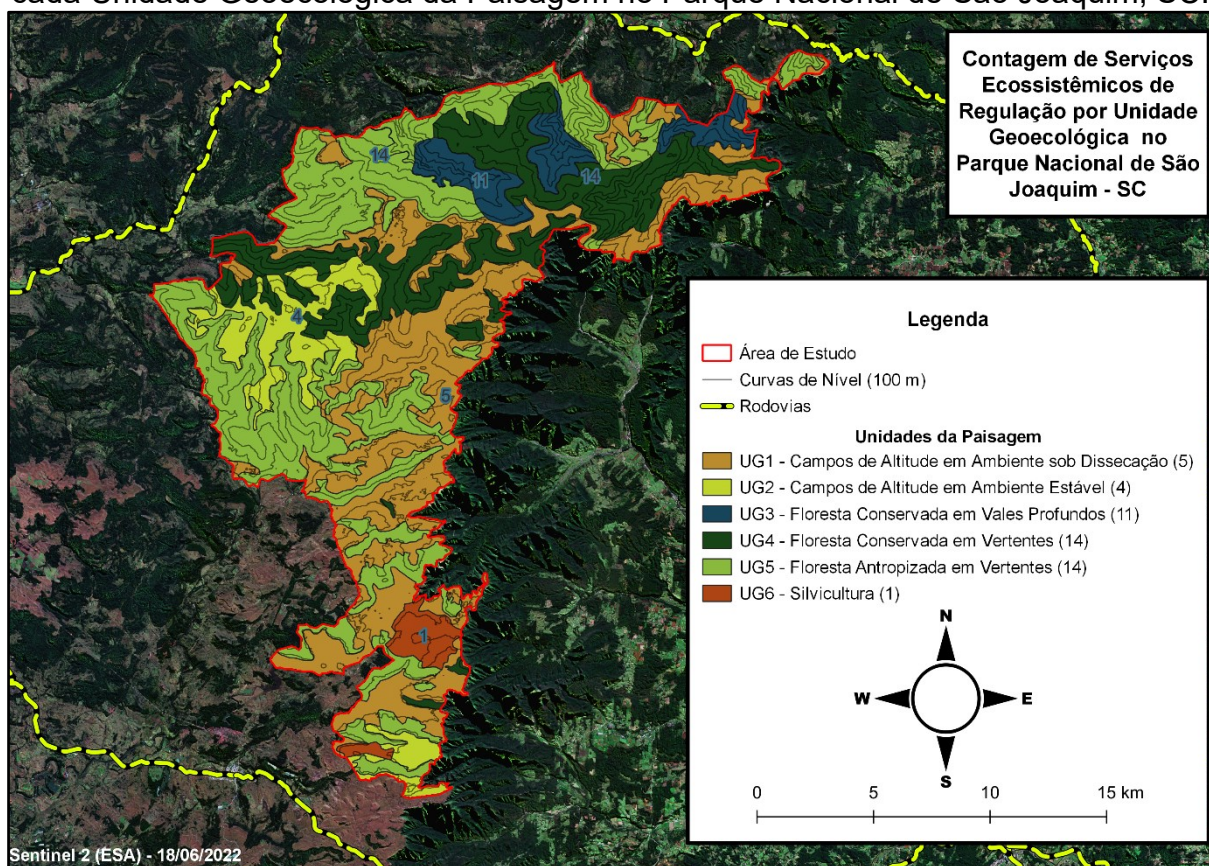
Figura 30: Presença da FOM nas vertentes, criando condições diferentes dos ambientes de campo de altitude.



Fonte: Do autor, 2021.

De fato, são as áreas de Floresta Ombrófila Mista que se destacam no papel de regulação e manutenção (Figura 31), já que nessa paisagem elas concentram um grande número de funções ecossistêmicas e em geral de espécies, que são diversas.

Figura 31: Mapa dos Serviços Ecossistêmicos de Regulação e Manutenção em cada Unidade Geocológica da Paisagem no Parque Nacional de São Joaquim, SC.



Fonte: Do autor, 2023.

A FOM que se encontra nas vertentes, independentemente do seu estado de conservação, é a que concentra mais serviços (14), diferentemente da que se encontra na UG3, nos vales mais escavados. Essa diferença se deve unicamente ao contato reduzido que a UG3 tem com as áreas externas, onde há maior demanda por serviços, sendo que ela não precisa provê-los. Também se destaca a Silvicultura (1 SE), que desempenha uma função reduzida nesse papel, uma vez que é uma UG empobrecida de espécies florísticas e por consequência de biodiversidade.

4.3.3. Serviços Culturais

Os serviços culturais, conforme Haines-Young e Potschin (2018), respondem pelo contato humano com os sistemas naturais que não abrange as características materiais. No PNSJ, isso significa o contato que as pessoas têm com o ambiente, neste caso com a Mata de Araucárias. Assim, no Quadro 8, são classificadas as diferentes formas de contato humano com o ecossistema, sendo que os serviços

variam dentre os benefícios, por vezes subjetivos, que podem ocasionar a uma pessoa, não mais tratando de vantagens materiais ou da ordem física, química e biológica.

Quadro 8: Disposição dos Serviços Culturais identificados no Parque Nacional de São Joaquim a partir de fontes de dados primários e secundários.

Divisão	Grupo	Classe	Tipo de Classe	Fonte
Interações diretas, <i>in situ</i> e ao ar livre com sistemas vivos que dependem da presença naquele ambiente	Experiências e interações físicas com o ambiente natural	Características dos sistemas vivos que proporcionam atividades promovendo saúde, recuperação ou prazer através de interações ativas ou imersivas	Visitação Recreativa; Visitação Desportiva	Dados Primários / Saída de campo; SAMGe 2022; Omena et al, 2021.
		Características dos sistemas vivos que proporcionam atividades promovendo saúde, recuperação ou prazer através de interações passivas ou observacionais	Observação ou contemplação das espécies de avifauna; Paisagens com beleza cênica desejável	SAMGe 2022; Omena et al, 2021.
	Interações intelectuais ou representativas com o ambiente natural	Características dos sistemas vivos que permitem a investigação científica ou a criação de conhecimento ecológico tradicional	Espécies endêmicas; Concentração de espécies exclusiva das áreas protegidas	SAMGe 2022
		Características dos sistemas vivos que permitem educação ou treinamento	Riqueza de espécies para educação ambiental; Treinamento para agentes relacionado à conservação; Pesquisa Científica	SAMGe 2022
		Características dos sistemas vivos ligadas às tradições e heranças culturais	Presença do pinhão, do pinheiro de araucária e espécies associadas;	Dados primários / Levantamento Fito-paisagístico

Divisão	Grupo	Classe	Tipo de Classe	Fonte
			Presença do Xaxim	
		Características dos sistemas vivos que proporcionam experiências estéticas	Exuberância das espécies de flora e fauna	SAMGe 2022
Interações indiretas e remotas (geralmente em ambiente fechado) com sistemas vivos que não requerem a presença naquele ambiente	Interações simbólicas ou espirituais com ambientes naturais	Elementos dos sistemas vivos com significado simbólico	Araucária como símbolo regional e do PNSJ	Caminho das Araucárias (Trilhas de Longo Curso)
		Elementos dos sistemas vivos utilizados para entretenimento ou representações	Uso da Pedra Furada e região para fins promocionais, Uso Comercial e Uso Privado de imagem do PNSJ	SAMGe 2022
	Outras características bióticas que detêm valor sem uso direto	Características ou aspectos dos sistemas bióticos que tem um valor existencial	A proteção integral da mata de araucárias e ecossistemas associados	Lei nº 11.428/2006
		Características ou aspectos dos sistemas bióticos que tem um valor como escolha ou legado	Preservação da fauna ameaçada, avifauna e felíneos	Lei nº 5.197/1967

Fonte: Do autor, 2023.

De fato, o parque é conhecido pelos seus atrativos turísticos, embora geralmente esteja associado à região da Serra Geral. Na visita que envolve atividades físicas, ou seja, onde a pessoa está tanto presente quanto se beneficiando por estar engajada fisicamente com o ambiente, se destacam as atividades nas trilhas, que têm tanto cunho recreativo quanto esportivo. Conforme observado em campo (Figura 32) e confirmado pelos dados do SAMGe 2022 e a própria divulgação do ICMBio, um exemplo central se dá pela trilha de longo curso denominada Caminho das Araucárias, que cruza porções do PNSJ estritamente ligadas à FOM.

Figura 32: Trilha de Longo Curso Caminho das Araucárias.



Fonte: Do autor, 2021.

Outra perspectiva é da presença física com fins de contemplação, ou seja, o benefício vem através da passividade do sujeito, comum pela observação da fauna e das paisagens, dentre as quais o Morro da Igreja ocupa uma posição privilegiada como escolha de visitação (Figura 33). Aqui, o ecossistema aliado a aspectos abióticos compõe paisagens de beleza cênica muito estimadas pelos visitantes.

Figura 33: Vista do Mirante do Morro da Igreja – Parque Nacional de São Joaquim.



Fonte: Do autor, 2022.

As indicações do SAMGe também permitem relacionar serviços que as funções ecossistêmicas cumprem à visitação de cunho intelectual ou estão ligadas à herança cultural. Há indicações sobre a existência de espécies endêmicas e em geral há uma concentração maior de espécies na área, tanto de fauna quanto de flora, beneficiando o trabalho intelectual ou de pesquisa, ações educacionais e a continuidade de aspectos culturais ligados ao pinhão e o pinheiro de araucária.

Indiretamente, a FOM também contempla outros serviços culturais, as paisagens, aqui ligadas novamente à beleza cênica, tem uso de suas imagens, permitido pelo ICMBio, com destaque para a Pedra Furada (Figura 34), um dos pontos turísticos com mais destaque (Omena et al, 2021).

Figura 34: Pedra Furada, vista a partir do Morro da Igreja.



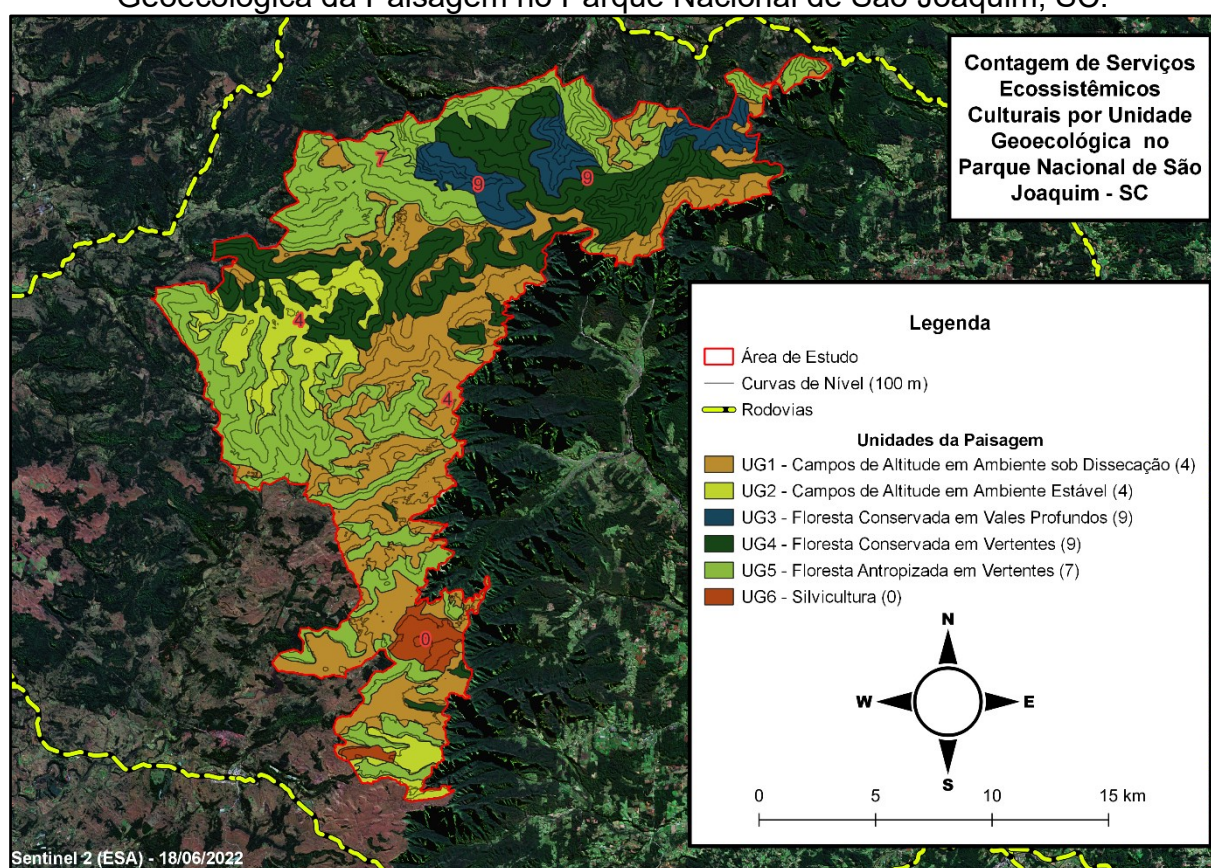
Fonte: Do autor, 2022.

Por fim, há outras características que independem de uso direto que são importantes pelo valor existencial ou também como legado, entram nessa classe as intenções pela preservação da mata, representadas pela Lei da Mata Atlântica e pelas leis que protegem a fauna. Ambos os aspectos requerem não somente a existência

desse ecossistema como a intencionalidade da sua preservação como um todo ou especificamente as suas espécies ameaçadas.

As áreas da FOM reiteram sua concentração dos SE de maneira similar aos de Regulação e Manutenção (Figura 35). Destacando-se as áreas de ambiente em Recuperação (UG 3 e UG 4), que por contarem com uma mata de maneira geral mais desenvolvida, frente às áreas com ocupação antrópica, detêm maior número de serviços que podem prover, pois oferecem maiores possibilidades.

Figura 35: Mapa dos Serviços Ecosistêmicos Culturais em cada Unidade Geocológica da Paisagem no Parque Nacional de São Joaquim, SC.



Fonte: Do Autor, 2023.

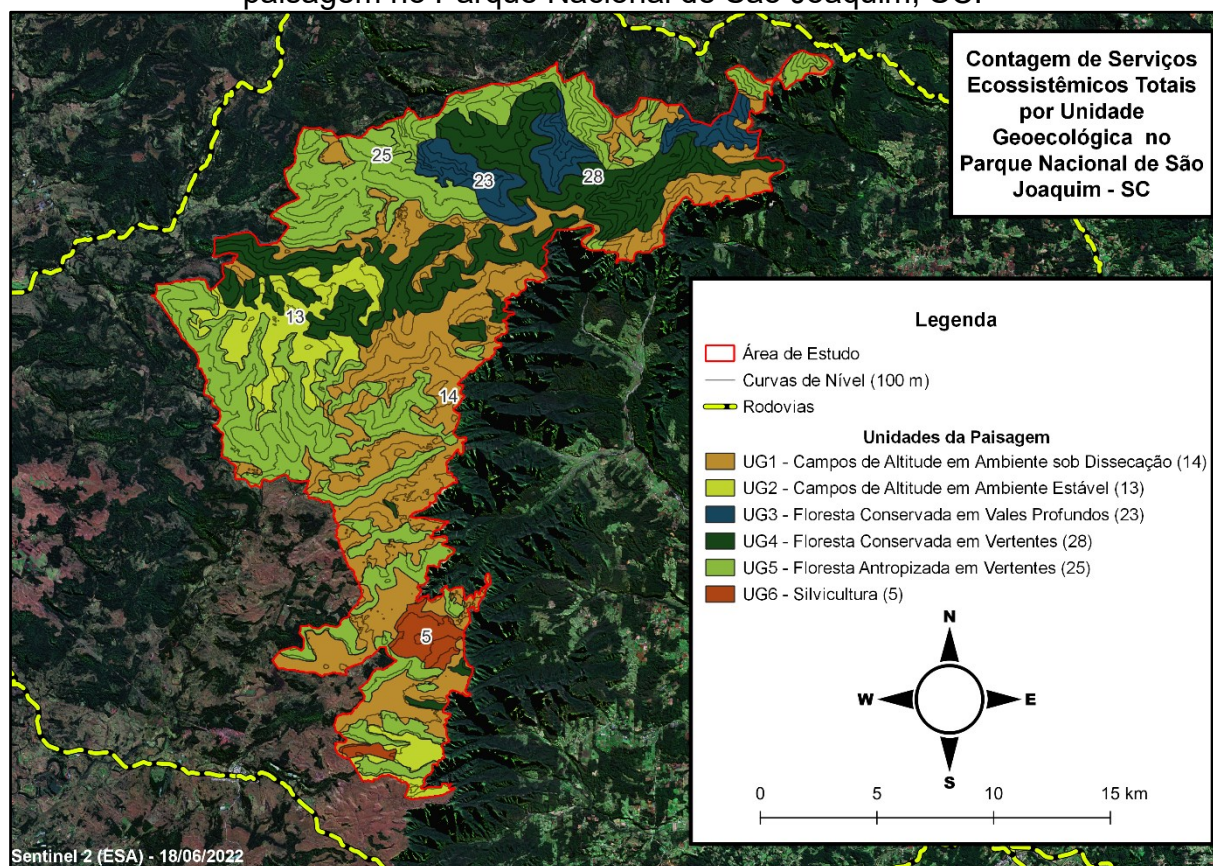
As matas da FOM contrastam de maneira absoluta as áreas utilizadas para Silvicultura, cujas funções que podem trazer benefícios de SE culturais não foram identificadas. Por se tratar de um cultivo lenhoso de cunho comercial, não há efetivamente um atrativo turístico, cultural ou espiritual, além de não apresentar condições especiais conhecidas que poderiam ser objeto da pesquisa científica.

4.3.4. Os Serviços Ecossistêmicos na paisagem do Parque Nacional de São Joaquim

A elaboração da divisão em unidades geoecológicas da paisagem está profundamente ligada à identificação e classificação dos serviços ecossistêmicos encontrados. De maneira geral, as UG que representam áreas mais bem conservadas e/ou biodiversas convergiram para uma maior concentração de SE em todas as categorias, validando a premissa de que uma maior disponibilidade e regulação de funções ecossistêmicas resulta num fluxo maior e/ou mais constante de benefícios (Costanza, 2008; Fisher; Turner, 2008; Mace; Norris; Fitter, 2012; Schneiders; Müller, 2017).

Conforme a Figura 36, que representa a soma dos SE identificados nas 3 diferentes categorias (Provisão, Regulação e Manutenção e Cultural) em cada unidade geoecológica, as áreas de Floresta Ombrófila Mista detêm o destaque antes mencionado. É de fato a UG4 a maior concentradora de SE, abarcando as Florestas em Conservação nos Vales Pouco Dinâmicos, que contam com o aspecto da conservação aliado a outros fatores naturais e também situacionais para se obter o maior número de benefícios.

Figura 36: Serviços Ecossistêmicos totais de cada unidade geocológica da paisagem no Parque Nacional de São Joaquim, SC.



Fonte: Do autor, 2023.

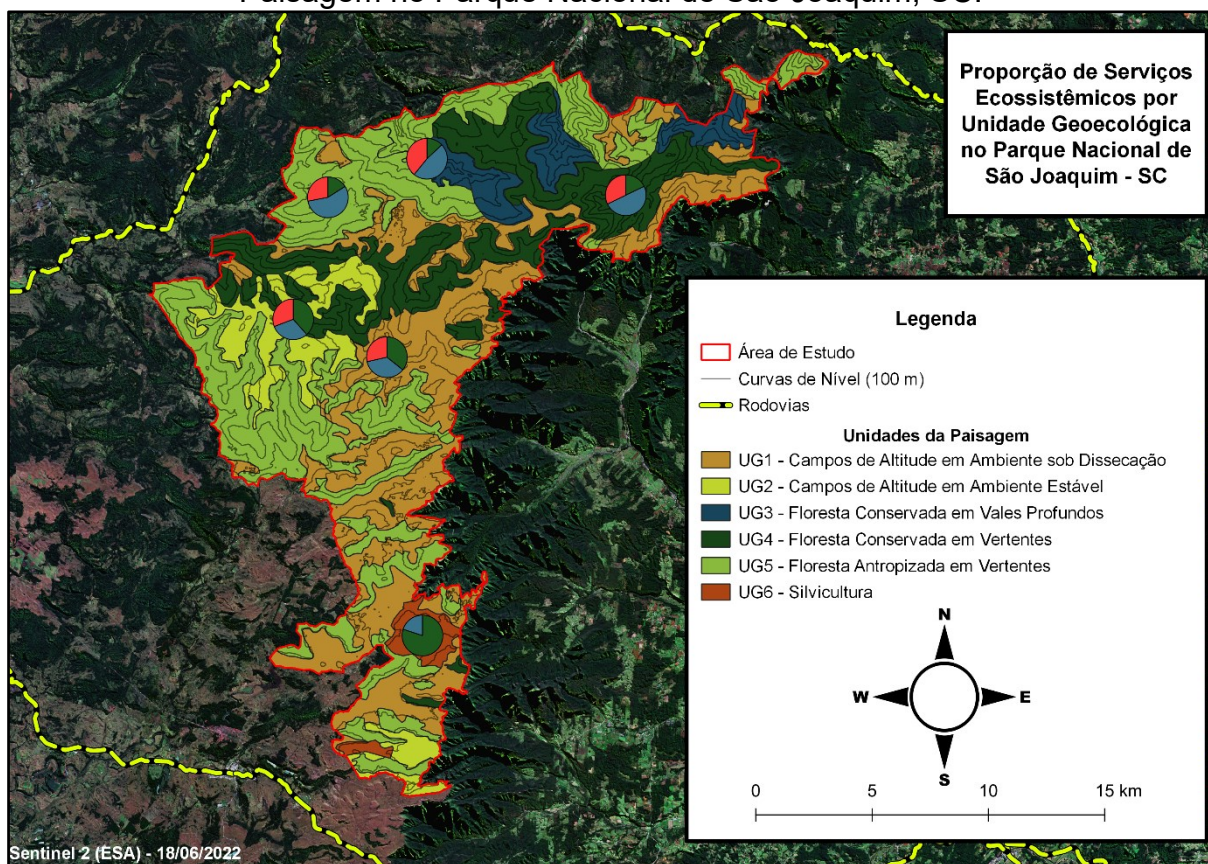
Apesar disso, não é possível denominar as UG onde predominam os campos de altitude como pobres em SE, já que não há um comparativo direto entre áreas de mata e de estepe. Dentro de suas capacidades como ecossistemas elas demonstram uma proporcionalidade constante em relação às áreas de mata, que inclusive se beneficiam por serem mais valoradas no sentido de beleza cênica e exuberância da fauna e flora.

Essa afirmação, no entanto, é verdadeira para a Silvicultura (UG6), que traz um desequilíbrio dentre os SE, especializando-se na provisão, visto que é sua única função e sua *raison d'être*. Portanto, dentre as 6 unidades geológicas, só uma realmente carece de SE, sendo essa a de Silvicultura, representando a maximização de um benefício provido por aquela porção do ambiente ao custo das demais possibilidades que a floresta nativa (FOM) poderia agregar.

A predominância dos SE (Figura 37 e Tabela 3) nas diferentes UG também é reveladora quanto às funções ecossistêmicas mais demandadas, destacando os aspectos de distribuição dos usos antrópicos ao longo do PNSJ. Enquanto as UG

relacionadas à FOM concentram maior quantidade de serviços de regulação, a situação se inverte quanto às demais UG, que detêm os de provisão.

Figura 37: Proporção dos Serviços Ecosistêmicos por Unidade Geocológica da Paisagem no Parque Nacional de São Joaquim, SC.



Fonte: Do autor, 2023.

Tabela 3: Contagem de Serviços Ecosistêmicos por Unidade Geocológica da Paisagem

Unidade Geocológica	Provisão	Regulação	Cultural
UG1 - Campos A. Dissecção	5	5	4
UG2 - Campos A. Estável	5	4	4
UG3 - Floresta C. Vales Profundos	3	11	9
UG4 - Floresta C. Vertentes	5	14	9
UG5 - Floresta A. Vertentes	4	14	7
UG6 - Silvicultura	4	1	0

Fonte: Do autor, 2023.

Além da regulação, as Florestas em Conservação (UG3 e UG4) são as que mais concentram SE Culturais em relação ao total de serviços identificados. Se ressaltam principalmente por serem o foco da visitação e apreciação da paisagem. Contrário a isso, as UG que contemplam os campos e a silvicultura tendem aos serviços de provisão por ser o que mais oferecem e ou lhes é exigido.

A Floresta em Alteração se aproxima das demais com os serviços de regulação, possivelmente por seu papel importante na amortização dos impactos antrópicos que se direcionam do exterior para o interior da UC, logo o número similar de SE não quer dizer que sejam os mesmos, há uma diferenciação em alguns casos. A UG responde pelas formações florestais ainda afetadas pelo uso de atividades antropogênicas que demandam mais serviços de modo que seja estabilizado o ambiente, especialmente por este também ser utilizado para fins similares aos demais que contém a FOM (UG3 e UG4).

De modo geral, pode-se afirmar que a mudança na característica dos serviços entre a UG 5 e as UG3 e 4 representa de certa forma as dinâmicas de uma área protegida que passa a efetivamente conter um processo de conservação. Neste caso, as últimas já detêm essas características ao passo que a primeira ainda necessita passar pelo devido processo de regularização e redução de impactos provenientes da atividade antrópica.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Parque Nacional de São Joaquim possui uma diversidade de ambientes que demanda focos diferentes ao se tratar do estudo de suas funções ecossistêmicas a fim de classificar os serviços ecossistêmicos, é preciso uma intencionalidade para considerar somente o que abrange a Floresta Ombrófila Mista, o recorte desta pesquisa. Ao mesmo tempo, para compreender a dinâmica da FOM é preciso levar em conta os campos de altitude e a matinha nebulosa, necessitando uma análise criteriosa, mas que dê abrangência aos ambientes que se associam à Mata de Araucárias.

Para compilar os SE que dizem respeito a essa formação vegetal, foi necessária a compreensão de toda a paisagem diretamente relacionada a ela, por meio da geologia da paisagem, que demonstrou a distribuição de um fenômeno no meio natural fundamental para os serviços ecossistêmicos, as atividades antropogênicas. É a partir das interações entre homem e natureza que podem ser identificados muitos dos serviços, de maneira que a geologia teve papel preponderante na construção da classificação dos SE.

Por outro lado, também há um foco dedicado à FOM, que pode ser melhor identificada em seu estágio sucessional através de um estudo fito-paisagístico, 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. Junto a esse trabalho, que necessitou a visita em campo, puderam ser observadas outras características do PNSJ que também são fatores ligados às demandas que se estabelecem para o ecossistema.

Assim, foi construída a classificação inicial dos SE da FOM ligados a essa área protegida, se tratando de uma proposta que utilizou dados abrangentes a toda a região que o parque ocupa em Urubici e Bom Jardim da Serra, sem se ater às diversas especificidades que requerem escalas maiores de estudo, com recortes de área mais localizados. Se trata, portanto, de uma base para outras pesquisas relacionadas aos serviços que provém dessa vegetação, mas também de um diagnóstico geral do que ela tem a oferecer nesse contexto específico do PNSJ.

A pesquisa também demonstra a viabilidade do uso da geologia da paisagem como determinante para a descrição de uma determinada área com o fim de classificação de SE trazendo relevância à biogeografia na discussão desse tema,

além de enfatizar a importância da deliberação entre fatores quantitativos e qualitativos que serão usados para tal análise. Neste caso, os fatores quantitativos não proporcionariam a correta discriminação das unidades geológicas da paisagem, por não diferenciarem efetivamente a atividade antrópica, mas foram importantes para auxiliar alguns dados, de modo que a pesquisa não foi exclusivamente qualitativa, mas integrando alguns aspectos quantitativos.

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. Considerando isso, os resultados da pesquisa podem ser úteis a outros levantamentos realizados na região, por trazer dados relacionados a presença das espécies de flora e delimitar as áreas com menor ação antrópica.

De maneira geral, a pesquisa não se aprofundou na valoração dos serviços ecossistêmicos, algo que poderia também levantar informações relevantes para o PNSJ. Também poderiam ser abordadas categorias específicas dentre provisão, regulação e cultural a partir do uso de métodos mais específicos. Ambas as possibilidades requerem o uso de dados quantitativos que podem ser representativos ao se definir variáveis dentro de uma área específica e conhecida. Estudos em relação à hidrologia da área, que abastece bacias importantes inclusive para a produção rural do meio-oeste catarinense e pesquisas voltadas às protagonistas da FOM, as araucárias e os efeitos das mudanças climáticas nessa formação vegetal podem ser considerados de maior necessidade nessa área.

É de especial interesse a valoração dos serviços de regulação e manutenção, justamente por representarem melhor a razão de ser de uma área protegida que se enquadra como parque nacional, algo que foi demonstrado nesta pesquisa pelo grande número e relevância desses SE levantados. A quantificação ou mesmo precificação desses serviços que tem menos visibilidade é um dos objetivos principais dessa abordagem, traduzir o benefício gerado em termos que se adequam à linguagem mais usada pela sociedade civil, que se baseia muito em questões econômicas, pode ser uma estratégia eficaz no debate ambiental, em busca de melhoras nas condições da conservação.

REFERÊNCIAS

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

ALVARES, C.A *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil.

Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/profile/Clayton-Alcarde-](https://www.researchgate.net/profile/Clayton-Alcarde-Alvares/publication/263088914_Koppen%27s_climate_classification_map_for_Brazil/links/5f4a615b299bf13c5050b43b/Koeppens-climate-classification-map-for-Brazil.pdf)

[Alvares/publication/263088914_Koppen%27s_climate_classification_map_for_Brazil/links/5f4a615b299bf13c5050b43b/Koeppens-climate-classification-map-for-Brazil.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Clayton-Alcarde-Alvares/publication/263088914_Koppen%27s_climate_classification_map_for_Brazil/links/5f4a615b299bf13c5050b43b/Koeppens-climate-classification-map-for-Brazil.pdf)

Acesso em 24 de mar 2021.

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.

BENSUNSAN, Nurit. **Conservação da biodiversidade em áreas protegidas**. 1. Ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

Brasil. CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 002, de 18 de março de 1994**. Define formações vegetais primárias e estágios sucessionais de vegetação secundária, com finalidade de orientar os procedimentos de licenciamento de exploração da vegetação nativa no Estado do Paraná. Brasília, 1994.

Brasil. **Decreto nº 50.922, de 06 de junho de 1961**. Cria o Parque Nacional de São Joaquim no Estado de Santa Catarina, e dá outras providências. Brasília, 1961.

Brasil. **Lei nº 5.197, de 3 de janeiro de 1967**. Dispõe sobre a proteção à fauna e dá outras providências. Brasília, 1967.

Brasil. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, 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.

Brasil. **Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Brasília, 2006.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Divisão de Monitoramento e Avaliação de Gestão de Unidades de Conservação. **Relatório de aplicação do Sistema de Análise e Monitoramento de Gestão – SAMGe 2022**. Brasília, 2023.

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.

CASTRO JR.; *et al.* Gestão da biodiversidade e áreas protegidas. In: GUERRA, A. J. T.; COELHO, M. C. N. (org.) **Unidades de conservação**: abordagens e características geográficas. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009, pp. 25 – 65.

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

Costanza, Robert *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, n. 6630, p. 253-260, 1997. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/387253a0>. Acesso em 18 fev. 2021.

Costanza, Robert. Ecosystem services: multiple classification systems are needed. **Biological Conservation**, v. 141, p. 350-352, 2008. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez46.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0006320707004715> . Acesso em 25 fev. 2021.

COX, C. Barry; MOORE, Peter D.; DA SILVA, Luiz Felipe Coutinho Ferreira. **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.

DAILY, Gretchen C. *et al.* **Nature's services**. Island Press, Washington, DC, 1997.

DE GROOT, Rudolf S.; WILSON, Matthew A.; BOUMANS, Roelof MJ. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics**, v. 41, n. 3, p. 393-408, 2002.

DE GROOT, R.; BRAAT, L.; Costanza, R. A short history of the ecosystem services concept. In: BURKHARD, B.; MAES, J. **Mapping Ecosystem Services**. 1. ed. Sofia: Pensoft Publishers, 2017. Cap. 2.1, p. 29-32. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/315066978_Mapping_Ecosystem_Services . Acesso em: 07 abr. 2021.

Diegues, Antonio Carlos Sant'Ana. **O mito moderno da natureza intocada**. 6. Ed. São Paulo: Hueitee: Nupaub-USP/CEC. 2008. 198p.

Faxina, Thábata Cristina. **Dilemas da regularização fundiária no Parque Nacional de São Joaquim. A valoração de áreas naturais**. 2014. 110f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2014. Disponível em: https://www.udesc.br/arquivos/cav/id_cpmenu/1481/disserta_o_th_bata_156874893_21029_1481.pdf . Acesso em: 23 jun. 2021.

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_e_nacional_de_sao_joaquim_2018.pdf . Acesso em: 12 ago. 2019.

FISHER, Brendan; TURNER, R. Kerry. Ecosystem services: classification for valuation. **Biological conservation**, v. 141, n. 5, p. 1167-1169, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320708000761> Acesso em: 25 fev. 2021.

FISHER, Brendan; TURNER, R. Kerry; MORLING, Paul. Defining and classifying ecosystem services for decision making. **Ecological economics**, v. 68, n. 3, p. 643-653, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800908004424> . Acesso em 25 fev. 2021.

GASKELL, George. Entrevistas Individuais e Grupais. *In*: BAUER, Martin. W.; GASKELL, George. **Pesquisa Qualitativa com Texto, Imagem e Som: um manual prático**. Tradução de Pedrinho A. Guareschi. 3. Ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2002. Cap. 3, p. 64-89.

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.

GUERRA VELASCO, J. C. La acción humana, el paisaje vegetal y el estudio biogeográfico. **Boletín de La A.G.E.** (Asociación de Geógrafos Españoles), n. 31, 2001, pp.47-60. Disponível em: <http://bage.age-geografia.es/ojs/index.php/bage/article/download/387/358> Acesso em: 11 ago. 2019.

HAINES-YOUNG, Roy; POTSCHIN, Marion. Common international classification of ecosystem services (CICES, Version 4.1). **European Environment Agency**, v. 33, p. 107, 2012. Disponível em: < https://cices.eu/content/uploads/sites/8/2012/09/CICES-V4_Final_26092012.pdf> Acesso em 27 fev. 2019.

HAINES-YOUNG, R.; POTSCHIN, M. Categorisation systems: The classification challenge. *In*: BURKHARD, B.; MAES, J. **Mapping Ecosystem Services**. 1. ed. Sofia: Pensoft Publishers, 2017. Cap. 2.4, p. 42-45. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/315066978_Mapping_Ecosystem_Services . Acesso em: 07 abr. 2021.

HAINES-YOUNG, Roy; POTSCHIN-YOUNG, Marion. Revision of the common international classification for ecosystem services (CICES V5. 1): a policy brief. **One Ecosystem**, v. 3, p. e27108, 2018. Disponível em: < <https://oneecosystem.pensoft.net/article/27108/download/pdf/>> Acesso em: 27 fev. 2019.

HEBERLE, Melissa et al. Variações no microclima e características do solo em paisagens com diferentes coberturas vegetais: ação de campo junto ao Morro da Harmonia–Teutônia/RS. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 9, n. 3, 2017.

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.

KARRA, Kontgis; *et al.* **Global land use/land cover with Sentinel-2 and deep learning**. IGARSS 2021-2021 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. IEEE, 2021. Disponível em: <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=d6642f8a4f6d4685a24ae2dc0c73d4ac> Acesso em: 10 ago. 2021.

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.

MACE, Georgina M.; NORRIS, Ken; FITTER, Alastair H. Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship. **Trends in ecology & evolution**, v. 27, n. 1, p. 19-26, 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169534711002424> Acesso em: 17 mar. 2021.

MAES, Joachim. Mapping specific ecosystem services. *In*: BURKHARD, B.; MAES, J. **Mapping Ecosystem Services**. 1. ed. Sofia: Pensoft Publishers, 2017. Cap. 5.5, p. 176. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/315066978_Mapping_Ecosystem_Services . Acesso em: 07 abr. 2021.

MEA – MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis**. Washington, Island Press, 2005.137p.

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

Omena, Michel T.R.N. de; SILVA, Paulo S. C. da; FIGUEIREDO, Ana Luisa C. B. 60 anos do Parque Nacional de São Joaquim: uma Unidade de Conservação como Promotora do Desenvolvimento Turístico Regional. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**. v.9, n.2, 033-043, 2021.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; Cavalcanti, A de P. B. **Geocologia 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

Santos, Milton. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. 4. ed. 9. reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2017. 392p.

SERVIÇO FLORESTAL Brasileiro. **Manual de campo: procedimentos para coleta de dados biofísicos e socioambientais**. Serviço Florestal Brasileiro: Brasília, 2020. 67p. Disponível em: <https://www.florestal.gov.br/publicacoes-ifn/1612-anual-de-campo-procedimentos-para-coleta-de-dados-biofísicos-e-socioambientais> Acesso em: 25 mai. 2021.

SCHNEIDERS, A.; MÜLLER, F. A natural base for ecosystem services. *In*: BURKHARD, B.; MAES, J. **Mapping Ecosystem Services**. 1. ed. Sofia: Pensoft Publishers, 2017. Cap. 2.2, p.33-38. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/315066978_Mapping_Ecosystem_Services . Acesso em: 07 abr. 2021.

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.

SILVA, Edson Vicente; RODRIGUEZ, José Manuel Mateo. Planejamento e zoneamento de bacias hidrográficas: a geocologia das paisagens como subsídio para uma gestão integrada. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 1, n. 36, p. 4-17, 2014. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/3170> Acesso em: 28 abr. 2021

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.

Vibrans, Alexander; *et al.* Inventário florístico florestal de Santa Catarina (IFFSC): aspectos metodológicos e operacionais. **Pesquisa Florestal Brasileira**. v. 30, n. 64,

p. 291-302, 2010. Disponível em:

http://www.google.com/url?q=http%3A%2F%2Fwww.cnpf.embrapa.br%2Fpfb%2Findex.php%2Fpfb%2Farticle%2Fview%2F96%2F141&sa=D&sntz=1&usq=AFQjCNHi5-Ka_geijv_4jEO0ZjI7ep9eHA Acesso em 25 mai. 2021.

Wallace, Ken J. Classification of ecosystem services: problems and solutions.

Biological conservation, v. 139, n. 3-4, p. 235-246, 2007. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320707002765>. Acesso em: 25 fev. 2021

WATZLAVICK, Luciano Farinha et al. Variação nos teores de carbono orgânico em espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Mista. **Floresta e Ambiente**, v. 18, n. 3, p. 248-258, 2012.

WHITTAKER, Robert J. *et al.* Conservation biogeography: assessment and prospect.

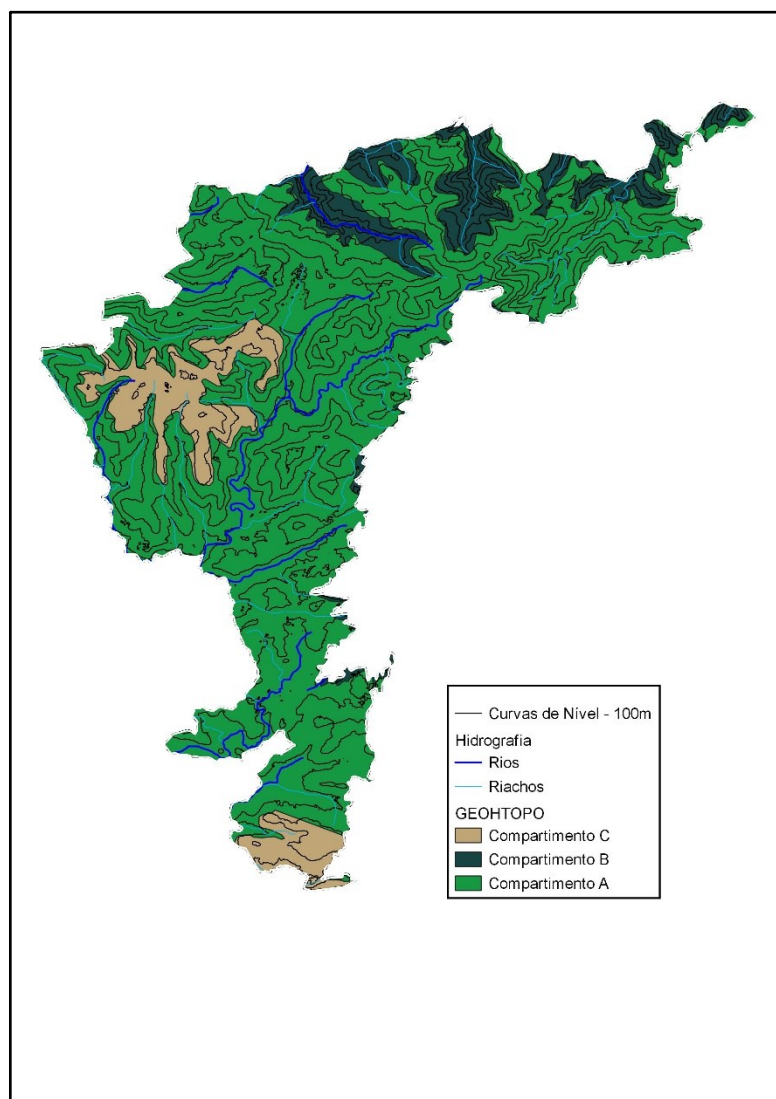
Diversity and distributions, v. 11, n. 1, p. 3-23, 2005. Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1366-9516.2005.00143.x>. Acesso em: 14 ago. 2019.

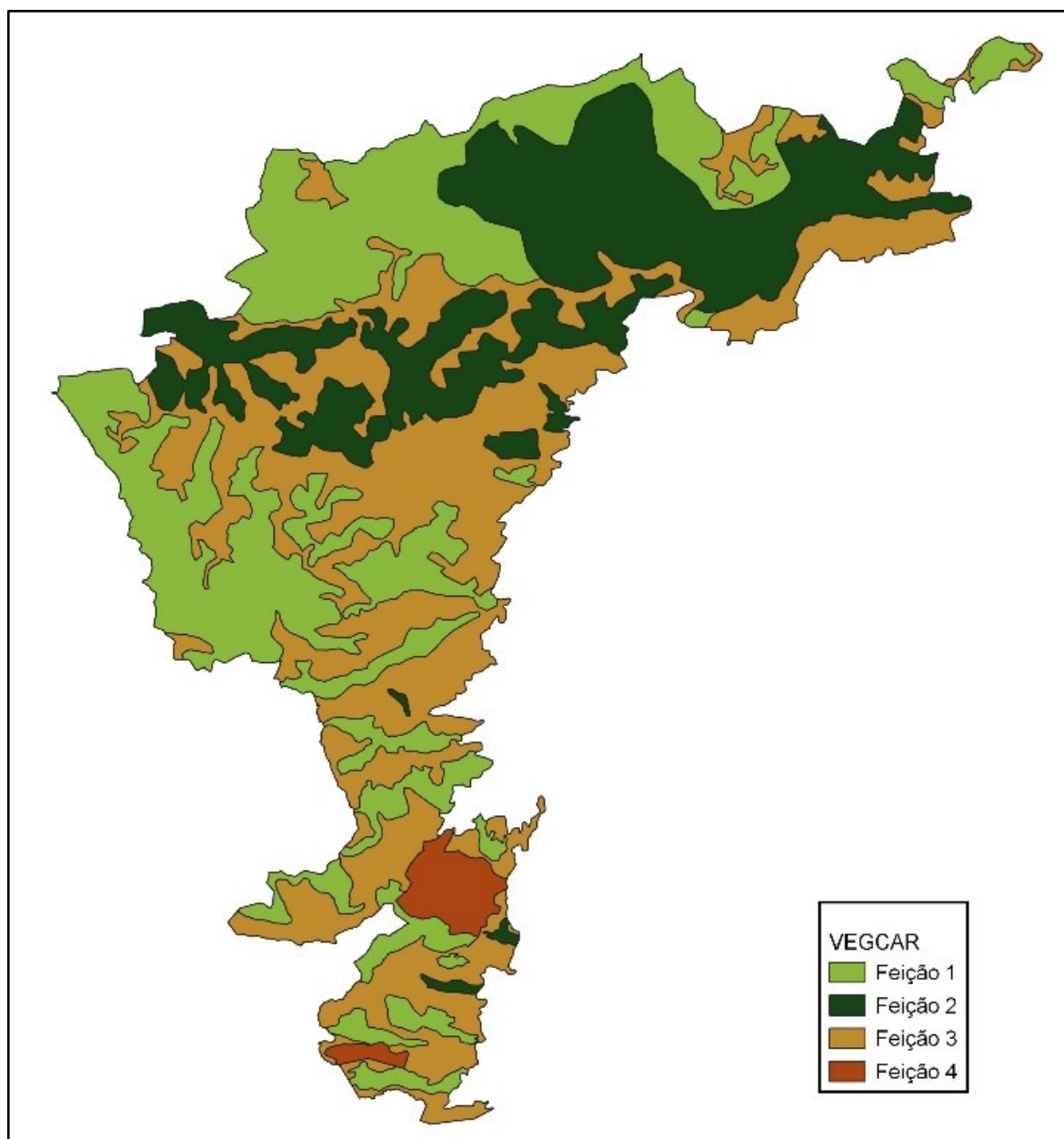
Zechner, Yan. **Estudo da recategorização de unidades de conservação municipais na Ilha de Santa Catarina**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso

(Bacharelado em Geografia). Curso de Geografia, Departamento de Geociências, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/204591> . Acesso em: 15 set. 2021.

APÊNDICE A – CROQUI DA CAMADA GEOHTOPO

Fonte: Do autor, 2023.

APÊNDICE B – CROQUI DA CAMADA VEGCAR

Fonte: Do autor, 2023.

APÊNDICE C – LISTAGEM DO LEVANTAMENTO FITOPAISAGÍSTICO

Parcela Sul

Nº Indivíduos	DAP	Altura (m)	Estrato	Espécie	Nome Científico
1	37,3	7,4	Médio	Caroba	<i>Jacaranda puberula</i>
2	21,3	7	Médio	Caroba	<i>Jacaranda puberula</i>
3	49,7	12	Superior	Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>
4	22,9	6	Médio	Caroba	<i>Jacaranda puberula</i>
5	10,0	5	Inferior	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>
6	12,4	5	Inferior	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>
7	38,5	19	Superior	Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>
8	24,5	14	Superior	Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>
9	13,7	5	Inferior	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>
10	11,1	5	Inferior	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>
11	37,9	7	Médio	Cataia	<i>Drimys brasiliensis</i>
12	11,5	6	Médio	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>
13	11,1	5	Inferior	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>
14	10,5	6	Inferior	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>
15	38,5	8	Médio	Canela-lajeana	<i>Ocotea pulchella</i>
16	11,1	3,5	Inferior	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>
17	24,2	8	Médio	Canela-lajeana	<i>Ocotea pulchella</i>
18	10,5	5	Médio	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>
19	50	16	Superior	Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>
20	20,4	5	Médio	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>
21	56,7	17	M.	Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>
22	11,1	6,3	Inferior	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>
23	20,1	10	Médio	Cataia	<i>Drimys brasiliensis</i>
24	16,2	9	Médio	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>

Fonte: Do autor, 2023.

Parcela Oeste

Nº Indivíduo	DAP	Altura (m)	Estrato	Espécie	Nome Científico
1	32,2	7	Médio	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>
2	17,8	7	Médio	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>
3	18,8	7	Médio	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>
4	9,9	6	Médio	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>
5	16,9	5	Inferior	Caroba	<i>Jacaranda puberula</i>
6	30,6	16	Superior	Canela	<i>Lauraceae</i>
7	15,0	5	Inferior	Caroba	<i>Jacaranda puberula</i>
8	15,3	4	Inferior	Cataia	<i>Drimys brasiliensis</i>

Nº Indivíduo	DAP	Altura (m)	Estrato	Espécie	Nome Científico
9	10,8	3	Inferior	Caroba	<i>Jacaranda puberula</i>
10	23,2	16	Superior	Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>
11	10,2	7	Médio	Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>
12	14,0	6	Médio	Caroba	<i>Jacaranda puberula</i>
13	51,6	18,1	Superior	Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>
14	20,4	14	Superior	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>
15	35,4	15	Superior	Canela-lajeana	<i>Ocotea pulchella</i>
16	14,6	5	Inferior	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>
17	12,4	5	Inferior	Canela	<i>Lauraceae</i>
18	15,9	5,5	Inferior	Canela	<i>Lauraceae</i>
19	15,0	4	Inferior	Canela	<i>Lauraceae</i>
20	9,9	3,5	Inferior	Canela	<i>Lauraceae</i>
21	11,8	4	Inferior	Canela	<i>Lauraceae</i>
22	12,1	3	Inferior	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>
23	17,2	5,5	Médio	Canela	<i>Lauraceae</i>
24	16,6	4	Inferior	Canela	<i>Lauraceae</i>
25	19,4	5	Médio	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>
26	54,1	17	Superior	Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>
27	10,5	2,5	Inferior	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>
28	11,1	4	Inferior	Canela	<i>Lauraceae</i>
29	11,8	3	Inferior	Canela	<i>Lauraceae</i>
30	17,2	3	Inferior	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>
31	23,9	14	Superior	Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>
32	10,8	3	Inferior	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>
33	25,8	8	Médio	Canela	<i>Lauraceae</i>
34	31,5	14,5	Superior	Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>
35	36,6	14	Superior	Pinheiro-bravo	<i>Podocarpus lambertii</i>
36	31,2	14	Superior	Pinheiro-bravo	<i>Podocarpus lambertii</i>
37	13,1	7	Médio	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>
38	18,5	6	Médio	Canela	<i>Lauraceae</i>
39	19,4	6	Médio	Canela	<i>Lauraceae</i>
40	20,4	8	Médio	Canela	<i>Lauraceae</i>
41	23,6	6	Médio	Canela	<i>Lauraceae</i>
42	10,5	4	Inferior	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>
43	13,7	3,5	Inferior	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>
44	40,4	9	Médio	Canela-lajeana	<i>Ocotea pulchella</i>
45	24,8	7	Médio	Canela	<i>Lauraceae</i>
46	27,4	9	Médio	Canela	<i>Lauraceae</i>

Nº Indivíduo	DAP	Altura (m)	Estrato	Espécie	Nome Científico
47	27,4	6	Médio	Canela	<i>Lauraceae</i>
48	30,9	14	Superior	Pinheiro-bravo	<i>Podocarpus lambertii</i>
49	30,6	14	Superior	Pinheiro-bravo	<i>Podocarpus lambertii</i>
50	15,6	4	Inferior	Canela	<i>Lauraceae</i>
51	17,5	3	Inferior	Canela	<i>Lauraceae</i>
52	16,2	4	Inferior	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>
53	20,4	4	Inferior	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>
54	26,1	4	Inferior	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>
55	22,0	3	Inferior	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>
56	22,6	6	Médio	Canela	<i>Lauraceae</i>
57	34,1	8	Médio	Canela	<i>Lauraceae</i>
58	25,2	7	Médio	Canela	<i>Lauraceae</i>
59	26,1	8	Médio	Canela	<i>Lauraceae</i>
60	11,8	3,5	Inferior	Canela	<i>Lauraceae</i>
61	9,9	8	Médio	Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>
62	10,2	2,5	Inferior	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>

Fonte: Do autor, 2023.

Parcela Norte

Nº Indivíduo	DAP	Altura (m)	Estrato	Espécie	Nome Científico
1	40,00	10,6	Sup	Camboatá-branco	<i>Matayba elaeagnoides</i>
2	11	7	Méd	Canela lajeana	<i>Ocotea pulchella</i>
3	13,2	5	Inf	Canela lajeana	<i>Ocotea pulchella</i>
4	13	6	Méd	Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>
5	12	8	Méd	Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>
6	13	10	Sup	Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>
7	30	12	Sup	Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>
8	19	5	Inf	Goiaba serrana	<i>Feijoa sellowiana</i>
9	10	7	Méd	Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>
10	15	6	Méd	Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>
11	20	6	Méd	Pinheiro-bravo	<i>Podocarpus lambertii</i>
12	50	19	Sup	Bracatinga	<i>Mimosa scabrella</i>
13	16	8	Méd	Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>

Fonte: Do autor, 2023.

Parcela Leste

Nº Indivíduo	DAP	Altura (m)	Estrato	Espécie	Nome Científico
1	19	4	1	Goiaba serrana	<i>Feijoa sellowiana</i>
2	18	6	1	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>

Nº Indivíduo	DAP	Altura (m)	Estrato	Espécie	Nome Científico
3	16	9	2	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>
4	20	9	2	Sapopema	<i>Sloanea lasiocoma</i>
5	11	3	1	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>
6	57,3	17	3	Araucaria	<i>Araucaria angustifolia</i>
7	25	10	2	Lauracea	<i>Lauraceae</i>
8	21	10	2	Lauracea	<i>Lauraceae</i>
9	15	5	1	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>
10	15	6	1	Mirtácea	<i>Myrtaceae</i>
11	21	6	1	Lauracea	<i>Lauraceae</i>
12	20	7	2	Lauracea	<i>Lauraceae</i>
13	22	6	1	Lauracea	<i>Lauraceae</i>
14	37	14	3	Lauracea	<i>Lauraceae</i>
15	33	10	3	Lauracea	<i>Lauraceae</i>
16	13	6	1	Lauracea	<i>Lauraceae</i>
17	24	5	1	Mirtacea	<i>Myrtaceae</i>
18	19	7	2	Lauracea	<i>Lauraceae</i>
19	18	4	1	Mirtacea	<i>Myrtaceae</i>
20	14	6	1	Lauracea	<i>Lauraceae</i>
21	15	6	1	Lauracea	<i>Lauraceae</i>
22	17	8	2	?	
23	11	5	1	Goiaba serrana	<i>Feijoa sellowiana</i>
24	25	10	3	Goiaba serrana	<i>Feijoa sellowiana</i>
25	23	12	3	Araucaria	<i>Araucaria angustifolia</i>
26	17	8	2	Lauracea	<i>Lauraceae</i>
27	14	5	1	Mirtacea	<i>Myrtaceae</i>
28	11	4	1	Mirtacea	<i>Myrtaceae</i>
29	17	6	1	Mirtacea	<i>Myrtaceae</i>
30	15	5	1	Lauracea	<i>Lauraceae</i>
31	26	7	2	Mirtacea	<i>Myrtaceae</i>
32	35	10	3	Lauracea	<i>Lauraceae</i>
33	14	6	1	Lauracea	<i>Lauraceae</i>
34	15	4	1	Mirtacea	<i>Myrtaceae</i>
35	12	6	1	Mirtacea	<i>Myrtaceae</i>
36	14	6	1	Lauracea	<i>Lauraceae</i>
37	17	3	1	Mirtacea	<i>Myrtaceae</i>
38	34	11	3	Lauracea	<i>Lauraceae</i>
39	17	8	2	Lauracea	<i>Lauraceae</i>
40	10	8	2	Lauracea	<i>Lauraceae</i>

Nº Indivíduo	DAP	Altura (m)	Estrato	Espécie	Nome Científico
41	14	8	2	Lauracea	<i>Lauraceae</i>
42	35	9	2	Lauracea	<i>Lauraceae</i>

Do autor, 2023.