

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Elisângela Lopes da Silva

**PROTEÇÃO DO PATRIMÔNIO NATURAL DA SERRA DO SEGREDO
(CAÇAPAVA DO SUL, RS, BRASIL): UM DIÁLOGO ENTRE A
GEOCONSERVAÇÃO E O SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE
CONSERVAÇÃO (SNUC)**

Santa Maria, RS.
2016

Elisângela Lopes da Silva

PROTEÇÃO DO PATRIMÔNIO NATURAL DA SERRA DO SEGREDO (CAÇAPAVA
DO SUL, RS, BRASIL): UM DIÁLOGO ENTRE A GEOCONSERVAÇÃO E O SISTEMA
NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO (SNUC)

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEO), Área de Concentração Análise Ambiental e Dinâmica Espacial do Cone Sul, Linha de Pesquisa Dinâmicas da Natureza e Qualidade Ambiental do Cone Sul, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito para a obtenção do grau de **Mestra em Geografia**.

Orientador: Prof. Dr. André Weissheimer de Borba

Santa Maria, RS, Brasil
2016

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

LOPES DA SILVA, ELISÂNGELA
PROTEÇÃO DO PATRIMÔNIO NATURAL DA SERRA DO SEGREDO
(CAÇAPAVA DO SUL, RS, BRASIL): UM DIÁLOGO ENTRE A
GEOCONSERVAÇÃO E O SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE
CONSERVAÇÃO (SNUC) / ELISÂNGELA LOPES DA SILVA.-2016.
116 p.; 30cm

Orientador: André Weissheimer de Borba
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de
Pós-Graduação em Geografia e Geociências, RS, 2016

1. PROTEÇÃO DO PATRIMÔNIO NATURAL 2. SERRA DO SEGREDO
(CAÇAPAVA DO SUL, RS, BRASIL) 3. GEOCONSERVAÇÃO 4.
SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO I.
Weissheimer de Borba, André II. Título.

Elisângela Lopes da Silva

**PROTEÇÃO DO PATRIMÔNIO NATURAL DA SERRA DO SEGREDO
(CAÇAPAVA DO SUL, RS, BRASIL): UM DIÁLOGO ENTRE A
GEOCONSERVAÇÃO E O SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE
CONSERVAÇÃO (SNUC)**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEO), Área de Concentração Análise Ambiental e Dinâmica Espacial do Cone Sul, Linha de Pesquisa Dinâmicas da Natureza e Qualidade Ambiental do Cone Sul, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito para a obtenção do grau de **Mestra em Geografia**.

Aprovado em 01 de julho de 2016:

Prof. Dr. André Weissheimer de Borba
(Presidente/ Orientador)

Prof. Dr. Adriano Severo Figueiró

Prof. Dr. Marcos Antonio Leite do Nascimento

Santa Maria, RS
2016

AGRADECIMENTO

Não sou boa com as palavras, mas em forma de carinho tentarei dedilhar algumas emoções que sinto.

Sempre que leio os agradecimentos de dissertações, a primeira instituição a ser homenageada é a CAPES, bom, no meu caso não vai ser.

Agradeço de coração a UFSM e o Programa de Pós Graduação em Geografia (PPGGEO), uma por ter me dado o conhecimento necessário, e a outra por ter aceitado uma Engenheira Florestal, que pouco entendia de Geografia.

Agradeço a “Fundação A. W. Borba pelo financiamento e pelo progresso da ciência”, esta sim merece todo o meu respeito e admiração! Muito obrigada ao professor e amigo André W. Borba, por ter aceitado o desafio de ser meu orientador e por acreditar que eu conseguiria.

Aos professores, Adriano Figueiró, Suzane B. Marcuzzo, Eliane M. Foletto, e Marcos Nascimento, que, a suas maneiras, ajudaram-me a trilhar este caminho. Obrigado.

Ao meus pais, seu Rosalino e a lindinha Noemi, pelos princípios, educação e amor. Vocês são tudo pra mim!

A minha mãe, dona Maria e as minhas irmãs Fernanda e Elisandra. Obrigada por tornarem a minha vida uma novela mexicana engraçada de assistir!

A grande família Congas, Thani, Macarena, Rodrigo, Maitê, Tunico, Pedro e o mais novo membro, o Henrique. Valeu por me aguentarem! Vamo dalhê!

Aos mais que irmãos, Jeremias, Tiago e Ricardo. Uma vez li que depois de 10 anos de amizade, já era... é pra sempre!

Ao presente mais lindo que este mestrado e a Geografia me deram, ao amor que quero para uma vida toda. Luiz Paulo Martins e Souza, te amo!

Aos novos amigos geógrafos. Gratidão pela acolhida! Que está amizade ainda viaje muitos quilômetros!

Um muito obrigada, mais que especial, para o seu Daniel Junques Meneses (vulgo Premiado) valeu pela ajuda nos mapas amigo!

A melhor equipe de campo e grandes amigos, Lucas Kruger (vulgo Guedes da boleia) Vinicius Dalua e Régis da Cruz. Valeu pela força, pelas risadas, e pela caminhada atrás dos cactos perdidos!

Ao seu Manoel, proprietário do Galpão de Pedra, e à Claudia, gestora do parque municipal da Pedra do Segredo, por receberem a mim e a esta dissertação com todo o carinho.

E por fim, “Tim Tim, um brinde pra mim”.

**“Somos los que hacemos,
y sobre todo,
lo que hacemos
para cambiar lo que somos”**

Eduardo Galeano

RESUMO

PROTEÇÃO DO PATRIMÔNIO NATURAL DA SERRA DO SEGREDO (CAÇAPAVA DO SUL, RS, BRASIL): UM DIÁLOGO ENTRE A GEOCONSERVAÇÃO E O SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO (SNUC)

AUTORA: Elisângela Lopes da Silva
ORIENTADOR: André Weissheimer de Borba

As estratégias clássicas de proteção da natureza, de maneira geral, não levam em consideração os recursos abióticos da paisagem, ou seja, minerais, rochas, fósseis, solos, recursos hidrológicos, os quais vêm a constituir a geodiversidade de determinado local. As unidades de conservação, em sua maioria, são criadas e delimitadas pelos fatores bióticos das áreas de interesse e, em muitos casos, os elementos abióticos são desconsiderados ou pouco valorizados em sua criação. Sendo conhecida e oficialmente declarada (Lei Ordinária Estadual 14.708, de 15 de julho de 2015) como a “capital gaúcha da geodiversidade”, Caçapava do Sul não apresenta em seus limites administrativos unidades de conservação instituídas legalmente para a proteção de sua geodiversidade e biodiversidade. Neste contexto, esta dissertação tem por objetivo definir e propor, com base em um diálogo entre a geoconservação e o SNUC, a tipologia e a delimitação mais adequada para a proteção da área da Serra do Segredo. Esta área possui uma singular configuração geológica e geomorfológica, com ecossistemas e organismos únicos associados a esta configuração. Para realização deste trabalho foram analisados os aspectos relacionados à geodiversidade intrínseca da Serra do Segredo e identificados os locais com maior concentração, diversidade e vulnerabilidade das populações de espécies vegetais, principalmente da *Parodia rudibuenekeri* (Cactaceae), *Petunia secreta* (Solanaceae) e *Pavonia secreta* (Malvaceae), endêmicas das geoformas da Serra do Segredo. A partir disto foram analisadas as possíveis figuras legais, no âmbito do SNUC, para a proteção do patrimônio natural (abiótico e biótico) da região. Por fim, foi proposto um limite geográfico para delimitação de uma Unidade de Conservação para o local com base nas características bióticas e abióticas da Serra do Segredo.

Palavras-chaves: Serra do Segredo, Geoconservação, Unidade de Conservação

ABSTRACT

SERRA DO SEGREDO'S (CAÇAPAVA DO SUL, RS, BRAZIL) NATURAL HERITAGE PROTECTION: A DIALOGUE BETWEEN GEOCONSERVATION AND THE NATIONAL SYSTEM OF CONSERVATION UNITS (SNUC)

AUTHOR: Elisângela Lopes da Silva
ADVISOR: André Weissheimer de Borba

Classical strategies of nature protection, in general, don't take into consideration the landscape's abiotic factors, that is, mineral, rocks, fossils, soil, hydraulic resources, which constitute the geodiversity of a given place. The majority of conservation units are created and delimited due to biotic factors in the area of interest and, in most cases, the abiotic elements are not considered or underrated in their creation. Being known and officially declared (State Common Law 14.708, July 15, 2015) as the "Rio Grande do Sul's main city of geodiversity", Caçapava do Sul's administrative limits don't exhibit conservation units legally instituted to protect its geodiversity and biodiversity. In this context, this dissertation aims at defining and offering, based on a dialogue between geoconservation and SNUC, the typology and most adequate delimitation to protect the area named Serra do Segredo. This area possesses a unique geological and geomorphological setting, with singular ecosystems and organisms associated with these features. To achieve these goals, aspects related to the intrinsic geodiversity of Serra do Segredo were analyzed and places of bigger concentration, diversity and vulnerable population of vegetal species, mainly *Parodia rudibuenekeri* (Cactaceae), *Petunia secreta* (Solanaceae) e *Pavonia secreta* (Malvaceae), endemic to the landforms of Serra do Segredo, were identified. From these the possible legal frameworks were analyzed, within SNUC, to protect the natural patrimony (abiotic and biotic) of the region. Lastly, a geographic limit was proposed to delimitate a conservation unit for the place based on the biotic and abiotic features of Serra do Segredo.

Keywords : Serra do Segredo, Geoconservation , Conservation Unit

LISTA DE MAPAS

Mapa 1. Andamento de requerimentos de pesquisa para mineração na área compreendida entre a zona urbana de Caçapava do Sul e a Serra do Segredo, na porção centro-oeste do município.	47
Mapa 2. Determinação da área de estudo em ambiente SIG.	73
Mapa 3. Mapa Hipsométrico da área de estudo.	75
Mapa 4. Mapa de declividade e hidrografia da área de estudo.	77
Mapa 5. Proposta de delimitação da Unidade de Conservação Monumento Natural Serra do Segredo.	101
Mapa 6. Proposta de estudo para a viabilização do aumento da Unidade de Conservação Monumento Natural Serra do Segredo.	104

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma das diferentes categorias de UC do grupo de proteção Integral	30
Figura 2. Áreas de prioridades para a conservação da biodiversidade	34
Figura 3. Atributos Ambientais para a delimitação de Unidades de Conservação.....	36
Figura 4. Localização dos Monumentos Naturais Federais.....	44
Figura 5. Representatividade da relação entre patrimônio geológico, geodiversidade, geoconservação e geoturismo.....	46
Figura 6. Interação da geoconservação em relação à conservação da natureza	50
Figura 7. Estratégias de geoconservação em áreas restritas.	53
Figura 8: Vista lateral da Pedra do Segredo, face norte, à tarde.....	59
Figura 9: Identificação das Geofornas pertencentes a Serra do Segredo	59
Figura 10: Vista aérea da Serra do Segredo, sentido Norte-Sul.	60
Figura 11. Gruta Salão das Estalactites.	61
Figura 12. Atividade educacional na Pedra do Segredo realizada durante o geo.dia ou “dia da geodiversidade”, jornada de celebração pelo reconhecimento oficial do Município de Caçapava do Sul como a “capital gaúcha da geodiversidade”.....	62
Figura 13. Escalada na Pedra do Segredo, em fotografia obtida durante o geo.dia ou “dia da geodiversidade”, jornada de celebração pelo reconhecimento oficial do Município de Caçapava do Sul como a “capital gaúcha da geodiversidade”.....	62
Figura 14. Área de abrangência do Bioma Pampa.	63
Figura 15. Floresta de encosta junto à formação rochosa da Pedra do Sorvete (vista lateral) .	65
Figura 16. Floresta higrófila próxima às formações rochosas da Pedra Redonda e Pedra do ET.	65
Figura 17. Vegetação de encosta na Pedra Redonda.	66
Figura 18. Exemplos de espécies associada às formações rochosas encontradas na Serra do Segredo: A) <i>Echinopsis oxygona</i> (Link) Zucc.; B) <i>Frailea horstii</i> F. Ritter; C) <i>Parodia langsдорffii</i> .; D) escarpa rochosa com a presença de <i>Parodia scopa</i>	67
Figura 19. Espécies endêmicas presentes na Serra do Segredo: A) <i>Pavonia secreta</i> Grings & Krapovickas; B) <i>Parodia rudibuenekeri</i> (Abraham) Hofacker & Braun; C) <i>Petunia secreta</i> Stehmann & Semir.	67
Figura 20. Proposta metodológica para delimitação de Unidade de Conservação com objetivo de geoconservação.....	69
Figura 21. Visibilidade das geoformas Pedra da Abelha e Pedra do Índio, vistas do topo da Pedra do Segredo.	71
Figura 22. Geoformas Pedra Redonda, Pedra do ET, Paredão Anderson e Pedra da Baleia, visualizadas de um potencial mirante situado na rodovia RS - 357 (Caçapava do Sul – Lavras do Sul) denominado de Mirador da Serra do Segredo.....	72
Figura 23. Vista da Serra do Segredo das partes de menores cotas altimétricas.	74
Figura 24. Face Norte da Pedra da Abelha, exemplo de áreas de grande insolação coberta por líquens, cactáceas e bromélias, além da presença de vegetação de porte herbáceo arbustivo condicionada à presença de fraturas e tafoni.	79
Figura 25. A- topo da formação rochosa Paredão Teixeira, com a presença da cactácea <i>Parodia langsдорffii</i> B- “ilhas” de vegetação com a presença de musgos (tapete verde), bromélias e da cactácea <i>Parodia langsдорffii</i>	80
Figura 26. <i>Pavonia secreta</i> Grings & Krapovickas.....	83
Figura 27. <i>Petunia secreta</i> Stehmann & Semir encontrada na Pedra do ET.....	84
Figura 28. <i>Parodia rudibuenekeri</i> (Abraham) Hofacker & Braun (Cactaceae) encontrada na Pedra do Corvo.	85

Figura 29. Localização das espécies, <i>Pavonia secreta</i> , <i>Petunia secreta</i> , <i>Parodia rudibuenekeri</i> , com o número de indivíduos encontrados nas formações rochosas da Serra do Segredo, parte Norte.	86
Figura 30. Localização das espécies, <i>Pavonia secreta</i> , <i>Petunia secreta</i> , <i>Parodia rudibuenekeri</i> , com o número de indivíduos encontrados nas formações rochosas da Serra do Segredo, parte Norte.	87
Figura 31. <i>Parodia langsdorffii</i> (Lehm.) D. R. Hunt.	88
Figura 32 Exemplo de agrupamento da <i>Parodia langsdorffii</i> (Lehm.) D. R. Hunt.	89
Figura 33. <i>Parodia scopa</i> (Spreng) N. P. Taylor, nos paredões da Pedra do Leão.	90
Figura 34. <i>Parodia crassigibba</i> (Ritter) N. P. Taylor.	91
Figura 35. Localização das espécies, <i>Parodia langsdorffii</i> , <i>Parodia scopa</i> , <i>Parodia crassigibba</i> , nas formações rochosas da Serra do Segredo, parte Sul.	92
Figura 36. Localização das espécies, <i>Parodia langsdorffii</i> , <i>Parodia scopa</i> , <i>Parodia crassigibba</i> , nas formações rochosas da Serra do Segredo, parte Sul.	93
Figura 37. <i>Echinopsis oxygona</i> (Link) Zucc.	94
Figura 38. <i>Frailea horstii</i> (F. RITTER) P. J. Braun & Esteves.....	95
Figura 39. <i>Frailea horstii</i> (F. RITTER) P. J. Braun & Esteves na formação rochosa da Pedra do Leão.	96
Figura 40. Localização das espécies, <i>Echinopsis oxygona</i> , <i>Frailea horstii</i> nas formações rochosas da Serra do Segredo, parte Norte.	97
Figura 41. Localização das espécies, <i>Echinopsis oxygona</i> , <i>Frailea horstii</i> nas formações rochosas da Serra do Segredo, parte Sul.....	98

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS	13
2. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	19
2.1 CONCEITO E HISTÓRIA DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	19
2.2 O BRASIL E SUAS ÁREAS PROTEGIDAS	22
2.3 O SNUC E AS TIPOLOGIAS DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO BRASIL	25
2.4 DEFINIÇÃO DE LIMITES GEOGRÁFICOS PARA UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	32
3. PATRIMÔNIO NATURAL E GEOCONSERVAÇÃO	39
3.1 A PROTEÇÃO DO PATRIMÔNIO NATURAL E O GEOPATRIMÔNIO	39
3.2 GEOCONSERVAÇÃO	48
3.3 INICIATIVAS DE GEOCONSERVAÇÃO	50
4. PATRIMÔNIO NATURAL DA SERRA DO SEGREDO	57
5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E OPERACIONAIS	69
5.1 SELEÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	70
5.2 DETERMINAÇÃO DOS LIMITES GEOGRÁFICOS DA ÁREA DE ESTUDO.	72
5.3 IDENTIFICAÇÃO DA ALTIMETRIA DA ÁREA DE ESTUDO	74
5.4 IDENTIFICAÇÃO DA DECLIVIDADE	76
5.5 ATIVIDADES DE CAMPO	78
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	79
6.1 AS FORMAÇÕES ROCHOSAS COMO SUSTENTADORAS DE HABITAT	79
6.2 ESPÉCIES VEGETAIS DE DESTAQUE E SUA DISTRIBUIÇÃO	81
6.2.1 <i>PAVONIA SECRETA</i> GRINGS & KRAPOVICKAS (MALVACEAE)	82
6.2.2 <i>PETUNIA SECRETA</i> STEHMANN & SEMIR (SOLANACEAE)	83
6.2.3 <i>PARODIA RUDIBUENEKERI</i> (ABRAHAM) HOFACKER & BRAUN (CACTACEAE)	84
6.2.4 <i>PARODIA LANGSDORFFII</i> (LEHM.) D. R. HUNT	88
6.2.5 <i>PARODIA SCOPA</i> (SPRENG) N. P. TAYLOR	89
6.2.6 <i>PARODIA CRASSIGIBBA</i> (RITTER) N. P. TAYLOR	91
6.2.8 <i>FRAILEA HORSTII</i> (F. RITTER) P. J. BRAUN & ESTEVES	95
6.3 DEFINIÇÃO DE TIPOLOGIA DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	99
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	102
REFÊRENCIAS	105

“Nós e a Terra compartilhamos uma herança comum. Cada homem, cada governo não é mais do que o depositário desse patrimônio. Cada um de nós deve compreender que qualquer depredação é uma mutilação, uma destruição, uma perda irremediável. Todas as formas do desenvolvimento devem, assim, ter em conta o valor e a singularidade desse patrimônio.”

8º Princípio da Declaração de Digne – Declaração Internacional sobre os Direitos da Memória da Terra, 1991

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

O planeta Terra é um organismo em constante transformação. Em seu interior, as forças da tectônica movem placas continentais e oceânicas, transformam rochas em magma e o magma em novas rochas, modificando a crosta terrestre ao longo do tempo. Em sua superfície, a ação permanente das forças externas, como o clima e os seres vivos – entre eles o ser humano –, transformam o ambiente e desenham paisagens.

Algumas das mudanças de origem abiótica, estudadas pela Geologia, são facilmente percebidas, como os terremotos e as erupções vulcânicas, fenômenos que podem provocar alterações imediatas na paisagem. Por sua vez, mudanças como a tectônica de placas, os movimentos dos continentes ou o processo de formação das grandes cadeias montanhosas, ocorrem em um intervalo de tempo tão longo – o tempo geológico ou tempo profundo – que não é possível percebê-las no curto período da vida humana.

O nosso planeta tem, aproximadamente, 4,6 bilhões de anos, tendo seu início estimado no éon geológico chamado *Hadeano*, que se trata do período de esfriamento e solidificação da Terra. O nome *Hadeano* foi cunhado em 1972 pelo geólogo Preston Cloud e deriva do grego *hades*, que é o nome atribuído pelos antigos gregos ao deus das profundezas, do mundo inferior (equivalente ao deus romano Plutão), e por isso remete à atual ideia de inferno. Naquela fase inicial da evolução do planeta, foi registrada uma elevada taxa de calor, sendo ela quatro vezes a taxa atual, formando assim uma força capaz de movimentar as placas litosféricas, fundir as rochas e promover a desvolatilização do interior do planeta, processo responsável pela liberação de boa parte dos componentes da atmosfera e da hidrosfera (FAIRCHILD, 2009). A atmosfera inicialmente era composta por nitrogênio, amônia, hidrogênio, monóxido de carbono, metano e vapor de água, expelidos dos vulcões e dando origem aos primeiros minerais e rochas (MENDES 1988, COIMBRA *et al.* 2004, CARVALHO 2010). O cenário descrito acima só se amenizou ao longo do éon *Arqueano*. São dessa fase os registros geológicos mais antigos de rochas sedimentares, bem como os primeiros basaltos e rochas graníticas, as quais se tornaram geoquimicamente diferenciadas. Fairchild (2009) menciona que, entre os éons *Hadeano* e

Arqueano, foi formado um volume considerável da crosta continental. Acredita-se que, antes do surgimento dos primeiros animais (há 600 milhões de anos) e antes do início do *Fanerozoico*, 80% da crosta continental já estava formada. Já no éon denominado *Proterozoico* ocorrem profundas modificações na atmosfera como, por exemplo, a retirada do gás carbônico por processos intempéricos e por organismos fotossintetizantes, reduzindo, assim, o efeito estufa produzido durante o éon *Arqueano* e provocando a primeira era glacial. Com o aumento do oxigênio na atmosfera e a expansão de águas rasas habitáveis, começou a se exercer um processo de evolução biológica, tendo como resultado, o surgimento dos primeiros organismos eucarióticos, as microalgas (FAIRCHILD, 2009).

Fairchild (2009) comenta que é durante o éon *Fanerozoico* que se inicia a disseminação evolutiva de organismos capazes de produzir carapaças, conchas e esqueletos. Ao longo do *Fanerozoico* a evolução biológica perpassa o surgimento dos vertebrados, inclusive de peixes, anfíbios e répteis, com expansão da vida animal e vegetal dos oceanos para os continentes. Com isso, a vida vegetal passou a constituir uma parte fisicamente importante da superfície dos continentes, a qual exerce forte influência na transformação físico-química de materiais rochosos expostos na superfície. Segundo Fairchild (2009), a presença de mais de 300 mil espécies de plantas com flores (angiospermas) sugere que a terra vive atualmente seu período de maior complexidade biológica, bem como a maior intensidade de transformação físico-química de materiais rochosos em superfície.

Esses 4,6 bilhões de anos de evolução da terra deram origem à enorme diversidade de vida e ambientes observados atualmente em nosso planeta. Neste contexto, a espécie humana tem seus primeiros registros somente no final do éon *Fanerozoico*, com o surgimento do gênero *Homo*. A espécie *Homo sapiens*, do latim “homem sábio”, surgida há aproximadamente 200 mil anos na África, atingiu o comportamento “moderno” há cerca de 50 mil anos¹. Foi somente nos últimos 400 anos que a humanidade atingiu o seu primeiro meio bilhão de habitantes. O século XX iniciou-se com mais de 1,6 bilhões de habitantes e hoje (século XXI), a humanidade já ultrapassa mais de 7 bilhões de indivíduos.

Esse crescimento populacional gerou uma demanda cada vez maior por atividades agrícolas, exploração mineral, construções urbanas, geração de energia, transportes, entre outras. E, para isso, desbravaram-se mais terras do que em todos os tempos anteriores (WCED, 1987 *apud* CÂMARA, 2002). O consumo mundial nas últimas décadas trouxe consigo um

¹Human Evolution by The Smithsonian Institution's Human Origins Program “*Human Origins Initiative*” Smithsonian Institution. Visitado em 22-01-2015 (<http://humanorigins.si.edu>)

incremento da utilização dos recursos naturais, resultando em uma ocupação acelerada dos remanescentes naturais ainda intocados e relativamente preservados e/ou pouco alterados.

Na preservação dos ecossistemas, é fundamental que haja equilíbrio na natureza, criando, desta forma, uma harmonia entre o ser humano e o meio ambiente onde ele está inserido. Esta questão é de suma relevância, visto a importância do ambiente para a qualidade de vida da sociedade, a qual não poderá conviver por muito tempo com as agressões provocadas pela ação do ser humano ao meio onde vive. Neste cenário de preocupação com a qualidade ambiental, a Geologia ganhou novas áreas de atuação, e uma delas é a geoconservação, baseada no conhecimento de que o passado geológico, impresso nos registros fósseis, nos minerais, no relevo e nas rochas, constitui, além de um recurso econômico, um patrimônio que deve ser conservado (RUCHKYS 2007).

As estratégias clássicas de proteção da natureza, de maneira geral, não levam em consideração os recursos abióticos da paisagem, ou seja, minerais, rochas, fósseis, solos, recursos hidrológicos, os quais vêm a constituir a geodiversidade de determinado local. A abordagem tradicional à temática da conservação da natureza contempla, conforme destaca Brilha (2005), essencialmente os aspectos e preocupações relativos à biodiversidade. Ainda que esse seja mesmo um aspecto crucial, essa abordagem, na maioria das vezes, omite questões relativas à diversidade geológica/geomorfológica, ou geodiversidade, esquecendo que esta constitui um suporte essencial para a biodiversidade. Brilha (2005) coloca que:

“A biodiversidade é, desta forma, definitivamente condicionada pela geodiversidade, uma vez que diferentes organismos apenas encontram condições de subsistência quando se reúne uma série de condições abióticas indispensáveis. [...] Mesmo na sociedade contemporânea, estamos largamente dependentes da geodiversidade”. (BRILHA, 2005, p 18).

Assim, fica evidente que, além de integrar o ser humano nas estratégias atuais de conservação da natureza, também são necessárias atitudes e legislações que contemplem os aspectos abióticos da paisagem, ou seja, estratégias de geoconservação. Segundo Figueiró *et al.* (2013), a proteção dos elementos físicos da natureza como formações rochosas, estruturas de relevo e importantes corpos hídricos, pode ser tão ou mais importante para a garantia de preservação de algumas espécies que lá vivem do que o controle direto sobre o uso destas espécies.

O Brasil é um país que apresenta riquíssima geodiversidade, fato que se deve à sua grande extensão territorial e à sua longa e diversificada evolução geológica. Essa geodiversidade, entretanto, é constantemente impactada pelas ações antrópicas. Serras,

planaltos, planícies fluviais, rios, etc. são por vezes alterados parcial ou totalmente para a obtenção de matérias-primas para a indústria, para a geração de energia e para a construção de empreendimentos como estradas, linhas férreas, pavimentação de ruas, expansão de áreas agricultáveis, etc. (OLIVEIRA, PEDROSA, & RODRIGUES 2013).

No Brasil, a proteção de áreas naturais é posta em prática por meio da implementação de Unidades de Conservação (UCs), áreas geográficas destinadas à preservação ou conservação dos ecossistemas naturais, possuindo limites definidos e funcionando sob um regime especial de administração, o qual proporciona à Unidade um nível específico de proteção. Assim, as Unidades de Conservação constituem uma das principais propostas para diminuir os efeitos de degradação de ecossistemas naturais do Brasil. No dia 18 de julho do ano 2000, foi sancionada a Lei nº 9.985 que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), sendo esta a lei que estabelece critérios e normas para a criação, implementação e gestão das unidades de conservação no Brasil. O artigo 4º da Lei do SNUC (2000) apresenta, entre seus objetivos, (vi) “proteger paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica”, bem como (vii) “proteger as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural”, e (viii) "proteger e recuperar recursos hídricos e edáficos", dando assim legitimidade à criação de unidades de conservação com o objetivo da geoconservação.

O termo geoconservação designa o conjunto de metodologias, estratégias e práticas destinadas a avaliar, proteger, valorizar e divulgar os geossítios que compõem o patrimônio geológico de uma determinada região (BRILHA, 2005; SHARPLES 2002). Os geossítios são constituídos pelos recursos não renováveis de valor científico, cultural, educativo ou de interesse paisagístico e recreativo, quer sejam formações rochosas, estruturas, geoformas, acumulações sedimentares, ocorrências minerais, paleontológicas e outras que permitam reconhecer, estudar e interpretar a evolução geológica da Terra.

A geoconservação pode ser implementada por meio da criação de leis ou programas específicos para o patrimônio geológico, bem como a criação de unidades de conservação, geoparques, áreas protegidas ou por meio da sensibilização da população do entorno sobre a importância deste patrimônio. Nesse sentido, a geoconservação atua como uma ferramenta de apoio, que auxilia na proteção e no uso sustentável dos elementos da geodiversidade (OLIVEIRA *et al.* 2013). A geoconservação compreende que no processo de conservação da natureza, o componente abiótico é tão importante quanto o biótico.

Dessa forma, a promoção e a conservação do patrimônio geológico entram no século XXI como um dos maiores desafios da comunidade científica de Geociências. Segundo Ruchkys (2007), isso se faz necessário uma vez que os fósseis, minerais, o relevo e as paisagens são produtos e registro da evolução do planeta, constituindo parte integrante do mundo natural, tendo um profundo impacto na sociedade atual.

Em seus limites administrativos, o município de Caçapava do Sul apresenta formações rochosas de grande significado em termos de processos terrestres, resultante de uma evolução geológica longa e complexa que, segundo Borba (2013), estendeu-se do Paleoproterozoico ao Recente, contemplando mais de 2 bilhões de anos. O município é dotado de belezas cênicas, oriundas das formações rochosas, sendo o subsídio para atividades turísticas relacionadas à geodiversidade. Nesse contexto, Caçapava do Sul se encontra na porção central do Escudo Sul-rio-grandense, abrangendo quatro grandes contextos geológicos (Borba, 2015): (1) rochas metamórficas, formadas pelo aquecimento e pela transformação de outras rochas, contendo minerais detríticos com idades entre 2,5 a 0,7 bilhões de anos, estando eles entre os minerais mais antigos do Brasil (Borba, 2015); (2) rochas graníticas com grande resistência ao intemperismo químico, que por isso não se desgastam facilmente e compõem a área mais alta, onde se situa a zona urbana; (3) rochas vulcânicas, representadas especialmente pelas formações rochosas da Serra de Santa Bárbara, situada a oeste da cidade; (4) formações sedimentares de coloração avermelhada, formadas pela compactação e litificação de areias e cascalhos de antigos sistemas fluviais, com idade aproximada de 500 milhões de anos.

A geodiversidade de Caçapava do Sul oferece recursos minerais importantes para a economia do Estado. As ocorrências de minérios metálicos como cobre, ouro, prata, chumbo, zinco, entre outros, os quais, foram intensamente exploradas nos anos 90. Os mármorees da região das Caieiras, dos quais se obtém o calcário, são indispensáveis à agricultura de grãos em grande escala na região do norte do Estado do rio grande do sul, como também é muito comercializada em outras regiões do país, o calcário é usado no sentido de corrigir o pH ácido dos solos.

Também no campo da economia, nos solos rasos e pedregosos de Caçapava do Sul, a produção de vinhedos e olivais, nos quais já estão gerando frutos significativos para o desenvolvimento local. Além destas atividades, Caçapava ainda apresenta como potencial econômico ao atividade turística no município, onde as geodiversidade se cogita como uma plausível variedades de atividades para o turistas local (turismo rural, ecoturismo, observação de aves, turismo histórico-cultural, turismo geológico, esportes de aventura).

Mesmo sendo conhecida e oficialmente declarada (Lei Ordinária Estadual 14.708, de 15 de julho de 2015) como a “capital gaúcha da geodiversidade”, Caçapava do Sul não apresenta em seus limites administrativos unidades de conservação instituídas legalmente para a proteção de sua geodiversidade e biodiversidade. Neste contexto, esta pesquisa tem por objetivo definir e propor, com base em um diálogo entre a geoconservação e o SNUC, a tipologia e a abrangência mais adequadas para a proteção da área da Serra do Segredo, em Caçapava do Sul (RS), um conjunto de geossítios que necessita ser protegido legalmente devido à sua singular evolução geológica e geomorfológica, seus ecossistemas e organismos únicos, e a sua espetacular beleza cênica.

Os objetivos específicos desta dissertação envolveram:

- 1 Revisar os aspectos de geodiversidade e evolução geológica das rochas e das formas de relevo da Serra do Segredo;
- 2 Identificar os locais de maior concentração, diversidade e vulnerabilidade das populações de cactáceas e principalmente das espécies *Parodia rudibuenekeri* (Cactaceae), *Petunia secreta* (Solanaceae) e *Pavonia secreta* (Malvaceae), endêmicas sobre as geoformas da Serra do Segredo;
- 3 Analisar as possíveis figuras legais, no âmbito do SNUC, para a proteção do patrimônio natural (abiótico e biótico) local, considerando as características naturais da Serra do Segredo, bem como as ameaças à sua integridade;
- 4 Definir limites geográficos para a proteção do geossítio em função de suas características naturais e da vegetação endêmica.

Espera-se que esta pesquisa seja apenas o marco inicial de um diálogo importante entre a geoconservação e o SNUC e que sirva como instrumento para criação de Unidades de Conservação com foco na proteção da geobiodiversidade caçapavana.

"Criar uma unidade de conservação é dar acolhimento a sobreviventes de uma batalha que se iniciou há milhares de anos. É resgatar a naturalidade dos processos, em que a geologia, a fauna, a flora e a água são as protagonistas mais evidentes. É interromper a descaracterização imposta por homens e máquinas, por entender que uma unidade de conservação é uma parte importante da história da terra, um bem essencial e necessário para toda a sociedade"
(Eng. Ftal. Dr. Franklin Galvão).

2. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

2.1 CONCEITO E HISTÓRIA DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

A proteção da natureza tem se constituído em um dos desafios mais antigos das sociedades humanas, cuja urgência vem se acentuando nas últimas décadas. O estabelecimento do conceito de unidades de conservação coube, principalmente, à União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN), que definiu, em 1994, como unidade de conservação ou área protegida, “uma superfície de terra ou mar consagrada à proteção e manutenção da diversidade biológica, assim como dos recursos naturais e dos recursos culturais associados e manejados através de meios jurídicos e outros eficazes” (IUCN, 1994).

Segundo Dudley (2008) *apud* Elbers (2011), a IUCN redefiniu este conceito, passando a denominar áreas protegidas:

“Un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, mediante medios legales y otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados.” (Nigel Dudley 2008 *apud* Elbers 2011 p. 20).

Na história mundial, a iniciativa de se reservar determinadas áreas continua, originalmente, duas principais intenções: (1) a manutenção dos estoques de recursos; e (2) a preservação de lugares sagrados, nos quais o uso e mesmo a presença humana eram proibidos, como as florestas sagradas na Rússia (DAVENPORT e RAO 2002). Reservas reais de caça já aparecem nos registros históricos assírios de 700 a.C. Os antigos romanos já se preocupavam em manter reservas de madeira para a construção de navios e outros produtos. Na Índia, reservas reais de caça foram estabelecidas no século III. Os senhores feudais destinavam porções significativas de suas florestas como reservas de madeira, de caça e de pesca. Os poderes

coloniais na África, ao longo dos dois últimos séculos, também destinaram espaços para a conservação de determinados recursos naturais. Brito (2000) cita outros exemplos como: o parque para leões e ursos, criado em 1800 a.C. pelo rei da Pérsia; a reserva natural criada pelo imperador Açoka na Índia, no século III a. C.; e a floresta de Bialo Wiesa, decretada como de proteção total pelo Rei Jagellon em 1423 na Polônia.

Em 1872, a nomenclatura “parque nacional” passou a ser conhecida mundialmente com a criação do Parque Nacional de Yellowstone nos EUA. Esse parque tinha como objetivo a preservação da beleza cênica e da *wilderness* (vida silvestre) contida na região noroeste do país. Segundo Diegues (2001), a noção de *wilderness*, subjacente à criação dos parques, no final do século XIX, era de grandes áreas não habitadas, consideradas como "ilhas" de grande beleza e valor estético que conduziam o ser humano à meditação sobre as maravilhas da natureza intocada.

Posteriormente, diversos países começaram a criar áreas protegidas. Em 1885, o Canadá criou seu primeiro parque nacional, o Parque Nacional Banff. Antes de se tornar um parque nacional, em 1885, Banff era uma pequena reserva com fontes termais. Seu tamanho foi aumentado e, no ano de 1887, tornou-se o "Parque Nacional das Montanhas Rochosas". Em 1984, o parque foi declarado patrimônio mundial pela UNESCO. A Nova Zelândia, em 1894, criou o Parque Nacional de Tongariro. Suas montanhas têm um significado cultural e religioso para o povo Maori e simbolizam as ligações espirituais entre esta comunidade e seu ambiente. O Parque conta com uma gama bastante diversa de ecossistemas e paisagens de alto valor cênico. A África do Sul e a Austrália criaram, em 1889, os Parques Nacionais Kruger e Promontório Wilsons, respectivamente.

Muitos autores mencionam a criação de áreas protegidas na América Latina, iniciada no México em 1894 (BRITO 2000, MILANO 2002, BENSUSAN 2006). O relatório da IUCN de 2011, organizado por Elbers, sobre as áreas protegidas da América Latina, entretanto, relata que a primeira área protegida existente na América Latina foi implantada no ano de 1876, também no México. Tratava-se do Deserto dos Leões, cujo intuito era proteger os mananciais de abastecimento de água da Cidade do México, que foi decretado como parque nacional somente em 1917.

A América foi o primeiro continente a utilizar o modelo instituído pelos Estados Unidos e Canadá de áreas protegidas, isto é, áreas onde não haveria habitações humanas em seus limites para a devida conservação e preservação do meio natural. Somente o Peru inovou no modelo

de preservação, incorporando os processos de planejamento, participação social e as especificidades locais (CABRAL E SOUZA 2005).

Em 1922, a Argentina, por iniciativa do naturalista Francisco Pascasio Moreno, criou o seu primeiro parque nacional, o Parque Nacional del Sur (ELBERS 2011). Em 1903, entretanto, Francisco já havia doado 250.000 hectares para a criação do parque e reserva Nahuel Huapi, o qual somente foi estabelecido em 1934, sendo este considerado o primeiro parque nacional do país e tendo sua base sobre a área do então sugerido *Parque Nacional del Sur*. Em 2003, segundo Elbers (2011), o conselho federal do meio ambiente, a secretaria do ambiente e do desenvolvimento sustentável, e a administração dos parques nacionais (instituída pela lei de parques de 1980) da Argentina, criaram um convênio para a constituição do Sistema Federal de Áreas Protegidas (SIFAP). Atualmente, o SIFAP conta com 437 áreas protegidas que ocupam aproximadamente 22 milhões de hectares (7% do território da Argentina), sendo 37 de proteção nacional (parques nacionais).

O Chile, por sua vez, foi o segundo país da América do Sul a criar, em 1907, sua primeira área protegida. As primeiras ações de conservação da natureza chilenas, no entanto, iniciaram no século XVIII, com a proteção dos Montes del Rey, dos bosques de araucária das Cordilheiras da Costa e dos Andes (ELBERS, 2011). A primeira área protegida estabelecida pelo Chile foi a Reserva Florestal Malleco, considerada a terceira área protegida do continente americano e a de número noventa em ordem mundial (ELBERS, 2011). Em 1926 foi oficialmente implementado o primeiro parque nacional chileno, o Parque Nacional Benjamin Vicuña Mackenna, nomeado em homenagem a um político e historiador do século XIX. Criado com objetivo de proteger a natureza e permitir o turismo, sem prejudicar o sustento dos habitantes locais (CABRAL E SOUZA, 2005), este parque foi desfeito anos mais tarde, porém serviu para despertar a importância de se proteger determinadas áreas naturais, a fim de conservar a natureza. Existem no Chile, atualmente 99 áreas protegidas sobre a jurisdição nacional, porém, segundo Cabral e Souza (2005), as áreas protegidas não representam parte de uma estratégia de desenvolvimento nacional. Guitiérrez (1992 *apud* CABRAL E SOUZA 2005) relata uma abundante legislação no que concerne aos parques nacionais e, no entanto, segundo Guitiérrez (1992) “é uma legislação dispersa, ambígua e contraditória”. Cabral e Souza (2005 p. 125), baseados em Ormazábal (1986), mencionam que vários parques nacionais não fazem jus à designação legal apropriada, pois alguns foram criados para estacionar a colonização agrícola ou por razões políticas, como melhorar a imagem internacional do país (CONTRERAS et al. 1979 *apud* CABRAL E SOUZA 2005).

A Bolívia, que tem uma tradição ancestral de respeito à natureza e de manejo sustentável dos ecossistemas, estabeleceu o Parque Nacional de Sajama em 1939. Tratava-se do primeiro parque do país e tinha como objetivo proteger os bosques de *Polylepis tarapacana*, conhecida popularmente como *Queñoa de Altura* (ELBERS, 2011). Atualmente, o país possui 22 áreas protegidas de caráter nacional, perfazendo cerca de 16% do território boliviano, e cerca de cem outras áreas de caráter departamental e municipal, cobrindo 22% da Bolívia.

A história das áreas protegidas do Paraguai começou em 1948 com a criação da Zona Nacional da Reserva do Cerro Lambaré, onde este faz parte da cordilheira del Yvytypanema, o qual cruza a capital do país. Em 1966 foi estabelecido o parque nacional Tinfunqué, com o intuito de preservar uma mostra do Gran Chaco. (ELBERS 2011). Em 2000 foi criado o Sistema Nacional Ambiental e estabeleceu-se a atual Secretaria do Ambiente, à qual estão vinculadas 30 áreas protegidas.

O Peru instituiu seu primeiro parque nacional em 1917: o Parque Nacional do Cutervo, na região dos Andes do Norte (ELBERS 2011). Atualmente, há no Peru 67 áreas protegidas, dentre as quais 2 são reservas de caça, 9 são zonas reservadas, 8 são reservas comunais, 4 áreas são santuários históricos e 9 são santuários nacionais, categorias estas encontradas apenas no Peru para a definição de áreas protegidas (CABRAL E SOUZA 2005).

No Uruguai, o parque nacional F. D. Roosevelt foi a primeira área protegida, criada em 1916, com cerca de 1500 hectares. Atualmente, sua área não é considerada como parque, pois contém antigas plantações de espécies florestais exóticas (ELBERS 2011). Ao longo do século XX, o Uruguai criou mais de 20 áreas protegidas que contemplam cerca de 300.000 hectares. No final do século XX, porém, aquele país ainda não possuía um sistema organizado de áreas protegidas. Apenas no ano de 2000 foi criado, através de um processo participativo, o Sistema Nacional de Áreas Protegidas, sendo regulamentado no ano de 2005 e tendo em 2008 incorporado formalmente 3 áreas protegidas, o Parque Nacional Esteros de Farrapos, a Ilha do Rio Uruguai, e a paisagem protegida Quebrada de los Cuervos.

2.2 O BRASIL E SUAS ÁREAS PROTEGIDAS

“Já é tempo de se atentar nestas preciosas matas, nestas amenas selvas que o cultivador do Brasil, com o machado em uma mão e o tição em outra, ameaça-as de total incêndio e desolação. Uma agricultura bárbara, ao mesmo tempo muito dispendiosa, tem sido a causa deste geral abrasamento. O agricultor olha ao redor de si para duas ou mais léguas de matas como para o nada, e ainda não as tem bem reduzido a cinzas já estende ao longo a vista para levar a destruição a outras partes, não conserva apego nem amor ao território que cultivava, pois conhece mui bem que ele talvez não chegará a seus filhos”. (JOSÉ VIEIRA COUTO, 1799 apud PÁDUA 2004).

Quando se leem pela primeira vez estas palavras do mineralogista José Vieira Couto, datadas de 1799, a reação é de grande surpresa, pois poucos imaginavam que, há mais de 200 anos, alguém já levantasse a bandeira da preservação das florestas brasileiras (PÁDUA 2004).

As críticas incidiam sobre a agricultura de corte e queima. O nascimento de uma reflexão sobre a necessidade de conservação das florestas brasileiras, portanto, data do final do século XVIII, tendo como base as teorias difundidas na Europa sobre a importância das florestas para a saúde biológica e climática dos territórios, e para a produção econômica, na qual, até então, parecia não haver tal preocupação.

Segundo Pádua (2004), na obra do Jesuíta Antonil (“Cultura e opulência do Brasil por suas drogas e minas”, do ano de 1711), a floresta era vista como um grande estorvo: “feita a escolha da melhor terra para a cana, roça-se, queima-se, limpa-se, tirando-lhe tudo o que podia servir de obstáculo”.

No ano de 1605, o “Regimento do Pau-Brasil” estabelecia rígidos limites à prática de exploração daquela espécie florestal na colônia. Medeiros (2014) considera esta a primeira lei de proteção florestal. Em 1797, a Carta Régia afirmava ser necessário tomar precauções para a conservação das matas no Estado do Brasil, e colocava uma grande preocupação para que elas não se arruinassem ou fossem totalmente destruídas (CARVALHO 1967 *apud* MEDEIROS 2014).

Já no Segundo Reinado, em 1861, Dom Pedro II decretou a proteção e reconstituição das florestas da Tijuca e das Paineiras, desmatadas pelo avanço das plantações de café, tendo essas áreas grande importância para o abastecimento de água para a cidade do Rio de Janeiro (MEDEIROS 2014). Ainda segundo Medeiros (2003), é possível que estas áreas tenham sido as primeiras áreas protegidas do país, um esboço do que viriam a ser as florestas protegidas instituídas pelo Código Florestal de 1934.

Somente em 1876, por sugestão de André Rebouças, inspirado pela criação do Parque Nacional de Yellowstone, cogitou-se a criação dos primeiros parques nacionais do Brasil, sendo eles o Parque Nacional das Sete Quedas e o Parque Nacional da Ilha do Bananal. Essas propostas, porém, foram refutadas. Atualmente, o Salto das Sete Quedas, considerada então a maior cachoeira do mundo em volume de água, encontra-se submersa nas águas do lago da Usina hidrelétrica de Itaipu, construída em 1982.

Logo após a morte de Rebouças, Luis Felipe Gonzaga de Campos, também reivindicando a criação de parques e áreas protegidas, preparou um mapa sobre os ecossistemas brasileiros (publicado em 1912). O mapa resultou na criação da Reserva Florestal do Território

do Acre, em 1911 – quatro faixas, ao longo do Alto Rio Acre, do Alto Purus-Envira, do Rio Gregório e do Alto Juruá, no sudoeste amazônico (COSTA 2004 *apud* BRANDON E RYLANOS 2005). Juntas, essas áreas cobriam 28.000km². A iniciativa foi tão avançada para o início do século que os decretos de criação das áreas caíram em total esquecimento. Somente nos anos 90, “descobriram-se”² esses instrumentos legais e constatou-se que os primeiros parques nacionais brasileiros já estavam completamente destruídos (COSTA 2003 *apud* MEDEIROS 2014).

Segundo Medeiros (2014), na “República Velha” Brasileira, ainda dominada pela elite rural, a fragilidade dos instrumentos e das recém-criadas instituições era tamanha que foram necessários mais de 20 anos até que um instrumento forte fosse, enfim, editado e finalmente criasse plenas condições para garantir a devida implementação do Parque Nacional de Itatiaia, em 1937. Data de 1913 a primeira solicitação de criação daquele parque, proposta pelo botânico Albert Löfgren ao Ministério da Agricultura.

A proposta teve grande apoio da Sociedade de Geografia do Rio de Janeiro, especialmente de José Hubmayer, que defendeu vigorosamente a ideia de se instalar um Parque Nacional na região, afirmando que o Parque Nacional do Itatiaia, sem igual no mundo, estaria às portas da bela capital, oferecendo, portanto, aos cientistas e estudiosos, inesgotável potencial para pesquisas das mais diversas, além de oferecer um retiro ideal para a reconstituição física e psicológica após o trabalho exaustivo nas cidades. Outrossim, apresentaria fonte de satisfação a excursionistas e visitantes curiosos dos atrativos da natureza local. O Parque Nacional do Itatiaia foi criado 24 anos após, no lugar de uma Estação Biológica do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, através do Decreto Federal n.º 1713/37 de 14 de junho de 1937. Foi o primeiro Parque Nacional criado no País, abrangendo cerca de 11.943 ha (CADERNO N.º. 18 - série conservação e áreas protegidas).

² Aspas colocadas pelo autor; no caso, talvez coubesse a palavra “redescobriram”, porém optou-se por manter a palavra do texto original.

2.3 O SNUC E AS TIPOLOGIAS³ DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO BRASIL

A primeira legislação ambiental do país, o código Florestal de 1934, começou a ser “rascunhada” em 1920. Contudo, somente depois da revolução de 1930, com a preocupação do primeiro governo de Getúlio Vargas em organizar melhor a exploração dos recursos naturais, o país teve uma lei florestal abrangente (PÁDUA 2004).

Ainda nessa época, criou-se a seção de parques nacionais, ligada ao Serviço Florestal Brasileiro, vinculado ao Ministério da Agricultura, estimulando a criação de outros parques nacionais, como, por exemplo, o Parque Nacional do Iguaçu em 1939 (ELBERS 2011). As unidades de conservação federais foram administradas pelo Ministério da Agricultura até 1967, quando se estabeleceu o Departamento de Parques Nacionais e Reservas Equivalentes, no âmbito do então recém-criado Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) (BRANDON E RYLANDS 2005). Já em 1973, foi criada a Secretaria Especial do Meio Ambiente, vinculada ao Ministério do Interior e finalmente, em 1989, a SEMA e o IBDF foram unidos, formando o Instituto Brasileiro do Meio ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), ainda no organograma do Ministério do Interior.

Magnanini (2002) relata que até 1990, embora sem propriamente usar nenhuma conceituação, a denominação “unidades de conservação” já vinha sendo informalmente usada. Por exemplo, o Decreto Federal nº 99274/1999 estabelece que: *“Na execução da Política Nacional do Meio Ambiente, cumpre ao Poder Público, nos seus diferentes níveis de governo: II – proteger as áreas representativas de ecossistemas mediante a implementação de unidades de conservação e preservação ecológicas”*, mas não define quais seriam essas unidades.

Somente no ano de 2000, quando criado o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (LEI Nº 9.985, DE 18 DE JULHO DE 2000), esse termo foi definido da seguinte maneira:

“Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção” (BRASIL, LEI 9985/2000).

³ Tipologia, segundo o Dicionário Aurélio: sistemas de classificação por tipos. Tipologia é a ciência que estuda os tipos, diferença intuitiva e conceitual de formas, modelo ou básicas. A tipologia é muito usada em nível de estudos sistemáticos, para definir diferentes categorias.

Conforme Rodrigues (2005), o SNUC foi criado na forma de um “sistema”; para Milano (1988) um sistema é definido como um conjunto organizado de áreas naturais protegidas que, ao ser planejado, manejado e gerenciado como um todo, possa ser capaz de viabilizar os objetivos nacionais de conservação (ARAÚJO 2012). Antes da lei, as legislações que tratavam de unidades de conservação se constituíam numa série de fragmentos de dispositivos legais dispersos. No quadro 1, apresenta-se uma síntese dos principais instrumentos instituídos no Brasil, voltados para a criação de áreas protegidas. Os dados estão agrupados segundo Medeiros (2006 p. 55) e fazem uma evolução temporal de 1934 a 2000, ano de implantação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC).

Quadro 1. Evolução dos principais instrumentos de criação de áreas protegidas no Brasil

Período	Instrumentos	Instrumentos incorporados	Tipologias	Categorias
1934-1964	Código Florestal (dec. 23793/1934)	_____x_____	Floresta Protetora; Floresta Remanescente;	Parque Nacional, Floresta Nacional; Reserva de Proteção Biológica e Estética
	Código de Caça e Pesca (dec. 23793/1934)	_____x_____	floresta de rendimentos, Floresta Modelo; Parques de Criação e Refúgios de Animais	Parque de reserva, refúgio e Criação de Animais Silvestres
	Código Florestal (lei 4771/1965)	Código Florestal (dec.23793/1934)	Parque Nacional; Floresta Nacional; Áreas de Preservação Permanentes; Reserva Legal	_____x_____
	Lei de proteção aos Animais (lei 5197/1967)	Lei de proteção aos Animais (dec. 24645/1934)	Reserva Biológica; Parque de Caça Federal	_____x_____

1965-1999	Programa MaB, 1970 (dec. 74685/74 e dec. Pres, 21/09/99)	_____x_____	Áreas de Reconhecimento internacional	Reserva da Biosfera
	Conv. Sobre Zonas Úmidas, 1971 (promulgada pelo Dec. 1905/96)	_____x_____	Áreas de Reconhecimento internacional	Sítios Ramsar
	Conv. Patrimônio Mundial, 1972 (promulgada pelo dec. 80978/1977)	_____x_____	Áreas de Reconhecimento internacional	Sítios do Patrimônio Mundial Natural
	Estatuto do Índio (lei 6001 de 19/12/1973)	_____x_____	Terras Indígenas	Reserva Indígenas, Colônia Agrícola Indígena e Território Federal Indígena
	Lei de Criação das Estações Ecológicas (lei 6902/1981)	_____x_____	Estação Ecológica	_____x_____
1965-1999	Lei de criação das Áreas de Proteção Ambiental	_____x_____	Área de Proteção Ambiental	_____x_____
	Decreto de criação das Reservas Ecológicas (dec. 89336/1984)	_____x_____	Reserva Ecológica	_____x_____
	Lei de criação das ARIEs (dec. 89336/1984)	_____x_____	Áreas de relevante interesse ecológico	_____x_____
	Lei de criação das RPPNs (lei 1922/1996)	_____x_____	Reserva Particular do Patrimônio Natural	_____x_____
A partir de 2000	Novo Código Florestal		Áreas de Preservação Permanente	1) Ao longo dos rios ou qualquer curso d'água 2) ao redor de lagoas, lagos ou

	(Lei 12.652/2012)	Código Florestal (dec.23793/1934) (Lei 4771/1965)		reservatórios 3) nascentes e “olhos d’água” 4) topos de morros 5) nas encostas com declividade superior a 4°, equivalente a 100% na linha de maior declividade 6) restingas, mangues 7) altitude superior a 1800m qualquer que seja a vegetação.
			Reserva legal	1) 80% da propriedade rural (PR) na Amazônia legal, 2) 35% da PR em áreas de cerrado localizadas na Amazônia legal, 3) 20% na PR em áreas de floresta ou vegetação nativa nas demais regiões 4) 20% em PR em áreas de campos gerais em qualquer região.
A partir de 2000	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (lei 9985/2000)	Lei de Proteção aos Animais, lei de criação das Estações Ecológicas e APAS, decreto de Criação das RESECs e ARIESs, lei de criação das RPPNs e parte do Novo código Florestal	Unidades de Proteção Integral (PI) Unidades de Uso Sustentável (US)	PI: Estações Ecológicas, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural, Refúgio da vida silvestre. US: áreas de proteção Ambiental, áreas de relevante interesse ecológico, Florestal Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva Particular do patrimônio Natural

Fonte: Medeiros (2006), Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil (adaptado)

De acordo com a União Mundial para Conservação da Natureza (IUCN), existem seis categorias de manejo para as áreas protegidas no mundo, definidas como: Reserva Natural Estrita, Área de Vida Selvagem, Parque Nacional, Monumento Natural, Área de Gestão de Habitat/Espécies, Paisagens Terrestres/Marinhas Protegidas e Área Protegida de Recursos Geridos (IUCN, 1994).

Em 18 de julho de 2000, após sancionada a Lei nº 9.985, instituindo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, as categorias de UCs foram classificadas e organizadas em dois grupos: de Proteção Integral e de Uso Sustentável. Segundo o Art. 7 § 1º, o objetivo básico das Unidades de Proteção Integral é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos em lei (Figura 1). Fazem parte deste grupo as seguintes categorias (BRASIL, 2000):

I - Estação Ecológica: possui como objetivo a preservação da natureza e a realização de pesquisas científicas. Sendo de posse e domínio públicos, as áreas particulares incluídas em seus limites são desapropriadas. Além disso, é proibida a visitação pública, exceto quando com objetivo educacional.

II - Reserva Biológica: possui como objetivo a preservação integral da biota e demais atributos naturais existentes em seus limites, sem interferência humana direta ou modificações ambientais, excetuando-se as medidas de recuperação de seus ecossistemas alterados e as ações de manejo necessárias para recuperar e preservar o equilíbrio natural, a diversidade biológica e os processos ecológicos naturais.

III - Parque Nacional: possui como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico.

IV - Monumento Natural: possui como objetivo básico preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica, entre os seus incisos estão:

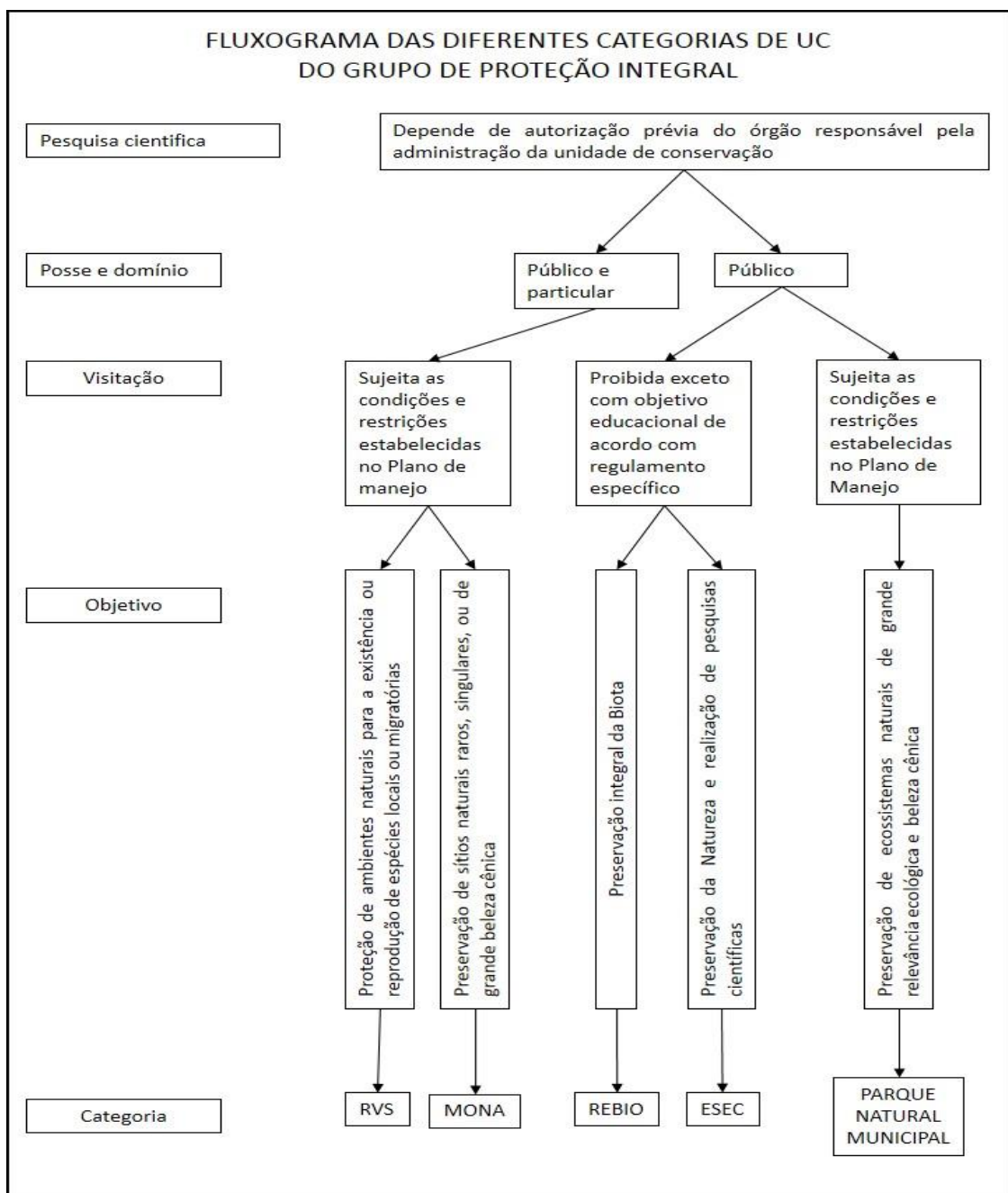
§ 1º O Monumento Natural pode ser constituído por áreas particulares, desde que seja possível compatibilizar os objetivos da unidade com a utilização da terra e dos recursos naturais do local pelos proprietários.

§ 2º Havendo incompatibilidade entre os objetivos da área e as atividades privadas ou não havendo aquiescência do proprietário às condições propostas pelo órgão responsável pela administração da unidade para a coexistência do Monumento Natural com o uso da propriedade, a área deve ser desapropriada, de acordo com o que dispõe a lei.

§ 3º A visitação pública está sujeita às condições e restrições estabelecidas no plano de manejo da unidade, às normas estabelecidas pelo órgão responsável por sua administração e àquelas previstas em regulamento.

V - Refúgio de Vida Silvestre: possui como objetivo proteger ambientes naturais onde se asseguram condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna residente ou migratória.

Figura 1. Fluxograma das diferentes categorias de UC do grupo de proteção Integral



Fonte: Roteiro para criação de Unidades de Conservação Municipais, Brasília 2010, modificado pela autora.

Já o objetivo da categoria de Unidades de Uso Sustentável é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais, fazendo parte deste grupo, as seguintes categorias:

I - Área de Proteção Ambiental: são áreas em geral extensas, com certo grau de ocupação humana, dotadas de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

II - Área de Relevante Interesse Ecológico: são áreas em geral de pequena extensão, com pouca ou nenhuma ocupação humana, com características naturais extraordinárias ou que abrigam exemplares raros da biota regional. Têm como objetivo manter os ecossistemas naturais de importância regional ou local e regular o uso admissível dessas áreas, de modo a compatibilizá-lo com os objetivos de conservação da natureza.

III - Floresta Nacional: trata-se de uma área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas e tem como objetivo básico o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas.

IV - Reserva Extrativista: trata-se de uma área utilizada por populações extrativistas tradicionais, cuja subsistência baseia-se no extrativismo e, complementarmente, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte. Tem como objetivos básicos proteger os meios de vida e a cultura dessas populações e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade.

V - Reserva de Fauna: é uma área natural com populações animais de espécies nativas, terrestres ou aquáticas, residentes ou migratórias, adequadas para estudos técnico-científicos sobre o manejo econômico sustentável de recursos faunísticos.

VI - Reserva de Desenvolvimento Sustentável: é uma área natural que abriga populações tradicionais, cuja existência baseia-se em sistemas sustentáveis de exploração dos recursos naturais, desenvolvidos ao longo de gerações e adaptados às condições ecológicas locais e que desempenham um papel fundamental na proteção da natureza e na manutenção da diversidade biológica.

VII - Reserva Particular do Patrimônio Natural: é uma área privada, gravada com perpetuidade, com o objetivo de conservar a diversidade biológica.

Segundo o Cadastro Nacional de Unidades de Conservação, no Brasil existem 1936 Unidades de Conservação (Quadro 1). Nesta análise, a presença das Reservas de Fauna foi desconsiderada, pois até o presente momento não consta no cadastro a criação de áreas protegidas por esta categoria.

Quadro 1 - Número de áreas protegidas por cada categoria de manejo proposto no SNUC

Categorias de manejo	Nº de UC Federais	Nº de UC Estaduais	Nº de UC Municipais	Total
Estação Ecológica	32	58	1	91
Reserva Biológica	30	23	6	59
Parque Nacional/Estadual/Municipais	71	195	94	360
Monumento Natural	3	27	11	41
Refúgio de Vida Silvestre	7	24	1	32
Área de Proteção Ambiental	32	185	75	292
Área de relevante interesse ecológico	16	25	8	49
Floresta Nacional/Estadual/Municipal	65	39	-	104
Reserva Extrativista	62	28	-	90
Reservas de Desenvolvimento Sustentável	2	29	5	36
Reserva Particular do Patrimônio Natural	634	147	1	782
TOTAL	954	780	202	1936

Fonte: Cadastro Nacional de Unidades de Conservação, 2015

Site: <http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs>, acessado em 20 de Janeiro de 2015.

2.4 DEFINIÇÃO DE LIMITES GEOGRÁFICOS PARA UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Uma questão chave para o sucesso de uma unidade de conservação é o seu desenho (*design*) (PRIMACK, 1998), que inclui tamanho, forma, os critérios de seleção dessas áreas, bem como a sua delimitação geográfica, sempre tendo em mente seu objetivo de proteção

(CABRAL E SOUZA, 2005). Não há, segundo Cabral e Souza (2005), um procedimento padrão que deva ser seguido diante da necessidade de criação de UC, nem uma unidade ideal de planejamento, pois a mesma pode, por exemplo, extrapolar seus limites geográficos, isto é, podem extrapolar os limites municipais, estaduais, nacionais.

Nos últimos anos, inúmeras teorias e abordagens são utilizadas para embasar os esforços de conservação, principalmente da biodiversidade. Um exemplo são os princípios da ecologia da paisagem, da teoria de biogeografia de ilhas e da teoria da metapopulação (PICKETT E THOMPSON, 1978; SHAFER, 1990, ARAUJO 2012).

Na década de 1920, nos Estados Unidos, a aplicação de critérios biológicos e científicos para identificar potenciais áreas de proteção começou com os trabalhos de uma comissão da Sociedade Ecológica Americana dirigida por Victor Shelford (NOSS *et al*, 1999, *apud* ARAUJO 2012). Segundo Drummond (1997, *apud* ARAUJO 2012), no Brasil, este fato só ocorreu muito tempo depois, pois os primeiros parques nacionais davam ênfase a outros fatores, como lazer, atração de turistas e programas de pesquisa científica, e não tanto à integridade de paisagens e ecossistemas.

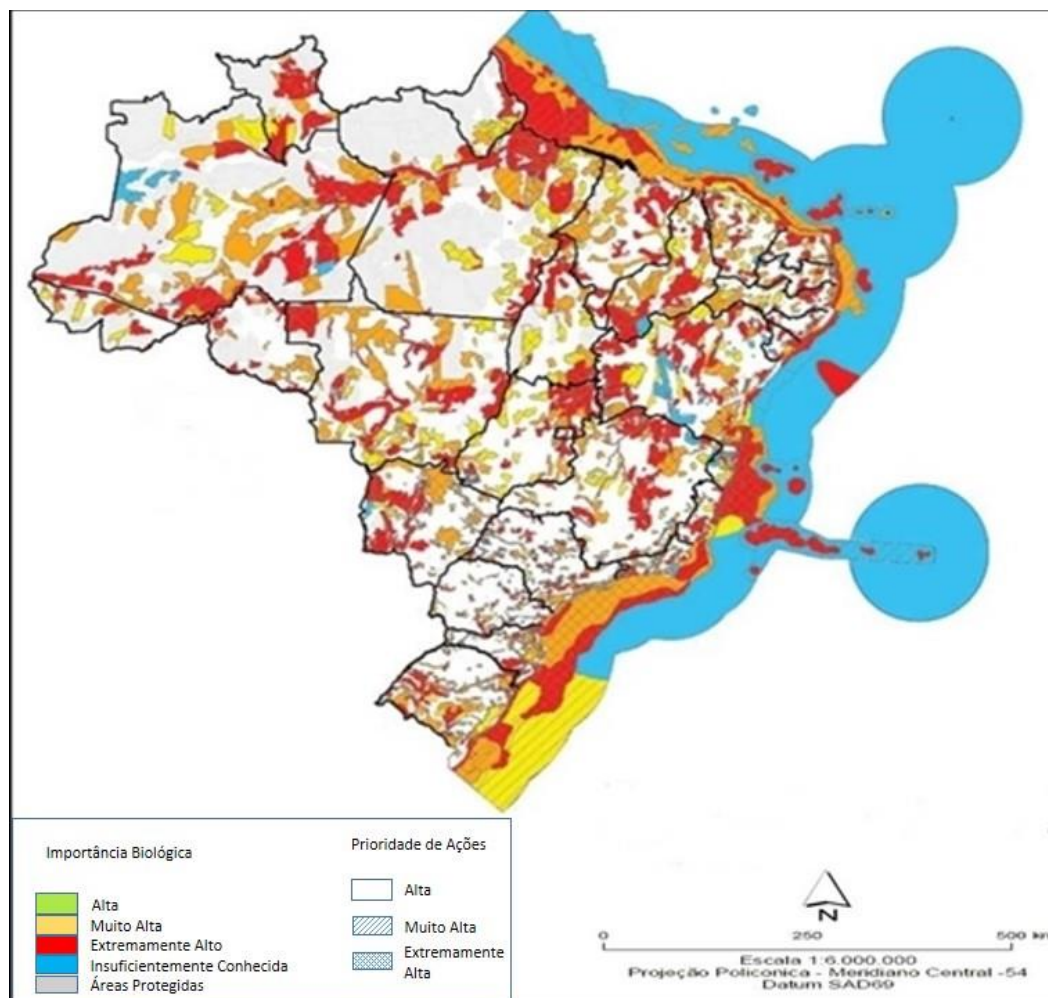
Na década de 50, os principais critérios para a identificação de possíveis áreas destinadas à criação dos parques nacionais era a excepcionalidade existente na superfície, isto é, a topografia, a geologia, as estruturas de relevo criadas pela natureza em seu longo processo evolutivo (BARROS, 1952). Bazerra e Bursztyn (2000) relatam que o processo de criação da maioria das áreas protegidas foi desenvolvido no âmbito técnico, sem a participação de todos os atores envolvidos, criando inúmeros conflitos socioambientais, como por exemplo, os conflitos de posse das terras.

No início da década de 1970, o principal critério era a ocorrência de fenômenos geológicos e geomorfológicos e a ausência de aptidão agrícola. O levantamento destas possíveis áreas foi realizado pelos projetos Radam e Radam Brasil (1968-1978) sendo proposta, ao seu término, a criação de 35.200.000 ha de unidades de conservação de proteção integral e mais 71.500.000 ha de uso sustentável somente na Amazônia (CARVALHO 1984).

Atualmente, a identificação de áreas em potencial para a conservação baseia-se, principalmente, na distribuição de espécies ou na distribuição de habitat e ecossistemas (FRANKLIN, 1993; ORIAN, 1993; GROVES 2003, *apud* ARAUJO 2012). Ganhou força no Brasil, a partir de 1990, o uso da distribuição de espécies, como critério para a seleção de delimitação de áreas protegidas. Após o evento realizado para definir as áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade (ARAUJO 2012), foi identificada uma lista de áreas que,

segundo Araujo (2012), baseavam-se em critérios como endemismo, riqueza de espécies, espécies raras ou ameaçadas e presença de fenômenos geológicos ou geoquímicos de especial interesse. Assim, no ano de 2007, foi aprovado, pela portaria MMA n° 9, de 23 de janeiro, o mapa de áreas prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira (Figura 2). Ao final dessa atualização, o número de áreas prioritárias, que eram 900 (levantamento entre 1998-2000), passou para 2684, sendo deste total 1123 áreas já protegidas. O bioma Pampa, onde se insere a região focalizada no presente trabalho, aparece nesse levantamento contendo 74 áreas prioritárias para conservação.

Figura 2. Áreas de prioridades para a conservação da biodiversidade



Fonte: áreas prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira, Atualização – Portaria MMA n°9, de 23 de janeiro de 2007.

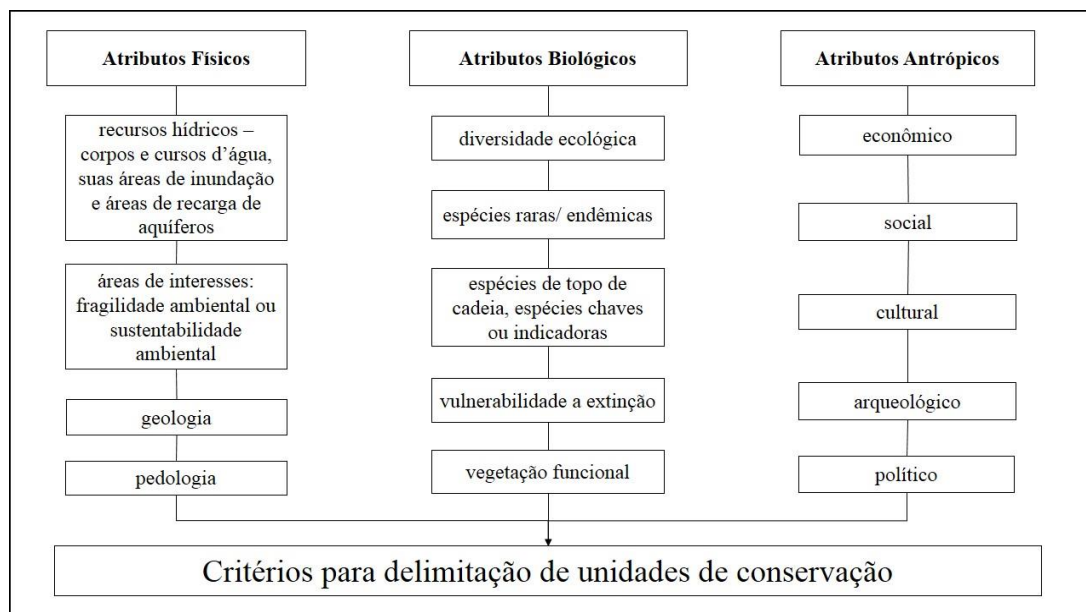
Quando se intenciona estabelecer limites geográficos para unidades de conservação, a seleção das áreas está intimamente relacionada ao seu objetivo de proteção e ao tipo da categoria a ser criada (CABRAL E SOUZA, 2005). No ano de 1988, a FAO lançou o Manual de

Planejamento de Sistemas Nacionais de Áreas Protegidas na América Latina, que continha modelos de pontuação para seleção de áreas protegidas e se baseava na criação de uma listagem com ordem de prioridades para que as áreas de maior importância fossem conservadas. As áreas deveriam ser ordenadas por critérios como valor de conservação, raridade e diversidade de espécie, aspectos físicos, biológicos, de beleza natural e disponibilidade para a conservação (PRESSEY E NICHOLLS, 1989 *apud* CABRAL E SOUZA, 2005). Segundo Morsello (2001), Ratcliffe foi o primeiro a sugerir a utilização deste método, em 1971. Em 1974, Tans propôs a incorporação na pontuação de aspectos biológicos, físicos, cênicos e disponibilidade de conservação.

Existem muitas críticas, partindo de autores como Smith e Theberge (1987), Kirkpatrick (1983) e Pressy e Nicholls (1989), ao modelo de pontuação, sobretudo no que tange à maneira como é realizada a integração dos critérios. Porém o autor Gülez (1992 *apud* CABRAL E SOUZA 2005) ressalta que a ponderação de atributos ambientais (características físicas, biológicas e antrópicas) para os métodos de pontuação é aceitável, desde que a abordagem contemple pontuações adequadas, dando atenção especial para que não haja ausência de alguns atributos ou replicação deles.

Os atributos ambientais devem ser identificados respeitando as especificidades locais, segundo Moraes (1994). As perspectivas de intervenções no meio devem ilustrar as preocupações ambientais voltadas para o conceito de qualidade de vida e desenvolvimento sustentável. Cabral e Souza (2005) abordam fatores ambientais que influenciam na determinação de limites de UC's, sendo estes atributos ponderados segundo a classificação e objetivo de cada unidade de conservação (Figura 3).

Figura 3. Atributos Ambientais para a delimitação de Unidades de Conservação.



Fonte: Cabral e Souza (2005), adaptado por Silva, E. L. (2014).

Segundo Cabral e Souza (2005), o conhecimento dos corpos hídricos superficiais é de fundamental importância para a proteção dos recursos ambientais, pois as alterações impostas aos ambientes naturais, como o desmatamento e as modificações topográficas, afetam diretamente os recursos hídricos. Portanto, os caminhos que percorrem as águas superficiais, subterrâneas e as planícies de inundação, bem como as suas áreas de preservação permanente, podem ser critérios para a delimitação de unidades de conservação.

Já as áreas de interesse são caracterizadas, por Cabral e Souza (2005), como áreas onde o somatório das condições ambientais ocasiona aspectos de sensibilidade ou de fragilidade, ou áreas vulneráveis em que se constata risco potencial de degradação, seja por influência do solo, da declividade ou por serem áreas propícias à erosão. A identificação de classes de risco pode subsidiar a delimitação de UC bem como a elaboração do seu plano de manejo.

Cabral e Souza (2005) relatam que a geologia de uma área e as diferentes formações da paisagem são fatores que podem subsidiar a delimitação de unidades de conservação, desde que sua identificação cartográfica evidencie características relevantes vinculadas a funções ambientais. Com a pedologia, é possível dispor de informações que possam contribuir ao uso adequado da área a ser preservada, portanto, os tipos de solos podem ser considerados critérios para a definição de limites de unidades de conservação.

Os atributos biológicos, segundo os autores citados, estão em constante discussão, sendo difícil saber onde se iniciam ou se encerram as questões sobre os princípios relevantes para a

seleção de áreas protegidas. Desse modo, o critério biológico tem peso relevante quando se deseja delimitar uma área de conservação, cujo objetivo seja a proteger as espécies significativas da fauna e flora.

As discussões envolvendo os critérios biológicos como fator para a delimitação de unidades de conservação começaram, segundo Cabral e Souza (2005), com a Teoria do Equilíbrio de Biogeografia Insular (TEBI) de MacArthur e Wilson, em 1963. Posteriormente, surgiu a teoria de metapopulação integrada com a ecologia de paisagem, que substituiu a TEBI como “ferramenta” para a conservação de espécies (ARAUJO 2012).

Shafer (1990) considera que os critérios biológicos devem partir de escolhas de determinadas espécies com certas características, podendo ser capaz de abarcar a conservação de outras espécies, sendo estas espécies consideradas por sua vulnerabilidade à extinção, espécies indicadoras ou espécies de topo da cadeia trófica. Quanto às espécies funcionais da vegetação, Cabral e Souza (2005) as definem como aquelas que desempenham funções ambientais importantes, como: regulação de temperatura, infiltração de águas pluviais, proteção de margens fluviais, formação de microclimas e comunidades orgânicas, bem como estruturação de habitat natural para a fauna e para outras espécies da flora.

Nas questões antrópicas, o ser humano determina o uso ou não dos espaços por meio de suas escolhas e opções; porém, estas decisões nem sempre (ou quase nunca) são decorrentes de estudos técnicos. Em geral, o uso é determinado por interesses (econômicos ou financeiros), regimes formais (aspectos legais e institucionais) e por regimes informais, isto é, levando em consideração as tradições, costumes, valores e outros aspectos culturais. McNeely (1997 apud CABRAL E SOUZA 2005) ressalta que a biodiversidade pode ser incrementada ou reduzida pelos sistemas de manejos aplicados e, portanto, o desafio, além de proteger certas áreas, é planejá-las adequadamente. É importante que os sistemas de manejo sejam efetivos tanto para a conservação como para alcançar as necessidades humanas. Assim, segundo o autor, é possível compatibilizar a convivência natural entre a comunidade local e as áreas protegidas, principalmente quando a comunidade pode participar como proprietária e quando é dado o devido valor ao seu legado, como, por exemplo, nos Monumentos Naturais.

Entende-se, assim, que a escolha e delimitação de áreas protegidas deve ser fundamentada no atendimento às especificidades locais e aos seus objetivos de criação, ou seja, que englobe, dentro de sua tipologia, os componentes sociais, políticos, culturais, arqueológicos (quando houver), econômicos e biológicos, bem como os fatores físicos, podendo assim,

acrescentar a geodiversidade e o geopatrimônio como fatores para a delimitação de Unidades de Conservação.

“Fará sentido, em termos de conservação, reduzir a Natureza à sua componente viva? [...] Será que somente a biodiversidade necessita de medidas de conservação?”

Brilha (2006)

3. PATRIMÔNIO NATURAL E GEOCONSERVAÇÃO

3.1 A PROTEÇÃO DO PATRIMÔNIO NATURAL E O GEOPATRIMÔNIO

O surgimento da terminologia “patrimônio natural” é um fato relativamente recente, pois somente na década de 1970, sob a égide da UNESCO, este se consagrou internacionalmente (SCIFONI 2006). A origem do termo “patrimônio” decorre da preocupação com o monumental, o qual aparece ligado ao histórico e ao artístico, para somente depois se configurar com o natural. Segundo Pereira (2010) o Patrimônio natural é:

“Composto por elementos bióticos, que integram a biodiversidade, e elementos abióticos, que compõem a geodiversidade. Historicamente, todas as iniciativas voltadas para a conservação deste patrimônio estiveram focadas, na sua quase totalidade, na conservação dos seus componentes bióticos, de modo que a conservação da natureza acabou por ser quase que um sinônimo exclusivo desta vertente. Todavia, a conservação dos elementos de destaque da geodiversidade, cujo conjunto representa o patrimônio geológico, é conhecida por geoconservação e foi relegada a um papel menor, ou mesmo inexistente, dentro das temáticas de conservação da natureza.” (PEREIRA 2010 p. 09)

Historicamente, o cuidado com o patrimônio natural apareceu na esteira de um universo de preocupações com a cultura. Porém, segundo Scifoni (2006), é possível perceber duas direções no sentido de construção da ideia de patrimônio natural: o sentido próprio da expressão de grandiosidade e beleza dos testemunhos da natureza, ou seja, o sentido da preocupação estética; e o sentido de conquistas e práticas da sociedade, ou seja, da memória coletiva da qual faz parte a vida humana.

Entre o final do século XIX e as primeiras décadas do século XX, segundo Scifoni (2006), a terminologia “monumento” ganhou outra derivação, surgindo então o monumento natural. Foi sob essa perceptiva que o termo apareceu nas primeiras legislações federais que tratavam do assunto. Kerstem (2000) aponta que a primeira vez que a terminologia “monumento natural” foi utilizada no Brasil, foi na Constituição de 1934, art. 134, na qual estava definido o dever do Estado para a proteção destes bens:

Artigo 134: Os monumentos históricos, artísticos e naturais, assim como as paisagens ou os locais particularmente dotados pela natureza, gozam de proteção e dos cuidados

especiais da Nação, dos Estados e Municípios. Os atentados contra eles cometidos serão equiparados aos cometidos contra o patrimônio nacional. (BRASIL, 1937)

No mesmo ano, houve a edição da primeira legislação federal específica para a proteção do patrimônio, que organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional, sendo ela o Decreto N° 25 de 1937.

Art. 1º Constitui o patrimônio histórico e artístico nacional o conjunto dos bens móveis e imóveis existentes no país e cuja conservação seja de interesse público, quer por sua vinculação a fatos memoráveis da história do Brasil, quer por seu excepcional valor arqueológico ou etnográfico, bibliográfico ou artístico.

§ 2º Equiparam-se aos bens a que se refere o presente artigo e são também sujeitos a tombamento os monumentos naturais, bem como os sítios e paisagens que importe conservar e proteger pela feição notável com que tenham sido dotados pela natureza ou agenciados pela indústria humana. (BRASIL. 1937)

Em 1940, ocorreu a Convenção para a Proteção da Flora, da Fauna e das Belezas Cênicas Naturais dos Países da América, que estabeleceu critérios para os monumentos naturais, promulgados no Brasil pelo Decreto-lei n° 3 de fevereiro de 1948, onde consta que:

“Os Governos Americanos, desejosos de proteger e conservar no seu ambiente natural exemplares de todas as espécies e gêneros da flora e fauna indígenas, incluindo aves migratórias, em número suficiente e em locais que sejam bastante extensos para que se evite, por todos os meios humanos, a sua extinção; e **Desejosos de proteger e conservar as paisagens de grande beleza, as formações geológicas extraordinárias, as regiões e os objetos naturais de interesse estético ou valor histórico ou científico**, e os lugares caracterizados por condições primitivas dentro dos casos aos quais esta Convenção se refere; e Desejosos de formular uma convenção de para a proteção da flora, da fauna e das belezas cênicas naturais dentro dos propósitos acima enunciados, convieram nos seguintes Artigos:

Artigo 1. §3. Entender-se-á por **Monumentos Naturais**: As regiões, os objetos, ou as espécies vivas de animais ou plantas, de interesse estético ou valor histórico ou científico, aos quais é dada proteção absoluta, como fim de conservar um objeto específico ou uma espécie determinada de flora ou fauna, declarando uma região, um objeto, ou uma espécie isolada, monumento natural inviolável, exceto para a realização de investigações científicas devidamente autorizadas, ou inspeções oficiais.” (BRASIL, 1948, grifo nosso)

Em 1978, a IUCN (revisado e atualizado em 1994), propôs um sistema normativo de áreas protegidas, no qual se considera monumento natural uma “área que contém uma ou mais características naturais e/ou culturais específicas de valor relevante ou excepcional por sua raridade implícita, suas qualidades representativas ou estéticas ou sua importância cultural” (IUCN, 1998).

No Brasil, ainda existe uma grande negligência quanto às leis de proteção e conservação do patrimônio natural, no sentido abiótico, ao contrário do que ocorre com elementos da

biodiversidade e da cultura (PEREIRA, 2010). O SNUC é composto por unidades de conservação federais, estaduais e municipais que estejam de acordo com o disposto na lei. O artigo 4º desta legislação demonstra os objetivos claros de conservação que devem nortear as ações das entidades envolvidas na gestão ambiental sendo elas:

I – contribuir para a manutenção da diversidade biológica e dos recursos genéticos no território nacional e nas águas jurisdicionais;

II – proteger as espécies ameaçadas de extinção no âmbito regional e nacional;

III – contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais;

IV – promover o desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais;

V – promover a utilização dos princípios e práticas de conservação da natureza no processo de desenvolvimento;

VI – proteger paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica;

VII – proteger as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural;⁴

VIII – proteger e recuperar recursos hídricos e edáficos;

IX – recuperar ou restaurar ecossistemas degradados;

X – proporcionar meios e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental;

XI – valorizar econômica e socialmente a diversidade biológica;

XII – favorecer condições e promover a educação e interpretação ambiental, a recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico;

XIII – proteger os recursos naturais necessários à subsistência de populações tradicionais, respeitando e valorizando seu conhecimento e sua cultura e promovendo-as social e economicamente.

Apesar da lei do SNUC destacar a necessidade de proteção dos recursos abióticos nos seus objetivos, como se verifica nos parágrafos VI e VII da lei, a mesma ainda está essencialmente centrada na proteção da biodiversidade. Pereira *et al.* (2008) apresenta uma compilação das categorias que seriam compatíveis para o enquadramento do patrimônio geológico:

⁴ Grifo nosso

Quadro 2 - categorias compatíveis para o patrimônio geológico no SNUC.

Proteção Integral.	<p>Parque Nacional: tem como objetivo, preservar ecossistemas de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisa científica, de atividades educacionais e de interpretação ambiental, recreação e turismo ecológico. O regime de visitação pública é definido no Plano de Manejo da respectiva unidade.</p>
	<p>Monumento Natural: tem como objetivo básico preservar sítios naturais raros, singulares e/ou de grande beleza cênica. Pode ser constituído por propriedades particulares, desde que haja compatibilidade entre a utilização da terra e a conservação dos recursos naturais por parte dos proprietários. Se não houver compatibilidade, a área é expropriada. A visitação é permitida, porém a pesquisa depende de autorização prévia. Constitui a categoria onde melhor se enquadra o patrimônio geológico.</p>
Uso Sustentável	<p>Área de Proteção Ambiental: As APAs têm como objetivo proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. Passível de ser utilizada para a proteção do patrimônio geológico, tal como ocorre, por exemplo, na APA estadual Marimbus-Iraquara (Bahia).</p>
	<p>Área de Relevante Interesse Ecológico: A sua criação visa a manutenção desses ecossistemas naturais de importância regional ou local, bem como a regulação do uso admissível destas áreas, compatibilizando-o com os objetivos da conservação da natureza. Categoria similar ao Monumento Natural, porém permite usos e propriedade dos geossítios.</p>
	<p>Reserva Extrativista: A sua criação visa proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, assegurando o uso sustentável dos recursos naturais da unidade. As populações que vivem nessas unidades possuem um contrato de concessão de direito real de uso, tendo em vista que a área é de domínio público. A visitação pública é permitida, desde que compatível com os interesses locais e com o disposto no plano de manejo da unidade. Aplicável a locais onde as populações façam uso dos recursos da geodiversidade, sem denegrir o patrimônio geológico local.</p>

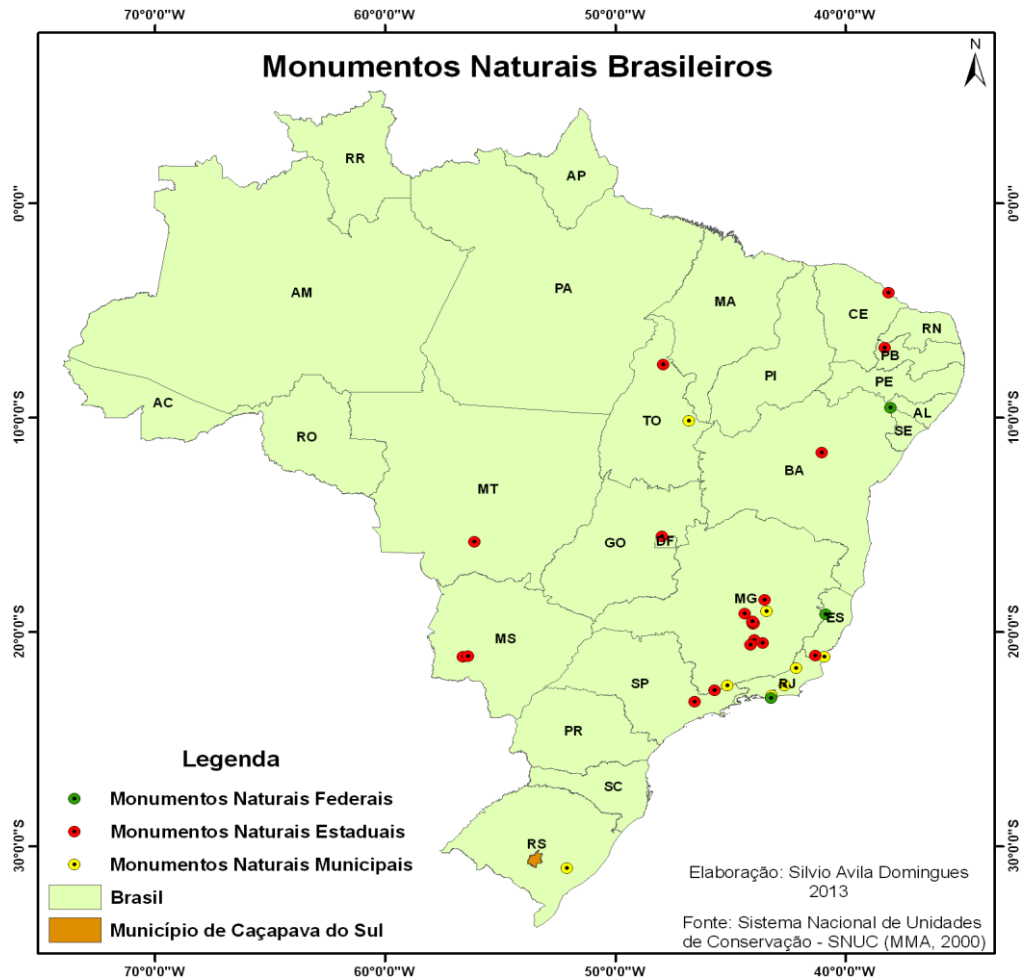
Uso Sustentável	Reserva de Desenvolvimento Sustentável: área natural que abriga populações tradicionais, que vivem basicamente em sistemas sustentáveis de exploração dos recursos naturais, desenvolvidos ao longo de gerações e adaptados às condições locais. O uso é regido, como nas Reservas Extrativistas, por contrato de concessão de direito real de uso, sendo que a área da RDS é de domínio público.
	Reserva Particular do Patrimônio Natural: unidades de conservação instituídas em áreas privadas, de caráter permanente, com o objetivo de conservar a diversidade biológica. Promove-se assim o envolvimento do cidadão na proteção dos ecossistemas brasileiros, nomeadamente através da isenção de impostos. O SNUC especifica que é compatível a conservação da natureza nessas áreas, com o uso sustentável dos seus recursos ambientais renováveis. Por uso sustentável entende-se a realização de pesquisa científica e a visita pública com finalidade turística, recreativa e educacional.

Fonte: Pereira, F.P. Brilha, J. & Martinez, J. E (2008).

No Brasil, toda a legislação relacionada às questões ambientais e à criação de unidades de conservação (SNUC, Lei Federal 9985/2000) contempla instrumentos legais específicos para a proteção da geodiversidade. Considerando as unidades de conservação estabelecidas no SNUC, é possível o enquadramento e proteção do patrimônio geológico, visto a análise apresentada acima (PEREIRA *et al*, 2008).

Em suma, a grande maioria das unidades de conservação brasileiras está ligada aos aspectos bióticos. Dos 71 parques federais registrados até janeiro de 2014, por exemplo, somente 42 estão ligados diretamente ao patrimônio geológico, ou seja, cujos objetivos englobam proteger os aspectos geológicos e geomorfológicos (e, se houver, aspectos arqueológicos e paleontológicos) da área (NASCIMENTO *et al*, 2008). Outro exemplo são os monumentos naturais, dos quais aproximadamente 28 estão ligados diretamente à proteção das feições geológicas (Figura 4).

Figura 4. Localização dos Monumentos Naturais Federais.



Fonte: Figueiró *et al.* (2013).

Segundo Nascimento *et al.* (2008), como outros programas de conservação da natureza em nível mundial, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação não aborda de forma específica o patrimônio geológico, por mais que a proteção já apareça no decreto-lei n° 25, de 30 de Novembro de 1937, conforme transcrito acima:

“Equiparam-se aos bens a que se refere o presente artigo e são também sujeitos a tombamento os monumentos naturais, bem como os sítios e paisagens que importe conservar e proteger pela feição notável com que tenham sido dotados pelo natureza ou agenciados pelo indústria humana” (Brasil 1937).

Conforme Pereira *et al.* (2008), esse decreto-lei abriu espaço para a proteção do patrimônio geológico brasileiro, de modo que os objetos de tombamento passaram a pertencer à União, aos estados ou aos municípios, sendo intransferível por natureza. As unidades de conservação devem ser entendidas como uma maneira especial de ordenamento territorial e não

como um entrave ao desenvolvimento econômico e socioambiental, reforçando o papel sinérgico das UC no desenvolvimento econômico e socioambiental local. É importante que a escolha da categoria de uma UC considere as especificidades e potencialidades de uso que a área oferece, a fim de garantir a promoção do desenvolvimento local.

Proteger a natureza atende a diversos pontos de vista, por isso, a definição de uma área natural protegida decorre de um processo longo que passa por diversas etapas. Segundo a Convenção do Patrimônio Mundial da UNESCO, em 1972, a definiu, em seu Artigo 2º, o patrimônio natural, como sendo as formações físicas, biológicas e geológicas excepcionais, habitat de espécies animais e vegetais ameaçadas e zonas que tenham valor científico (para a conservação ou estético), bem como sítios naturais ou as áreas naturais delimitadas com valor excepcional para a ciência, conservação ou de grande beleza natural (UNESCO, 1972).

Entender o processo de formação da Terra, sua evolução e suas origens, nos remete ao passado do planeta e seus traços podem nos levar a visualizar os processos geológicos e suas formações rochosas. Billet (1994) considera estes traços como patrimônio geológico, isto é, a memória viva do nosso passado presente nos dias atuais.

Para Theodossiou-Drandaki (2000), o patrimônio geológico consiste em lugares prioritários para a conservação por razões científicas, educativas e estéticas que registram a história da Terra. Para Carvalho (1999), o conceito de patrimônio geológico é definido como qualquer ocorrência de natureza geológica, tal como um afloramento rochoso, uma pedreira, uma mina abandonada, uma jazida com fósseis, etc., desde que assuma valor documental e/ou monumental que justifique a sua preservação como herança às gerações futuras.

Os recursos naturais não renováveis, as formações rochosas, estruturas geomorfológicas, geofomas, acumulações sedimentares, ocorrência de minerais, fósseis, entre outras, podem ser consideradas patrimônio geológico se apresentarem grande valor científico, cultural, educativo, paisagístico e/ou recreativo (VALCARCE E CORTÉS 1996, UCEDA 1996, ARAÚJO 2005, RUCHKYS 2007). Carvalho (1999) também utiliza o termo “georrecurso” no contexto do patrimônio geológico. Segundo o autor, um georrecurso é um recurso de natureza geológica, que pode ser econômico, como por exemplo o petróleo, o gás natural, um minério, uma rocha ornamental, etc., e cultural, como por exemplo uma rocha, um sítio fossilífero, etc., de valor documental com interesse no estudo e demonstração de certos acontecimentos ocorridos no passado geológico da Terra.

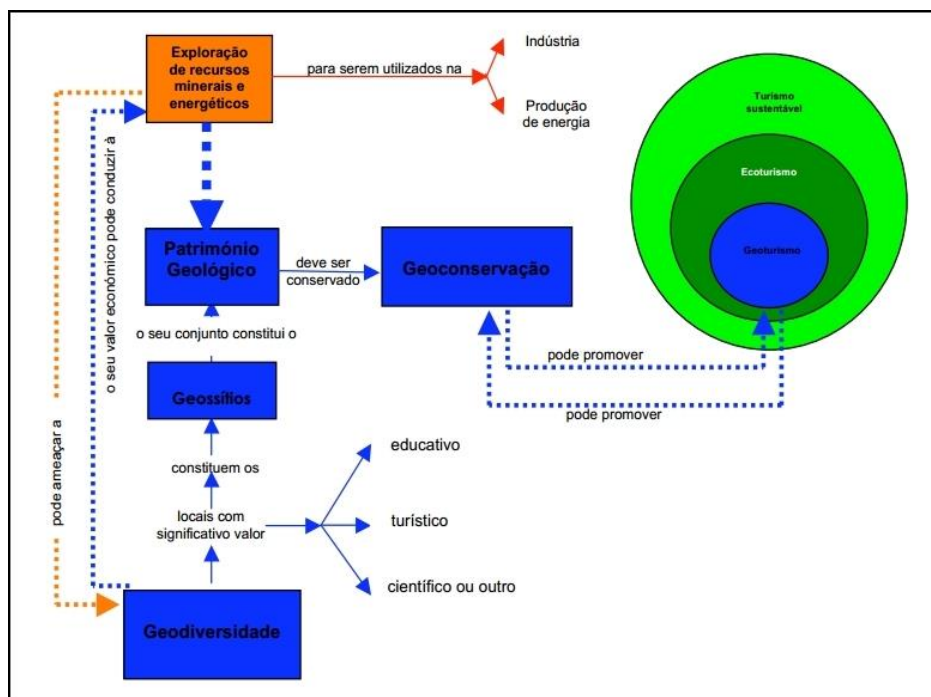
Segundo Ruchkys (2007), muitos autores se referem a patrimônio geológico, quando conceituam sítios geológicos. Segundo Salvan (1994), o patrimônio geológico é constituído de

sítios de interesse particular, do ponto de vista estratigráfico ou tectônico, que são definidos por seu conteúdo mineral ou fossilífero.

A geodiversidade tem uma relação intrinsecamente ligada ao conceito de patrimônio geológico, e muitas vezes seus conceitos são entendidos como sinônimos, porém há diferenças entre eles. Brilha, em 2005, refere-se ao patrimônio geológico como conjunto de sítios geológicos (ou geossítios), sendo estes locais bem definidos e delimitados geograficamente, onde ocorrem um ou mais elementos da geodiversidade com valor únicos, do ponto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico, entre outros. Em 2015, Brilha menciona que, para ser considerado Patrimônio geológico (geopatrimônio), o geossítios só é justificado, se conter valor científico, e relevância internacional ou nacional, porque, segundo ele, não há 'ciência local'.

Já o conceito de geodiversidade perpassa toda a variedade de minerais, rochas, fósseis, paisagens e processos que ocorrem no planeta. Sendo assim, segundo Brilha (2005), o patrimônio geológico é uma parcela da geodiversidade com características especiais e, portanto, deve ter prioridade para a conservação. A relação e conexão destes conceitos podem ser melhor entendidas através da Figura 5, na qual apresenta-se um fluxograma da situação.

Figura 5. Representatividade da relação entre patrimônio geológico, geodiversidade, geoconservação e geoturismo.

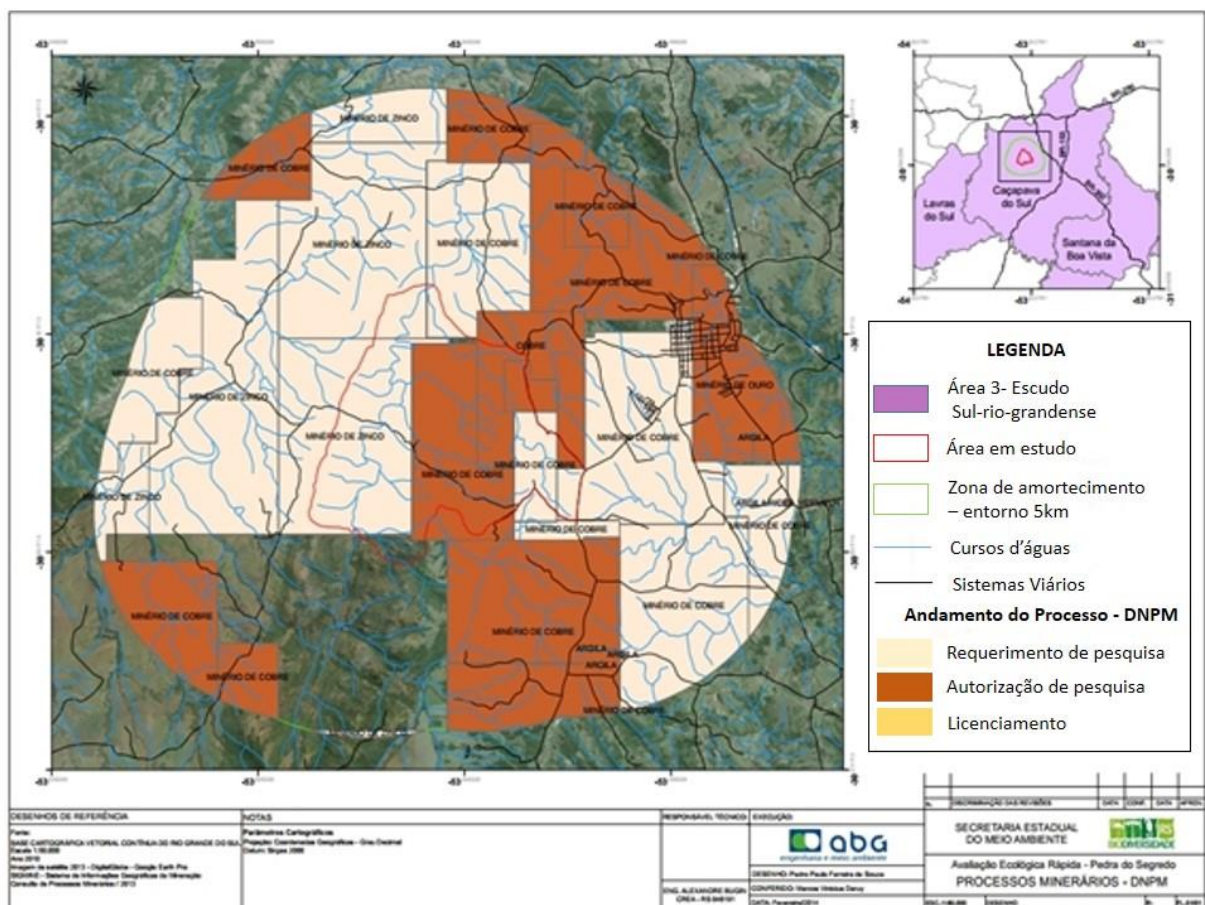


Fonte: Araujo (2005)

Costa (1987 apud RUCHKYS 2007) relata que o patrimônio geológico pode ser altamente vulnerável, isto é, várias são as atividades humanas que podem ameaçar a sua integridade e sua conservação. Como exemplos, citam-se a implantação de grandes empreendimentos, tais como estradas, barragens, minerações, urbanizações; a “pirataria” de minerais e fósseis raros; coletas de amostras geológicas para fins não científicos; atividades recreativas e turísticas; plantios florestais, desmatamentos e agricultura, entre outras atividades (BRILHA 2005, RUCHKYS 2007).

Pode-se citar como exemplo a própria área de estudo desta pesquisa, que se encontra ameaçada pela exploração de minérios. Segundo os dados do Departamento Nacional de Produção Mineral somente na área da Pedra do Segredo existem oito requerimentos de pesquisa exploratória de recursos minerais metálicos como cobre e zinco. Os processos inseridos na área em estudo ainda não possuem licenças ambientais, estando todos em processo de requerimento para pesquisa como demonstrado no Mapa 1 (Projeto RS Biodiversidade, 2014).

Mapa 1. Andamento de requerimentos de pesquisa para mineração na área compreendida entre a zona urbana de Caçapava do Sul e a Serra do Segredo, na porção centro-oeste do município.



Fonte: SEMA 2014.

A mineração desprovida de critérios e/ou de licenciamento ambiental é apenas uma das ameaças aos elementos da geodiversidade e aos sítios (geossítios) que compõem o patrimônio geológico de um determinado território – país, estado, município, propriedade particular ou unidade de conservação (BORBA, 2010). O patrimônio geológico não é renovável; uma vez destruído, não se regenera e uma parte da memória do planeta se perde. A implementação de iniciativas para promover a geoconservação se torna prioridade para a conservação desse registro da evolução geológica.

3.2 GEOCONSERVAÇÃO

De acordo com Burek e Prosser (2008 apud PEREIRA 2010), antes de buscar uma definição para a geoconservação, é importante destacar a diferença entre conservação e preservação. Conservação significa o manejo dinâmico de um local, com o intuito de manter a sua qualidade ambiental e considerando as alterações naturais; por outro lado, a preservação de uma feição de relevo, sítio geológico ou processo prevê a sua manutenção estática, impedindo qualquer tipo de alteração - a conservação e preservação compõem a proteção de um dado monumento natural. Estes autores ainda definem por geoconservação o conjunto de ações empenhadas no intuito de melhorar e conservar sítios e feições geológicas e geomorfológicas, processos e espécies associadas ou vinculadas àquelas feições.

Segundo Pereira (2010), no final da década de 1980, a geoconservação começou a despontar no cenário mundial. Antes dessa época, as iniciativas focadas na conservação do patrimônio geológico se davam praticamente apenas no continente europeu e muitas de maneira isolada. Essa situação começou a mudar após a criação da *Global Indicative List of Geological Sites* - GILGES, no ano de 1989, pela *International Union of Geological Sciences* – IUGS (atualmente com sede em Pequim, China), que tem como objetivo fundamental o reconhecimento de sítios naturais e culturais em todo o mundo, de interesse e de valor universal, entendendo que a sua proteção é considerada de responsabilidade da humanidade. Sendo assim, esta temática começa a ser sistematizada e difundida em nível global, sendo a geoconservação uma das estratégias mais recentes da conservação da natureza e da paisagem.

A temática da conservação da natureza esteve, na maioria das vezes, focada na conservação da biodiversidade, chegando muitas vezes a ser encaradas como sinônimos. De acordo com Bruschi (2007) a maioria das pessoas tem maior sensibilidade e interesse pelos

componentes bióticos da natureza, em detrimento dos seus componentes abióticos. Ainda segundo aquela autora, a preocupação com a proteção do patrimônio geológico começou a surgir, em diversos países desde o final do século XIX a meados do século XX, com a catalogação e proteção do patrimônio geológico e a declaração de áreas protegidas.

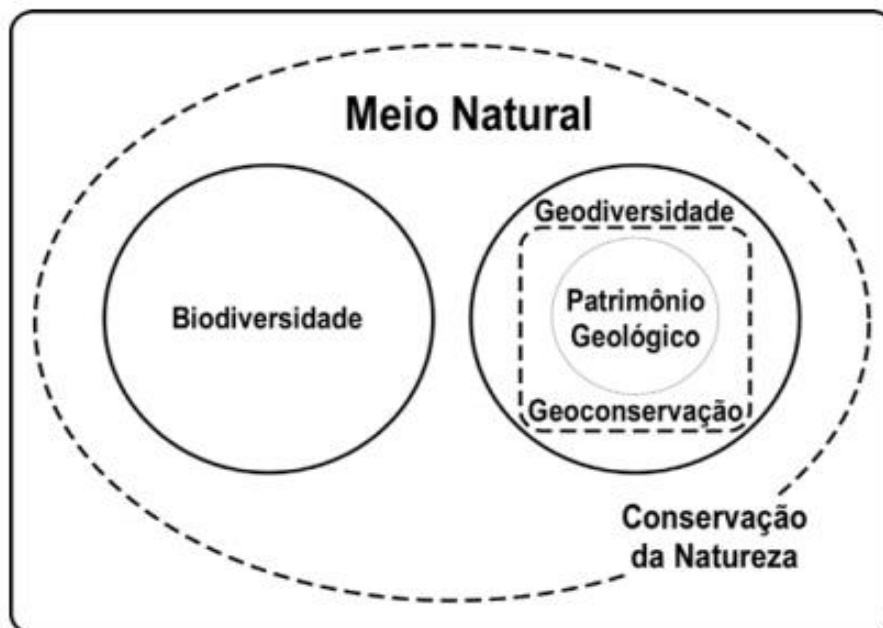
Pereira (2010) cita, por exemplo, a Escócia, em 1867, com a proteção da *Agassiz rock*, onde se encontram exemplares de rochas transportadas e depositadas por geleiras. Já em 1870, a Austrália promoveu a proteção da *Ayers rock* com o intuito de proteger o segundo maior monólito do mundo e, em 1872, foi criado o Parque de *Yellowstone* nos Estados Unidos, onde se concentram muitos gêiseres (fenômenos geotérmicos).

No Brasil, o Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM) criou, em 1997, a Comissão Brasileira dos Sítios Geológicos e Paleontológicos (SIGEP), a qual é responsável pelo levantamento e realização de um inventário dos sítios geológicos e paleontológicos do país, com objetivo de reportar esses sítios à *Global Indicative List of Geological Sites* (atualmente desativada). Porém a inserção dos sítios na lista da UNESCO por si só não garante a sua conservação, fazendo-se necessária a criação de mecanismos legais de proteção.

Para Sharples (2002), o conceito de geoconservação é definido como “a conservação da geodiversidade em função dos seus valores intrínsecos, ecológicos e patrimoniais, onde geodiversidade significa: diversidade de feições geológicas, geomorfológicas (geoformas) e pedológicas, incluindo suas combinações, sistemas e processos.”

Segundo Brilha (2005), a geoconservação tem sentido amplo, tendo como objetivo a utilização e gestão sustentável de toda a geodiversidade, englobando todo o tipo de recursos geológicos. Todavia, em seu sentido restrito, a geoconservação compreende apenas a conservação de certos elementos da geodiversidade, os quais são dotados de valores científicos, pedagógicos, culturais, turísticos ou outros. Considerando a proposta de Brilha (2005), é apresentado na figura 6, o papel da geoconservação em relação à conservação da natureza.

Figura 6. Interação da goeconservação em relação à conservação da natureza



Fonte: Pereira 2010.

Segundo Erikstad (2014), a natureza é composta por uma diversidade de sistemas, abióticos e bióticos, interligados uns aos outros. A geodiversidade fornece elementos fundamentais para sustentação da biodiversidade, bem como na formação de importantes atributos do ecossistema. Como exemplo, podem-se referir as rochas e sedimentos que, de forma conjunta, contribuem para condições de terrenos com nutrientes e um substrato adequado, bem como auxiliam para a drenagem, o sombreamento e a umidade, dando suporte à diversidade de habitat de fauna e de flora.

Esta relação ambivalente entre a geodiversidade e biodiversidade deve refletir-se nas práticas de conservação da natureza. Erikstad (2014) menciona que a biodiversidade tem dominado o debate sobre conservação da natureza nas últimas décadas e a geodiversidade tem sido negligenciada. O mesmo autor ainda menciona como é lamentável, tanto para o bem da biodiversidade como para os ecossistemas, se a geodiversidade não for tratada adequadamente e não receber o reconhecimento que merece.

3.3 INICIATIVAS DE GEOCONSERVAÇÃO

Para Sharples (2002), é importante reconhecer os valores da geodiversidade e do patrimônio geológico, que podem ser agrupados em três categorias: (1) o valor intrínseco ou de

existência, isto é, o valor que o patrimônio geológico possui independente de qualquer avaliação de uso/função; (2) os valores ecológicos, estando relacionados a importância da geodiversidade para a manutenção dos processos biológicos que dela dependem; e (3) os valores patrimoniais, isto é, a necessidade de conservar qualquer tipo de patrimônio para o usufruto da humanidade, incluindo o patrimônio geológico.

Gray (2004) acrescenta alguns valores que podem ser atribuídos à geodiversidade: (a) os valores culturais, os quais são atribuídos pela sociedade quando existe uma relação social, cultural e/ou religiosa com o meio físico; (b) os valores estéticos, que estão diretamente relacionados com o impacto que a geodiversidade causa aos sentidos, especialmente ao da visão; (c) os valores econômicos e funcionais, que vinculam-se ao uso da geodiversidade enquanto “recursos minerais” e como base para infraestrutura e turismo, além dos valores; (d) educativos; (e) científicos.

Segundo Hjort *et. al.* (2015), durante a última década, tem havido um interesse crescente pelos valores mais amplos da geodiversidade e as suas relações com paisagem e conservação da biodiversidade, bem como, com o desenvolvimento econômico, a adaptação às alterações climáticas, gestão sustentável da terra e da água, patrimônio histórico e cultural e com o bem-estar e saúde das pessoas.

Hjort *et.al.* (2015) menciona que, estes valores agora são incorporados dentro do conceito de serviços ecossistêmicos, proposto pela Millennium Ecosystem Assessment, (2005), aonde a contribuição de geodiversidade é de grande relevância para muitos dos serviços ecossistêmicos essenciais para a vida na Terra, nos quais não existiriam ou exigiriam tecnologia alternativa muito cara para a existência desses serviços. (Por exemplo, o fornecimento de água doce, a regulação da água e qualidade do ar e formação do solo e ciclo de nutrientes para a produção de alimentos).

Brilha (2005) estabeleceu algumas estratégias de conservação com o objetivo de conservar o patrimônio geológico, sendo seis etapas, consideradas em sequência:

- 1 Realização de um inventário (ou “inventariação”, no português de Portugal) do patrimônio geológico, consistindo em um levantamento sistemático de geossítios com características geológicas excepcionais;
- 2 Avaliação quantitativa, que consiste na quantificação desses geossítios, por meio da atribuição de notas a critérios científicos, ecológicos, estéticos, econômicos e culturais, entre outros;

- 3 Enquadramento ou proteção legal (ou “classificação”, na linguagem dos portugueses), etapa que depende da legislação existente em cada país/estado/município para a proteção e gestão do patrimônio geológico;
- 4 Conservação, com o objetivo de disciplinar o acesso do público ao geossítio e ao mesmo tempo assegurar sua integridade física;
- 5 Valorização e divulgação, que consiste no conjunto de ações para disponibilizar informações sobre o geossítio em seu local de origem, permitindo ao público conhecer a importância do mesmo; e
- 6 Monitoramento (ou “monitorização”, para os portugueses), que consiste na avaliação periódica de sua relevância para que a mesma seja mantida e, assim, possa ser mantida a conservação do geossítio. Brilha (2005) sugere que esse monitoramento seja realizado anualmente e que sejam criadas estratégias para quantificar a perda ou a modificação da sua relevância geológica.

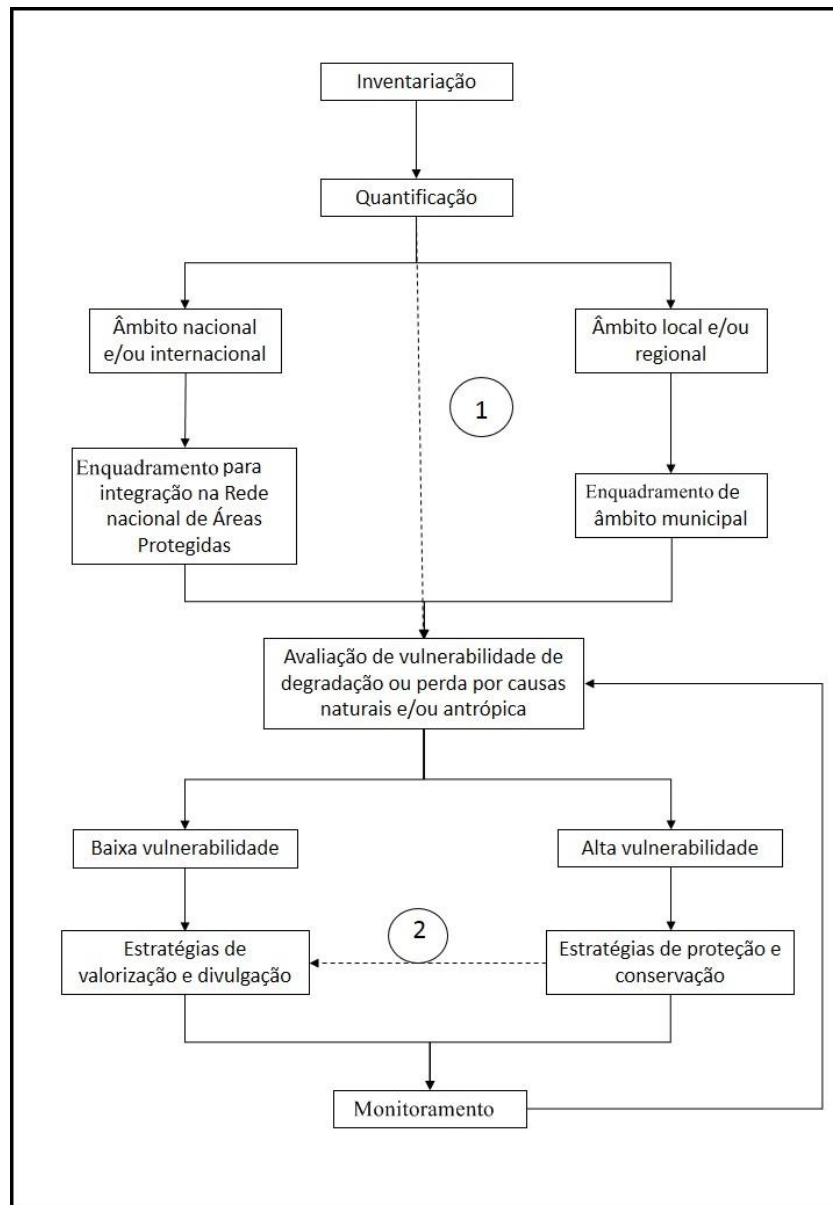
Borba (2011) menciona a educação para a geoconservação como uma importante prática de conservação, sendo que esta prática envolve não só as universidades e o ensino formal, mas deve envolver também outras alternativas de divulgação como televisão, artigos, páginas da internet, trilhas guiadas, folhetos interpretativos, entre outros.

Brilha (2005) oferece uma proposta concreta para a aplicação das estratégias de geoconservação em áreas restritas (Figura 7), sendo esta proposta baseada, segundo o autor, nos estudos de Elízaga Muñoz (1998), Cortés *et. al.* (2000) e Gonggrijp (2000). Segundo o autor, o primeiro passo é o inventário dos geossítios e, a seguir, a quantificação e atribuição de prioridade aos sítios, podendo ser definidos no âmbito nacional ou internacional, bem como no nível local ou regional. O número de geossítios propostos para a proteção, respeitado o enquadramento legal, depende de fatores observados e analisados caso a caso. Desta forma, uma pequena parte, aqueles com maior relevância, devem ser propostos para a proteção legal.

Feito esse enquadramento, a etapa seguinte é a análise da vulnerabilidade do geossítio. Os sítios que possuem baixa vulnerabilidade ou degradação por ações antrópicas podem ser alvos de uma programação de valorização e divulgação, podendo ser utilizados como pontos de geoturismo, por exemplo. Já os geossítios com alta taxa de vulnerabilidade devem ser sujeitos a projetos de proteção física (isolamento, por exemplo) e conservação. Por fim, Brilha (2005) menciona que é necessário realizar o monitoramento das áreas, para avaliação do impacto causado. No caso de se verificar uma antropização ou perda, devem ser tomadas as medidas

necessárias para o restabelecimento da importância original que determinou a proteção legal do geossítio.

Figura 7. Estratégias de geoconservação em áreas restritas.



Fonte: Brilha 2005, adaptado pela autora.

Segundo Borba (2011), os meios de proteção dependem do tipo de afloramento rochoso, ou seja, dependem da formação rochosa inventariada em um geossítio. Prosser *et al.* (2006 apud BORBA 2011) classifica a ocorrência de três tipos de geossítios: os geossítios de exposição ou afloramentos, isto é, lugares que apenas expõem unidades com boa continuidade em subsuperfície, onde somente é necessária a manutenção periódica para conservar a exposição adequada; os geossítios finitos, cuja ocorrência é restrita à área, e nos quais a retirada de

materiais deve ser altamente controlada e, em muitos casos, proibida; e, finalmente, os geossítios de integridade, geralmente de caráter geomorfológico, onde devem ser mantidos os processos atuantes, como um campo de dunas.

Uma forma de geoconservação difundida a partir do Congresso Internacional de Geologia, realizado em Pequim em 1996, é a criação de um programa de proteção do patrimônio geológico através dos geoparques⁵. Somente nos anos 2000, no entanto, com a união de quatro territórios europeus – situados na França, Alemanha, Espanha e Grécia – foi estabelecida a Rede Europeia de Geoparques, que visa contribuir na proteção e promoção do patrimônio geológico europeu, através do desenvolvimento sustentável dos seus territórios (BRILHA 2005).

Em 2001, a Rede Europeia de Geoparques assinou um acordo de colaboração oficial com a UNESCO. Tal fato favoreceu muito o sucesso do programa europeu. No ano de 2004, após a reunião realizada na sede da UNESCO em Paris, deu-se a criação da Rede Global de Geoparques, sob os auspícios da UNESCO (STÁVALE 2012). Recentemente, em 17 de novembro de 2015, a designação de territórios com o selo de “geoparque” foi definitivamente incluída entre os programas oficiais da UNESCO.

Para a UNESCO Global Geoparques um geoparque é:

“Geoparques são áreas geográficas única, onde sítios e paisagens de significado geológico internacional são gerenciados com um conceito holístico de proteção, educação e desenvolvimento sustentável.” (UNESCO 2016)

No ano de 2006, foi reconhecido pela UNESCO o primeiro geoparque brasileiro, o Geoparque Araripe, localizado no estado do Ceará. Formado por nove sítios de interesse definidos por sua relevância geológica e paleontológica, o geoparque contém uma área total de 3.520,52 km² (STÁVALE 2012).

A temática de geoconservação, segundo Stávale (2012), ainda é recente no Brasil. Apesar disso, nas últimas décadas houve um grande aumento das iniciativas ligadas à valorização e divulgação dos sítios geológicos e do patrimônio natural, com o intuito de fortalecer a geoconservação. São apresentadas no quadro 3 as principais iniciativas de geoconservação no Brasil.

⁵ A grafia *Geopark* é o nome original do programa da UNESCO.

Quadro 3. Iniciativas de Geoconservação no Brasil

Ação de geoconservação	Instituições	Objetivo
Comissão dos sítios Geológicos e paleobiológicos	Academia Brasileira de Ciências (ABC), Associação Brasileira para estudos do Quaternário (ABEQUA), Departamento Nacional de Proteção Mineral (DNPM) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), Petróleo Brasileiro SA (Petrobras), Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE), Sociedade Brasileira de Geologia (SBG) e Sociedade Brasileira de Paleontologia (SBP) - União de Geomorfologia do Brasil (UGB).	Identificar os sítios geológicos brasileiros para identificação no programa Geossítios, gerenciar um banco de dados nacional dos sítios de interesse geológico, e divulgar os resultados obtidos com este projeto, bem como fomentar ações de preservação e conservação.
Programa Geocoturismo do Brasil	Serviço Geológico do Brasil (CPRM)	Estimular novas modalidades de turismo ecológico-científico no território brasileiro.
Projeto Geoparques do Brasil	Serviço Geológico do Brasil (CPRM),	Identificar, levantamento descrição e divulgar áreas com potencial para geoparques no Brasil.
Projeto Caminhos Geológicos	Departamento de Recursos Minerais do Rio de Janeiro (DRM-RJ)	Promover a difusão do conhecimento geológico no estado do Rio de Janeiro com base na preservação de seus monumentos naturais.
Projeto Sítios Geológicos e Paleontológicos do Paraná	Míneropar	Inventariar e caracterizar sítios de referência do patrimônio geológico do Paraná
Projeto Caminhos Geológicos da Bahia	Serviço Geológico do Brasil (CPRM)	Disseminação dos estudos acerca da evolução geológica das belezas naturais da Bahia
Projeto Monumentos Geológicos do Rio Grande do Norte	Instituto de Desenvolvimento e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA), Petrobras, Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Centro Federal de Tecnologia do Rio Grande do Norte (CEFET-RN)	Reconhecer e preservar os monumentos naturais, divulgar o conhecimento geológico e fortalecer o potencial geoturístico da região

Projeto de sinalização interpretativa de sítios geológicos do quadrilátero ferrífero	Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Instituto Terra Brasilis	Elaborar e instalar placas interpretativas nos 11 sítios geológicos inventariados na região
--	---	---

Fonte: Elaborado pela autora

A extensão territorial do país confere ao Brasil um arcabouço geológico e geomorfológico diversificado, o que consequentemente resulta em uma alta geodiversidade, sendo possível, então, utilizar estas áreas para a geoconservação e o geoturismo. Quando adotadas corretamente as práticas de conservação, pode-se conservar a diversidade natural de significativos aspectos e processos geológicos, geomorfológicos, bem como do solo, minimizando, assim, os impactos adversos e mantendo a integridade destes elementos.

“Assim como uma árvore guarda a memória do seu crescimento e da sua vida no seu tronco, também a Terra conserva a memória do seu passado, registada em profundidade ou à superfície, nas rochas, nos fósseis e nas paisagens, registo esse que pode ser lido e traduzido.”

6º Princípio da Declaração de Digne – Declaração Internacional sobre os Direitos da Memória da Terra, 1991

4. PATRIMÔNIO NATURAL DA SERRA DO SEGREDO

O município de Caçapava do Sul está situado, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010), na Mesorregião do Sudeste Rio-Grandense e na microrregião da Serra do Sudeste, integrando a região da Campanha. Abrangendo uma área de 3.047,12 km², com população aproximada de 33 mil habitantes, sua sede urbana encontra-se a uma altitude de 444 m acima do nível do mar. O município se encontra a 250 km da capital gaúcha, Porto Alegre, com acesso pelas rodovias federais BR-290 e BR-392.

Do ponto de vista geológico, Caçapava do Sul se encontra na porção centro-norte do Escudo Sul-rio-grandense, o qual se insere na parte sul da Província Mantiqueira (ALMEIDA *et. al.*, 1977). No Estado do Rio Grande do Sul, esta província limita-se a leste com a Província Costeira e a norte e oeste com a Província Paraná. Vieira (1984), ao descrever a configuração geológica do Escudo Sul-rio-grandense, salienta que é possível distinguir-se nessa região vários tipos de rochas como ígneas (granitos, pegmatitos, gabros, riolitos e ultrabásicas), metamórficas (gnaisses ou mármore e xistos) e sedimentares (arenitos, folhelhos, conglomerados) de idade, origem e evolução diversas. Segundo Borba (2006), estas formações estão ligadas aos períodos Paleoproterozoico e Neoproterozoico, na história de evolução da Terra. Por toda esta variedade e características geológicas, e sobretudo pelo valor didático de suas exposições rochosas, o município de Caçapava do Sul foi declarado, no ano de 2015, pela lei estadual 14.708/2015, a ‘capital gaúcha da geodiversidade’.

Do ponto de vista geomorfológico, o Escudo Cristalino Sul-rio-grandense apresenta-se como uma área de forte rebaixamento e predominância de intemperismo físico e químico (VIEIRA, 1984). As estruturas mais resistentes à alteração constituem os principais desníveis, dando ao relevo características de serras, o que acabou consagrando a designação “Serras do Sudeste”, com altitudes que variam entre 250 m a 450 m. O relevo apresenta uma grande heterogeneidade geomorfológica com o predomínio de vertentes com declividades acentuadas. Conforme o Ministério do Meio Ambiente (2000), em Caçapava do Sul há grande extensão de afloramentos rochosos e presença de elevado número de espécies endêmicas junto a estes afloramentos.

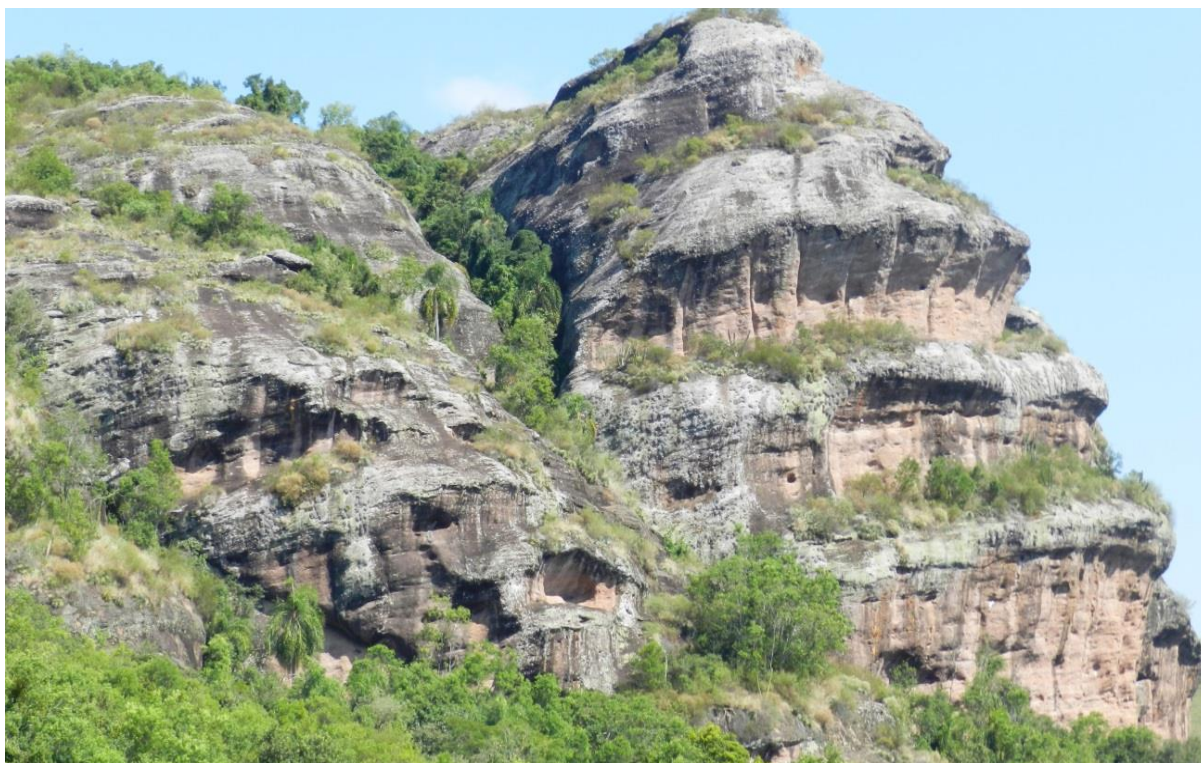
A área de estudo deste trabalho está localizada a oeste da sede municipal de Caçapava do Sul, tendo o seu acesso realizado através da Vila do Segredo, pela rodovia estadual RS-357 (Caçapava do Sul – Lavras do Sul) e por estradas vicinais não pavimentadas, com um percurso de cerca de 8 km da sede do município até a área de estudo. Do ponto de vista geológico-geomorfológico, a área está inserida na chamada Serra do Segredo ou Serra dos Lanceiros, pertencente à Formação Santa Bárbara (BORBA, 2006; BORBA *et al.*, 2013). Tal conjunto é formado por rochas sedimentares continentais, de coloração avermelhada (Paim *et al.*, 2000; Borba, 2006), pertencentes à “Bacia do Camaquã”, definida como um *locus* deposicional caracterizado pela superposição de diferentes bacias individualizáveis em termos tectônicos, geocronológicos e termodinâmicos (PAIM *et al.*, 2000; BORBA, 2006).

Segundo Borba *et al.* (2013) as rochas que constituem o substrato da Serra do Segredo pertencem à seção mais jovem da Formação Santa Bárbara, possuindo cerca de 300 metros de espessura. Esta formação, de origem continental, é composta por arenitos, conglomerados e siltitos avermelhados, onde ocorrem arenitos conglomeráticos com estratificação cruzada acanalada e conglomerados com estratificação plano-paralela de canais fluviais de rio entrelaçados, passando a conglomerados maciços de fácies de leques aluviais, frente deltaica aluvial/lacustre e sistemas fluviais arenosos e cascalhosos (ALMEIDA 2001, BORBA, MIZUSAKI, 2003).

A seção estratigráfica da Serra do Segredo tem aproximadamente 500 milhões de anos, tendo sido depositada no início do Paleozoico, consistindo a formação de conglomerados mais jovens da Formação Santa Bárbara. Segundo Borba (2011) essa sucessão registra atividade de canais fluviais entrelaçados, os quais carregavam cascalhos provenientes de áreas graníticas, metamórficas e vulcânicas. Ou seja, as rochas ali presentes foram formadas pela litificação de sedimentos cascalhosos trazidos por rios de montanha, com alta energia. Borba (2011) ainda menciona que essas rochas, componentes do substrato da Serra do Segredo, encontram-se expostas em um conjunto de cerros ruiformes desenhados por fraturas e falhas, bem como pela ação eólica e hídrica, durante o Quaternário, período em que se alternavam climas mais secos e mais úmidos que o atual (Figura 8).

A Serra do Segredo compõe-se de doze formas de relevo (geoformas) individualizáveis, conhecidas no linguajar regional por “pedras”. Do norte para o sul, essas geoformas são identificadas como: Pedra do Índio, Pedra do Corvo, Pedra da Abelha, Pedra do Segredo, Pedra da Lua, Pedra do Leão, Paredão Teixeira, Pedra do Sorvete, Pedra Redonda, Pedra do ET, Pedra da Baleia e Paredão Anderson (Figura 9 e Figura 10).

Figura 8: Vista lateral da Pedra do Segredo, face norte, à tarde.



Fonte: Silva, E. L.; Saída de Campo no dia 23 de Março de 2015.

Figura 9: Identificação das Geofornas pertencentes a Serra do Segredo



Fonte: Imagem do GoogleEarthPro®, adaptada pela Autora.

Figura 10: Vista aérea da Serra do Segredo, sentido Norte-Sul.



Fonte: Souza, L.P.M. (2014)

A Pedra do Segredo apresenta, em sua face sul, três cavidades (grutas ou cavernas) conhecidas, regionalmente, como “tocas”. A primeira caverna, situada na base da Pedra do Segredo é denominada Toca Escura ou Toca da Escuridão. Esta caverna possui mais de 100 m de galerias (AULER; STÁVALLE, 2005) que dão acesso à face voltada para o norte da geoforma. A cerca de 50 m de altura da base, no meio da geoforma, encontra-se a Gruta Salão das Estalactites com 22 m, com feições de alteração alveolar e de precipitação de carbonatos (Figura 11). A última caverna teve sua passagem aberta artificialmente, com o objetivo de facilitar a entrada na caverna que é denominada Gruta da Pedra do Segredo e possui 17 m. As três grutas da Pedra do Segredo estão incluídas na classificação de cavernas mapeadas pela Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE), compondo o Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil (CNC).

Relacionada a essa configuração natural da Serra do Segredo, existe ainda uma lenda local acerca dos jesuítas e guaranis perseguidos pelos exércitos de Espanha e Portugal no ano de 1753. Acredita-se que os jesuítas tenham escondido na Pedra do Segredo suas peças mais preciosas antes da batalha final e ainda, que o guerreiro e líder missioneiro Sepé Tiaraju teria feito o último acampamento com suas tropas (Sepé Tiaraju foi declarado "herói guarani missioneiro rio-grandense" pela Lei estadual nº 12.366/05) e ali estaria enterrado. Segundo a

lenda, Sepé Tiaraju pernitoiu nas imediações da Serra do Segredo com o seu grupo de guerreiros antes de se deslocar para a região de São Gabriel, para a batalha de Caiboaté contra o exército espanhol no dia 3 de fevereiro de 1753, onde foi morto em batalha.

Figura 11. Gruta Salão das Estalactites.



Fonte: Silva, L. E., Trabalho de campo dia 20 de outubro de 2014

A Serra do Segredo constitui uma paisagem exuberante de grande valor paisagístico e de grande geodiversidade. Apresenta-se como uma fantástica sala de aula ao ar livre para estudantes e/ou para turistas (Figura 12), seja por suas formações rochosas exuberantes, seja pela sua diversidade ecológica. A Serra do Segredo também é um destino consagrado para turistas de aventura que seguidamente realizam escaladas em meio às rochas do geossítio (Figura 13).

Figura 12. Atividade educacional na Pedra do Segredo realizada durante o geo.dia ou “dia da geodiversidade”, jornada de celebração pelo reconhecimento oficial do Município de Caçapava do Sul como a “capital gaúcha da geodiversidade”.



Fonte: Folmann, F.; Geo.dia (2015)

Figura 13. Escalada na Pedra do Segredo, em fotografia obtida durante o geo.dia ou “dia da geodiversidade”, jornada de celebração pelo reconhecimento oficial do Município de Caçapava do Sul como a “capital gaúcha da geodiversidade”.



Fonte: Folmann, F.; Geo.dia (2015)

A região sul-rio-grandense (onde está inserida a Serra do Segredo) pertence ao Bioma Pampa, que ocupa grande parte do território do Rio Grande do Sul (regiões fisiográficas Campanha, Serra do Sudeste, Depressão Central, Missões, Litoral Central e Sul e Baixo Vale do Uruguai) e que se estende ao Uruguai e à Argentina (Figura 14). Configura-se predominantemente por formações vegetais campestres com florestas ripárias e formações pioneiras associadas. O Pampa ocupa uma área total de aproximadamente 700.000 km², sendo que em território brasileiro, distribui-se pela Metade Sul do RS, abrangendo 176.000 km², equivalendo a 64% do território gaúcho e a 2,07% do território do Brasil. Destaca-se que, entre todos os biomas do Brasil, o Bioma Pampa é o único cuja ocorrência é restrita a somente um estado (CHOMENKO, 2007).

Figura 14. Área de abrangência do Bioma Pampa.



Fonte: PICOLLI, L. R.; SCHNAELBACH, C. V. (2007)

O bioma pampa é caracterizado por formações ecológicas que se inter cruzam com intenso tráfego de matéria, energia e vida entre os campos, matas ciliares (de galeria), capões de mato e matas de encostas (SUERTEGARAY; SILVA, 2009). segundo o IBGE (2004b), o bioma Pampa é configurado pelas seguintes formações vegetais, que por sua vez constituem as

regiões fitoecológicas propostas por Veloso e Góes-Filho (1982): (a) estepe (formação predominante); (b) savana estépica (ocorrência restrita ao extremo sudoeste do Rio Grande do Sul, no Parque Estadual do Espinilho); (c) floresta estacional decidual e semidecidual no centro-oeste e leste do estado, respectivamente; (d) as formações pioneiras compostas por banhados e vegetação de restinga, nos domínios da planície costeira; e (e) o contato estepe/floresta estacional em pequenas porções nas regiões central e noroeste do estado (PILLAR *et al.* 2009).

A área da Serra do Segredo apresenta uma vegetação típica do domínio chaqueño-pampeano, com predomínio de formações campestres, florestas restritas às margens dos cursos d'água, fundos de vale e encostas mais úmidas. Há ainda ocorrência relevante de endemismos, adaptações fisiológicas e morfológicas das plantas, ocorrência de vegetação rupestre e formação de mosaicos complexos entre campos e florestas. Segundo Marchiori (2010), os domínios chaquenhos são “as últimas ondas do pampa argentino na campanha rio-grandense”.

Na Serra do Segredo são encontradas florestas de encosta com exposição sul e de fundo de vale, de características higrófilas e maior desenvolvimento estrutural. São compostas por espécies de origem chaquenha e tropical em conjunto, as quais sofrem influência das formações florestais do bioma Mata Atlântica. No local da área de estudo é possível encontrar um mosaico complexo de formações campestres e florestais, ora dominando campos limpos com florestas de galeria, ora campos sujos com floresta mesófila (Marchiori, 2010).

Junto aos morros proeminentes onde se situam a Pedra do Segredo, do Leão, da Abelha, do Índio, do Sorvete e do ET, a vegetação florestal existente pode ser dividida em dois grupos principais: as florestas de encosta (Figura 15), nas encostas e fundos de vale dos morros e coxilhas, e as florestas de galeria (higrófilas) ao longo das margens de cursos d'água que cruzam áreas de campo (Figura 16).

Figura 15. Floresta de encosta junto à formação rochosa da Pedra do Sorvete (vista lateral) .



Fonte: Silva, E.L.; atividade de campo, 2015.

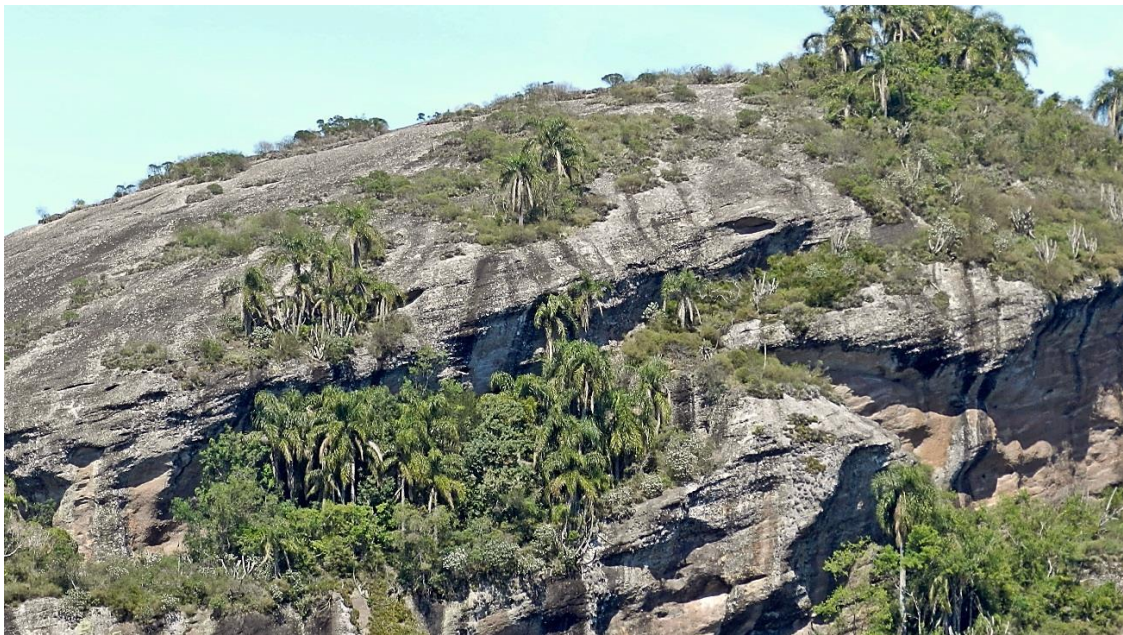
Figura 16. Floresta higrófila próxima às formações rochosas da Pedra Redonda e Pedra do ET.



Fonte: Silva, E. L.; atividade de campo, 2015.

No alto das encostas e topos de morros observam-se florestas subxerófilas, ocupando solos litólicos junto aos afloramentos rochosos. Nestes afloramentos rochosos, associados a encostas íngremes, platôs e topos de morros, forma-se uma vegetação rupestre de características muito peculiares, com porte herbáceo-arbustivo e composta por espécies raras e endêmicas (Figura 17).

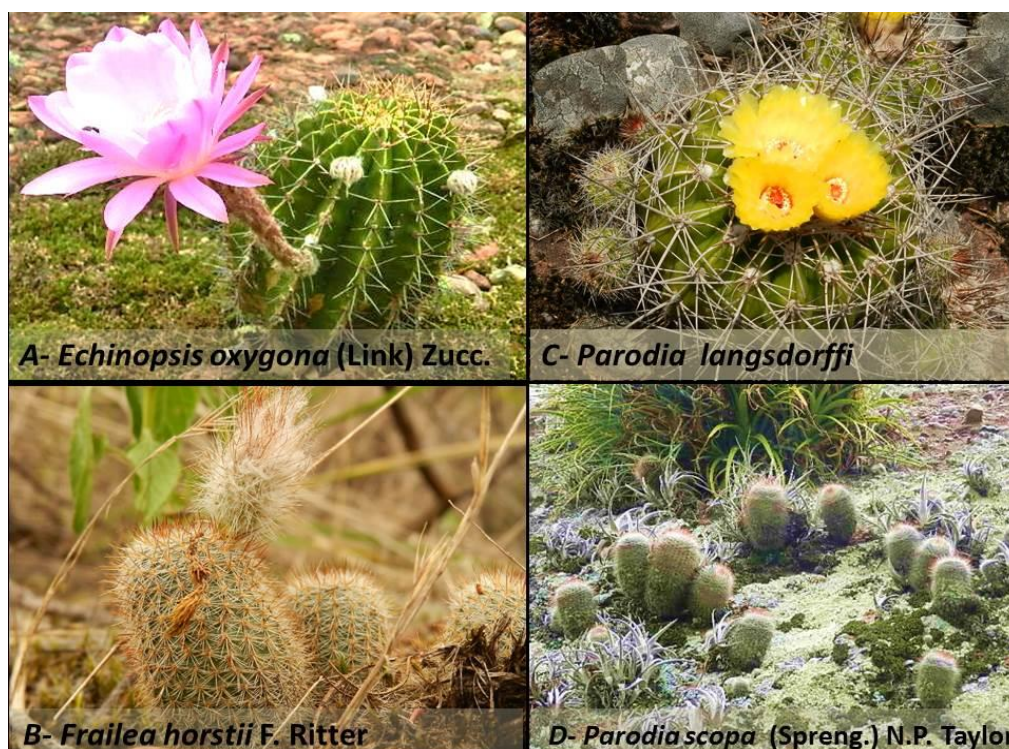
Figura 17. Vegetação de encosta na Pedra Redonda.



Fonte: Silva, E.L.; atividade de campo no dia 23 de março de 2015.

As principais espécies formadoras da fitofisionomia chaquenha na flora nativa presente na área pertencem às famílias Bromeliaceae e Cactaceae e estão representadas pelos gravatás dos gêneros *Dyckia* e *Aechmea*, pelas cactáceas globosas *Parodia*, *Frailea* e *Echinopsis* (Figura 18), e ainda pelos cactos arborescentes *Cereus* e *Opuntia*. Há também uma grande diversidade de musgos (Bryophyta), que formam tapetes verdes sobre a superfície das rochas. Entre as espécies endêmicas, destacam-se a *Pavonia secreta* (Malvaceae) a *Petunia secreta* (Solanaceae) e a *Parodia rudibuenekeri* (Cactaceae) (Figura 19) (Boldrini 2009; Cordeiro & Hasenack 2009).

Figura 18. Exemplos de espécies associada às formações rochosas encontradas na Serra do Segredo: A) *Echinopsis oxygona* (Link) Zucc.; B) *Frailea horstii* F. Ritter; C) *Parodia langsdorffi*.; D) escarpa rochosa com a presença de *Parodia scopa*.



Fonte: Silva, E. L. Trabalho de campo (2015).

Figura 19. Espécies endêmicas presentes na Serra do Segredo: A) *Pavonia secreta* Grings & Krapovickas; B) *Parodia rudibuenekeri* (Abraham) Hofacker & Braun; C) *Petunia secreta* Stehmann & Semir.



Fonte: Silva, E. L.; Trabalho de campo (2015).

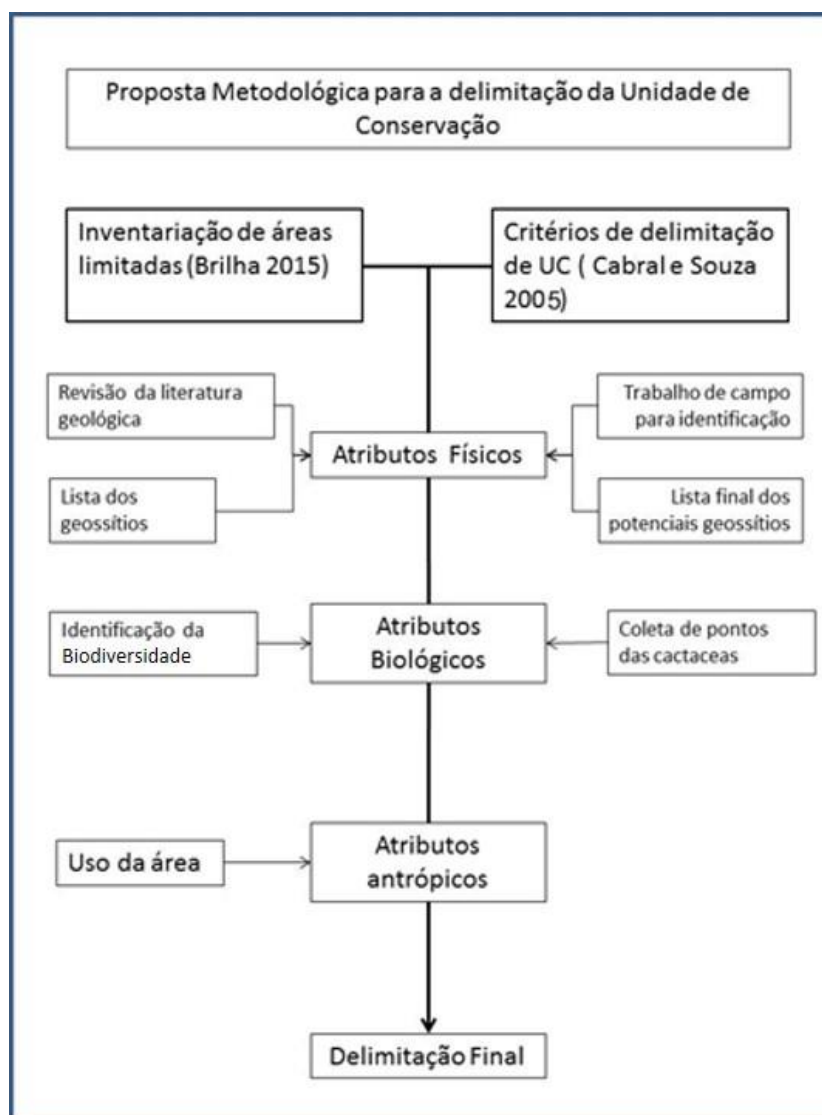
A combinação desses elementos naturais (diversidade geológica-geomorfológica e biológica) compõe um importante patrimônio natural do Rio Grande do Sul. A Serra do Segredo possui uma beleza cênica singular, com forte potencial turístico e condições de subsidiar práticas de interpretação ambiental. Além disso, o local é procurado regional e nacionalmente por universidades (UFSM, UFRGS, Unipampa, UFPEL) para investigações e aulas de campo.

A relação entre a biodiversidade e a geodiversidade na Serra do Segredo proporciona a existência de um ambiente extremamente peculiar. O desconhecimento sobre o meio biótico e abiótico da área ainda é relevante, em que pese ser uma das áreas mais ricas em geobiodiversidade do Estado (SEPLAG, 2008). Contudo, embora a área seja herdeira de toda esta singularidade, ainda não conta com nenhum tipo de proteção legal. A área é constantemente ameaçada pela coleta clandestina e contrabando (inclusive internacional) de suas cactáceas e pela invasão das monoculturas de eucalipto, assim como por seu interesse mineral, conforme demonstrado já no Mapa 1 (página 46).

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E OPERACIONAIS

Até o presente momento, não se encontram revisões teóricas que tenham tido como objetivo específico a delimitação de unidades de conservação sustentada na ocorrência de formações rochosas. As unidades de conservação, em sua maioria, são criadas e delimitadas pelos fatores bióticos da paisagem e, em muitos casos, os elementos abióticos são desconsiderados ou pouco valorizados em sua criação. Tendo em vista essa desvalorização e a falta de referencial teórico nesta questão, esta dissertação propõe uma metodologia cuja base teórica constitui-se da integração entre os procedimentos metodológicos sugeridos por Brilha (2015) e aquela aplicada por Cabral e Souza (2005), conforme Figura 20.

Figura 20. Proposta metodológica para delimitação de Unidade de Conservação com objetivo de geoconservação.



Fonte: elaborado pela autora.

Segundo Cabral e Souza (2005), o levantamento de dados compreende na coleta de informações sobre a situação existente na área, permitindo o conhecimento de informações como a topografia, a geologia, a hidrografia, seus ecossistemas e os valores históricos, arqueológicos e culturais da área. Já Brilha (2015) menciona que, em relação ao levantamento de dados, cada área potencial para geoconservação, deve ser avaliada qualitativamente utilizando os seguintes critérios:

- 1) Representatividade: adequação dos geossítios para ilustrar um processo geológico ou compreensão do mesmo;
- 2) Integridade: estado atual da conservação do geossítio, tendo em conta os processos naturais e ações antrópicas;
- 3) Raridade: número de geossítios na área de estudo que apresentam características geológicas semelhantes;
- 4) Conhecimento científico: com base na existência de dados científicos já publicados sobre o geossítio.

Segundo a metodologia proposta, esta pesquisa foi dividida em duas partes: (1) obtenção de informações bibliográficas sobre os atributos físicos (geologia, altimetria, hipsometria e hidrografia) e (2) identificação dos atributos biológicos a campo. Logo após a obtenção das informações bibliográficas e geração de mapas de altimetria e hipsometria, foram realizadas as atividades de campo, que tiveram como objetivo a obtenção dos dados de: vegetação (identificação e localização das espécies endêmicas), geoformas de interesse e validação dos dados obtidos na revisão de literatura e mapas. A partir disto foi possível o subsídio para formulação da proposta de unidade de conservação.

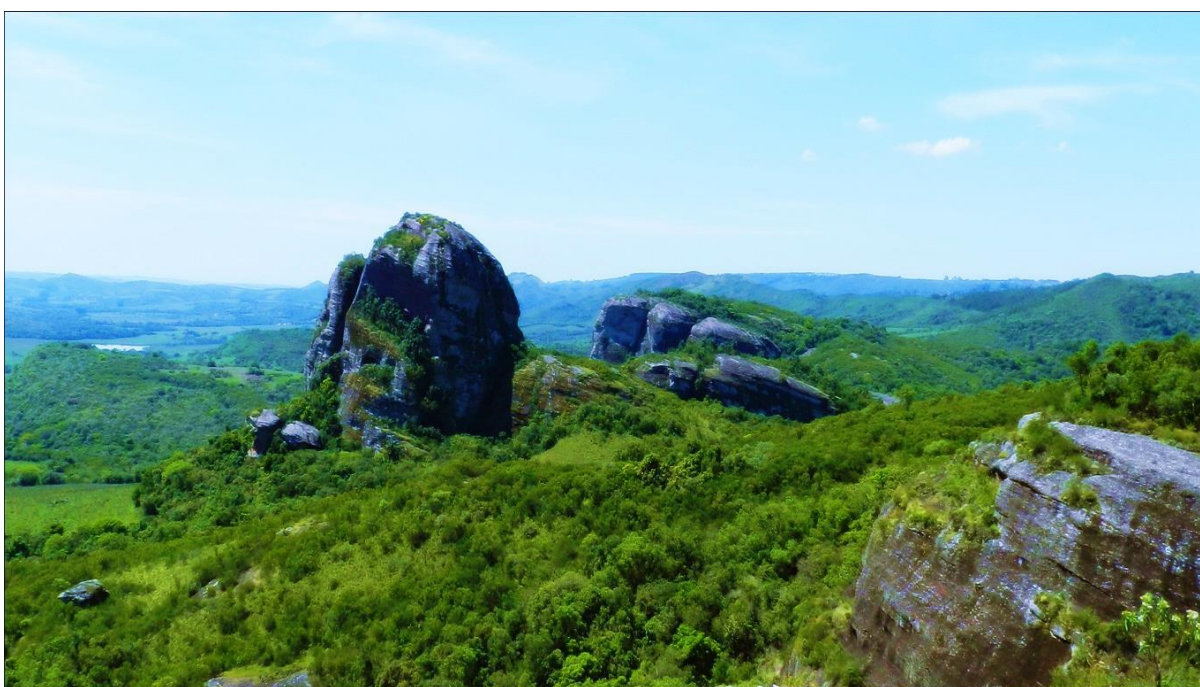
5.1 SELEÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Caçapava do Sul possui uma singular geodiversidade. Sua geologia é tema de estudos científicos nacionais e internacionais desde os estudos pioneiros, como Carvalho (1932) e Leinz *et al.* (1941), até os dias atuais (BORBA, 2006; BORBA *et al.*, 2013). Em um inventário que avaliou o patrimônio geológico de todo o território do município de Caçapava do Sul, Borba *et al.* (2013) consideram como potenciais geossítios todos os afloramentos rochosos naturais, principais geoformas, cortes de estrada em rodovias asfaltadas, pedreiras e minas ativas ou abandonadas, além de pontos estratégicos em rodovias para funcionarem como mirantes (observatórios naturais das formações rochosas) (Borba *et al.* 2013). Os autores classificaram os geossítios selecionados com base em metodologia adaptada

de Fassoulas *et al.* (2012), na qual esses geossítios foram avaliados com notas de 1 a 10 sobre os atributos seguintes: critérios científicos, ecológicos, culturais, estéticos, econômicos e uso potencial. Em seus resultados, a região da Serra do Segredo (os geossítios Pedra do Segredo e Pedra do Leão daquele trabalho) destacou-se em todos os critérios avaliados, podendo ser considerada como uma área de prioridade para a geoconservação.

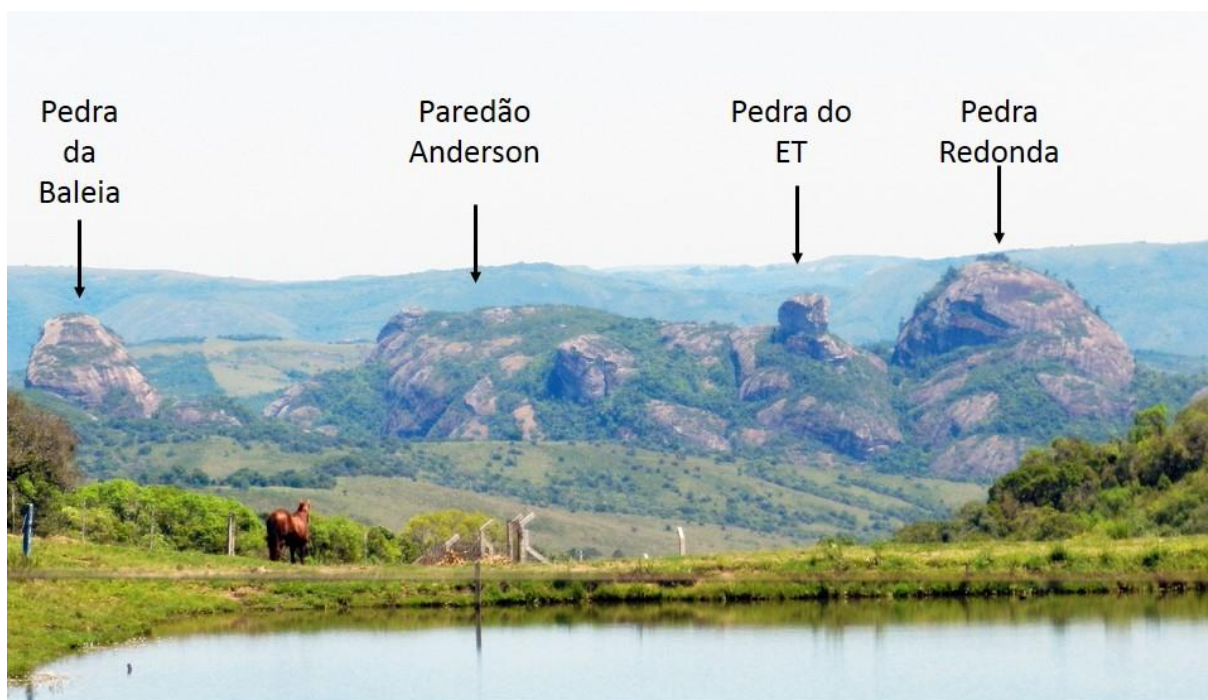
A região obteve altos valores geocientífico, ecológico e estético por diversos motivos: (1) por sua substancial visibilidade e destaque na paisagem permitindo a visualização de outras geoformas (Figura 21); (2) por possuir mirantes naturais, isto é, pontos naturais em estradas, propriedades e outros que possibilitam a visualização das geoformas da Serra do Segredo (Figura 22); (3) por conter habitat de espécies raras e endêmicas, e (4) estar sofrendo grandes impactos socioambientais danosos ao meio ambiente, como já demonstrados em capítulos anteriores. Foram a partir destas características que se determinou a região da Serra do Segredo como área de estudo desta dissertação.

Figura 21. Visibilidade das geoformas Pedra da Abelha e Pedra do Índio, vistas do topo da Pedra do Segredo.



Fonte: Silva, E. L., 2014, saída de campo.

Figura 22. Geofomas Pedra Redonda, Pedra do ET, Paredão Anderson e Pedra da Baleia, visualizadas de um potencial mirante situado na rodovia RS - 357 (Caçapava do Sul – Lavras do Sul) denominado de Mirador da Serra do Segredo.

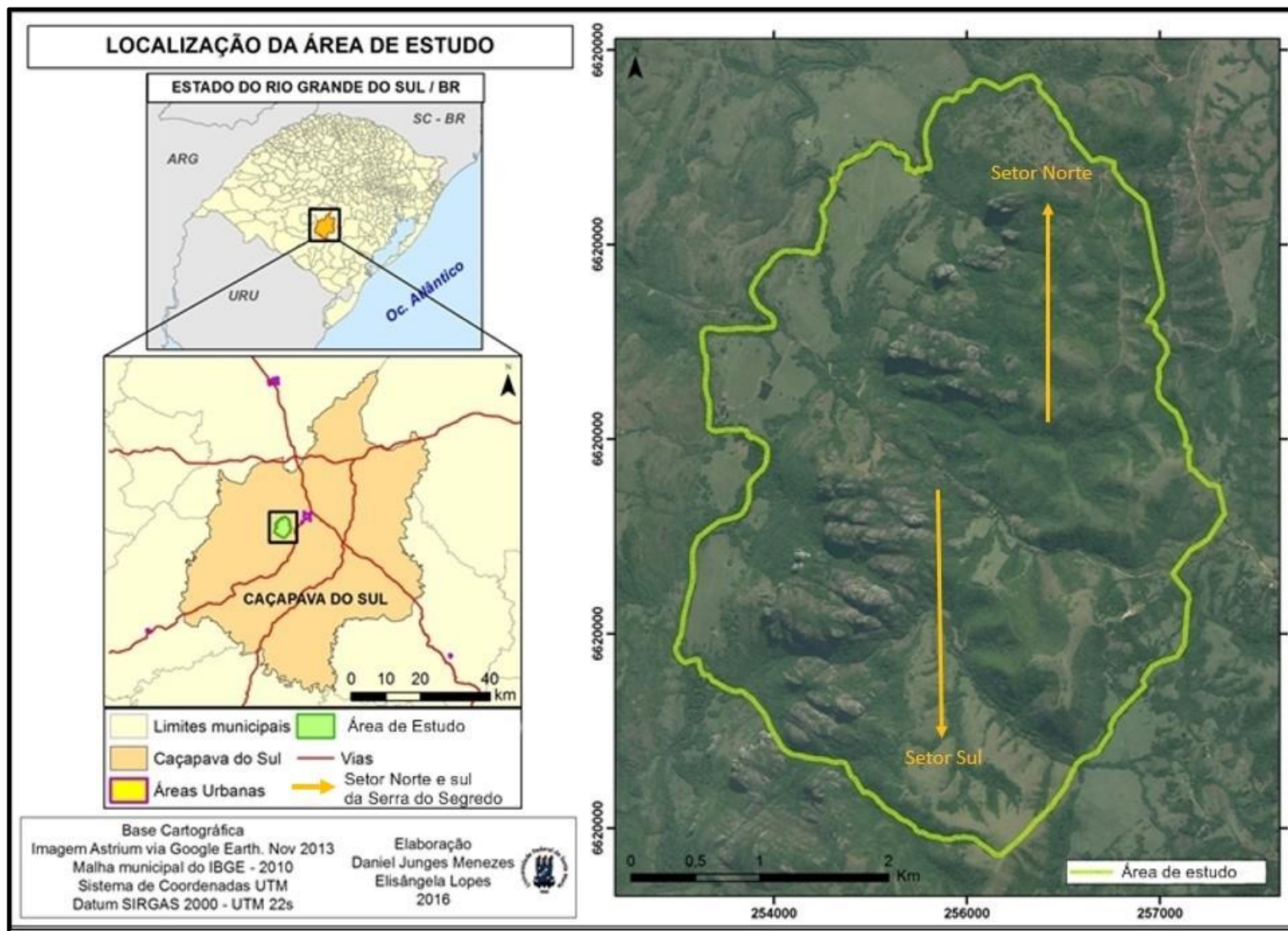


Fonte: SILVA. E. L., Saída de campo (2014).

5.2 DETERMINAÇÃO DOS LIMITES GEOGRÁFICOS DA ÁREA DE ESTUDO.

A determinação dos limites geográficos da área de estudo teve como fundamentação Morsello (2001) e Cabral e Souza (2005). Esses autores relatam que a delimitação de áreas protegidas (unidades de conservação) deve incluir todas as nascentes da bacia hidrográfica, pois são elementos de fundamental importância para a proteção dos recursos ambientais, uma vez que as alterações exercidas nos ambientes naturais, como o desmatamento e as modificações topográficas, afetam diretamente os recursos hídricos. Portanto, os caminhos que percorrem as águas superficiais, subterrâneas e as planícies de inundações, bem como a suas áreas de preservação permanente, podem ser critérios para a delimitação de unidades de conservação.

Dessa forma, a área de estudo deste trabalho foi delimitada com base em dois critérios: (1) na rede de drenagem e (2) no traçado das estradas vicinais, que em geral se localizam nos divisores de águas e podem servir de limites naturais (Mapa 2).



Mapa 2. Determinação da área de estudo em ambiente SIG.
 Fonte: Elaboração: Menezes, D. J.; Silva, E. L. (2016)

5.3 IDENTIFICAÇÃO DA ALTIMETRIA DA ÁREA DE ESTUDO

Segundo Jelinek (s/d), altimetria ou nivelamento tem por finalidade determinar a distância vertical ou diferença de nível entre diversos pontos. O mapa hipsométrico (Mapa 3), representa a altimetria da área, e foi elaborado utilizando-se o aplicativo SIG, ArcGis 10.1. Realizou-se o fatiamento do terreno através de uma grade com cotas altimétricas dividida em 7 classes. Esta divisão foi realizada automaticamente pelo software utilizado. Os dados utilizados para a geração desta imagem têm como base a malha fornecida pela Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (antiga SEMA 2005) e pela Aster/ DEM-Nasa,

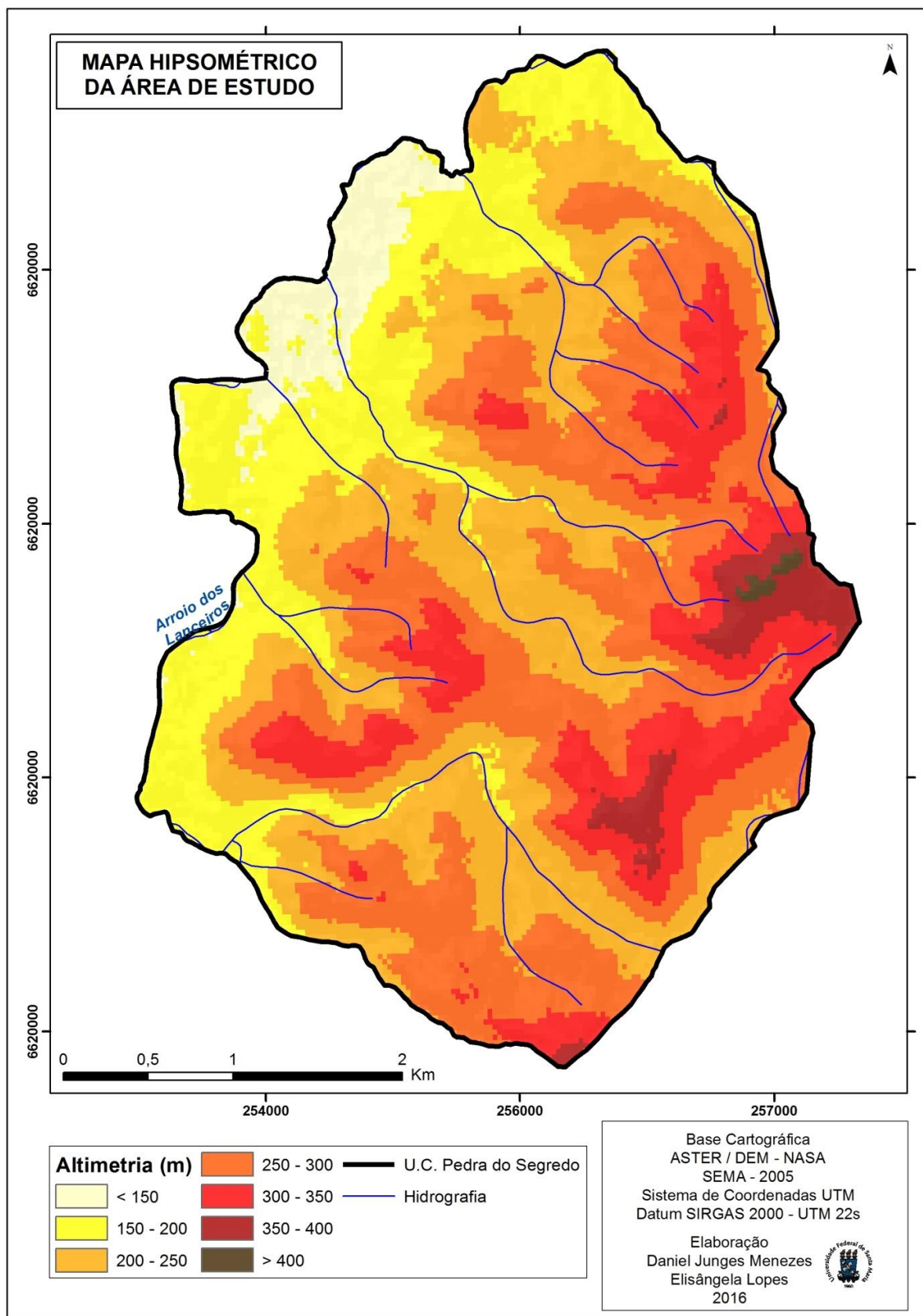
A confecção e análise do mapa hipsométrico da área de estudo (Mapa 3) se constitui em importante fonte de informação visto que as seguintes conclusões podem ser tomadas: as espécies endêmicas sobre as geoformas da Serra do Segredo se encontram, predominantemente, dentro da cota altimétrica de 300m a 350m, evidenciando a relação intrínseca que a geomorfologia tem com a estruturação dos habitats, tanto das espécies vegetais quanto animais. Além disso, as áreas de maiores cotas altimétricas, acima de 400 (Figura 22, pg. 71) e as áreas de menores cotas, entre 150 m e 200 m (Figura 23), são passíveis de serem utilizadas como mirante para as formações rochosas.

Figura 23. Vista da Serra do Segredo das partes de menores cotas altimétricas.



Fonte: Saída de Campo, E. L. S (2015)

Mapa 3. Mapa Hipsométrico da área de estudo.



Fonte: Elaboração: Menezes, D. J.; Silva, E. L. (2016)

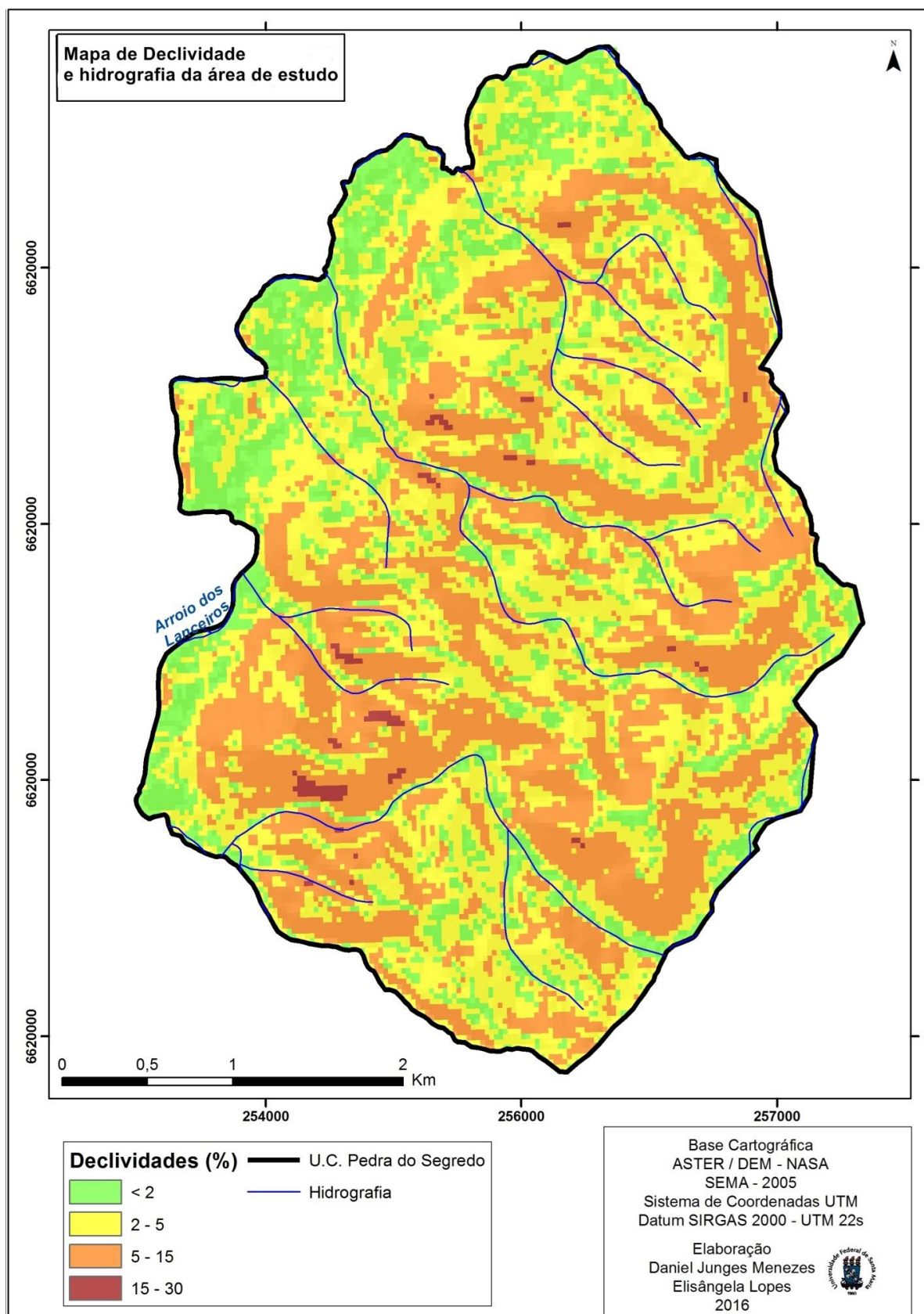
5.4 IDENTIFICAÇÃO DA DECLIVIDADE

O mapa de declividade (Mapa 4) foi gerado a partir de programa ArcGis 10.1, Os dados utilizados para a geração desta imagem têm como base a malha fornecida pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA 2005) e pela Aster/ DEM-Nasa. O mapa foi dividido em 4 classes, sendo elas, inferior a 2%; de 2% a 5%; entre 5% e 15%; e inclinações superiores a 15%, com base nos limites estabelecidos pelo IPT (1991) apud MOREIRA E PIRES NETO, (1998).

Como é possível analisar no mapa há alguns pontos na área de estudo onde a declividade está entre 15 a 30%. Segundo o novo Código Florestal, estes poucos pontos com declividade superior a 25% e altimetria maior que 100 m, entram na categoria de Morros, tornando-se assim áreas de preservação permanente (APP) (Lei 12.651/2012). Nesse sentido, a partir do mapa de declividade, é possível inferir que as espécies levantadas por este trabalho estão majoritariamente na cota 5 – 15% de declividade e em menor número na cota 15 – 30%, evidenciando novamente a importância de se levar em consideração as características geológicas-geomorfológicas em qualquer estratégia de conservação da natureza nesta área.

Outra indicação importante deste mapa é a existência de uma rede hidrográfica formada pelos afluentes do Arroio dos Lanceiros. Esta rede apresenta treze nascentes (conforme apresentado no mapa 4). Segundo a Lei Federal 12.651/2012, é considerada área de preservação permanente o raio de 50 metros no entorno de nascentes e dos olhos d'águas perenes, qualquer que seja a situação topográfica (BRASIL, LEI 12.651/2012).

Mapa 4. Mapa de declividade e hidrografia da área de estudo.



Fonte: Elaboração: Menezes, D. J.; Silva, E. L. (2016)

5.5 ATIVIDADES DE CAMPO

Como parte operacional deste trabalho, foram realizadas cinco saídas de campo para a área de estudo, com o intuito de identificar e mapear as espécies endêmicas da Serra do Segredo. Para a coleta dos dados foi utilizado o equipamento GPS Garmin® Etrex 30, imagens obtidas a partir do software GoogleEarthPro®, bem como o acompanhamento por uma equipe de campo composta por profissionais de diferentes áreas.

Estas saídas de campo tiveram como objetivo principal, identificar e mapear as cactáceas *Parodia langsdorffii*, *Parodia scopa*, *Echinopsis oxygona*, *Frailea horstii*, *Parodia crassigiba* presentes na área, bem como *Pavonia secreta* (Malvaceae), *Petunia secreta* (Solanaceae) e *Parodia rudibuenekeri* (Cactaceae), espécies endêmicas da região, presentes nas geoformas da Serra do Segredo.

Com base na estrada vicinal que cruza a Serra do Segredo, a área foi dividida em duas partes: área ao norte da estrada e área ao sul da estrada vicinal. Na porção norte, encontram-se as formações rochosas da Pedra do Segredo, Pedra da Abelha, Pedra do Corvo e Pedra do Índio; na porção sul as formações da Pedra do Leão, Paredão Teixeira, Pedra do Sorvete, Pedra Redonda, Pedra do ET, Paredão Anderson.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 AS FORMAÇÕES ROCHOSAS COMO SUSTENTADORAS DE HABITAT

Conforme descrito acima, a área da Serra do Segredo é o resultado de uma longa e complexa evolução geológica e geomorfológica, desde a gênese das rochas, sua deformação rúptil e sua alteração intempérica, chegando às formas de relevo (geoformas) que atualmente dominam a paisagem local. Nessas geoformas, as faces norte e oeste, por receberem significativa incidência de luz solar, são áreas ocupadas por uma grande quantidade de líquens, cactáceas e bromeliáceas. A presença de uma vegetação de porte herbáceo arbustivo (Figura 24) fica condicionada a suas fraturas e *tafoni* (janelas de desgaste químico e/ou abrasão eólica), locais onde a umidade se concentra, favorecendo a presença dessas formações vegetais. Já as faces voltadas para sul e para leste, assim como os vales encaixados, recebem menor luminosidade e insolação, especialmente no inverno, e por isso apresentam os maiores níveis de sombreamento e umidade, favorecendo assim o intemperismo e a formação de solos mais profundos e férteis. Essa condição permite o desenvolvimento de florestas de encosta do tipo higrófilas (Projeto RS Biodiversidade, 2014).

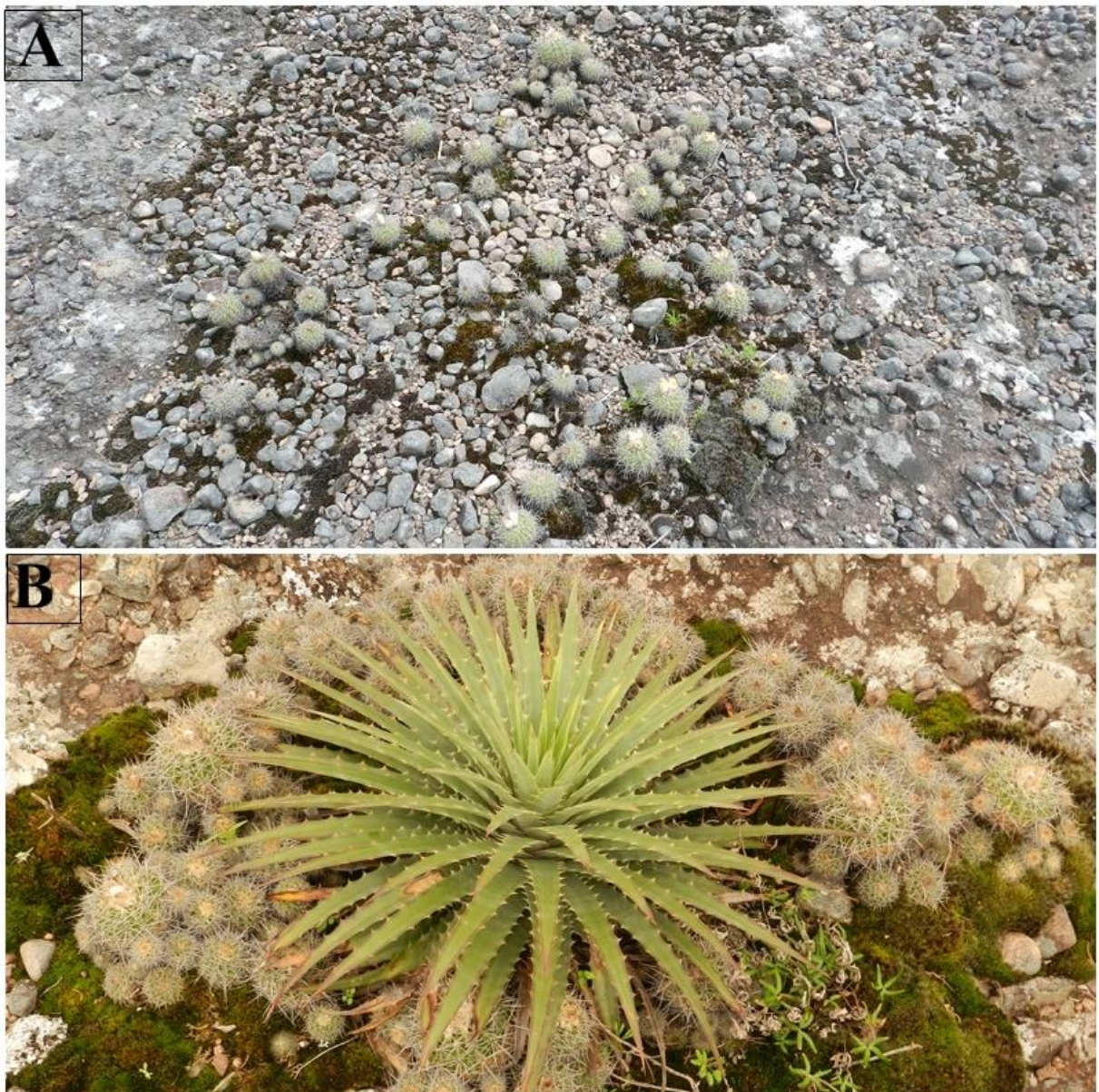
Figura 24. Face Norte da Pedra da Abelha, exemplo de áreas de grande insolação coberta por líquens, cactáceas e bromélias, além da presença de vegetação de porte herbáceo arbustivo condicionada à presença de fraturas e *tafoni*.



Fonte: Saída de campo, E. L. S (2015).

Nos topos e platôs das formações rochosas, há uma presença significativa da cactácea *Parodia langsdorffii*, cactos muito facilmente confundidos com os seixos presentes nestas áreas, por terem cor e tamanho semelhantes. Nessas áreas ainda há presença de porções de vegetação, tipo “ilhas”, onde são encontradas uma grande quantidade de líquens, musgos (formando um tapete verde), cactáceas e bromeliáceas, e com presença de vegetação de porte herbáceo arbustivo em alguns casos (Figura 25).

Figura 25. A- topo da formação rochosa Paredão Teixeira, com a presença da cactácea *Parodia langsdorffii* B- “ilhas” de vegetação com a presença de musgos (tapete verde), bromélias e da cactácea *Parodia langsdorffii*.



Fonte: Saída de campo, E. L. S (2015).

Por ter essa substancial geodiversidade intrínseca, o geossítio favorece, de diferentes maneiras, a estruturação e a manutenção de habitat, bem como oferece os refúgios necessários para uma série de espécies nativas da flora e da fauna. A ocorrência de *tafoni* jovens, por exemplo, favorece a presença de colmeias de marimbondos e abelhas, que usam estas cavidades como abrigo para reprodução. A presença de *tafoni* em processo de desgaste avançado servem como refúgio ou local de nidificação para diferentes espécies de aves, como, o urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*), pomba-de-bando (*Zenaida auriculata*), maria-preta-de-penacho (*Knipolegus lophotes*) e o birro (*Hirundinea ferruginea*), entre outras espécies listadas no levantamento realizado pelo projeto RS Biodiversidade (2014).

Outro exemplo da importância desta geodiversidade para a estruturação e manutenção de habitat é a presença de cavidades e cavernas nos geossítio. Estas cavidades são habitat de diversos insetos e aracnídeos, como por exemplo a caranguejeira (*Lasiadora parahybana*), encontrada em diversas formações rochosas. Já as cavernas existentes na Serra do Segredo, servem de abrigo para mamíferos cavernícolas, especialmente morcegos. Segundo o Projeto RS Biodiversidade (2014) há também, alguns quirópteros que dependem desses tipos de feições geomorfológicas. São os chamados “cavernícolas oportunistas”, que só utilizam as cavidades esporadicamente, como algumas as espécies de morcegos *Desmodus rotundus*, *Glossophaga soricina*, *Platyrrhinus lineatus* e *Sturnira lilium* entre outros.

Além disso, os tipos de cavidades existentes na Serra do Segredo, são potenciais abrigos para mamíferos de médio porte (Canidae e Felidade), como demonstrado no levantamento do projeto RS Biodiversidade (2014), onde consta a presença dos seguintes mamíferos: graxaim-do-campo (*Lycalopelix gymnocercus*), graxaim-do-mato (*Cerdocyon thous*), jaguatirica (*Leopardus pardalis*), gato-maracajá (*Leopardus wiedii*) e jaguarundi ou gato-mourisco (*Puma yagouarundi*).

6.2 ESPÉCIES VEGETAIS DE DESTAQUE E SUA DISTRIBUIÇÃO

A área ainda apresenta condições edafo-climáticas que contribuem para o desenvolvimento de espécies raras e endêmicas, as quais se encontram classificadas como ameaçadas de extinção (LISTA DA FLORA AMEAÇADA DE EXTINÇÃO). A presença destas espécies endêmicas, somente registradas na área da Serra do Segredo, demonstra a importância biológica desse conjunto de geoformas, que servem como habitat único para as seguintes espécies: *Pavonia secreta* Grings & Krapovickas (Malvaceae); *Petunia secreta*

Stehmann & Semir (Solanaceae); *Parodia rudibuenekeri* (Abraham) Hofacker & Braun (Cactaceae). A Serra do Segredo, juntamente com outros maciços de arenitos e conglomerados da região, como as Pedras das Guaritas, abrigam ainda: *Parodia scopa* (Spreng) N. P.; *Echinopsis oxygona* (Link) Zucc.; *Frailea horstii* (F. Ritter) p. J. Braun & Esteves; *Parodia crassigibba* (Ritter) N. P. Taylor; *Parodia langsdorffii* (Lehm.) D. R. Hunt.

6.2.1 *Pavonia secreta* Grings & Krapovickas (Malvaceae)

Pertencente à família das Malvaceae, a *Pavonia secreta* Grings & Krapovickas, é uma espécie nativa e endêmica da área de estudo, tendo a sua distribuição restrita à Serra do Segredo. Esta planta pode chegar a dois metros de altura, suas folhas são de um verde esbranquiçado e suas flores são rosadas, sua floração ocorre de setembro a março (Grings *et al.*, 2011) (Figura 26).

Esta espécie encontra-se criticamente ameaçada de extinção. Além disso, não há estudos científicos suficientes em torno de sua importância biológica e de sua fisiologia, além do desconhecimento por parte da população local acerca de seu endemismo e sua importância enquanto espécie pertencente somente a Caçapava do Sul, tornando-se assim, de grande urgência a proteção do seu habitat.

Foram encontradas as maiores concentrações desta espécie na Pedra do Segredo (Figura 29), chegando a serem mapeadas populações de 30 espécimes. Já a ocorrência da mesma nas formações rochosas Pedra do Leão, Paredão Teixeira e Paredão Anderson (Figura 30) não ultrapassaram em torno de 10 espécimes. Geralmente esta espécie é encontrada juntamente com a *Radlkoferotoma cistifolium* (Less.) Kuntze (Asteraceae) (arbusto sem nome popular), autóctone da flora do Rio Grande do Sul (Deble e Deble, 2011).

Figura 26. *Pavonia secreta* Grings & Krapovickas.



Fonte: Saída de campo, E.L.S. (23 de outubro de 2014)

6.2.2 *Petunia secreta* Stehmann & Semir (Solanaceae)

O gênero *Petunia* pertence à família das Solanaceae, que segundo Stehmann *et. al.* (2009), possui ocorrência restrita à América do Sul. O maior número de espécies é encontrado no Brasil e, segundo aquele autor, uma das áreas de ocorrência do gênero é a Serra do Sudeste, onde se encontram condições edáfico-climáticas ideais para a reprodução da espécie. Existem cinco espécies de petúnias na Serra do Sudeste, sendo três delas endêmicas da área: a *Petunia bajeensis*, a *Petunia exserta*, restrita aos cerros de conglomerados e arenitos da região das Guaritas, também em Caçapava do Sul, e a *Petunia secreta*, espécie nativa e endêmica da região da Serra do Segredo (Stehmann *et. al.* 2009) (Figura 27).

Durante os primeiros levantamentos a campo, esta foi a espécie menos encontrada, muito pela dificuldade de identificação no período não reprodutivo (sem flor) quando se confunde facilmente com outras gramíneas, e também pela sua raridade (Figura 29). Esta espécie foi registrada na Pedra do Segredo, contendo apenas um indivíduo.

Na Pedra do Leão e no Paredão Teixeira, foram avistados poucos exemplares desta espécie, se restringindo a não mais que três indivíduos. Já na Pedra do ET, formação rochosa pouco acessada por visitantes e escaladores, foram encontradas grandes populações, algumas contendo até 80 plantas. O presente levantamento permitiu o registro de 163 exemplares restritos à face norte da pedra do ET, conforme demonstrado na Figura 30.

Figura 27. *Petunia secreta* Stehmann & Semir encontrada na Pedra do ET.



Fonte: Saída de Campo, E. L. S. (24 de novembro de 2015)

6.2.3 *Parodia rudibuenekeri* (Abraham) Hofacker & Braun (Cactaceae)

A *Parodia rudibuenekeri* (Abraham) Hofacker & Braun (Figura 28) pertence à família das cactáceas sendo nativa da Serra do Sudeste, com endemismo na Serra do Segredo, tendo a sua floração no período de outubro a março (CARNEIRO *et. al.*, 2016). Muito parecida com a *Parodia scopa*, esta espécie se encontra nos paredões das formações rochosas. A *Parodia rudibuenekeri* encontra-se classificada como criticamente ameaçada de extinção na lista oficial de espécies ameaçadas do Rio Grande do Sul, bem como espécie classificada como ameaçada na lista vermelha da IUCN (2015).

Segundo a IUCN (2015), há muitas ameaças para estas espécies, como por exemplo, o pisoteio e a predação pelo gado, mineração, incêndios e avanço da silvicultura, bem como o turismo de escalada. Segundo a lista vermelha (IUCN 2015), não há ações de conservação para esta espécie, o que pode acarretar na extinção da mesma.

Figura 28. *Parodia rudibuenekeri* (Abraham) Hofacker & Braun (Cactaceae) encontrada na Pedra do Corvo.



Fonte: Saída de campo, E. L. S. (19 de março de 2015)

Durante as saídas de campo, esta espécie foi reconhecida nas formações rochosas da Pedra do Leão e Pedra do ET (Figura 30), nas quais há poucos exemplares, e na Pedra do Corvo, onde foi encontrada uma população significativa (em torno de 20 cactos) (Figura 29). Acredita-se que, por esta formação rochosa ser menos procurada por visitantes e escaladores, há menor impacto antrópico. Essa característica proporciona uma área mais isolada, ideal para a reprodução da espécie, fazendo desse um dos locais mais prioritários para sua conservação.

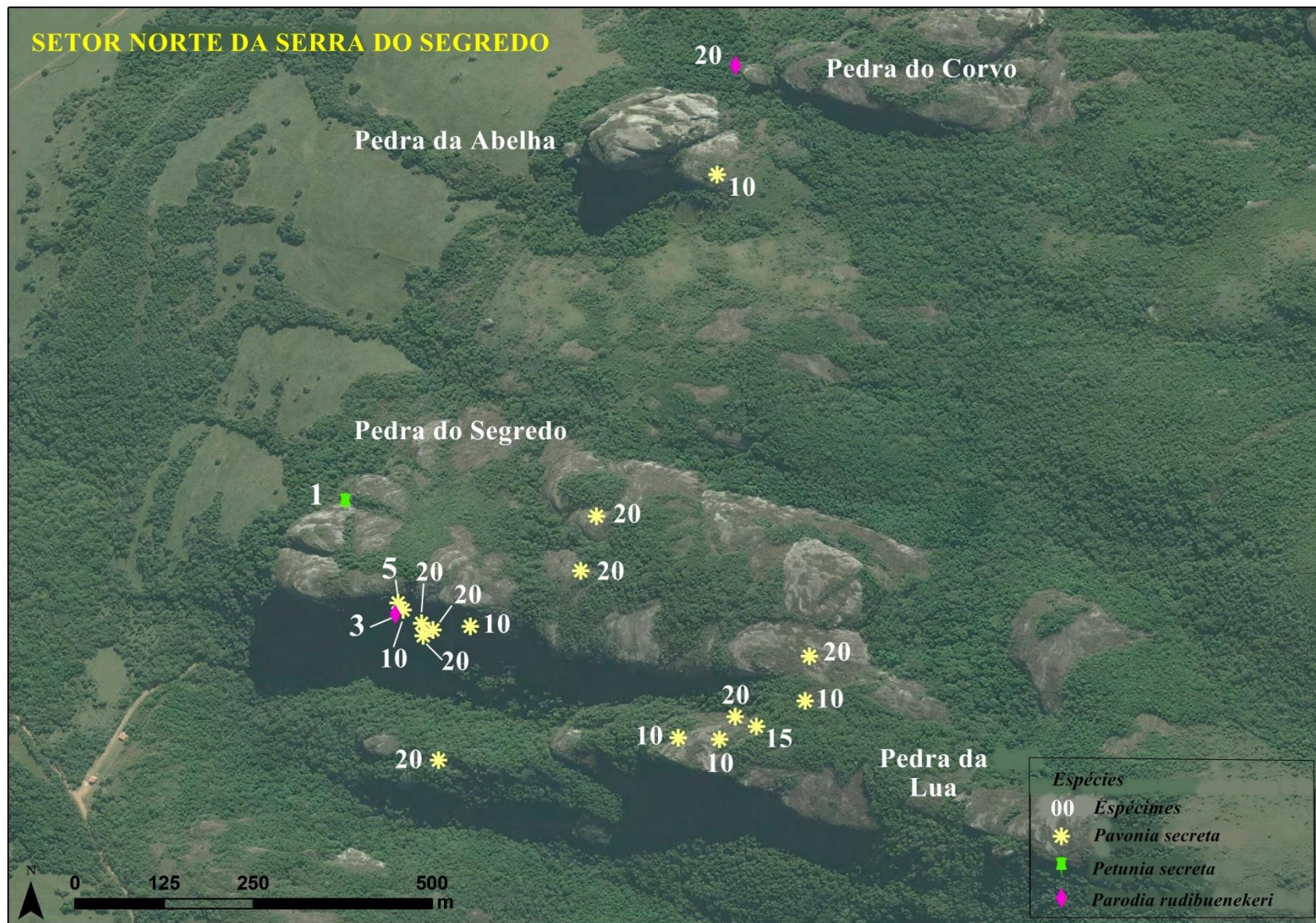


Figura 29. Localização das espécies, *Pavonia secreta*, *Petunia secreta*, *Parodia rudibuenekeri*, com o número de indivíduos encontrados nas formações rochosas da Serra do Segredo, parte Norte.

Elaboração: Menezes, D. J.; Silva, E. L. (2016)

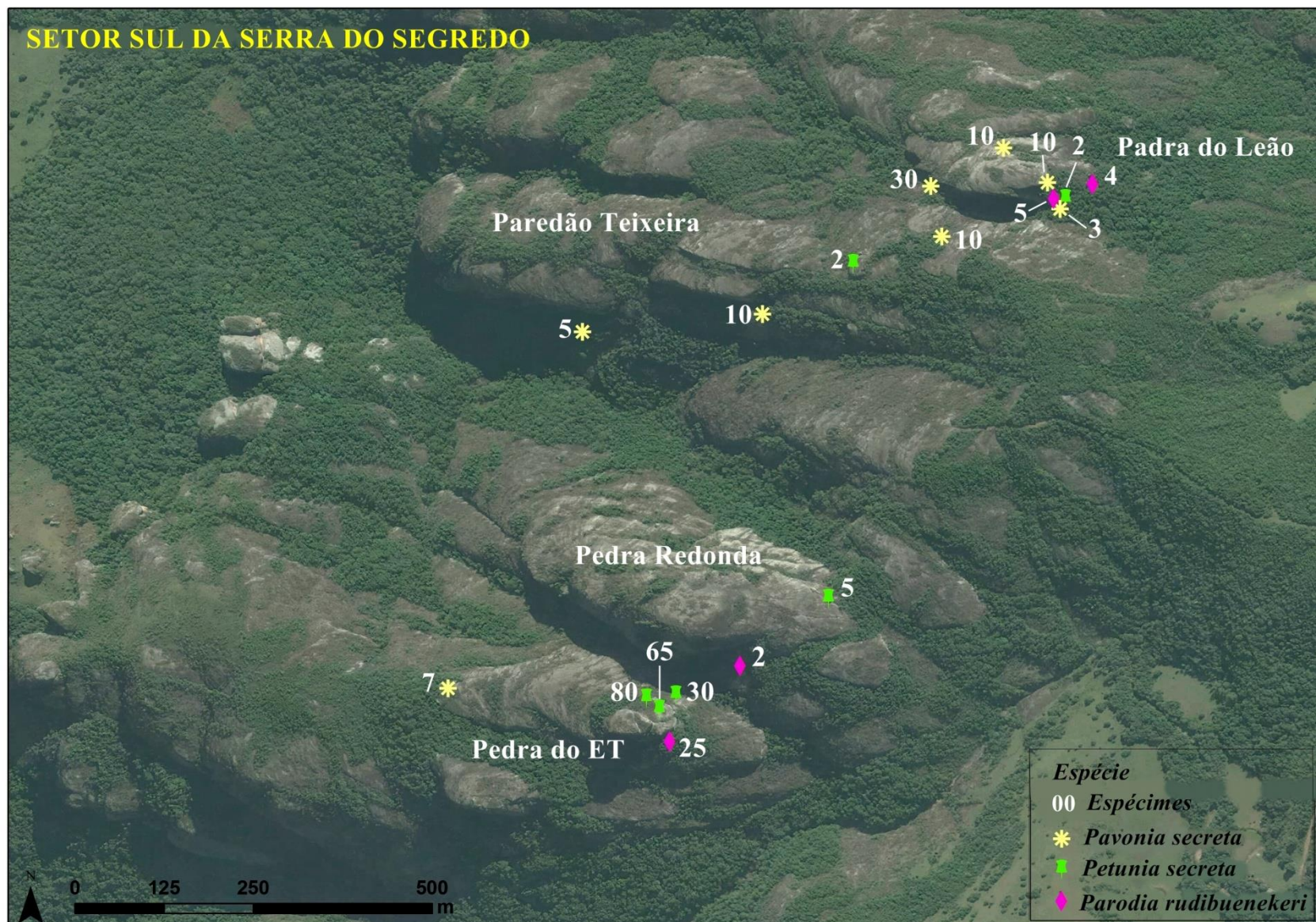


Figura 30. Localização das espécies, *Pavonia secreta*, *Petunia secreta*, *Parodia rudibuenekeri*, com o número de indivíduos encontrados nas formações rochosas da Serra do Segredo, parte Norte. .
 Elaboração: Menezes, D. J.; Silva, E. L. (2016)

6.2.4 *Parodia langsdorffii* (Lehm.) D. R. Hunt

Espécie nativa da flora sul-rio-grandense, encontrada frequentemente em campos rochosos da Serra do Sudeste (Figura 31), tem uma distribuição geográfica que vai dos campos do Rio Grande do Sul ao Uruguai, sua floração vai de setembro a janeiro e sua flor é estritamente diurna (CARNEIRO *et. al.*, 2016). Atualmente é encontrada na lista de espécies ameaçadas de extinção do Rio Grande do Sul como espécie vulnerável à extinção, aonde apresenta um declínio acentuado da população (CARNEIRO *et. al.*, 2016).

Não há muitos estudos sobre sua fisiologia e, em sua maioria, as informações sobre esta espécie são encontradas em *websites* de comercialização de espécies ornamentais, principalmente em *websites* alemães, evidenciando a ameaça das coletas não científicas e da biopirataria.

Figura 31. *Parodia langsdorffii* (Lehm.) D. R. Hunt.



Fonte: Saída de campo, E.L.S. (24 de novembro de 2015)

Durante os levantamentos a campo, foram encontrados 145 cactos desta espécie na porção norte da área de estudo (Figura 35). Essas populações se apresentam, geralmente, em agrupamentos, conforme Figura 32.

De acordo com o Figura 36, a maior concentração dessa espécie é verificada na parte sul da Serra do Segredo. Na Pedra do ET foi registrado o somatório de 330 indivíduos e no Paredão Teixeira um somatório de 200 indivíduos.

Foram contabilizados neste estudo somente as espécies mais destacadas na paisagem, podendo assim haver mais exemplares já que, as mesmas estavam em período reprodutivo e nessa fase estão, geralmente, com um porte menor e, portanto, menos visíveis.

Figura 32 Exemplo de agrupamento da *Parodia langsdorffii* (Lehm.) D. R. Hunt.



Fonte: Saída de campo, E.L.S (24 de novembro de 2015)

6.2.5 *Parodia scopa* (Spreng) N. P. Taylor

A *Parodia scopa* (Spreng) N. P. Taylor (Figura 33) é encontrada nos afloramentos rochosos e conglomerados areníticos da Serra do Sudeste (GUADAGNIN *et. al.* 2009) sua floração ocorre de setembro a fevereiro, sua flor é diurna (CARNEIRO *et. al.* 2016) e sua distribuição vai do Rio Grande do Sul – contendo apenas duas subespécies, *Parodia scopa ssp. succinea* (F. Ritter) Hofacker & P. J. Braun e *Parodia scopa ssp. neobuenekeri* (F. Ritter) Hofacker & P. J. Braun – ao Uruguai, onde ocorre a espécie *Parodia scopa ssp. marchessi* (Anderson, 2001; Zappi *et al.* 2012). Segundo Overbeck *et al.* (2009) a espécie sofre grandes ameaças, principalmente pela expansão de pastagens exóticas, de atividades agrícolas e de empreendimentos de silvicultura.

A existência desta espécie na porção norte está restrita a Pedra do Segredo, Pedra da Abelha e Pedra do Corvo (Figura 35), onde foram encontrados poucos exemplares (cerca de 30 indivíduos em cada geoforma). Por esta espécie aparecer com maior frequência nas encostas íngremes, acredita-se que um dos motivos de sua ameaça é atividade de aventura relacionada à escalada.

Figura 33. *Parodia scopa* (Spreng) N. P. Taylor, nos paredões da Pedra do Leão.



Fonte: Saída de campo, E.L.S. (24 de outubro de 2015)

Já na formação rochosa Pedra do Leão (Figura 36), por ser uma área de menor acessibilidade e de pouco trânsito nas trilhas, foi localizada uma quantidade significativa de indivíduos da espécie (Figura 33). No levantamento, foram registrados 150 indivíduos, podendo este número ser maior devido a espécie se encontrar no período reprodutivo e também por estar associada a outras espécies. Todos os indivíduos, tanto os localizados na porção sul quanto norte da área de estudo foram encontrados nas vertentes norte das formações rochosas, já que esta face recebe mais luminosidade e insolação.

6.2.6 *Parodia crassigibba* (Ritter) N. P. Taylor

A *Parodia crassigibba* (Ritter) N. P. Taylor (Figura 34) tem a sua distribuição restrita ao Planalto Sul-rio-grandense (Serra do Sudeste) tem a sua floração nos meses de outubro a fevereiro (CARNEIRO *et.al.* 2016), e se encontra na lista de espécies ameaçadas do Rio Grande do Sul, na situação de criticamente ameaçada de extinção.

Esta espécie não foi encontrada nas formações rochosas da Pedra do Segredo, Pedra da Lua, Pedra da Abelha e Pedra do Corvo, restringindo-se a sua presença apenas nas geofomas do setor sul da Serra do Segredo. Na Pedra do Leão, foram identificados aproximadamente 25 espécies (Figura 36), enquanto no Paredão Teixeira foram registrados cerca de 90 indivíduos.

Figura 34. *Parodia crassigibba* (Ritter) N. P. Taylor.



Fonte: Saída de campo, E.L.S. (01 de outubro de 2015).

Já na geofoma Pedra Redonda, foram encontrados 10 indivíduos, número que pode estar subestimado, uma vez que não é possível acessar o topo da formação para a verificação. No Paredão Anderson, foram encontrados 75 indivíduos. Acredita-se que, por ser uma formação rochosa de difícil acesso, isso ajude na manutenção da espécie.



Figura 35. Localização das espécies, *Parodia langsdorffii*, *Parodia scopa*, *Parodia crassigibba*, nas formações rochosas da Serra do Segredo, parte Sul. Elaboração: Menezes, D. J.; Silva, E. L. (2016)

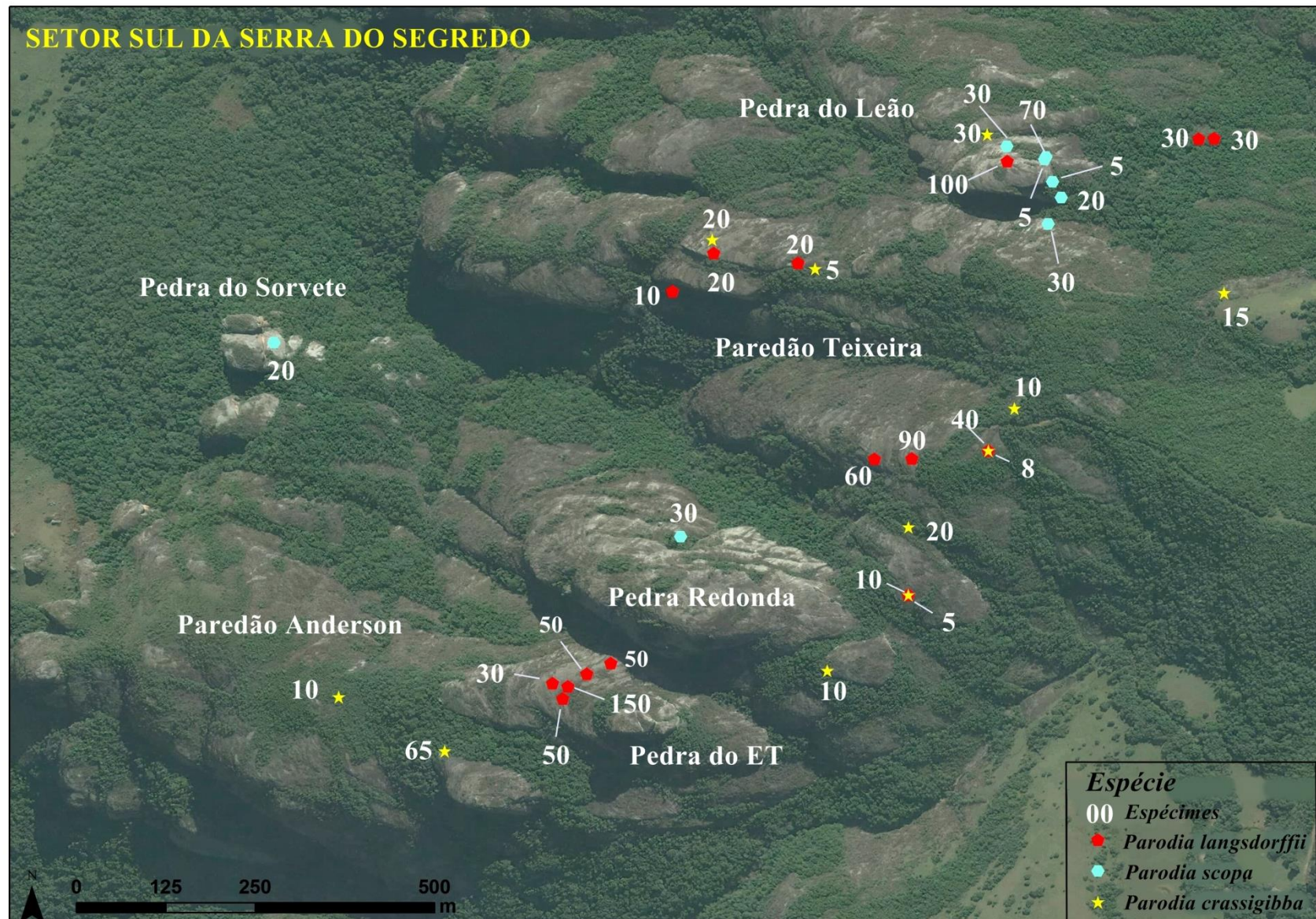


Figura 36. Localização das espécies, *Parodia langsdorffii*, *Parodia scopa*, *Parodia crassigibba*, nas formações rochosas da Serra do Segredo, parte Sul.
Elaboração: Menezes, D. J.; Silva, E. L. (2016)

6.2.7 *Echinopsis oxygona* (link) zucc.

Tendo uma distribuição geográfica que vai do Paraguai, Argentina, Uruguai aos campos rochosos do Bioma Pampa, no Rio Grande do Sul. Esta espécie floresce ente os meses de outubro a março, sua flor tem a maturação (antese) noturna, permanecendo aberta no período da manhã, é uma espécie comestível pela fauna (CARNEIRO, *et. al.* 2016). Esta espécie foi a mais encontrada na área de estudo, principalmente na porção sul. Na porção norte da Serra do Segredo, esta espécie foi registrada somente na Pedra da Lua com poucos indivíduos (Figura 40).

A maior concentração da *Echinopsis oxygona* (Link) Zucc. (Figura 37) foi encontrada na Pedra do ET, com aproximadamente 360 indivíduos, somando todos os quatro pontos apresentados no mapa 10. Na Pedra do Leão a soma de indivíduos encontrados foi de 150 cactáceas. No Paredão Teixeira, foram registrados apenas 30 indivíduos nos dois pontos mapeados e na Pedra Redonda o número de indivíduos não ultrapassou 15 cactos.

Figura 37. *Echinopsis oxygona* (Link) Zucc.



Fonte: Saída de campo, E.L.S. (01 de outubro de 2015)

6.2.8 *Frailea horstii* (F. Ritter) P. J. Braun & Esteves

A *Frailea horstii* (F. Ritter) P. J. Braun & Esteves (Figura 38) é uma subespécie de *Frailea gracilima* (Lem.) Britton & Rose, e não é endêmica do Brasil. Entretanto, é restrita aos campos rochosos do bioma pampa e ocorre também no Paraguai e Uruguai, sua floração ocorre dos meses de outubro a dezembro, sendo sua flor diurna (CARNEIRO *et. al.* 2016).

Segundo o Figura 40, na Pedra do Segredo, foram mapeados aproximadamente sete espécimes. Na porção sul (Figura 41), há registro na formação rochosa da Pedra do Leão, Paredão Teixeira e Paredão Anderson. Alguns exemplares são tão pequenos quanto a tampa de uma caneta (Figura 39), sendo ao todo 57 espécimes mapeados.

Figura 38. *Frailea horstii* (F. RITTER) P. J. Braun & Esteves



Fonte: Saída de campo, E.L.S. (23 de outubro de 2014)

Figura 39. *Frailea horstii* (F. RITTER) P. J. Braun & Esteves na formação rochosa da Pedra do Leão.



Fonte: Saída de Campo, E. L. S (01 de outubro de 2015)

Por ser uma espécie de pequeno porte, junto com a *Parodia rudibuenekeri*, foi a espécie menos encontrada na área de estudo. Acredita-se que o pisoteio, tanto de animais quanto de pessoas, prejudique o desenvolvimento desta espécie.



Figura 40. Localização das espécies, *Echinopsis oxygona*, *Frailea horstii* nas formações rochosas da Serra do Segredo, parte Norte.
Elaboração: Menezes, D. J.; Silva, E. L. (2016)

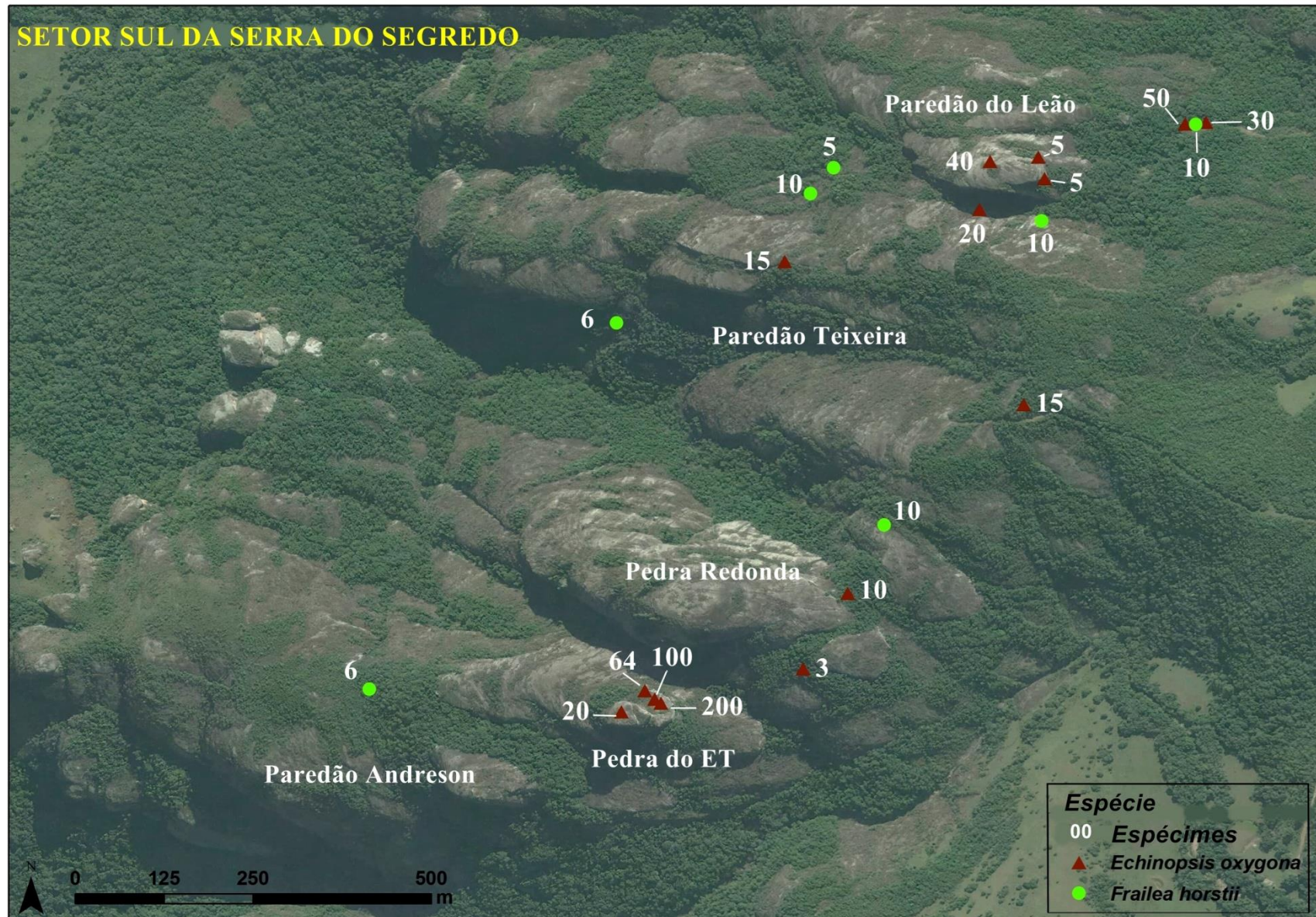


Figura 41. Localização das espécies, *Echinopsis oxygona*, *Frailea horstii* nas formações rochosas da Serra do Segredo, parte Sul.
 Elaboração: Menezes, D. J.; Silva, E. L. (2016)

6.3 DEFINIÇÃO DE TIPOLOGIA DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO

Segundo Oliveira *et al* (2013), áreas pequenas, com um bom ou médio estado de conservação, que apresentam atrativo turístico e ecológico com extrema relevância e com grande beleza cênica, podem ser indicadas como áreas pertinentes para a criação de unidades de conservação na categoria de Monumento Natural. Essa categoria, como mencionado anteriormente, tem como objetivo básico ou conservar sítios naturais raros, singulares e/ou de grande beleza cênica. Pode ser constituído por propriedades particulares, desde que haja compatibilidade entre a utilização da terra e a conservação dos recursos naturais por parte dos proprietários. Se não houver compatibilidade, a área é expropriada. A visitação é permitida, porém a pesquisa depende de autorização prévia. Constitui a categoria onde melhor se enquadra o patrimônio geológico de determinada área.

A área da Serra do Segredo se enquadra, no que tange a legislação, na categoria Monumento Natural, pois é dotada de grande relevância geológica, geomorfológica, ecológica e turística. Além disso, a área possui alto valor didático (BORBA, 2011) e pode ser usada para o entendimento e investigação acerca dos processos de formação das rochas e evolução geológica de parte do Rio Grande do Sul. Ainda, a Serra do Segredo é sustentadora de habitats para a reprodução e conservação de espécies endêmicas ameaçadas de extinção, como apresentado anteriormente. A Serra do Segredo, por seu valor turístico e grande beleza cênica, recebe atualmente pessoas interessadas no turismo de aventura, profissionais de fotografia e amantes da natureza.

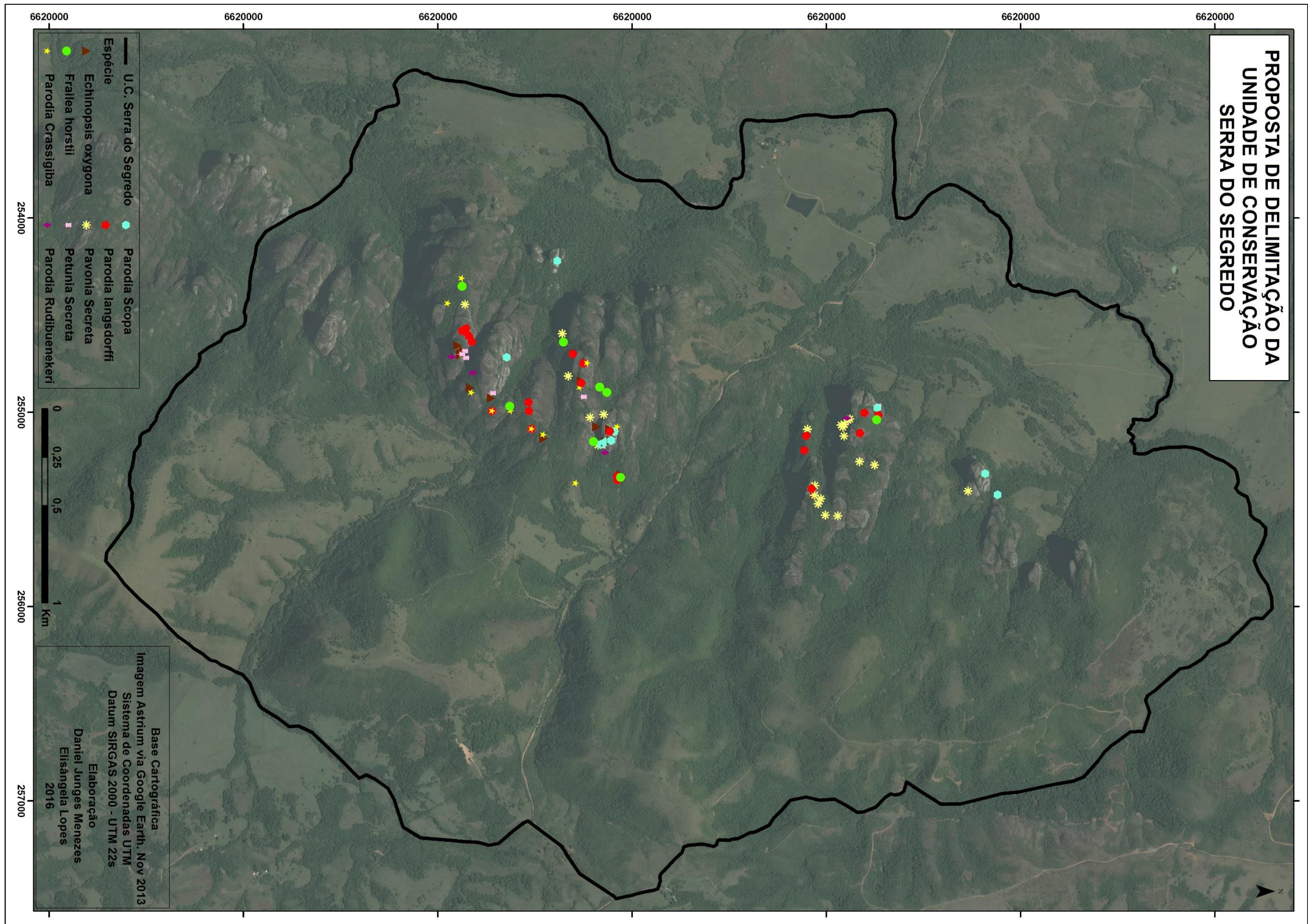
Existe na área da Serra do Segredo a necessidade de proteção de sua natureza e compatibilização do uso do solo, pois estão previstas atividades de riscos ambientais (como por exemplo mineração de metais e o avanço da silvicultura).

Conforme o ART. 31 § 2 do SNUC, é permitida a criação de animais domésticos e cultivos de plantas compatíveis com as finalidades de UC e de acordo com o seu plano de manejo (BRASIL LEI N° 9985/2000). Na Serra do Segredo não foram identificadas áreas de cultivo agrícola. A atividade econômica principal da região é a pecuária em pequena escala. Esta atividade ocorre majoritariamente nas áreas de campo.

Há uma área nos limites propostos da UC, com um plantio de eucalipto (*Eucalyptus sp.*), com um talhão de 4 ha e idade de corte comercial. No entanto, conforme previsto no ART. 31 da lei N° 9985/00, fica proibida a introdução de espécies não autóctones nas unidades de conservação de proteção integral. Esta realidade se coloca como um fator de incompatibilidade com a Unidade de Conservação proposta por este trabalho.

Tendo como base o contexto apresentado anteriormente, bem como: (1) a análise dos dados de altimetria, declividade e rede hidrográfica, (2) a identificação e distribuição das espécies de Cactaceae, Solanaceae e Malvaceae e (3) o conjunto das formações geológicas-geomorfológicas da Serra do Segredo, formulou-se a proposta da Unidade de Conservação Monumento Natural da Serra do Segredo, conforme Mapa 11.

A proposta de Unidade de Conservação Monumento Natural da Serra do Segredo tem como delimitação uma área de 16,5 km² (aproximadamente 1657,7 hectares), englobando as 13 geoformas aqui apresentadas, as áreas de concentração das espécies de Cactaceae, Solanaceae e Malvaceae, áreas de campo, áreas de florestas, nascentes, entre outros ambientes. Esta delimitação foi realizada com base nos dois critérios estabelecidos no capítulo 5 sendo eles: (1) na rede de drenagem e (2) no traçado das estradas vicinais, que em geral se localizam nos divisores de águas e podem servir de limites naturais. Utilizou-se esta delimitação por acreditar que ela engloba a maior quantidade de características essenciais pra a conservação dos habitats presentes na área.



Mapa 5. Proposta de delimitação da Unidade de Conservação Monumento Natural Serra do Segredo
 Fonte: Elaboração: Menezes, D. J.; Silva, E. L. (2016)

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A compreensão de como a diversidade de espécies se distribui geograficamente dentro de uma determinada região é de suma importância para o estabelecimento de estratégias de conservação que pretendem maximizar a proteção da biodiversidade. Porém, compreender e proteger as características relacionadas aos fatores abióticos das paisagens pode ser tão ou mais importante do que a proteção direta das espécies que habitam tal área visto que os fatores abióticos como a geologia, geomorfologia e solos se constituem no suporte para a vida destas espécies (Figueiró, 2013).

As estratégias inovadoras de conservação da natureza precisam dar mais ênfase à proteção dos aspectos abióticos, isto é, à variedade de rochas, formas de relevo, sedimentos, ventos, águas, já que, sem estes elementos não é possível o desenvolvimento da biodiversidade na Terra.

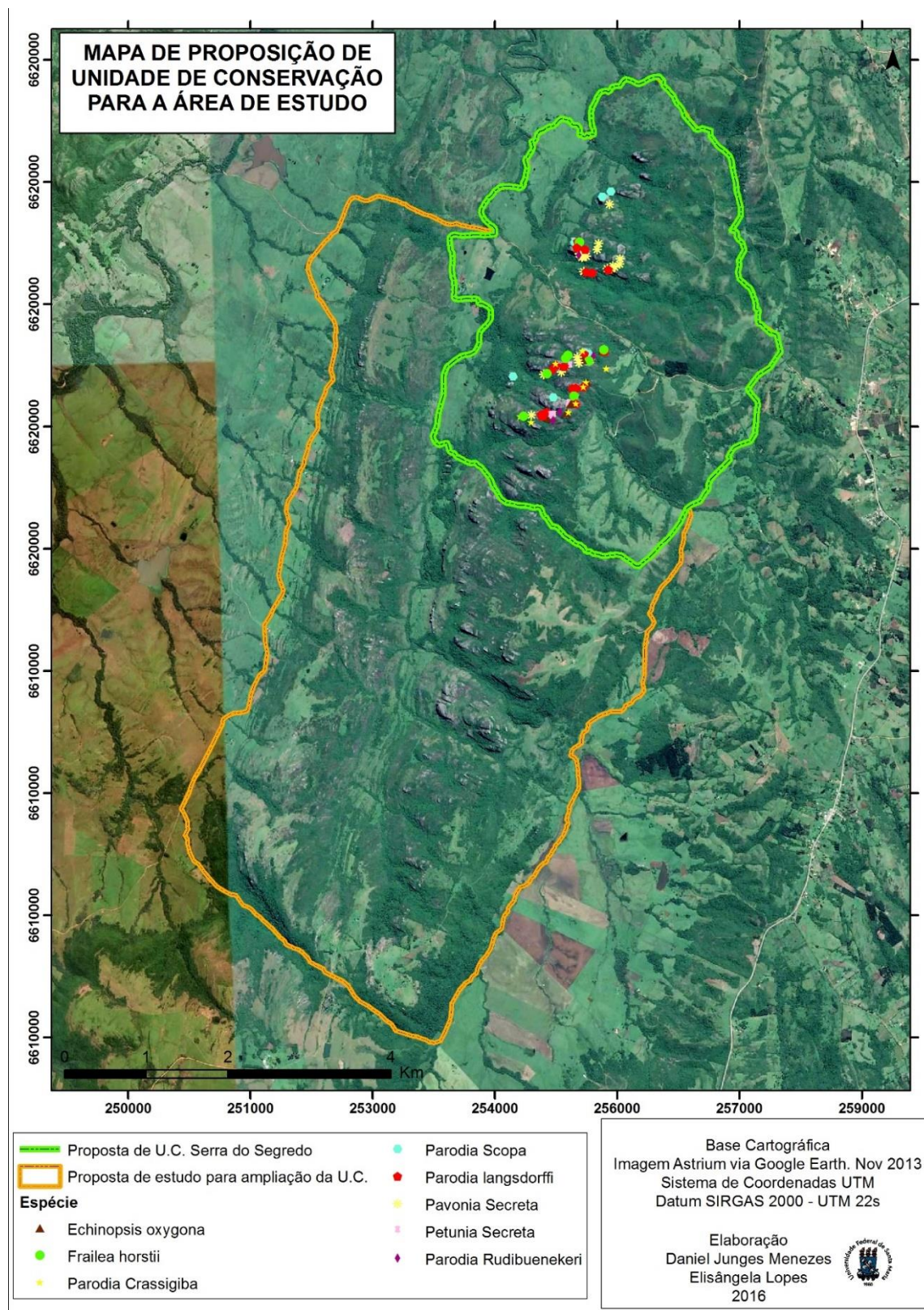
A Serra do Segredo, em Caçapava do Sul, é um exemplo evidente de que a proteção de sua natureza precisa ir além da proteção da diversidade biológica. As formações rochosas ali presentes, contam parte da história da Terra e são extremamente singulares do ponto de vista geológico-geomorfológico e ecológico. A geologia e a geomorfologia, neste caso, são diretamente responsáveis pela existência e pela reprodução de diversas espécies de flora e fauna que ali vivem.

A implementação de uma Unidade de Conservação na área da Serra do Segredo, é de extrema importância e urgência. As possíveis atividades de mineração, o consumado avanço da silvicultura e a visitação descontrolada podem se constituir em atividades de grande ameaça para o local. A elaboração de um plano de manejo e de um plano de gestão geoturística são urgentes para a região. Espécies como *Fraileia horstii*, *Parodia Scopa* e *Parodia rudibuenekeri*, estão em franco processo de extinção devido à falta de planejamento turístico e coletas com fins não científicos. A *Petunia Secreta*, por exemplo, tem alta vulnerabilidade, pois é facilmente confundida com gramíneas e assim fica suscetível ao pisoteio, tanto do fluxo de visitantes na área, como do gado.

É importante salientar que variedade de espécies e a sua distribuição ao longo da Serra do Segredo ultrapassam os limites da UC proposta neste trabalho. Além da continuação das formações rochosas no sentido sul, há grande possibilidade de serem encontradas populações de *Pavonia secreta* e *Petunia secreta*, e também de outras cactáceas nestas formações. Dessa maneira, fica como sugestão o estudo para uma possível ampliação da UC da Serra do Segredo em direção ao Sul, conforme exemplificado pelo Mapa 12.

E por fim, a implantação da Unidade de Conservação além de proteger, de forma integral o patrimônio natural da Serra do Segredo também irá beneficiar os habitantes da região, principalmente com as atividades direta e indiretamente ligadas ao geoturismo.

Mapa 6. Proposta de estudo para a viabilização do aumento da Unidade de Conservação Monumento Natural Serra do Segredo.



Fonte: Elaboração: Menezes, D. J.; Silva, E. L. (2016)

REFÊRENCIAS

- ANDERSON, E. F.; **The Cactus family**. Editor Timber Press, Portland, Oregon. 2001.
- ALMEIDA, F.F.M. de; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B.B.; FUCK, R.A. **Províncias Estruturais Brasileiras**. In: Simpósio de Geologia do Nordeste, 8, Campina Grande. Boletim de Resumos, 6, p. 363-391. 1977.
- ALMEIDA R.P.; Evolução tectono-sedimentar da Formação Santa Bárbara na Sub-bacia Camaquã Ocidental, RS. **Dissertação de Mestrado**. Inst. Geoc., USP, 160 p. 2001.
- ARAUJO, M.A.R.; **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SUNUC). Unidades de Conservação no Brasil, o caminho da gestão para resultado**. Nexucs -São Carlos 2012. Ed. Rima São Carlos, SP. 536 pg.
- ARAÚJO. E. L. S.; **Geoturismo: conceptualização, implementação e exemplo de aplicação ao vale do rio douro no sector porto-pinhão**. Tese de mestrado em ciências ambientais. Minho 2005.
- AULER, A.; STÁVALLE, Y.; Novas cavernas cadastradas no Rio Grande do Sul. **Conexão Subterrânea**. Boletim Rede Speleobrasil, nº 22, jun., 2005. Disponível em: <http://www.redespeleo.org/asmin/arquivos/86111719_conexao22.pdf>
- BARROS, W.D.; **Parques Nacionais do Brasil**, Itatiaia, 1952. 88 pg.
- BENSUSAN, N.; **Conservação da Biodiversidade em áreas protegidas**. Rio de Janeiro. Ed. FVG. 2006.
- BEZERRA, M.C.L.; BURSZTYN, M. (Coord).; **Ciências & Tecnologia para o desenvolvimento sustentável**. Brasília: Ministério do Meio ambiente; instituto brasileiro do Meio ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis; Consórcio CDS/UnB/Abipti, 2000, 223 p.
- BILLET, P.; L'Emergence d'un droit du patrimoine géologique en France. apud: Ruchkys, Ú. A.; **Patrimônio Geológico e Geoconservação no quadrilátero ferrífero, Minas Gerais: Potencial para a criação de um Geoparque da UNESCO**, Tese de doutorado, instituto de geociências da UFMG,1994, 211p
- BOLDRINI, I.I.; **A flora dos campos do Rio Grande do Sul**. In: Campos Sulinos. Pillar, V. De P., Müller, S.C., Castilhos, Z.M., Jacques, A. V.A. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 403 p. il. 2009.
- BORBA, A. W.; **Geodiversidade e geopatrimônio com base para estratégias de geoconservação: conceitos, abortagem, métodos de avaliação e aplicabilidade no contexto do Estado do Rio Grande do Sul**. Instituto de geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Pesquisas em geociências Jan/abr. 2011 03-13 pg.

BORBA, A. W. **Evolução geológica da “Bacia do Camaquã” (Neoproterozóico e Paleozóico Inferior do Escudo sul-rio-grandense, RS, Brasil): uma visão com base na integração de ferramentas de estratigrafia, petrografia e geologia isotópica.** 2006. 121f. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do sul – Departamento de Geociências. Porto Alegre, 2006.

BORBA, A. W.; **Ideias e sugestões para a geoconservação no município de Caçapava do Sul.** Porto Alegre, 2013.

BORBA, A.W. & MIZUSAKI, A.M.P.; **Santa Bárbara Formation (Caçapava do Sul, Southern Brazil): depositional sequences and evolution of an Early Paleozoic post-collisional basin.** Journal of South American Earth Sciences, 16: 365-380, 2003.

BORBA, A.W.; **Geodiversidade, patrimônio geológico, geoconservação: conceitos emergentes para uma nova geração de geólogos.** Artigos Técnicos. CREA em revista. Pág. 70. Junho de 2010.

BORBA A.W., TEIXEIRA K.M., FERREIRA P.F., FERREIRA P.F.; **Concepções de professores de ciências naturais de Caçapava do Sul (RS, Brasil) sobre geologia local: subsídios à educação geopatrimonial.** Terra e Didática, 11(2): 117-124. 2015.

BORBA, A. W.; **Perspectivas para a pesquisa e a atuação em geoconservação na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) com foco nas áreas menos desenvolvidas do Brasil meridional,** Ciência e Natura, Santa Maria, v. 36 Ed. Especial, 2014 p. 166–172.

BORBA, A.W. , SILVA, E. L., SOUZA, L. P. M. , SOUZA, L. F., MARQUES, R. V.; **Relação entre a geodiversidade intrínseca e a estruturação de habitat na escala de goessítio: exemplo na serra do segredo e nas pedras das guaritas (Caçava do Sul, RS, Brasil).** *In prep.*

BRASIL, LEI Nº 9.985, DE 18 de julho de 2000, **Sistema Nacional de Unidades de Conservação.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm, acessado em: 27/06/2014.

BRASIL, LEI 25, de 30 de Novembro de 1937. **Proteção do patrimônio histórico e artístico nacional.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0025.htm.

BRASIL, LEI 12.651 de 25 de maio de 2012, **Código florestal Brasileiro.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm

BRASIL; LEI Nº 12.366, de 03 de novembro de 2005. **Declara Sepé Tiaraju como Herói Guarani Missioneiro Rio-grandense e dá outras providências.** Disponível em: <http://www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/12.366.pdf>

BRANDON, K.; RYLANDS, A. B.; **Unidades de Conservação Brasileira,** Revista Megadiversidade, volume 01, N 01, 2005.

BRILHA, J.B.R.; **Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica.** Ed. Palimage, 2005. 190 pg.

BRILHA, J.; **Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review**, The European Association for Conservation of the Geological Heritage. 2015

BRILHA, J.; **Património geológico: um novo modo de entender a conservação da natureza**. IV Jornadas internacionais de Vulcanologia da Ilha do Pico, (2006). Acessado em 06.05.2015 em <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/4892/1/pico.pdf>

BRITO, M. C. W. de.; **Unidades de Conservação: intenções e resultados**, São Paulo, Annablume, FAPESP, 230pg. 2000.

BUREK, C.V. & PROSSER, C.D.; **The history of geoconservation: an introduction**. In: Burek, C.V. & Prosser, C.D. (eds) The history of Geoconservation. The Geological Society, London, Special Publications, 300, 1-5 2008.

BRUSCHI, V. M.; Desarrollo de una metodología para la caracterización, evaluación y gestión de los recursos de la geodiversidad. **Tesis Doctoral**- Universidad de Cantabria. SantanderEspaña. 2007. 263 p.

CABRAL. N. R. A. J.; SOUZA. M. P.; **Áreas de proteção ambiental: planejamento e gestão de paisagens protegidas**. São Carlos, Rima, 2005. Pg 158.

CADERNO DA RBMA, Nº 18; SUNUC, Sistema Nacional de Unidades de Conservação, Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, São Paulo, 2004.

CÂMARA, I. G.; A política de unidade de conservação, uma visão pessoal. In. MILANO M.S (org). **Unidades de conservação: atualidades e tendências**, Curitiba, fundação o boticário de proteção à natureza 2002, p.163-169.

CANEIRO, A. M.; FARIAS-SINGER, R.; RAMOS, R. A. NILSON, A.D.; **Cactos do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, fundação zoobotânica do Rio Grande do SUL, 2016.

CARVALHO, A. M .G.; **Geomonumentos. Uma reflexão sobre a sua caracterização e enquadramento num projecto nacional de defes e valorização do património natural**. Liga de Amigos de Conímbriga, Lisboa, 1999, 30pg.

CARVALHO, I. S.; **Paleontologia: conceitos e métodos**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2010.

CARVALHO, J. A.; **A conservação da natureza e dos recursos naturais na Amazônia brasileira**, In: Simpósio sobre a biota amazônica 7, 1-47pg. 1967.

CARVALHO, J.C.M.; "The conservation of nature in the Brazilian Amazonia". In: SIOLI, H. (ed.). **The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin**. pp. 707-736. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, Holanda.1984.

CARVALHO, P. F.; **Reconhecimento geológico no estado do Rio Grande do Sul**. Boletim 66 do instituto Geológico e Mineralógico do Brasil, 1932.

CHOMENKO, L.; Pampa: um bioma em risco de extinção. **Revista do Instituto Humanistas Unisinos (IHU – on-line)**. O Pampa e o monocultivo do eucalipto. Dezembro de 2007, nº 247. São Leopoldo. Disponível em: <www.unisinos.br/ihu>.

COIMBRA, J. C.; [et al.]. **Antes dos dinossauros: a evolução da vida e o seu registro fóssil no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 2004.

CORDEIRO, J. L. P. e H. HASENACK.; **Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul**. 2009. pp. 285-299. In: Pillar V.D, Müller, S.C, Castilhos, Z.M.S. & A. V. A. Jacques (eds). Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente.

COSTA, J. P. O.; Meio ambiente: **áreas protegidas**. Ministério das Relações exteriores, Brasília 2004. In: BRANDON, K.; RYLANDS, A. B.; **Unidades de conservação Brasileira**, Revista Megadiversidade, volume 01, N 01, 2005. Disponível em: http://www.conservacao.org/publicacoes/files/06_rylands_brandon.pdf acessado em: 24/06/2014.

COSTA, J. P. O.; Áreas Protegidas. 2003, In: MEDEIROS, R.; **Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil**. Viçosa, MG, 2014.

COSTA, C.; **A Conservação do patrimônio geológico**. In: II Congresso de Áreas Protegidas. Portugal, Comunicações, p. 827-833, 1987.

CONTRERAS, M. L; DE LA MAZA, C; MERINO, R.; MORALES, A.; BARROS, P.; WEINTRAUB, A. **Evaluación económica de parques nacionales**: el sistema de parques nacionales em chile, resumo de metodologias. Investigación y desarrollo forestal. Santiago do Chile: CONAF/FAO, 1979

CORTÉS, A. G.; BARETTINO, D.; GALLEGU. E.; Inventory and cataloguing of Spain's geological heritage, Madridi, España 2000. In: BRILHA, J.B.R.; **Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica**. Ed. Palimage, 2005. 190 pg.

DAVENPORT, L.; RAO, M. "A história da proteção: paradoxos do passado e desafios do futuro". In: TERBORGH, J. et., al. (Orgs.). **Tornando os parques eficientes: estratégias para a conservação da natureza nos trópicos**. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná; Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2002, p. 52-73.

DEBLE. L. P.; DEBLE. A. S. O.; **Asteraceae**, dercht. & j. presl (= compositae giseke) no rio grande do sul. Botânica do cone sul, revista ciência e ambiente nº42 pg 93. 2011.

DIEGUES. A. C.; **O mito moderno da natureza inticada**, São Paulo. Ed. Hucitec. 2001. p.161.

DRUMMOND, J. A.; **Devastação e preservação ambiental: os parques nacionais dos estado do Rio de Janeiro**, Niterói: Ed. UFF, 1997, 277PG.

DUDLEY, N.; (ed.) **Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas**. Gland, Suiza, UICN, 96 p, (2008).

ELBERS, J.; (ed.) las áreas protegidas de América Latina: situación actual y perspectivas para el futuro. Quito, Ecuador, UICN, p. 227. 2011.

ERIKSTAD, L.; **Geodiversity, biodiversity and landscape – key elements in modern nature management strategies**, Geophysical Research Abstracts, Vol. 16, EGU 2014-3961, 2014.

FAIRCHILD, T. R.; Planeta Terra: Passado, presente e futuro. In: TEIXEIRA. *et al*; **decifrando a terra** 2009, 2º edição, São Paulo, Companhia Editorial Nacional , 2009.

FASSOULAS, C.; **Quantitative Assessment of Geotopes as an Effective Tool for Geoheritage Management**, Geohéritage, 2012 pg.177–193.

FIGUEIRÓ, A.S.; VIEIRA, A.B.; CUNHA, L. Patrimônio geomorfológico como base para o geoturismo e o desenvolvimento local sustentável. **CLIMEP – Climatologia e Estudos da Paisagem**, São Paulo, v.8, n.1 jan/jun-2013, pp. 49.

FRANKLIN, J. F.; Ecosystem management: an overview, 1993. In: ARAUJO, M.A.R.; **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SUNUC). Unidades de Conservação no Brasil, o caminho da gestão para resultado**. Nexucs-São Carlos 2012. Ed. Rima São Carlos, SP. 536 pg.

GONGGRIJP. G.P.; Planning and management for geoconservation, Madrid, España 2000. In: BRILHA, J.B.R.; **Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica**. Ed. Palimage, 2005. 190 pg.

GUTIÉRREZ, D.; Legislación chilena sobre parques nacionales: uso de los recursos naturales. IN: Amend, S.; Amend, T. (Eds.). **Espacios sin habitantes? Parques Nacionales de América del Sur.**, Caracas: UICN/ EDITORIAL nueva Sociedad, 1992. P. 159-172.

GRAY, M.; Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature. John Wiley and Sons, Chichester, England, 2004. 434 pg.

GRINGS, M.; KRAPOVICKAS, A.; BOLDRINI, I.I.; A New species of Pavonia (Malvaceae) from southern Brazil. Revista eletrônica BioOne, 2011. (<http://www.bioone.org/doi/full/10.1600/036364411X569598>)

GROVES, C. R.; Drafting a conservation blueprint: a practitioner's guide to planning for biodiversity, Washington, Island Press, 2003. apud ARAUJO, M.A.R.; **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SUNUC). Unidades de Conservação no Brasil, o caminho da gestão para resultado**. Nexucs-São Carlos 2012. Ed. Rima São Carlos, SP. 536 pg.

GULEZ, S. A.; Method for evaluating areas for national parks status, Environmental Management, 1992. In: ARAUJO, M.A.R.; **Sistema Nacional de Unidades de Conservação**

da Natureza (SNUC). **Unidades de Conservação no Brasil, o caminho da gestão para resultado**. Nexucs-São Carlos 2012. Ed. Rima São Carlos, SP. 536 pg.

HASENACK, H. et al.; **Cobertura Vegetal do Bioma Pampa. Relatório Técnico**. Porto Alegre: Centro de Ecologia, Instituto de Biociências/UFRGS, 31 p. II, 2009.

IBGE, 2010.; **Senso populacional**. Brasília: IBGE– Diretoria de Geociências / fonte: www.ibge.gov.br

IBGE. 2004a.; **Mapa de Vegetação do Brasil**. 3ª edição. Brasília: IBGE – Diretoria de Geociências / fonte: www.ibge.gov.br/mapas

IBGE. 2004b.; **Mapa dos Biomas do Brasil**. 1ª edição. Brasília: IBGE – Diretoria de Geociências / fonte: www.ibge.gov.br/mapas

JELINEK, A. R.; **Introdução a topografia**, UFRGS, cap 45, SD.

KERSTEN, M.S.A.; **Os rituais do tombamento e a escrita histórica**. Bens tombados no Paraná entre 1938-1990. Curitiba: Editora da UFPE, 2000. 300p..

KIRKPATRICK, J. B.; An iterative method for establishing priorities for the selection of nature reserves: an example from Tasmania. *Biological Conservation*, 1983. In: ARAUJO, M.A.R.; **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SUNUC). Unidades de Conservação no Brasil, o caminho da gestão para resultado**. Nexucs-São Carlos 2012. Ed. Rima São Carlos, SP. 536 pg.

LEINZ, V.; BORBASO, A. F. & TEXEIRA, E.; **Mapa geológico Caçapava-Lavras**, Boletim 90, Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio-RS. 1941.

MEDEIROS, R.; **Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil**. *Ambiente & Sociedade – Vol. IX nº. 1 jan./jun. 2006*. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/asoc/v9n1/a03v9n1.pdf>, acessado em 20/06/2014.

MEDEIROS, R.; **Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil**. In: LIMA (Org.) *Manejo de conservação de áreas protegidas*, Viçosa, MG, 2014.

MEDEIROS, R.; A proteção da Natureza: das estratégias Internacionais e Nacionais às demandas locais. Rio de Janeiro; UFRJ/PPG. 2003, 391p. **Tese de Doutorado em geografia**.

MAGNANINI, A.; Política sobre as unidades de conservação: dificuldades e sucessos. P. 151-160. In: MILANO M.S (org). **Unidades de conservação: atualidades e tendências**, Curitiba, fundação o boticário de proteção à natureza 2002, p.163-169.

MARCHIORI, J.N.C.; ALVES, F.S.; **O Inhanduvá (*Prosopis affinis spreng*) no Rio Grande de Sul, Embasamento fitogeográfico e pendências terminológicas**. *Balduinia*, nº 24, p. 01-11, 2010.

McNEELY, J. A.; A New trends in protecting and managing biodiversity. Ecodecision: Environmental and Policy Magazine. Montreal: Environmental and Policy Society, 1997. In: ARAUJO, M.A.R.; **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SUNUC). Unidades de Conservação no Brasil, o caminho da gestão para resultado.** Nexucs-São Carlos 2012. Ed. Rima São Carlos, SP. 536 pg.

MENDES, J. C.; **Paleontologia Básica.** Queiroz: Editora da Universidade de São Paulo, 1988.

MILANO M. S (org.); **Unidades de conservação: atualidades e tendências,** Curitiba, fundação o boticário de proteção à natureza 2002, p.163-169.

MILANO M. S.; **Unidades de conservação: conceitos e princípios de planejamento e gestão,** Brasília: MHU- Sema, Secretaria Adjunta de Ecossistemas. Apostila, 1988. 60 p.

MORAES, A. C. R.; Meio Ambiente e Ciências humanas. São Paulo: Hucitec, 1994. In: ARAUJO, M.A.R.; **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SUNUC). Unidades de Conservação no Brasil, o caminho da gestão para resultado.** Nexucs-São Carlos 2012. Ed. Rima São Carlos, SP. 536 pg.

MOREIRA, C. V. R. & PIRES NETO, A. G. **Clima e Relevô.** In: OLIVEIRA, A. M. S. & BRITO, S. N. A. Geologia de Engenharia. São Paulo: ABGE, 1998, p.68-86.

MORSELLO, C.; **Áreas protegidas públicas e privadas; seleção e manejo.** São Paulo: Fapesp 2001.

MUÑOZ, E.; Georecursos culturales, In: geologia ambiental Ayala-carcedo y jordá padro (edits), ITGE, Mdrid 1988. In: BRILHA, J.B.R.; **Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica.** Ed. Palimage, 2005. 190 pg.

NASCIMENTO, M. A. L. do; RUCHKYS, U. A.; MANTESSO-NETO, V. **Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo - trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico.** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 2008. 82 p.

NOSS, R. F.; Dinerstein, E; Gilbert, B. ET ALI. **Core areas: where nature reigns,** In: Soulé M.E.; Terborgh, J. (eds) Continental conservation: scientific foundations of regional reserve network, washington, D.C Island Press p.99-,128 1999.

OLIVEIRA, P.C.A., PEDROSA, A.S. E RODRIGUES, S.C.; **Uma abordagem inicial sobre os conceitos de geodiversidade, geoconservação e patrimonio geomorfológico,** Revista Ra'eGa, Curitiba, Volume 29, p. 92-112, 2013.

ORIAN, G. H.; Endangered at what level, Ecological Applications, 1993 in: ARAUJO, M.A.R.; **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SUNUC). Unidades de Conservação no Brasil, o caminho da gestão para resultado.** Nexucs-São Carlos 2012. Ed. Rima São Carlos, SP. 536 pg.

ORMAZÁBAL, C.; Preservación de recursos fitogenéticos in situ a través de parques nacionales y outras áreas protegidas. Importancia, avances, limitaciones y proyección futura.

Boletín Técnico, n. 16. Santiago: Gerencia Técnica, Corporación Nacional Florestal, Ministerio de Agricultura, 1986.

OVERBECK, G. E.; MÜLLER, S. C.; FIDELIS, A. **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. In: V.D.P. PILLAR, ET AL. 2009.

PÁDUA, J. A.; **Defensores da Mata Atlântica no Brasil colônia**. Revista História, Abril, 2004 pg. 14-20.

PAIM, P. S.G.; CHAMALE JR.; LOPES, R.C. ; A Bacia do Camaquão. 2000 apud: BORBA, A. W. **Evolução geológica da “Bacia do Camaquã” (Neoproterozóico e Paleozóico Inferior do Escudo sul-rio-grandense, RS, Brasil): uma visão com base na integração de ferramentas de estratigrafia, petrografia e geologia isotópica**. 2006. 121f. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do sul – Departamento de Geociências. Porto Alegre, 2006.

PEREIRA, F.P. BRILHA, J. & MARTINEZ, J. E.; **Proposta de enquadramento da geoconservação na legislação brasileira**, Memórias e Notícias, nº3 (nova série), Coimbra, 2008.

PEREIRA, R, G, F, A.; Geoconservação e desenvolvimento sustentável na Chapada Diamantina (Bahia - Brasil), **Tese de doutorado**, Portugal 2010, 317pg.

PICKETT, S. T. A.; THOMPSON, J. N.; Patch dynamics and the design of nature reserves. **Biological Conservation**, v. 13, p. 27-37, 1978.

PICOLLI, L.R., SCHNADELBACH, C. V.; (Orgs.). **O Pampa em Disputa: A biodiversidade ameaçada pela expansão das monoculturas de árvores** – Amigos da Terra Brasil. Porto Alegre, 2007

PILLAR, V.De P., MÜLLER, S.C., CASTILHOS, Z.M.S., JACQUES, A.V.A;. (editores). **Campos Sulinos. Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 408p. il. 2009.

PRESSEY, R.L.; NICHOLLS, A. O.; Efficiency in conservation evaluation: scoring versus iterative approaches. **Biological conservation**, pg. 199-218, 1989.

PRIMACK, R. B.; **Essentials of conservation biology**. 2. ed. Massachussets: Sinauer Associates. 1998, 659 p.

PROJETO RS BIODIVERSIDADE; **Avaliação ecológica rápida (ERA) Pedra do Segredo**. ABG & Projeto RS Biodiversidade Porto Alegre, 212pg. 2014.

PROSSER, C. MURPHY, M. & LARWWOD, J.; **Geological conservation: a guide to good practice**. English Nature, 145p. 2006.

RIO GRANDE DO SUL, **Lei N° 14.708 de julho de 2015**, Declara o município de Caçapava do Sul “Capital Gaúcha da Geodiversidade”. Disponível em:

http://www.al.rs.gov.br/legis/M010/M0100099.ASP?Hid_Tipo=TEXTO&Hid_TodasNormas=62195&hTexto=&Hid_IDNorma=62195

RODRIGUES, J. E. R. *Sistemas Nacional de Unidades de Conservação*. São Paulo: Editora Revista dos tribunais, 2005. 25 pg.

RUCHKYS, Ú. A.; *Patrimônio Geológico e Geoconservação no quadrilátero ferrífero, Minas Gerais: Potencial para a criação de um Geoparque da UNESCO, Tese de doutorado*, instituto de geociências da UFMG, 2007 211p.

SALVAN, H. M.; **Un problêm d'actualité: la suavegarde du patrimoine géologique**. Quelques réflexions. Symposiu, Internationa Sur La Protection du Patrimoine Geologique, Digne Les Bains, 1994 Mémoire. In: RUCHKYS, Ú. A.; *Patrimônio Geológico e Geoconservação no quadrilátero ferrífero, Minas Gerais: Potencial para a criação de um Geoparque da UNESCO, Tese de doutorado*, instituto de geociências da UFMG, 2007, 211p.

SEPLAG.; **Projeto Conservação da Biodiversidade como Fator de Contribuição ao Desenvolvimento do Estado do Rio Grande do Sul: Diagnóstico das Áreas Prioritárias**. Estado do Rio Grande do Sul, Secretaria de Planejamento e Gestão, 2008.<
<http://www.seplag.rs.gov.br/inicial>>

SCIFONI, S.; *A construção do patrimonio natural, Tese de doutorado*, programa de pós graduação em Geografia Humana, departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, 2006.294 pg.

SHAFER, C. L.; **Nature Reserves: island theory and conservation practice**. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press. 1990.

SHARPLES, C.; **Concepts and Principles of Geoconservation**. 2002.

SMITH, P. G. R.; THEBERGE, J. B.; *Evaluating natural areas using multiple criteria: theory and practice*. Environmental management 1987. In: ARAUJO, M.A.R.; **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SUNUC). Unidades de Conservação no Brasil, o caminho da gestão para resultado**. Nexucs-São Carlos 2012. Ed. Rima São Carlos, SP. 536 pg.

STÁVALE. O. Y.; **Espacialização do patimônio espeleológico da reserva da biosfera da serra do espinhaço: geossítios selecionados e sua importância para a geoconservação**. Dissertação de mestrado, departamento de geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, 2012.

STEHMANN, J.; LORENZ-LEMKE, A. P.; FRETIAS, L. B.; SEMIR, J.; **The Genus Petunia, Capítulo 1, Livro Petunia evolutionary, developmental ande pysiological genetics**, Editores Tom Gerats e Judy Strommer, 2009, 2º edição, editora Springer,

SUERTEGARAY, D. M.; SILVA, L. A. P. da.; *Tchê Pampa: histórias da natureza gaúcha*. In: PILLAR, V. P. de [et al]. **Campos Sulinos – conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA. (p. 42-59), 2009.

THEODOSSIOU-DRANDAKI.; Sin educación no es posible la conservación. In: Ruchkys, Ú. A.; **Patrimônio Geológico e Geoconservação no quadrilátero ferrífero, Minas Gerais: Potencial para a criação de um Geoparque da UNESCO**, Tese de doutorado, instituto de geociências da UFMG, 211p. 2000.

UCEDA, A.C.; El patrimonio geológico. Ideas para su protección, conservación y utilización. Ministerio de Obras públicas, transportes y Meio Ambiente (MOPTMA), Dirección General de Información y Evaluación Ambiental. Serie Monografías, Madrid 1996. 17-28pg.

IUCN.; Guidelines protected Area Management Categories. Gland: **UICN**, 1994.

IUCN.; **Directrices para las categorías de Manejo de Áreas Protegidas**. In: Secretaria de Meio Ambiente, porposta para discussão do sistema de unidades de conservação, São Paulo: SMA 1994.

UNESCO: WORLD HERITAGE CONVENTIONS.; **Liste du patrimoine mondial**, 2005.

UNESCO.; UNESCO Global Geoparks, Celebrating Earth Heritage, Sustaining local Communities, Publicado em 2016 pela Organização das Nações Unidas para a Educação , a Ciência ea Cultura 7, place de Fontenoy, França. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002436/243650e.pdf>.

VALCARCE, E.G. & CORTÉS, A.G.; El patrimonio geológico. Base para su valoración, protección, conservación y utilización. Ministerio de Obras públicas, transportes y Meio Ambiente (MOPTMA), Dirección General de Información y Evaluación Ambiental. Serie Monografías, Madrid 1996. 11-16pg.

VELOSO, H.P. & GÓES-FILHO, L.; **Fitogeografia Brasileira – Classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical**. Salvador: Boletim Técnico do Projeto RADAM-BRASIL. Série Vegetação n.1: 3-79. 1982.

VIEIRA, E. F.; Rio Grande do Sul: **geografia física e vegetação**. Porto Alegre: Sagra, 1984.

ZAPPI, D.; TAYLOR, N.; MACHADO, M. Cactaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

WCED – Word Commission on Environment and Development (CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento). **Nosso Futuro Comum**. Oxford, Oxford uni. Press. 1987

SITIOS VISITADOS

BRITO M. C. W.; **Unidades de Conservação: intenções e Resultados**. São Paulo, Annablume.FAPESP, 2000. Pg. 230. Disponível em: http://books.google.com.br/books/about/Unidades_de_conserva%C3%A7%C3%A3o.html?hl=pt-BR&id=0kHmbtQX_FkC> acessado em : 20/06/2014.

Cadastro Nacional de Unidades de Conservação, **CNUC**, 2015. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs/consulta-por-uc>) acessado: 20-01-2015

Decreto Legislativo nº 3 de 13 de fevereiro de 1948. **Aprova a convenção para a proteção da flora, da fauna e das belezas cênicas naturais dos países da américa de 1940**. Disponível em : <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decleg/1940-1949/decretolegislativo-3-13-fevereiro-1948-364761-publicacaooriginal-1-pl.html>, acessado em: 20/12/2014.

Declaração Internacional dos Direitos à memória da terra, **Digne**, 1991, disponível em <http://www.progeo.pt/pdfs/direitos.pdf>

FLORA DIGITAL DO RIO GRANDE DO SUL, cord. Eduardo L. Hettwer Giehl, **UFRGS**, disponível em: <http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/index.php?pag=apresenta.php>

Human Evolution by The Smithsonian Institution's Human Origins Program “**Human Origins Initiative**” Smithsonian Institution. Disponível em: <http://humanorigins.si.edu>, acessado em 22/01/2015.

IBGE. Biblioteca, **histórico do município de caçapava do sul**, <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/dtbs/riograndedosul/cacapavadosul.pdf> acessado em 21/02/2015

IUCN; Lista vermelha de espécies ameaçadas, disponível em: <http://www.iucnredlist.org/> acessado em : 23/01/2015.

UNESCO; Convenção para a Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural, conferencia geral, 1972 . Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001333/133369por.pdf> acessado em: 01/07/2016.