

DIAGNÓSTICO DA PERMEABILIDADE DA PAISAGEM E ÁREAS DE CONECTIVIDADE CAMPESTRE PARA ZONEAMENTO AMBIENTAL DA SILVICULTURA

RELATÓRIO TÉCNICO
OUT|2021

IDEAL
MEIO AMBIENTE



APRESENTAÇÃO

Este relatório técnico corresponde ao estudo de ecologia da paisagem, intitulado “Diagnóstico da Permeabilidade da Paisagem e Áreas de Conectividade Campestre para o Zoneamento Ambiental da Silvicultura”. O estudo traz contribuições importantes para a atualização do Zoneamento Ambiental da Silvicultura (ZAS) como ferramenta de gestão ambiental deste setor produtivo.

Porto Alegre, outubro de 2021.

Adriano Scherer

Diretor | Ideal Meio Ambiente

EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL

Fabiana Maraschin da Silva | Bióloga | CRBio 34.026-03

Adriano Scherer | Biólogo | CRBio 28.569-03

Guilherme Sonntag Hoerlle | Geólogo | CREA-RS nº 202.306

IDEAL
MEIO AMBIENTE



ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	6
2	OBJETIVOS	9
2.1	Objetivos Geral	9
2.1.1	Objetivos específicos	9
3	MATERIAIS E MÉTODOS	10
3.1	Área de estudo	10
3.2	Base de dados e revisão bibliográfica	10
3.3	Caracterização da heterogeneidade estrutural da paisagem	11
3.4	Avaliação da permeabilidade da paisagem	12
3.4.1	Superfície de resistência das classes de uso e cobertura do solo	12
	Áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade	15
	Unidades de Conservação	15
	Percentual da paisagem das UPN com vegetação campestre	16
3.4.2	Índice de Permeabilidade (IP)	18
3.5	Avaliação de áreas para conectividade dos campos no planejamento territorial silvicultura	19
3.6	Atributos de relevância ambiental para a silvicultura nas UPN	20
3.6.1	Territórios importantes para a conservação	20
3.6.2	Índices relacionados à biodiversidade	22
3.7	Mapeamento de zonas de permeabilidade e conectividade campestre para ordenamento da silvicultura	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
4.1	Caracterização geral da paisagem das UPN	25
4.2	Atributos de relevância ambiental para a silvicultura nas UPN	27
4.3	Permeabilidade da paisagem aos fluxos campestres e áreas para conectividade no contexto da silvicultura	29
4.3.1	Permeabilidade da paisagem	29
4.3.2	Áreas para conectividade dos campos	33
4.4	Zoneamento da permeabilidade e conectividade campestre para a silvicultura	36
4.5	Conservação dos campos sulinos no planejamento da silvicultura	38
4.5.1	O planejamento florestal, biodiversidade e sustentabilidade	38

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS _____	50
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	52
APÊNDICES _____	59

FIGURAS

<i>Figura 1 Emas (Rhea americana) atravessando talhões de eucaliptos: elementos da paisagem proporcionam variados graus de permeabilidade aos fluxos ecológicos. _</i>	<i>7</i>
<i>Figura 2 Mapa das Unidades de Paisagem Natural (UPN) no RS. _____</i>	<i>10</i>
<i>Figura 3 Distribuição de regiões onde a resistência aos fluxos campestres para a classe de uso do solo 'silvicultura' foi atribuída no valor de 70. _____</i>	<i>16</i>
<i>Figura 4 Área total das UPN. _____</i>	<i>26</i>
<i>Figura 5 Percentual da paisagem com destaque para as classes naturais e de cultivos. _____</i>	<i>26</i>
<i>Figura 6 Percentual dos territórios importantes para conservação no contexto da silvicultura nas UPN. _____</i>	<i>29</i>
<i>Figura 7 Índice de permeabilidade média aos fluxos campestres nas UPN. _____</i>	<i>31</i>
<i>Figura 8 Índices de Permeabilidade (azul) e percentual da paisagem da vegetação campestre (relativizados) nas UPN. _____</i>	<i>32</i>
<i>Figura 9 Relação entre a permeabilidade e o % de vegetação campestre nas UPN. _____</i>	<i>32</i>
<i>Figura 10 Mapa da permeabilidade da paisagem e zonas de alto fluxo campestre no contexto da silvicultura. IP = índice de permeabilidade. _____</i>	<i>34</i>
<i>Figura 11 Mapa da Permeabilidade da Paisagem aos fluxos campestres no RS no contexto da silvicultura, conforme desvios em relação ao índice de permeabilidade médio. _____</i>	<i>35</i>
<i>Figura 12 Mapa das zonas de permeabilidade e conectividade campestre para a silvicultura. _____</i>	<i>37</i>
<i>Figura 1320 Vista aérea de hortos florestais, com a rede de corredores ecológicos formados pelas áreas de conservação. _____</i>	<i>41</i>
<i>Figura 14 Campo nativo nas áreas de conservação atuando no sequestro de gases do efeito estufa, havendo estoques consideráveis nos solos (Ideal Meio Ambiente, 2019a). _____</i>	<i>43</i>
<i>Figura 15 Conservação de fauna e flora, ecossistemas, processos bióticos e abióticos e toda diversidade genética é um dos serviços mais importantes ofertados nas áreas de conservação. _____</i>	<i>44</i>

Figura 16 | Proteção de flora ameaçada nas áreas de conservação: Kelissa brasiliensis, espécie vulnerável à extinção no RS, em área campestre de horto da CMPC. _____ 44

Figura 17 | Florestas ciliares e ecossistemas aquáticos nas áreas de conservação possuem papel importante na regulação da qualidade da água. _____ 45

Figura 18 | A biodiversidade dos ecossistemas das áreas de conservação da CMPC reflete valores intangíveis dos serviços ecossistêmicos ofertados (Ideal Meio Ambiente, 2019a). _____ 47

Figura 19 | Relação entre índice de fauna e percentual de remanescentes campestres do ZAS (2009). _____ 51

TABELAS

Tabela 1 | Fonte dos dados utilizados no estudo para o planejamento da silvicultura. _____ 11

Tabela 2 | Valores da superfície de resistência para as classes do uso e cobertura do solo: quanto maior o valor, maior a resistência aos fluxos ecológicos campestres. 14

Tabela 3 | Percentual da paisagem da classe vegetação campestre nas UPN. ____ 17

Tabela 4 | Valores de permeabilidade de cada classe conforme as resistências. __ 19

Tabela 5 | Lista dos atributos de relevância ambiental nas UPN. _____ 21

Tabela 6 | Diretrizes utilizadas no Mapa de zonas de permeabilidade e conectividade campestre para a silvicultura. _____ 24

Tabela 7 | Índices dos atributos ambientais relevantes nas UPN. _____ 28

Tabela 8 | Índice de Permeabilidade da paisagem (IP) e percentual da paisagem da vegetação campestre nas UPN, ordenadas de forma decrescente pelo IP. _____ 30

APÊNDICES

APÊNDICE 1 | Atributos de relevância ambiental nas UPN (gráficos)

APÊNDICE 2 | Mapas da permeabilidade da paisagem, conectividade e respectivas zonas nas UPN

APÊNDICE 3 | Espécies da fauna e flora campestres ameaçadas de extinção com registros nas UPN

APÊNDICE 4 | Anotação de Responsabilidade Técnica

1 INTRODUÇÃO

Uma das preocupações trazidas pelo ZAS (2009) foi o ‘efeito barreira’ potencialmente gerado por extensos e contínuos blocos de plantações que podem reduzir a permeabilidade e porosidade da paisagem, interferindo na mobilidade, e, por conseguinte, no fluxo genético de espécies de áreas abertas (ver vol. I pág. 116 do ZAS). Portanto, para avaliar os efeitos dos plantios arbóreos como barreiras aos ecossistemas campestres, é fundamental o desenvolvimento de estudos de ecologia da paisagem para subsidiar um zoneamento efetivo, aprimorando as diretrizes que se basearam em índices de biodiversidade.

A base conceitual trabalhada no ZAS (ver Forman, 1995) menciona a paisagem no conceito hábitat-matriz (Fischer & Lindenmayer, 2006; Fahrig *et al.*, 2011). Nele, o hábitat corresponde às áreas onde todos os recursos necessários são encontrados e a matriz, ao território ‘hostil’, sendo um paradigma originado do uso da teoria de ilhas da biogeografia para ecossistemas terrestres com reforço da teoria das metapopulações (Burgess & Sharpe, 1981; Hanski & Gilpin, 1991; Haila, 2002; Fahrig *et al.*, 2011). Todavia, muitas espécies percebem a paisagem de maneira mais complexa, utilizando de forma variada os recursos de diferentes tipos de cobertura do solo, o que aponta para um conceito mais heterogêneo da paisagem (Fahrig *et al.*, 2011), ideia também mencionada no próprio ZAS através da definição de paisagem segundo Metzger (2001).

Em uma síntese de vários estudos, Meiklejohn *et al.* (2010) definem que a matriz é um componente da paisagem, que varia de coberturas desenvolvidas pelo homem à outras de caráter seminatural, nas quais os corredores e fragmentos de hábitat se distribuem. Os corredores são componentes da paisagem que facilitam o movimento de organismos e processos entre áreas com hábitat remanescente, dando suporte aos fluxos de processos bióticos e abióticos e sendo específicos para cada espécie ou processos (Meiklejohn *et al.*, 2010). Entretanto, a conectividade não é dependente apenas de corredores, pois ela reflete a interação entre os organismos e a paisagem como um todo, já que eles percebem a paisagem de forma mais complexa, utilizando recursos de diferentes tipos de uso e cobertura da terra (Metzger, 2006; Fahrig *et al.*, 2011; Santos, 2014).

A conectividade é a capacidade da paisagem (ou das unidades da paisagem) de facilitar os fluxos biológicos, podendo ser dividida em conectividade estrutural e funcional (Metzger, 2001; Meiklejohn *et al.*, 2010). A conectividade estrutural reflete a relação física entre os elementos da paisagem, sendo um produto da quantidade de hábitat, sua configuração espacial e condição através de múltiplas escalas (Anderson & Bodin, 2009). A conectividade funcional resulta do efeito combinado da estrutura da paisagem e do uso pelas espécies (habilidade de se mover x riscos de mortalidade), sobre as taxas de movimentação entre fragmentos de hábitat na paisagem (Tischendorf & Fahrig, 2000). Assim, a conectividade é dependente da estrutura espacial (proximidade dos elementos de hábitat, densidade de corredores e ‘stepping stones’ ou trampolins), mas também da forma como a matriz e seus elementos são percebidos pelas espécies, refletindo a permeabilidade da matriz (Metzger, 2001; Meiklejohn *et al.*, 2010).

A permeabilidade se refere ao grau no qual paisagens regionais, englobando uma variedade de coberturas naturais, seminaturais e de terras desenvolvidas, são favoráveis ao movimento da biota, sustentando processos ecológicos (Meiklejohn *et al.*, 2010). Assim, os diferentes tipos de cobertura que compõem uma matriz proporcionam variados graus de permeabilidade, conforme a resistência que oferecem aos fluxos ecológicos, não sendo unicamente uma barreira absoluta e podendo contribuir para a persistência de espécies (Gascon *et al.*, 1999; Castéllon & Sieving, 2005; Santos, 2014).



Figura 1 | Emus (Rhea americana) atravessando talhões de eucaliptos: elementos da paisagem proporcionam variados graus de permeabilidade aos fluxos ecológicos.

Segundo Anderson *et al.* (2016), uma paisagem altamente permeável promove resiliência ao facilitar o movimento de populações e a reorganização de comunidades. Matrizes mais permeáveis podem desempenhar papel importante, além de servir como áreas complementares ao hábitat seja como fonte de alimentos, abrigo, áreas de movimentação etc. (Fahrig, 2007; Fahrig *et al.*, 2011; Santos, 2014).

Outro aspecto importante a se avaliar para um planejamento territorial da silvicultura, sobretudo em contextos agrícolas, é a heterogeneidade da paisagem, já que seus elementos podem influenciar uma variedade de respostas ecológicas (Fahrig *et al.*, 2011). A heterogeneidade da paisagem compreende a heterogeneidade estrutural, em que diferentes tipos de cobertura são identificadas por suas características físicas (composição e configuração espacial – tipos de cobertura, tamanho, disposição espacial, formas, etc.), sem referência a espécies em particular ou grupos de espécies; e a heterogeneidade funcional, em que diferentes tipos de cobertura são identificados de acordo com a dependência por recursos de uma espécie ou grupo de espécies (Fahrig *et al.*, 2011).

Estudos sobre conectividade tipicamente envolvem a identificação de ligações entre áreas específicas, geralmente fragmentos ou grandes blocos de áreas naturais em bom estado de conservação, com foco em uma espécie ou grupo de espécies em particular (Beier *et al.*, 2011; Anderson *et al.*, 2016). Neste contexto, o uso de modelos que empregam a avaliação de caminhos de menor custo é dominante em estudos sobre a conectividade para a fauna (Dickson *et al.* 2019). Todavia, há várias limitações

deste método, em especial quando se tem a necessidade de avaliar extensas regiões e um conjunto amplo de espécies (Pelletier *et al.*, 2014; Dickson *et al.*, 2019).

Avaliações da permeabilidade da paisagem, por sua vez, permitem ampliar o entendimento do movimento de espécies e processos ecológicos em escala regional (Santos, 2014; Anderson *et al.*, 2016), sem necessariamente limitar o foco para uma espécie em particular ou para fragmentos específicos. Uma alternativa é o uso da teoria dos circuitos para modelagens de fluxos genéticos, dispersões ou rotas de movimento de organismos (McRae, 2006; McRae & Beier, 2007; Shah & McRae, 2008; McRae *et al.*, 2008; McRae *et al.*, 2016; Dickson *et al.*, 2019).

Dentro da teoria dos circuitos, duas métricas comumente utilizadas incluem a densidade de corrente e a resistência efetiva (McRae & Beier 2007). A primeira permite uma estimativa das probabilidades de movimento, ou fluxo, para 'caminhantes' se movendo ao acaso através de 'células' de uma grade (ou, em analogia, de fragmentos numa paisagem). A resistência efetiva permite uma medida do isolamento entre população ou sítios, baseada em distâncias pareadas (McRae & Beier 2007). Com a teoria dos circuitos, McRae *et al.* (2008) demonstraram de maneira robusta a possibilidade de identificar múltiplos caminhos de movimentação ou corredores ecológicos e revelar, por exemplo, áreas que restringem o fluxo potencial entre áreas focais. Esta teoria apresenta muitas aplicações para a conservação da conectividade, incluindo temas como a genética populacional e da paisagem, movimentos e caminhos de dispersão dos organismos, comportamento ante a incêndios, fluxo de água e serviços ambientais (Dickson *et al.*, 2019).

Assim, estudos de permeabilidade da paisagem, dos fluxos ecológicos e conectividade permitem subsidiar a tomada de decisão no planejamento territorial da silvicultura. O próprio ZAS (2009) trouxe a noção de que o papel das plantações florestais em benefício da biodiversidade a nível regional depende da localização dessas plantações na paisagem, sendo que podem causar efeitos negativos em ecossistemas adjacentes ou podem ter uma importante contribuição para a conservação da biodiversidade ao nível de paisagem pela adição de complexidade estrutural à simplicidade das paisagens agrícolas (Hunter, 1990; Parrotta & Turnbull, 1997; Norton, 1998). A partir disso e da contextualização feita aqui, percebe-se a relevância de estudos de ecologia e conectividade da paisagem para subsidiar o planejamento de zonas mais favoráveis à silvicultura, complementando diretrizes do ZAS com embasamento técnico disponível nos dias atuais.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAL

O objetivo geral deste estudo é avaliar a permeabilidade da paisagem como ferramenta para atualizar a diretriz de tamanhos e distâncias de maciços de silvicultura do ZAS.

2.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Este estudo tem como objetivos específicos:

- Determinar a permeabilidade na paisagem nas UPN e áreas de conectividade campestre importantes no contexto da silvicultura, gerando mapeamentos para as unidades de planejamento;
- Estabelecer as áreas mais propícias à silvicultura dentro das UPN, conforme a permeabilidade da paisagem e conectividade campestre, visando o ordenamento territorial desta atividade econômica;
- Discutir a necessidade do estabelecimento de limites para os tamanhos de maciços e distância entre eles, com base nas novas técnicas de avaliação da permeabilidade da paisagem e do planejamento florestal;
- Subsidiar a revisão das diretrizes para a atividade de silvicultura estabelecidas no ZAS.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo abrange todo o Estado do Rio Grande do Sul, dividida nas 45 Unidades de Paisagem Natural (UPN), que são as áreas trabalhadas no ZAS e que possuem atributos geofísicos, bióticos e antrópicos característicos. Na figura a seguir são apresentadas as UPN.

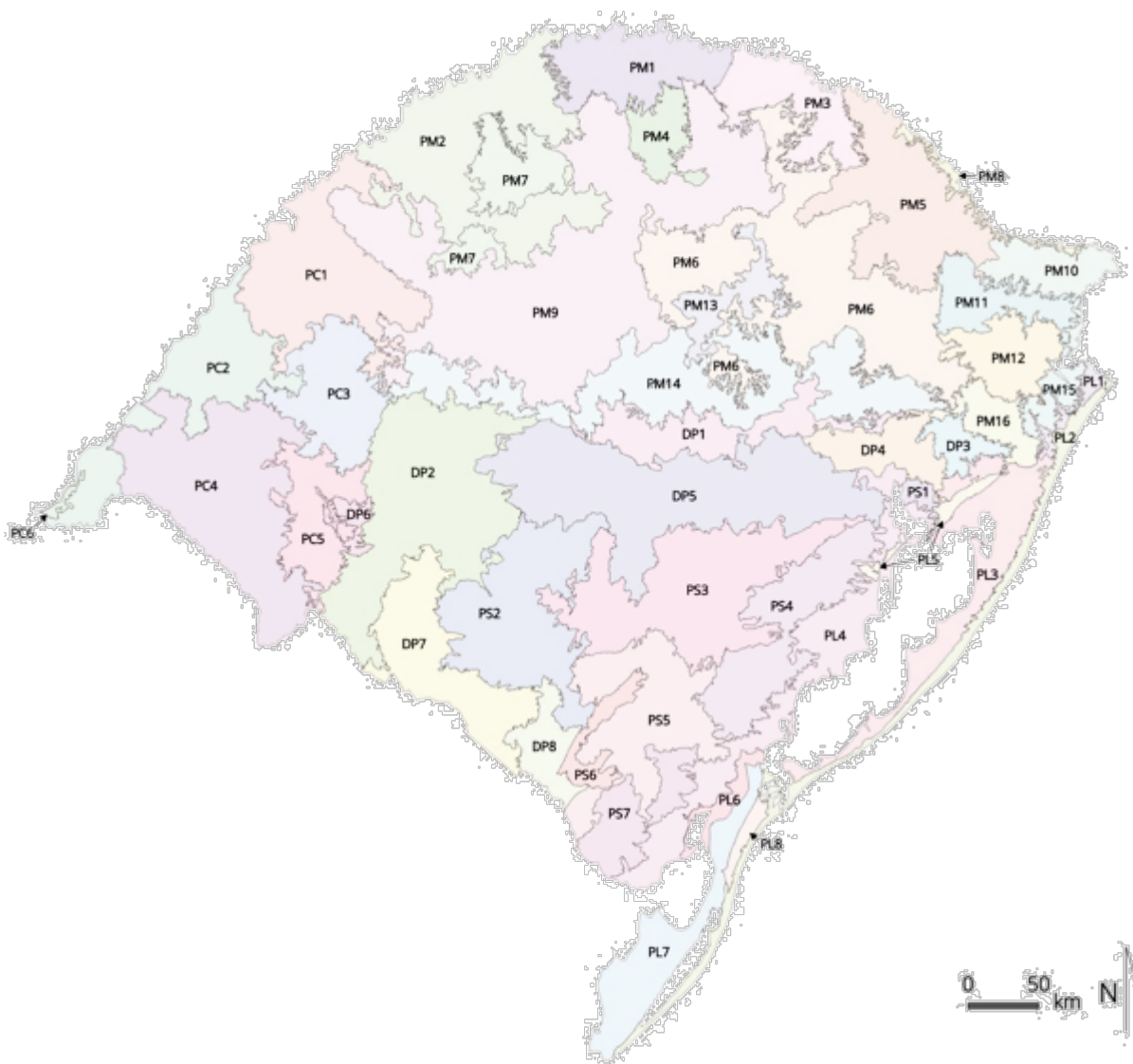


Figura 2 | Mapa das Unidades de Paisagem Natural (UPN) no RS.

3.2 BASE DE DADOS E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A classificação do uso e ocupação do solo (CODEX, 2021) foi feita a partir de atualização do mapeamento elaborado pela ESRI para o ano de 2020 utilizando imagens Sentinel Level-2A com resolução espacial de 10m, além da criação de uma classe extra de silvicultura em escala compatível a 1:50.000 (Karra et al., 2021). As áreas de silvicultura foram identificadas com auxílio de imagens de satélites dos

sensores remotos intitulados WorldView-3 (mosaico de janeiro de 2016 a dezembro de 2020), RapidEye (mosaico de diversas datas, disponibilizado após compilação em junho de 2021) e, finalmente, Sentinel-2 Level-2A (de agosto de 2021). Na tabela a seguir consta a fonte de dados utilizada para os atributos trabalhados.

Tabela 1 | Fonte dos dados utilizados no estudo para o planejamento da silvicultura.

Atributos ambientais	Fonte dos dados
Unidades de Paisagem Natural	FEPAM: http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/geo/bases_geo.asp
UPN x BH	
Recursos hídricos	
Áreas prioritárias para a biodiversidade	MMA: http://areasprioritarias.mma.gov.br/2-Atualizacao-das-areas-prioritarias SEMA: https://sema.rs.gov.br/limites-das-unidades-de-conservacao
Unidades de Conservação	ICMBIO: https://www.icmbio.gov.br/portal/geoprocessamentos/51-menu-servicos/4004-downloads-mapa-tematico-e-dados-geoestatisticos-das-uc-s
Áreas importantes para o SEUC	ZAS (2009)
Sítios BAZE	Alliance for Zero Extinction: https://zeroextinction.org/
IBAS – Important Bird Life Areas	SAVE Brasil (2006, 2009): http://savebrasil.org.br/programa-ibas
Áreas Valiosas de Pastizal (AVP)	Booman (2013): https://pastizalesdelsur.wordpress.com/el-proyecto/documentos/
Territórios Quilombolas Comunidades Quilombolas	INCRA: http://certificacao.incra.gov.br/csv_shp/export_shp.py Rio Grande do Sul (2020): https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/comunidades-quilombolas
Terras Indígenas Comunidades indígenas	FUNAI: http://www.funai.gov.br/index.php/shape Rio Grande do Sul (2020): https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/areas-indigenas
Sítios arqueológicos e paleontológicos	GeoSGB/CPRM: http://geosgb.cprm.gov.br/ IPHAN - Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos (CNSA): http://portal.iphan.gov.br/cna/pagina/detalhes/1227
Bens Tombados	IPHAE/RS: http://www.iphae.rs.gov.br/Main.php?do=BensTombadosAc&Clr=1
Índice de atrativos turísticos	ZAS (2009)

Foi realizada ampla pesquisa bibliográfica sobre os assuntos abordados, incluindo artigos científicos, teses e dissertações, além da base de informações geradas com os relatórios técnicos dos monitoramentos de áreas de silvicultura, como forma de fundamentar as metodologias utilizadas, bem como discutir os resultados obtidos. As bibliografias são citadas ao longo do estudo.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DA HETEROGENEIDADE ESTRUTURAL DA PAISAGEM

Para dar suporte à avaliação da permeabilidade aos fluxos ecológicos campestres num cenário de implantação de silvicultura, é importante revisar o diagnóstico da heterogeneidade estrutural da paisagem, considerando a nova base de uso e cobertura do solo. Assim, foi feita a atualização da caracterização dos aspectos de

composição da paisagem, descrevendo-se atributos que permitem reconhecer o território das UPN conforme os usos da terra e a cobertura de áreas seminaturais. Os atributos descritos foram os seguintes: área total das classes de uso e cobertura do solo e percentual da paisagem de cada classe. Com isso, buscou-se complementar o entendimento da paisagem das UPN e consubstanciando a definição de regiões/zonas mais propícias à silvicultura.

Toda a análise espacial foi realizada em forma de sistema de informações geográficas, utilizando o software ArcGIS 10.2. O cálculo das métricas seguiram McGarigal *et al.* (2012b), executando-se os cálculos em planilhas Excel.

3.4 AVALIAÇÃO DA PERMEABILIDADE DA PAISAGEM

A análise da conectividade de uma paisagem pressupõe a identificação de ligações entre áreas específicas, geralmente fragmentos de hábitat ou grandes porções de áreas naturais, com foco em uma ou algumas espécies de interesse (Beier *et al.*, 2011; Anderson & Clark, 2012; Anderson *et al.*, 2016). A conectividade é influenciada por diversos fatores (Tischendorf & Fahrig, 2000), dentre as quais está a permeabilidade da paisagem. Uma análise mais inclusiva e ampla, portanto, com enfoque em comunidades e na manutenção de fluxos ecológicos, tal como realizado em outros estudos (Santos, 2014; Anderson *et al.*, 2016; Krob, 2016), pode ser feita com a análise da permeabilidade da paisagem, que é uma medida da estrutura da paisagem baseada na resistência de barreiras.

A permeabilidade é definida como o grau ao qual paisagens regionais, com uma variedade de coberturas da terra naturais, seminaturais e desenvolvidas, irão sustentar os processos ecológicos, sendo propícias ao movimento de muitos tipos de organismos (Meiklejohn *et al.*, 2010; Anderson & Clark, 2012). Assim, este é o enfoque deste estudo, avaliar a permeabilidade da paisagem nas UPN, tendo como intuito a manutenção de fluxos ecológicos de comunidades campestres frente à implantação de silvicultura, analisando as resistências oferecidas por diferentes classes de uso e cobertura do solo. Destaca-se que a análise teve como foco e aplicação para silvicultura, não fazendo avaliações específicas de outros tipos de usos do solo e suas variações.

3.4.1 SUPERFÍCIE DE RESISTÊNCIA DAS CLASSES DE USO E COBERTURA DO SOLO

Para determinar a permeabilidade atual da paisagem, pensando em um contexto de implantação de silvicultura, o primeiro passo foi a elaboração de uma superfície de resistências a partir das classes de uso e cobertura do solo. Para isso, o território do RS foi dividido em células de 90m de mesma área, resultando em um *grid* classificado de acordo com o grau de resistência e de permeabilidade para cada célula, seguindo a metodologia proposta por Anderson *et al.* (2016).

Para cada classe de uso e cobertura do solo foi atribuída uma resistência aos fluxos ecológicos de habitats campestres, variando de uma escala de 1 a 100, tendo como referência outros estudos: Anderson & Clark (2012); Santos (2014), Anderson *et al.* (2016), Krob (2016), Boyle *et al.* (2017), Guarenghi (2018). Classes com baixa resistência indicam facilidade de movimentação, enquanto aquelas com alta resistência, restringem a movimentação ou representam, até mesmo, barreiras

absolutas ao movimento (McRae, 2006; McRae *et al.*, 2008; Zeller *et al.*, 2012). Na Tabela 2 a seguir são apresentadas as resistências definidas para as classes de uso e cobertura do solo.

A classe que corresponde aos remanescentes de campo nativo, por serem o foco da análise, recebeu a menor resistência, com valor igual a 1. Esta classe é denominada vegetação campestre e corresponde a áreas abertas cobertas por gramíneas homogêneas com pouca ou nenhuma vegetação mais alta; cereais selvagens e gramíneas sem dispersão humana óbvia (ou seja, não contém um campo plantado) (CODEX, 2021).

A classe vegetação arbustiva corresponde à mistura de pequenos grupos de plantas ou plantas isoladas dispersas em uma paisagem que mostra solo ou rocha exposta; clareiras cheias de arbustos dentro de florestas densas que claramente não são mais altas do que árvores; exemplos: cobertura moderada a esparsa de arbustos, arbustos e tufo de grama, savanas com gramíneas muito esparsas, árvores ou outras plantas (CODEX, 2021). Não constam em estudos anteriores sobre permeabilidade da paisagem ambientes equivalentes que tenham definido valores de resistência; diante disso, atribuiu-se um valor intermediário para a vegetação arbustiva, no valor de 20, situando-se entre aqueles da vegetação campestre e florestal.

Para as áreas de agricultura, Santos (2014) definiu como máxima resistência o valor de 60 para mamíferos de pequeno porte campestres; para mamíferos de médio e grande porte campestres, a autora atribuiu resistência de 30 para esta classe de uso do solo. Assim o valor intermediário de 40 foi adotado no presente estudo, sem fazer distinção entre os diferentes tipos de cultivos.

A classe de solo exposto inclui os afloramentos rochosos, areais, dunas e praias. Para afloramentos e rochas não se encontrou equivalentes na literatura especializada; porém, se trata de um habitat aberto com características peculiares pelas pedras/rochas aflorantes, que o torna restritivo para algumas espécies, mas propício para outras, muitas sendo alvo de conservação; e sua ocorrência é frequente em meio aos campos. Para praias, dunas e areais, não há equivalentes na maioria dos estudos de referência; apenas Boyle *et al.* (2017) adotaram o valor de 10 para classe semelhante. Assim, no presente estudo, foi adotada a resistência igual a 10 para esta classe, já que correspondem a ambientes abertos naturais ou seminaturais, porém com certa restrição para algumas espécies.

Para a vegetação inundada, que inclui qualquer tipo de vegetação com mistura óbvia de água durante a maior parte do ano; ou áreas sazonalmente inundadas que são uma mistura de gramas/arbusto/árvores/solo descoberto (CODEX, 2021). Para esta classe atribuiu-se um valor de 10. Santos (2014), ao avaliar a permeabilidade da matriz, atribuiu diferentes valores para áreas úmidas, conforme o uso por mamíferos de pequeno porte campestres (resistência igual a 1) ou de médio e grande porte campestres (resistência igual a 10). Krob (2016) atribuiu resistências de 45 para banhados, todavia o foco eram os fluxos florestais; Guarenghi (2018) definiu que áreas úmidas não florestadas teriam resistência de 10 para mamíferos especialistas de áreas abertas em paisagens de expansão canavieira; já Boyle *et al.* (2017) atribuíram valor de 1 para pântanos (“swamp”) ao avaliar “hotspots” para herpetofauna (especialmente anfíbios) e mamíferos de grande porte.

Para a classe de água foi atribuído um valor baixo-médio de 35. Krob (2016) ao trabalhar com o corredor florestal da Quarta Colônia atribuiu um valor de 35. Já Boyle *et al.* (2017), considerando a herpetofauna (principalmente anfíbios) e mamíferos de grande porte no Canadá, definiram um valor de 10 para esta classe.

Quanto à classe silvicultura, Santos (2014) atribuiu resistências de 70 para pequenos mamíferos campestres e de 10 para os de médio e grande porte campestres, o que resulta numa média de 40. Para fins comparativos, Guarenghi (2018) adotou resistência de 10 para reflorestamento em seu estudo com mamíferos especialistas de áreas abertas; Boyle *et al.* (2017) atribuíram valor de 25 para plantios arbóreos e para outros cultivos (agricultura).

Mesmo tendo por base os estudos de referência para atribuir as resistências, algumas ponderações foram feitas atentando às preocupações emanadas no ZAS, seja pela formação de possíveis barreiras à biota, quanto pela modificação da paisagem dos campos sulinos, muito associada à cultura do 'gaúcho no Pampa', decorrente da implantação de silvicultura, que introduz uma 'verticalização' em um cenário vegetacional de aspecto predominantemente 'horizontal'. Assim, a classe silvicultura teve um maior valor de resistência (70) em regiões abrangidas por áreas prioritárias para conservação da biodiversidade (ver pág. 15), nas UPN PC4, PC5, DP6, PS6, PL8, PM10 e PM12, onde o percentual da paisagem da vegetação campestre é superior a 50%, conforme descrito adiante na pág. 15, e nos territórios das Unidades de Conservação (UCs) (ver pág. 15). Na Figura 3 a seguir, pode ser visualizada a distribuição destas áreas. Nas demais regiões adotou-se resistência de 40 para silvicultura, que corresponde à média dos valores atribuídos por Santos (2014).

Para as classes de floresta nativa, adotou-se o valor de 40, em equivalência a florestas plantadas, considerando que ambientes florestais (nativos ou não) representam resistências semelhantes a especialistas de áreas abertas. Santos (2014) atribuiu resistências altas para florestas nativas (pequenos mamíferos campestres = 90 e mamíferos de médio e grande porte campestres = 80). Krob (2016), considerando os fluxos florestais, atribuiu para os campos (hábitat não preferencial) a resistência de 40.

Para classe de áreas construídas, que inclui estruturas feitas pelo homem, tais como casas, vilas/cidades densas, rodovias pavimentadas, asfalto, atribuiu-se o maior valor de resistência, igual a 100, sendo consideradas ambientes antropizados desenvolvidos.

Tabela 2 | Valores da superfície de resistência para as classes do uso e cobertura do solo: quanto maior o valor, maior a resistência aos fluxos ecológicos campestres.

Classe	Resistência
Água	35
Solo exposto	10
Vegetação inundada	10
Vegetação campestre	1
Vegetação arbustiva	20
Vegetação florestal (nativa)	40

<i>Classe</i>	<i>Resistência</i>
Agricultura	40
Silvicultura - área prioritária para biodiversidade ou PC4, PC5, DP6, PS2, PS6, PL8, PM10, PM12 ou nas Unidades de Conservação	70
Silvicultura – demais regiões	40
Áreas construídas	100

ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

As Áreas e Ações Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade são classificadas segundo categorias de importância biológica (extremamente alta, muito alta, alta e insuficientemente conhecida) e prioridade de ação (extremamente alta, muito alta e alta) (MMA, 2019).

As áreas prioritárias do bioma Pampa e algumas áreas do bioma Mata Atlântica foram consideradas para a atribuição das resistências aos fluxos campestres para a classe de silvicultura. Para o bioma Mata Atlântica foram consideradas as áreas prioritárias que incluem campos do planalto meridional. Para o bioma Pampa, foram consideradas todas as áreas prioritárias. Na Figura 3, pode ser visualizado o território das áreas prioritárias consideradas e sua distribuição.

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

O território das Unidades de Conservação (UCs) são espaços com características naturais relevantes, com objetivos de conservação e limites definidos, onde se aplicam garantias adequadas de proteção (Lei Federal nº 9.985/2000, Decreto Federal nº 4.340/2002). O SEUC abrange 23 UCs Estaduais sob administração pública, duas Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) e 27 UCs municipais cadastradas; as UCs federais independem de cadastramento no SEUC. Na Figura 3, pode ser visualizado o território das UCs e sua distribuição.

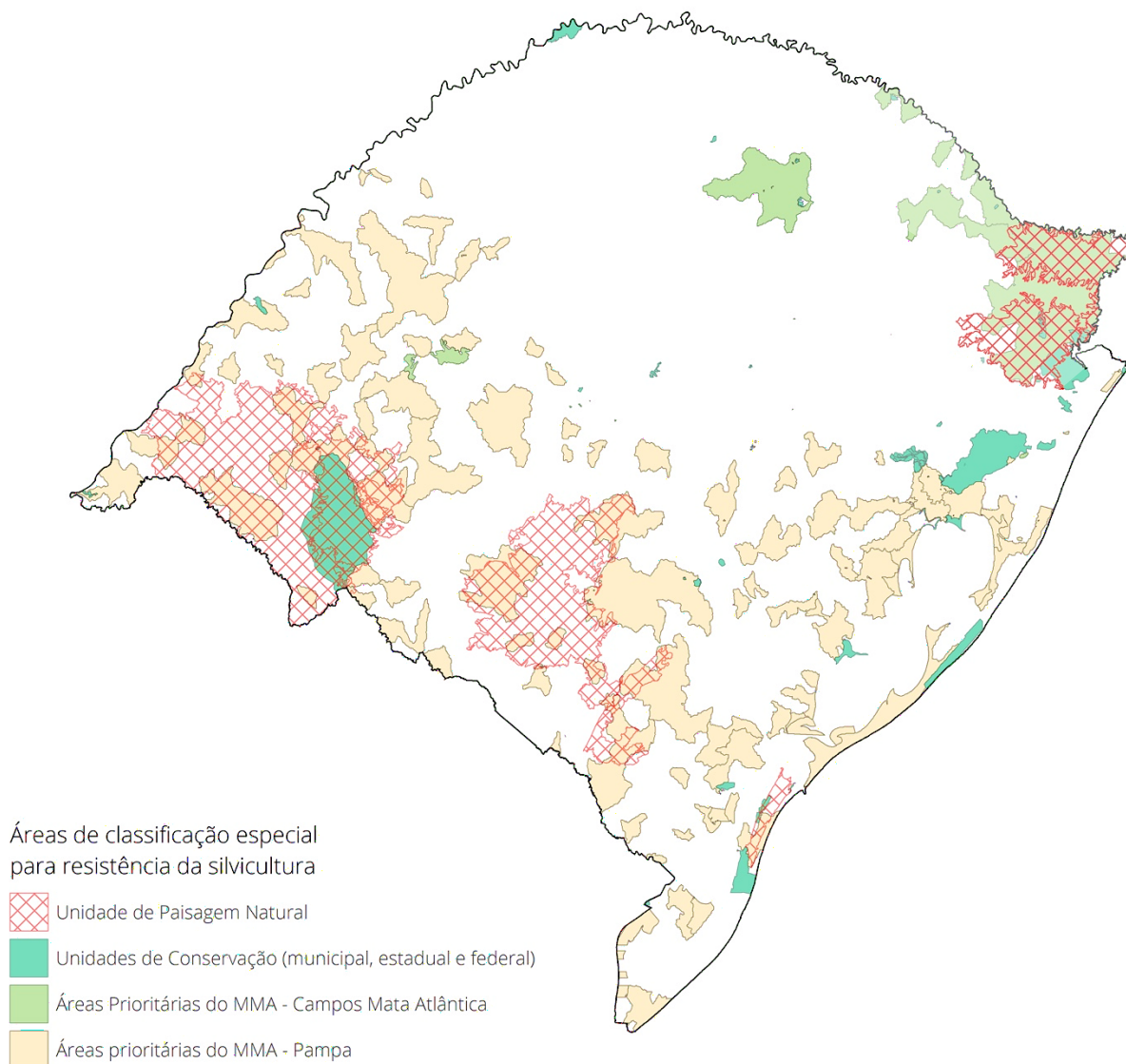


Figura 3 | Distribuição de regiões onde a resistência aos fluxos campestres para a classe de uso do solo 'silvicultura' foi atribuída no valor de 70.

PERCENTUAL DA PAISAGEM DAS UPN COM VEGETAÇÃO CAMPESTRE

O uso do percentual da paisagem de vegetação campestre como um indicativo de regiões relevantes para a conservação desses ambientes frente à silvicultura foi feito visando abranger outras áreas além daquelas já definidas oficialmente como prioritárias para a conservação da biodiversidade. O uso desta métrica considerou um limiar de 50% para manutenção de habitats e biodiversidade campestre (Staude *et al.*, 2017), importantes num contexto de implantação de silvicultura, e considera os quantitativos totais de vegetação campestre independentemente dos tamanhos de fragmentos, uma vez que mesmo fragmentos pequenos mostram-se importantes para a conectividade (Herrera *et al.*, 2017).

Ressalta-se que os campos nativos no RS são tradicionalmente e secularmente utilizados para pecuária e, portanto, correspondem a áreas com uso antrópico com

variadas formas e intensidade de manejo, sendo que o uso sustentável destas áreas é benéfico à biodiversidade campestre.

Na Tabela 3 é apresentada a quantificação com base no mapa de uso do solo de 2021. As UPN com índice superior a 50% são DP6, PC4, PC5, PL8, PS2, PS6, PM10 e PM12. Na Figura 3, podem ser visualizados os territórios destas UPN, que foram consideradas para atribuir a maior resistência aos fluxos campestres para a classe de uso silvicultura, conforme descrito anteriormente.

Tabela 3 | Percentual da paisagem da classe vegetação campestre nas UPN.

UPN	Vegetação Campestre (ha)	Área da UPN (ha)	% de vegetação campestre
DP6	56.380	72.192	78%
PC5	326.262	419.234	78%
PC4	883.950	1.295.560	68%
PL8	37.361	56.430	66%
PS6	91.479	141.489	65%
PM12	199.641	341.585	58%
PS2	556.456	963.745	58%
PM10	172.070	299.660	57%
PS5	380.941	788.334	48%
DP2	655.171	1.378.292	48%
PL5	30.806	68.040	45%
PC1	438.335	996.138	44%
PS7	142.899	339.748	42%
DP8	92.724	220.686	42%
DP7	275.957	683.845	40%
PC3	225.025	559.800	40%
PS3	455.285	1.158.057	39%
DP3	52.672	135.988	39%
PL2	106.838	351.671	30%
PL6	28.986	95.546	30%
PM11	93.903	310.745	30%
PL3	165.790	576.841	29%
DP5	413.379	1.582.482	26%
PL1	17.137	68.470	25%
DP4	68.449	300.043	23%
PM8	13.983	73.944	19%
PM5	162.844	888.965	18%
PS4	124.339	681.025	18%
PC6	3.674	20.318	18%
PC2	130.160	736.601	18%
PM13	41.650	240.262	17%
PL7	74.924	504.747	15%
PL4	95.699	740.014	13%
PM16	25.018	199.910	13%
PS1	5.729	46.438	12%

UPN	Vegetação Campestre (ha)	Área da UPN (ha)	% de vegetação campestre
PM9	332.140	2.786.955	12%
DP1	55.859	473.084	12%
PM14	142.383	1.318.453	11%
PM2	95.674	1.237.442	8%
PM15	9.629	134.351	7%
PM3	33.290	466.025	7%
PM1	35.136	537.298	7%
PM7	22.523	405.584	6%
PM6	72.638	1.806.840	4%
PM4	3.084	220.653	1%

3.4.2 ÍNDICE DE PERMEABILIDADE (IP)

Para obter o IP de cada UPN e elaborar os mapas de permeabilidade campestre para o planejamento da silvicultura, foi feito o cálculo deste índice em cada uma das células de 90 m da superfície de resistência conforme proposto por Anderson *et al.* (2016). Para definir o índice de permeabilidade de cada UPN e classificá-las quanto à permeabilidade geral da paisagem, foi feita uma média com os valores do índice de paisagem calculados para cada célula. McGarigal *et al.* (2012a), em seus estudos sobre potencial de restauração de conectividade, estabelecem que a conectividade de uma célula focal possui relação com sua vizinhança (ou seja, seu contexto de paisagem), quando ela é vista como alvo para conectividade. Ou seja, introduzir o contexto de vizinhança no cálculo de índices de conectividade e permeabilidade permite avaliar até que ponto os fluxos ecológicos para cada célula são restringidos ou facilitados pelo seu entorno imediato. Assim, quanto mais similar com o entorno, mais conectada e maior permeabilidade; quanto mais impedimentos, menos conectada e menor a permeabilidade das células. O mapeamento com base em índices calculados desta forma permite avaliar o quanto cada célula focal está interconectada com outras na paisagem, propiciando a visualização de zonas com maior ou menor fluxo ecológico em potencial.

O modo de cálculo do índice de permeabilidade da paisagem e a elaboração dos mapas seguiu a metodologia de Anderson *et al.* (2016). Estes autores ponderam que os fluxos ecológicos se iniciam em uma célula focal e fluem em todas as direções através das células vizinhas, desenvolvendo uma metodologia que mapeia a permeabilidade e a conectividade como uma superfície contínua e não apenas como um conjunto de núcleos e ligações. O conceito da metodologia de Anderson *et al.* (2016) considera que os fluxos para fora de uma célula focal é função dos valores de resistência e distância das células do entorno até um raio máximo de 3 km. Para tal, cada célula de 90 m foi primeiramente classificada com valores individuais de permeabilidade considerando o valor de Resistência e Permeabilidade das classes de uso e cobertura do solo indicados na Tabela 4. Classes com valores maiores de resistência, possuem menor permeabilidade e vice-versa. O valor de permeabilidade individual atribuído a cada célula corresponde àquele que contempla maior área dentro da célula de 90 m, considerando soma de áreas de classes com a mesma permeabilidade. Esta classificação inicial resultou em uma superfície de

permeabilidades individuais, utilizada como base para próxima etapa de cálculo do índice de permeabilidade da paisagem.

Tabela 4 | Valores de permeabilidade de cada classe conforme as resistências.

Classe	Resistência	Permeabilidade
Água	35	65
Solo exposto	10	90
Vegetação inundada	10	90
Vegetação campestre	1	99
Vegetação arbustiva	20	80
Vegetação florestal (nativa)	40	60
Agricultura	40	60
Silvicultura - área prioritária para biodiversidade ou PC4, PC5, DP6, PS2, PS6, PL8, PM10, PM12 ou nas UCs	70	30
Silvicultura – demais regiões	40	60
Áreas construídas	100	0

O cálculo do IP de cada célula de 90 m considerou também a vizinhança num raio de 3 km, correspondendo à média da célula focal + células vizinhas, ponderadas conforme a proximidade das vizinhas (quanto maior a proximidade com a célula focal, maior a contribuição da vizinha para compor a média) (MCgarigal *et al.*, 2012a; Anderson *et al.*, 2016). Este cálculo foi implementado com a ferramenta 'Focal Statistics' do software Arcgis 10.2 utilizando uma matriz de pesos aproximadamente circular de 67 por 67 células (*kernel file*). Os valores obtidos foram normalizados para que o valor mínimo e máximo correspondessem a 0 e 100, respectivamente.

Os valores do IP de cada célula foram utilizados para elaboração do mapa de permeabilidade das UPN, gerando também uma média do índice para cada UPN. Os mapas permitem visualizar regiões com maior permeabilidade aos fluxos ecológicos campestres, com maior sensibilidade quanto à implantação de maciços; e, por outro lado, regiões com menor permeabilidade, relacionadas com classes de maior alteração antrópica, e que se mostram mais propícias à silvicultura.

O IP médio das UPN foi utilizado também para se comparar as unidades com maior ou menor sensibilidade à silvicultura no que concerne ao 'efeito barreira'. Para tanto, foi feita a classificação em valores de 0 a 1, dividindo-se o valor do IP médio de cada UPN pelo maior valor obtido; quanto mais próximo de 1, maior a permeabilidade aos fluxos campestres.

3.5 AVALIAÇÃO DE ÁREAS PARA CONECTIVIDADE DOS CAMPOS NO PLANEJAMENTO TERRITORIAL SILVICULTURA

O mapeamento de áreas com alta intensidade de fluxos ecológicos campestres foi realizado com o software Circuitscape (McRae *et al.*, 2008; McRae & Shah, 2009), que utiliza a teoria dos circuitos para simular fluxos através da paisagem, possibilitando a identificação de áreas importantes para a manutenção de conectividade em cenários de implantação da silvicultura.

O programa Circuitscape ‘enxerga’ a paisagem como sendo composta de células individuais. No programa, a paisagem é convertida em um grafo, com cada célula da paisagem representada por um nó e as conexões entre células representadas como as bordas, cujos pesos se baseiam na resistência média entre duas células sendo conectadas (Shah & McRae, 2008). O programa realiza uma série de operações para computar métricas de conectividade baseadas em resistência, calculando as probabilidades de passagem através dos nós ou das bordas (McRae & Beier, 2007).

A maioria dos modelos de conectividade trabalham com análises ponto-a-ponto ou fragmento-a-fragmento, limitando seu uso para avaliar a conectividade através de grandes áreas. Para superar essas limitações, Pelletier *et al.* (2014) desenvolveram uma pequena adaptação no modelo do Circuitscape para criar mapas de conectividade omnidirecional, ilustrando caminhos dos fluxos e variações na facilidade de movimento através de grandes áreas.

Para obter uma análise geral da paisagem no presente estudo, foi adotado o método detalhado por Pelletier *et al.* (2014). Para avaliar a conectividade omnidirecional, a área total de estudo é dividida em parcelas de cálculo, nas quais a descarga de corrente é feita em um lado, indo em direção oposta. Este processo é feito em direções ortogonais: uma de leste-oeste/oeste-leste (horizontalmente) e outra de norte-sul/sul-norte (verticalmente). Em seguida, os dois mosaicos direcionais (L-O, N-S) são combinados por multiplicação, formando o mosaico omnidirecional de densidade de corrente. Ao final, as parcelas de cálculo são agrupadas, formando o mosaico da área total estudada. O detalhamento do método pode ser obtido em Pelletier *et al.* (2014).

Para o presente estudo, o foco foram os habitats campestres e a superfície de resistência criada para o mapeamento da permeabilidade da paisagem serviu como base para o uso do Circuitscape. Neste programa, a elaboração dos mosaicos de corrente omnidirecional foi feita abrangendo todo o território do RS. O resultado final obtido foi um mapa de conectividade omnidirecional, com identificação de áreas com alta intensidade de corrente, importantes para a manutenção de conectividade aos fluxos ecológicos campestres num cenário de implantação da silvicultura.

As áreas de alta intensidade de fluxo do mapa de conectividade omnidirecional foram utilizadas na elaboração do mapa final para o zoneamento, correspondendo às áreas de maior conectividade e, portanto, mais sensíveis à silvicultura, visando a manutenção da permeabilidade geral da paisagem.

3.6 ATRIBUTOS DE RELEVÂNCIA AMBIENTAL PARA A SILVICULTURA NAS UPN

3.6.1 TERRITÓRIOS IMPORTANTES PARA A CONSERVAÇÃO

No ZAS (2009), além dos índices de flora, fauna e dos campos, foi feito o levantamento de alguns objetivos de conservação específicos para cada UPN, que também foram utilizados para trabalhar com limites máximos para tamanhos de maciços. Porém, no ZAS foi considerada apenas a quantidade total de atributos, com base em sua presença ou ausência nas UPN, sem considerar o percentual de ocupação que cada um deles têm nas UPN.

Considerando a relevância em se avaliar as UPN também em termos de proporção de áreas importantes para conservação, para os atributos que correspondem à territórios, foi feita a quantificação da área ocupada por cada um deles, calculando-se o percentual de ocupação nas UPN. Para os sítios arqueológicos e paleontológicos, como correspondem à pontos, foi considerada a densidade de pontos em cada UPN. No APÊNDICE 1, estão os gráficos de cada aspecto considerado para a caracterização da relevância ambiental das UPN.

Para gerar um índice geral dos territórios importantes para conservação, foi feita a média dos valores relativizados dos atributos dentro de cada UPN (para reduzir o efeito da quantidade de atributos) e, por fim, foi feita a relativização final, para classificar e comparar as UPN entre si. Este índice foi denominado ‘índice dos territórios importantes para conservação’, consolidando, junto com o IP, o diagnóstico de UPN com maior relevância ambiental, com foco na proteção de territórios específicos em meio à silvicultura. O índice indica que a UPN possui territórios restritos/vedados à silvicultura e, com base nisso, deve ser feito, em escala local, o direcionamento e planejamento mais criterioso da silvicultura para áreas de menor impacto dentro das UPN.

Na Tabela 5 são listados estes atributos ambientais. Além de atributos já considerados no ZAS (2009), foram incluídos os sítios Baze, que correspondem a áreas classificadas como últimos refúgios para espécies severamente ameaçadas de extinção no Brasil, nas categorias Criticamente em Perigo (CR) e Em Perigo (EN). A Aliança Brasileira para Extinção Zero (BAZE) foi criada em 2006, inspirada na iniciativa global *Alliance for Zero Extinction – AZE*, reunindo diversas instituições. Em 2018, foram publicadas pelo MMA duas portarias reconhecendo os sítios BAZE como locais prioritários para conservação no Brasil, apresentando ainda o mapa de sítios (Portarias MMA nº 287 de 27/07/2018 e nº 413 de 31/10/2018). No Rio Grande do Sul, têm-se 10 sítios BAZE (Biodiversitas, 2018), sendo que quatro abrangem ecossistemas e espécies da fauna campestres: nº 130 Arroio Bagé (*Austrolebias vazferreirai*), nº 135 Parque Estadual do Espinilho (*Coryphistera alaudina*, *Gubernatrix cristata*, *Leptasthenura platensis*), nº 137 Pontal da Barra (*Austrolebias nigrofasciatus*) e nº 140 Rio Jaguarão (*Austrolebias cheradophilus*).

As áreas prioritárias do MMA não foram incluídas neste índice, pois são mais abrangentes e foram incorporadas na definição da superfície de resistência para avaliação da permeabilidade da paisagem (ver item “Áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade”, pág. 15).

Tabela 5 | Lista dos atributos de relevância ambiental nas UPN.

Atributos ambientais	Tipo
Unidades de Conservação	Território/área
Áreas importantes para o SEUC	Território/área
Sítios BAZE	Território/área
IBAS – Important Bird Life Areas	Território/área
Áreas Valiosas de Pastizal (AVP)	Território/área
Quilombolas	Território/área
Terras Indígenas	Território/área

<i>Atributos ambientais</i>	<i>Tipo</i>
Sítios arqueológicos e paleontológicos	Território/pontos

Quanto aos territórios indígenas e quilombolas, a quantificação da ocupação de cada área nas UPN considerou aquelas já demarcadas, cuja base de dados é disponibilizada pela FUNAI e INCRA. Todavia, cabe ressaltar que há várias comunidades, tanto indígenas como quilombolas, cujos territórios ainda estão em estudo (Rio Grande do Sul, 2020) e, por isso, não foram quantificados aqui.

3.6.2 ÍNDICES RELACIONADOS À BIODIVERSIDADE

Para subsidiar a caracterização das UPN, juntamente com a permeabilidade, percentual de vegetação campestre e de territórios importantes para a conservação, são reapresentados os índices de biota (fauna e flora campestres ameaçadas) revisado na primeira etapa para atualização do ZAS (FIERGS, 2019), bem como o índice de atrativos turísticos elaborado no ZAS (2009) e descrito no estudo base do zoneamento¹. Estes correspondem a informações importantes para o diagnóstico das UPN e delineamento das diretrizes para a silvicultura, estando relacionados com serviços ecossistêmicos de manutenção da biodiversidade, da paisagem e de bens culturais.

3.7 MAPEAMENTO DE ZONAS DE PERMEABILIDADE E CONECTIVIDADE CAMPESTRE PARA ORDENAMENTO DA SILVICULTURA

Como síntese da avaliação de permeabilidade e conectividade para os fluxos campestres e da revisão dos objetivos de conservação das UPN, foi feito um mapeamento com zonas para ordenamento da atividade de silvicultura. O objetivo com a elaboração deste mapa final é, por meio da sobreposição de informações sobre o território, direcionar espacialmente a atividade da silvicultura dentro das UPN, favorecendo a manutenção da permeabilidade e da conectividade da paisagem para os habitats campestres. A partir disso, este mapa final com zonas de permeabilidade e conectividade campestre corresponde a uma ferramenta adicional que contribui para planejamento territorial no âmbito do licenciamento da silvicultura, trazendo a classificação de zonas em quatro níveis.

Conforme a sobreposição de informações trabalhadas, as zonas foram definidas com quatro níveis de permeabilidade e conectividade campestre: Muito alto, Alto, Médio e Baixo, segundo os critérios descritos a seguir. Cada um destes níveis foi, então, relacionado às diretrizes de porte dos plantios florestais (ver Tabela 6).

Para a elaboração do mapa com as zonas, foi realizada a sobreposição de informações e sua reclassificação, conforme níveis relacionados com os atributos de conservação trabalhados: índice de permeabilidade, áreas de alto fluxo ecológico (obtidas com Circuitscape), territórios para conservação.

Considerando o critério Permeabilidade, os níveis potenciais de permeabilidade e conectividade foram atribuídos com base no índice de permeabilidade (IP) nas células

¹ Estrutura, Metodologia e Bases Técnicas de 2007, v.1, disponível na página da FEPAM: http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/silvicultura/Estrutura_MetodologiaeBases_Tecnicas.zip

da superfície das UPN, categorizado em alto, médio e baixo de acordo com o desvio padrão e a média (ver Figura 11 adiante nos resultados). O uso do IP conforme os desvios padrões em relação à média como regra para definir pontos de corte para níveis de permeabilidade se baseou na forma como Anderson *et al.* (2016) definiram escores em seu estudo sobre resiliência ambiental.

Índices de Permeabilidade com valores altos correspondem a áreas onde ainda há maior quantidade e extensão de áreas campestres na paisagem, sendo que o cálculo do índice para cada célula (90m) da superfície de resistência considera a vizinhança da célula, de modo que, quanto mais alto é o valor, maior é a semelhança da célula com seu entorno. Na medida em que os valores do IP de cada célula se aproximam da média, maior são os contrastes quanto ao tipo de cobertura do solo na vizinhança da célula, refletindo as alterações na cobertura vegetal e maior fragmentação.

Assim, áreas mapeadas com permeabilidade alta ($IP > 2$ desvios padrões) possuem maior sensibilidade à silvicultura, visando manter a permeabilidade da paisagem; aquelas com permeabilidade média-alta (IP até 2 desvios padrões), se encontram em áreas com maior variação entre diferentes usos do solo no entorno dos campos, com menor sensibilidade que as áreas anteriores. Áreas com IP abaixo da média, possuem menor permeabilidade e conectividade, sendo mais flexíveis à silvicultura e, portanto, com menor impacto de grandes plantios arbóreos na permeabilidade geral da paisagem.

As áreas com alta intensidade de fluxos ecológicos, mapeadas com o Circuitscape, que correspondem a áreas importantes para a conectividade dos campos num contexto de silvicultura, foram definidas também com base no desvio padrão dos valores de intensidade de corrente gerados no mapeamento. Áreas com intensidade de corrente/fluxo maior que um desvio padrão em relação à média geral da parcela de cálculo, foram consideradas como zona de alto potencial de conectividade.

Para os territórios, foram considerados os protegidos legalmente (UCs, Terras Indígenas etc.) ou não. Neste último caso, incluem-se as IBAs e áreas de Pastizales, por exemplo, que constituem regiões campestres relevantes frente às mudanças fisionômicas impostas por plantios arbóreos.

Os critérios considerados na definição de níveis para zonas de permeabilidade e conectividade para a silvicultura são apresentados na Tabela 6. O mapa final de zonas considera sempre o maior nível dos critérios sobrepostos.

Enfatiza-se aqui que o mapeamento de zonas possui caráter direcionador em escala regional, não excluindo a atividade de silvicultura das zonas com alto potencial de permeabilidade e conectividade campestre, tendo em vista o caráter dinâmico de uso da terra ao longo do tempo. Assim, a definição de uma zona elevado potencial de permeabilidade e conectividade indica a necessidade de maior atenção quanto à proteção ambiental para implantação da silvicultura. Além disso, ressalta-se que, nos procedimentos de licenciamento da silvicultura, também estão contempladas avaliações locais para o planejamento das áreas de produção e de conservação dos projetos, em atendimento à legislação vigente.

Tabela 6 | Diretrizes utilizadas no Mapa de zonas de permeabilidade e conectividade campestre para a silvicultura.

Zona	Critérios considerados na sobreposição de dados		Diretriz de porte
Muito Alta	Territórios importantes para conservação (legalmente protegidos)	Unidades de Conservação (exceto APAs) RBMA Zona Núcleo Terra Indígena Territórios Quilombolas	Excludente de silvicultura; plantios não são permitidos.
		Índice de Permeabilidade	
Alta	Intensidade de fluxos ecológicos	Áreas de alta permeabilidade aos fluxos campestres (IP > 2 desvios padrão)	Permitido apenas o porte mínimo, respeitando diretrizes gerais e específicas por UPN.
		Áreas com alta intensidade de fluxos ecológicos campestres (fluxo médio > 1 desvio padrão)* DP6, PC6, PL6, PL8	
		Territórios importantes para conservação APAs Áreas do SEUC	
Média	Territórios importantes para conservação	Áreas com média permeabilidade aos fluxos campestres (IP até 2 desvios padrões) IBAs AVP Sítios Baze	Permitido todos os portes, exceto excepcional, respeitando diretrizes gerais e específicas por UPN.
		Índice de Permeabilidade	
Baixa	Intensidade de fluxos ecológicos	Áreas com baixa permeabilidade aos fluxos campestres (IP com desvios padrão negativos)	Permitido todos os portes, respeitando diretrizes gerais e específicas por UPN.
		Áreas com média-baixa intensidade de fluxos ecológicos campestres (fluxo médio ou abaixo da média)*	
		Territórios importantes para conservação Demais áreas	

IP = índice de permeabilidade. * Mapeamento feito com o Circuitscape.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA PAISAGEM DAS UPN

A atualização de dados de uso e cobertura do solo faz com que seja importante revisar aspectos da caracterização da paisagem das UPN, visando uma melhor compreensão da paisagem e, conseqüentemente, da permeabilidade geral para os fluxos campestres. O ZAS, ao trabalhar diversos aspectos geofísicos e antrópicos, compartimentou o território do RS em 45 UPN, cujos tamanhos são apresentados na Figura 4. O percentual de ocupação das classes naturais e cultivadas são apresentados na Figura 5.

A caracterização da paisagem mostra que a maioria das UPN possui uso antrópico consolidado com áreas de agricultura, pecuária e silvicultura no RS. Isso vem se mantendo desde a época do ZAS (2009), com algumas alterações conforme as mudanças no uso do solo de lá para cá. Deve-se ressaltar que as classes de uso do solo trabalhadas no ZAS (2009) diferem das classes na base atual e, portanto, algumas comparações devem ser feitas com cuidado.

As UPN com maior percentual de silvicultura em suas paisagens são a DP4, PM12, PS3, PL5 e PM10 (Figura 5). Considerando as classes de vegetação campestre, as UPN com maior percentual da paisagem são DP6, PC5, PL8, PS6, PC4, PS2, PM12 e PM10 (Figura 5; ver também Tabela 3), sendo que a PL8 se constitui praticamente de um único fragmento de campo, além de vegetação inundada (banhados). Algumas UPN se destacam com menor percentual de remanescentes de campos, já que possuem grande percentual de áreas com uso agrícola e cobertura florestal. As áreas de vegetação inundada ocupam maior percentual da paisagem nas PL, comparativamente às demais UPN.

Para os ambientes de mata nativa (vegetação florestal), além das UPN do planalto (PM), pertencentes ao bioma Mata Atlântica, merecem destaque: PS1, PS3, PS4, PS5, DP1, DP3, DP4 e PL1 (Figura 5), entre outras, quanto ao percentual de ocupação da UPN. Para algumas UPN com maior percentual das classes naturais, há a contribuição de áreas legalmente protegidas (UCs e APPs), que favorecem a conservação destes ambientes naturais (ver Figura 6 adiante e APÊNDICE 1).

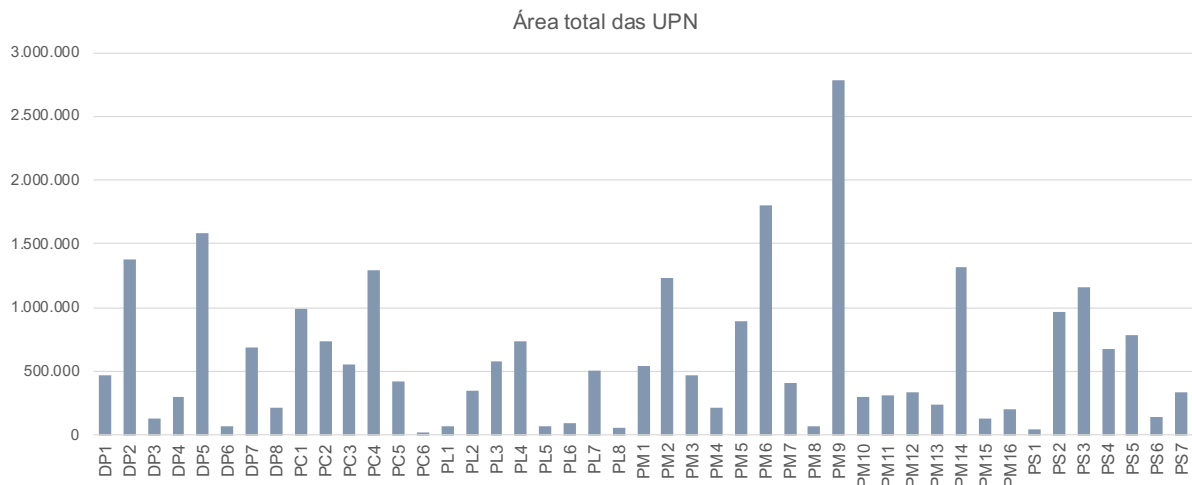


Figura 4 | Área total das UPN.

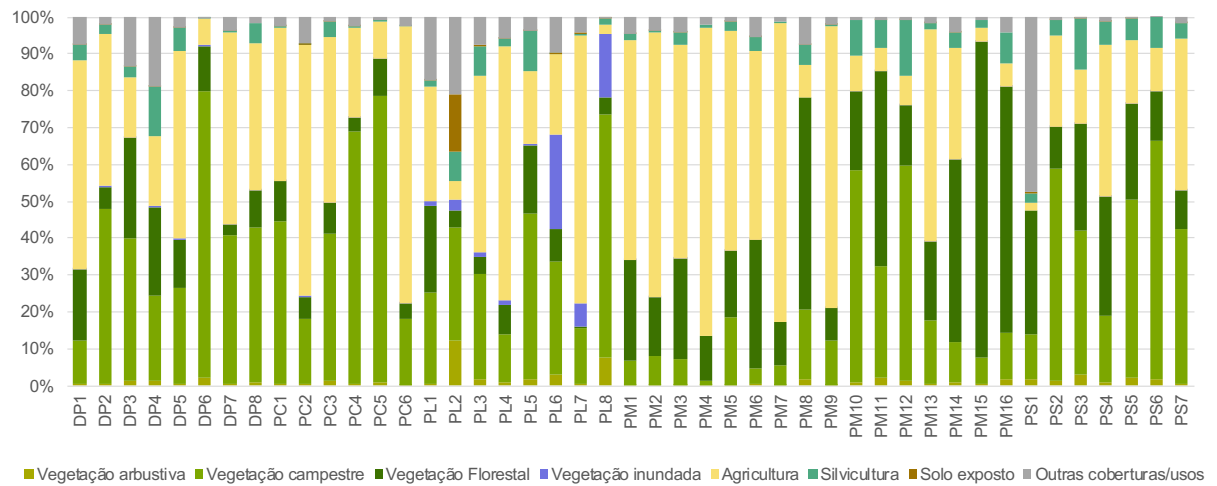


Figura 5 | Percentual da paisagem com destaque para as classes naturais e de cultivos.

4.2 ATRIBUTOS DE RELEVÂNCIA AMBIENTAL PARA A SILVICULTURA NAS UPN

A Tabela 7 apresenta os índices relativos aos territórios importantes para a conservação, à biota campestre ameaçada, percentual da paisagem da vegetação campestre e atrativos turísticos, considerando o contexto de implantação de áreas de silvicultura. Na Figura 6, é destacada a contribuição de cada território para o índice correspondente. No APÊNDICE 1, estão os gráficos de cada aspecto considerado para a caracterização da relevância ambiental das UPN.

As UPN com maiores valores reúnem maior quantidade e/ou percentual de ocupação territorial de atributos, tal como a PL8, a PM12 e a PL6. As UPN com menores valores, como a PM13, DP3, DP4, possuem menor percentual de ocupação por estes territórios ou valores baixos para os demais índices. Estes atributos de relevância ambiental, apresentados aqui sob a forma de índices, complementam a avaliação da permeabilidade, consolidando o diagnóstico de aspectos com relevância ambiental para as UPN, como já empregado no ZAS para tratar da diretriz de maciços florestais, sob o tema 'objetivos de conservação específicos'. Todavia, o uso de índices gerais por UPN para a definição de diretrizes uniformiza estas unidades sem levar em consideração variações ambientais e no uso da terra existentes dentro das mesmas, como será discutido adiante.

Tabela 7 | Índices dos atributos ambientais relevantes nas UPN.

UPN	Percentual da paisagem da vegetação campestre*	Índice da biota campestre ameaçada	Índice atrativos turísticos	Índice dos territórios para conservação
DP1	0,15	0,37	0,12	0,27
DP2	0,61	0,75	0,14	0,05
DP3	0,50	0,09	0,31	0,39
DP4	0,29	0,37	0,19	0,07
DP5	0,33	0,83	0,13	0,04
DP6	1,00	0,16	0,09	0,63
DP7	0,52	0,41	0,12	0,10
DP8	0,54	0,32	0,09	0,25
PC1	0,56	0,24	0,09	0,20
PC2	0,23	0,77	0,18	0,14
PC3	0,51	0,47	0,24	0,21
PC4	0,87	0,66	0,27	0,60
PC5	1,00	0,48	0,32	0,60
PC6	0,23	0,57	0,00	0,78
PL1	0,32	0,25	0,44	0,41
PL2	0,39	0,76	0,45	0,48
PL3	0,37	0,71	0,30	0,16
PL4	0,17	1,00	0,26	0,20
PL5	0,58	0,13	0,62	0,33
PL6	0,39	0,20	0,59	0,83
PL7	0,19	0,58	0,62	0,33
PL8	0,85	0,15	1,00	1,00
PM1	0,08	0,15	0,07	0,97
PM2	0,10	0,48	0,10	0,06
PM3	0,09	0,06	0,08	0,20
PM4	0,02	0,23	0,04	0,19
PM5	0,23	0,59	0,20	0,06
PM6	0,05	0,72	0,14	0,03
PM7	0,07	0,10	0,16	0,09
PM8	0,24	0,19	0,46	0,28
PM9	0,15	0,63	0,08	0,05
PM10	0,74	0,68	0,65	0,46
PM11	0,39	0,50	0,47	0,39
PM12	0,75	1,00	0,65	0,59
PM13	0,22	0,11	0,07	0,02
PM14	0,14	0,31	0,12	0,18
PM15	0,09	0,48	0,29	0,59
PM16	0,16	0,35	0,39	0,06
PS1	0,16	0,79	0,34	0,30
PS2	0,74	0,69	0,21	0,03
PS3	0,50	0,82	0,21	0,17
PS4	0,23	0,34	0,26	0,12
PS5	0,62	0,43	0,09	0,29
PS6	0,83	0,20	0,11	0,26
PS7	0,54	0,39	0,02	0,11

*valor relativizado entre todas as UPN (ranqueado).

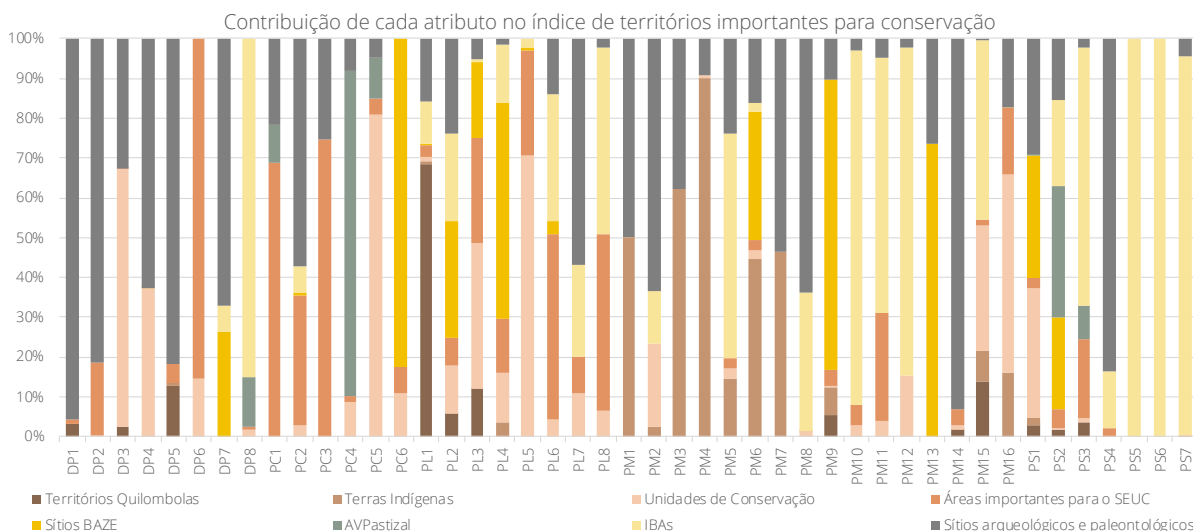


Figura 6 | Percentual dos territórios importantes para conservação no contexto da silvicultura nas UPN.

4.3 PERMEABILIDADE DA PAISAGEM AOS FLUXOS CAMPESTRES E ÁREAS PARA CONECTIVIDADE NO CONTEXTO DA SILVICULTURA

4.3.1 PERMEABILIDADE DA PAISAGEM

O índice de permeabilidade da paisagem aos fluxos campestres para as UPN é apresentado na Tabela 8, juntamente com seu valor relativizado para facilitar comparações entre UPN, e com o percentual da paisagem da vegetação campestre, também relativizado entre as UPN. Na Figura 7 e na Figura 8, pode ser visualizado o valor do IP médio e a classificação relativa de cada UPN, respectivamente. Mais adiante, na Figura 10, é apresentado um mapa com a permeabilidade da paisagem no contexto da silvicultura para o Rio Grande do Sul. Os mapas de permeabilidade para cada UPN são apresentados no APÊNDICE 2.

A média geral do IP para as UPN foi de $64,9 \pm 7,98$. Os valores entre as UPN variaram de 26,7 (PS1), que contém o maior percentual de área desenvolvida (urbana), a 86,2 (PL8), que contém um grande remanescente de campos litorâneos que reveste 66% da UPN, além de vegetação arbustiva e inundada que possuem resistências baixas-médias (ver Figura 5). Metade das UPN possui IP médio com valores entre 59 e 72, aproximadamente (Figura 7).

A Figura 9 mostra a relação entre o índice de permeabilidade e o percentual da paisagem da vegetação campestre. Há relação positiva esperada, porque ambos incorporam a presença dos habitats campestres. Porém, o IP reflete a distribuição dos campos na paisagem e sua disposição espacial em relação a outras classes de uso, já que seu cálculo é feito ponderando a vizinhança num raio de 3km de cada parcela de 90m da superfície de resistência. Assim, as UPN com maior percentual de campos, possuem maior permeabilidade e, em geral são aquelas com maior índice de valor para os campos (PL8, PC5, DP6, PC4), o que era um resultado esperado.

Todavia, algumas UPN com percentual da paisagem de vegetação campestre mais baixos comparativamente às demais (PL8xPC5, por exemplo) possuem alta

permeabilidade porque possuem outras classes de uso do solo com baixa resistência aos fluxos campestres.

A avaliação do tema do efeito barreira dos plantios florestais para os fluxos campestres deve considerar que os diferentes componentes de uma paisagem são percebidos de forma complexa pelos organismos, fugindo do conceito hábitat-matriz (Fahrig *et al.*, 2011). Com a avaliação da permeabilidade da paisagem, aspectos da conectividade funcional podem ser introduzidos no zoneamento territorial da silvicultura, sendo que a conectividade de uma paisagem é influenciada não só por corredores, mas pela natureza deles e da matriz, bem como pela resposta dos organismos a ambos (Tischendorf & Fahrig, 2000).

Para mamíferos em paisagens agrícolas (Santos, 2014), por exemplo, tanto a permeabilidade quanto o percentual de hábitat se mostram bons preditores da conectividade da paisagem, variando conforme o grupo a que pertencem. Matrizes mais permeáveis para determinado grupo funcional, podem desempenhar a mesma função de corredores na paisagem (Fahrig, 2007; Santos, 2014).

A avaliação em regiões amplas quanto à manutenção de fluxos ecológicos deve, entretanto, considerar toda a gama de organismos que podem potencialmente ser afetados por diferentes usos e coberturas do solo, mesmo que sejam estruturalmente semelhantes ao hábitat foco. Assim, foi possível ressaltar as UPN de maior relevância para os campos e as zonas de potenciais fluxos, buscando direcionar a atividade de silvicultura para regiões mais flexíveis.

Tabela 8 | Índice de Permeabilidade da paisagem (IP) e percentual da paisagem da vegetação campestre nas UPN, ordenadas de forma decrescente pelo IP.

UPN	IP médio	Desvio Padrão	IP relativizado	Percentual da paisagem da vegetação campestre (valor relativizado)
PL8	86,22	9,82	1,00	0,85
PC5	85,15	8,63	0,99	1,00
DP6	84,71	4,87	0,98	1,00
PC4	83,52	11,14	0,97	0,87
PS2	75,14	9,23	0,87	0,74
DP2	72,68	9,09	0,84	0,61
DP7	72,62	8,95	0,84	0,52
PC1	72,49	8,86	0,84	0,56
PM10	72,46	10,11	0,84	0,74
PS6	72,29	10,05	0,84	0,83
PM12	72,21	11,71	0,84	0,75
PL6	72,03	8,56	0,84	0,39
PL2	70,70	16,21	0,82	0,39
DP8	69,68	6,35	0,81	0,54
PS7	69,59	6,93	0,81	0,54
PC3	69,54	6,80	0,81	0,51
PS5	68,32	8,04	0,79	0,62
PC6	65,18	4,00	0,76	0,23
PL7	65,14	7,89	0,76	0,19
PM8	65,09	7,15	0,75	0,24
PC2	65,08	6,07	0,75	0,23

UPN	IP médio	Desvio Padrão	IP relativizado	Percentual da paisagem da vegetação campestre (valor relativizado)
PS3	64,90	7,54	0,75	0,50
PM11	64,40	8,84	0,75	0,39
PL3	64,31	6,91	0,75	0,37
DP5	63,55	6,72	0,74	0,33
PM5	62,39	4,94	0,72	0,23
PM13	62,25	6,39	0,72	0,22
PM9	62,05	5,71	0,72	0,15
PM15	60,46	3,25	0,70	0,09
PL4	60,31	7,01	0,70	0,17
PL5	60,06	10,64	0,70	0,58
PM7	60,03	4,13	0,70	0,07
PS4	59,62	3,87	0,69	0,23
PM3	59,15	4,59	0,69	0,09
PM2	58,95	5,45	0,68	0,10
PL1	58,77	6,54	0,68	0,32
PM1	58,57	4,68	0,68	0,08
PM4	57,55	2,69	0,67	0,02
PM14	56,89	6,88	0,66	0,14
PM16	55,84	6,70	0,65	0,16
DP1	55,28	9,17	0,64	0,15
PM6	54,90	7,72	0,64	0,05
DP3	54,32	14,78	0,63	0,50
DP4	49,18	16,48	0,57	0,29
PS1	26,73	16,92	0,31	0,16

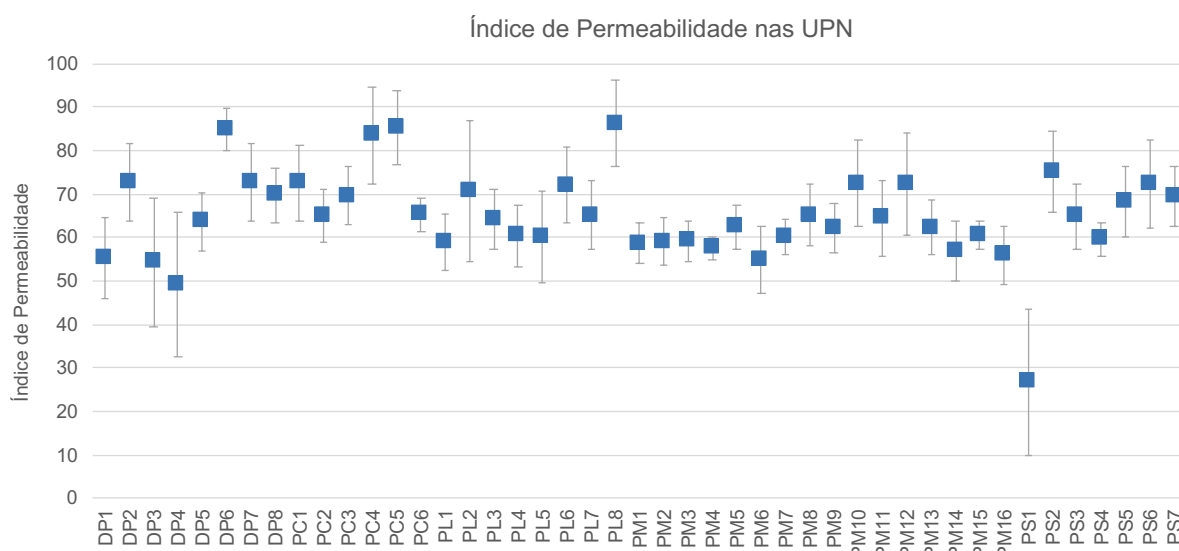


Figura 7 | Índice de permeabilidade média aos fluxos campestres nas UPN.

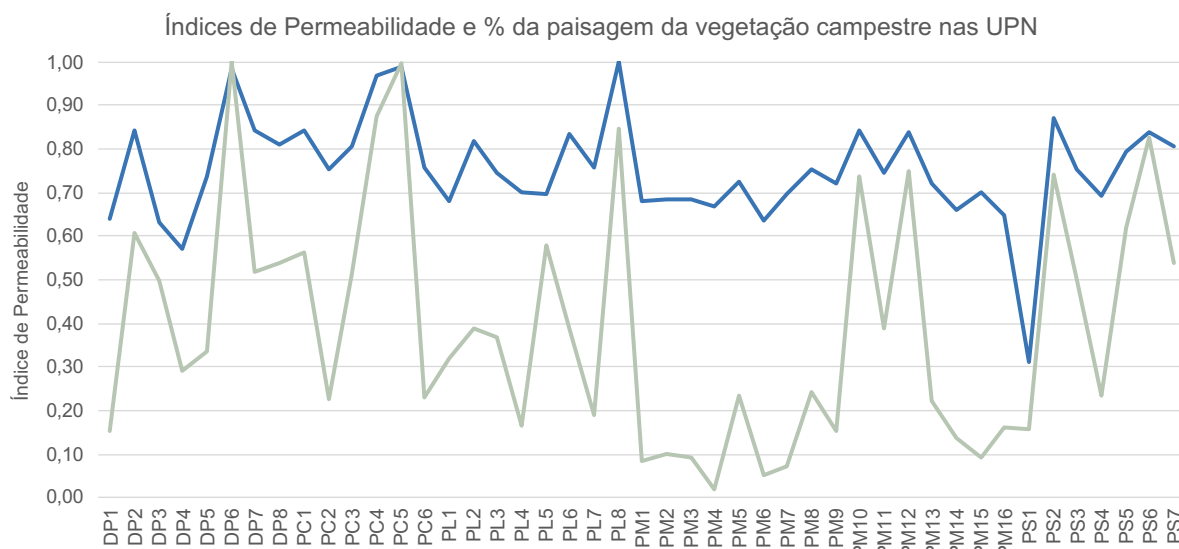


Figura 8 | Índices de Permeabilidade (azul) e percentual da paisagem da vegetação campestre (relativizados) nas UPN.

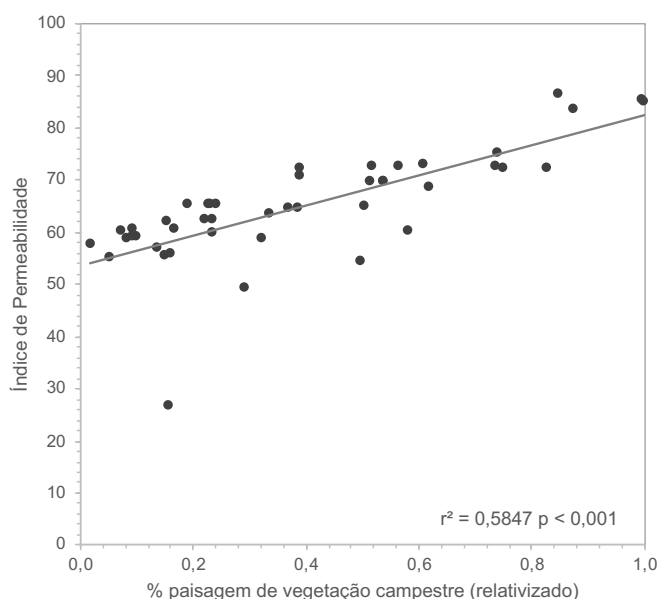


Figura 9 | Relação entre a permeabilidade e o % de vegetação campestre nas UPN.

Observando os mapas com a permeabilidade da paisagem no RS (Figura 10, Figura 11 e APÊNDICE 2), as áreas de maior permeabilidade em azul correspondem às regiões com maior extensão de campos e as de menor permeabilidade estão em escala de amarelo a vermelho.

Estes mapas auxiliam no direcionamento da silvicultura para zonas com maior flexibilidade, onde a conversão de uso do solo de outras classes para a de silvicultura causam menor efeito na permeabilidade aos fluxos campestres, especialmente onde as resistências destas classes sejam semelhantes (ver Tabela 4).

Os mapas de permeabilidade não vedam territórios, porém mostram regiões mais sensíveis à silvicultura e outras mais flexíveis. Nas regiões mais sensíveis, é importante definir áreas que são importantes para a manutenção dos fluxos campestres, frente à implantação de silvicultura. Assim, após a avaliação da permeabilidade da paisagem foi feito o mapeamento de fluxos omnidirecionais, para detecção de áreas importantes para a manutenção da conectividade, conforme descrito adiante.

4.3.2 ÁREAS PARA CONECTIVIDADE DOS CAMPOS

O mapeamento realizado com o Circuitscape permitiu visualizar claramente áreas com alta intensidade de corrente, onde os fluxos ecológicos campestres são potencialmente intensos (Figura 10). Estas áreas são importantes para a manutenção da conectividade dos campos num cenário de implantação de silvicultura, sendo incorporadas no zoneamento e nas diretrizes propostas.

Índice de Permeabilidade da Paisagem e zonas de alto fluxo

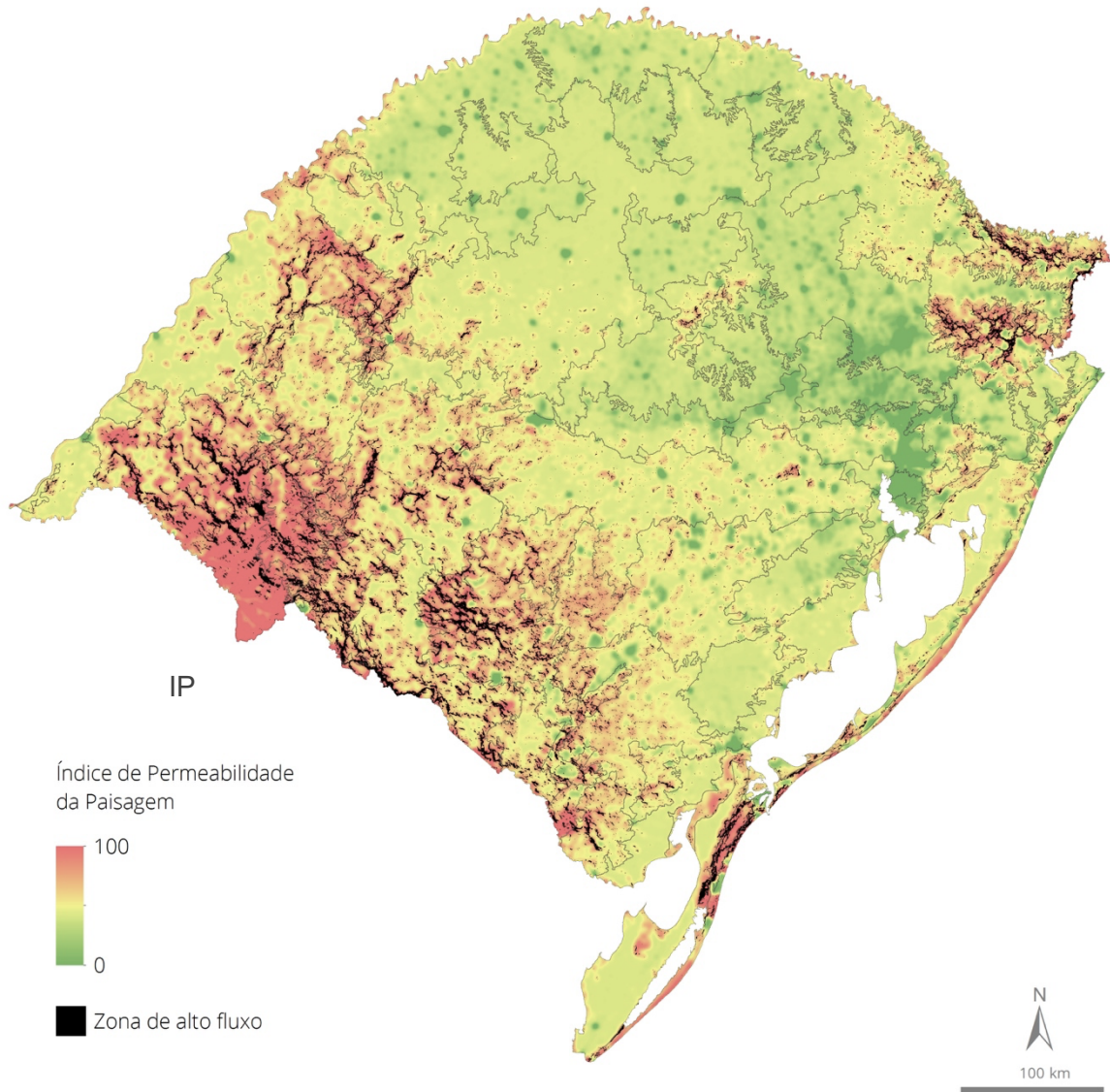


Figura 10 | Mapa da permeabilidade da paisagem e zonas de alto fluxo campestre no contexto da silvicultura. IP = índice de permeabilidade.

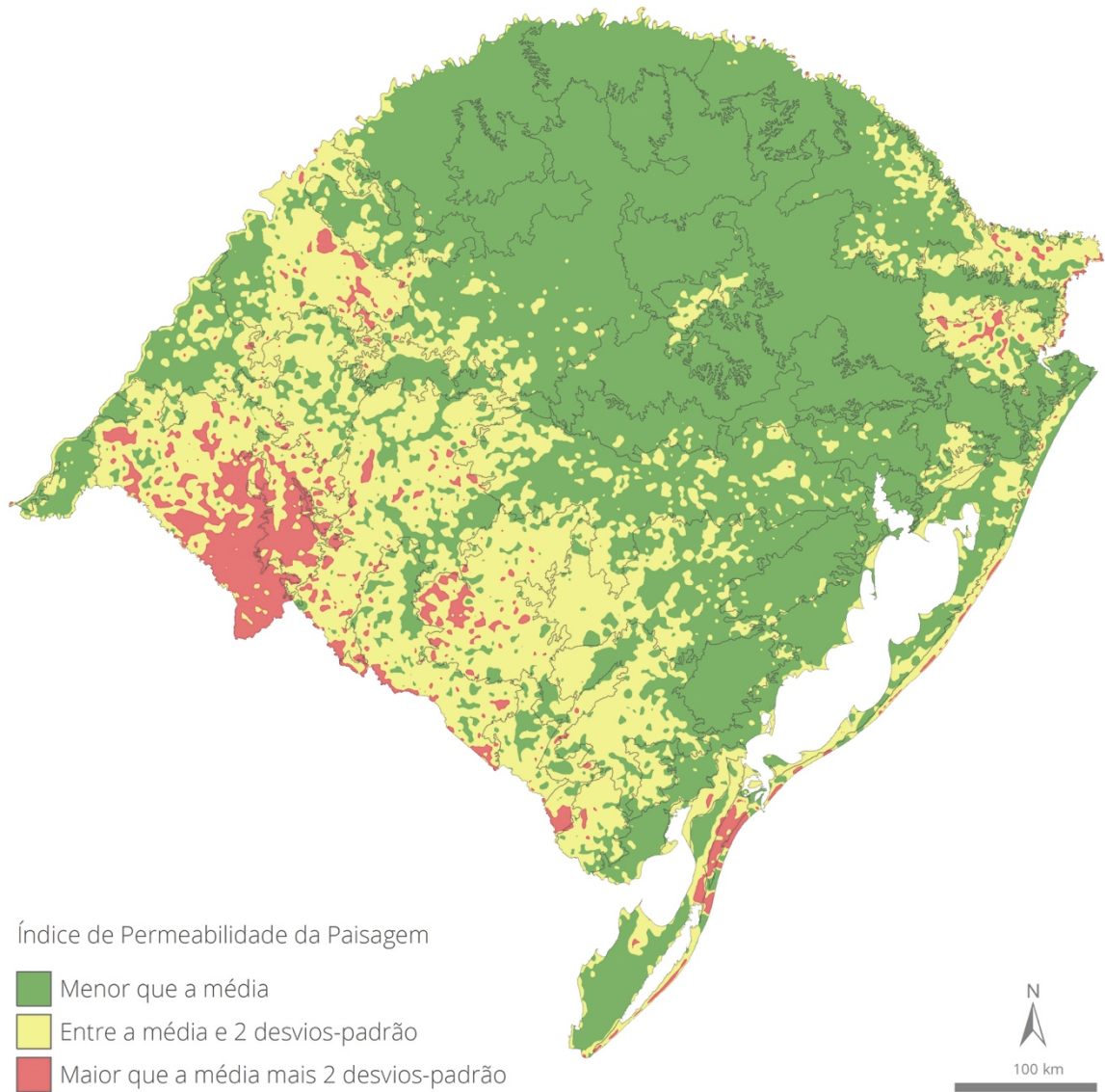


Figura 11 | Mapa da Permeabilidade da Paisagem aos fluxos campestres no RS no contexto da silvicultura, conforme desvios em relação ao índice de permeabilidade médio.

4.4 ZONEAMENTO DA PERMEABILIDADE E CONECTIVIDADE CAMPESTRE PARA A SILVICULTURA

A sobreposição de dados ambientais (permeabilidade, fluxos ecológicos omnidirecionais e territórios importantes para conservação) permitiu identificar espacialmente zonas com menor ou maior nível de permeabilidade e conectividade campestre, buscando direcionar a atividade da silvicultura. O mapa final com o zoneamento abrangendo todo o RS é apresentado na Figura 12 e, para cada UPN, no APÊNDICE 2. Os critérios para a definição das zonas estão descritos na pág. 22 e na Tabela 6.

As zonas correspondem à quatro níveis potenciais de permeabilidade e conectividade campestre:

- Muito alto – correspondem a áreas protegidas legalmente, importantes para a manutenção da biodiversidade, onde a implantação de silvicultura é excludente;
- Alto - correspondem a áreas ou territórios com alta permeabilidade aos fluxos campestres e/ou onde há áreas importantes para a manutenção dos fluxos ecológicos frente à implantação de silvicultura. Todavia, ressalta-se que avaliações sobre o estado de conservação dos campos em escala local são importantes no curso do licenciamento da silvicultura para definir as áreas de produção e de conservação nos projetos, tendo em vista o caráter dinâmico do uso da terra ao longo do tempo.
- Médio - compreendem territórios importantes ambientalmente e/ou onde a permeabilidade é média, mas onde os campos já possuem maior contato com outros usos do solo. Nestas áreas também há necessidade da avaliação do estado de conservação dos campos para o planejamento de implantação da silvicultura, atendendo a legislação vigente; além do mapeamento, na escala dos projetos, das áreas relevantes que levaram à classificação de IBAs, AVP e sítios Baze, propiciando a manutenção destas áreas dentro das áreas de conservação dos projetos de silvicultura.
- Baixo - correspondem às áreas de maior consolidação com usos agrícolas ou alternância de agricultura e pecuária, onde a permeabilidade da paisagem para os fluxos campestres é baixa. A Lei nº 15.434/2020 (art. 218, § 1º) prevê que mesmo nas áreas rurais consolidadas com atividades pastoris é necessário autorização do órgão licenciador para supressão de vegetação campestre no bioma Pampa. Portanto, nestas zonas também é necessária a avaliação do estado de conservação dos campos durante o licenciamento, para definição das áreas a conservar, caso existentes, na área dos projetos de silvicultura.

Zonas de permeabilidade e conectividade campestre para a silvicultura

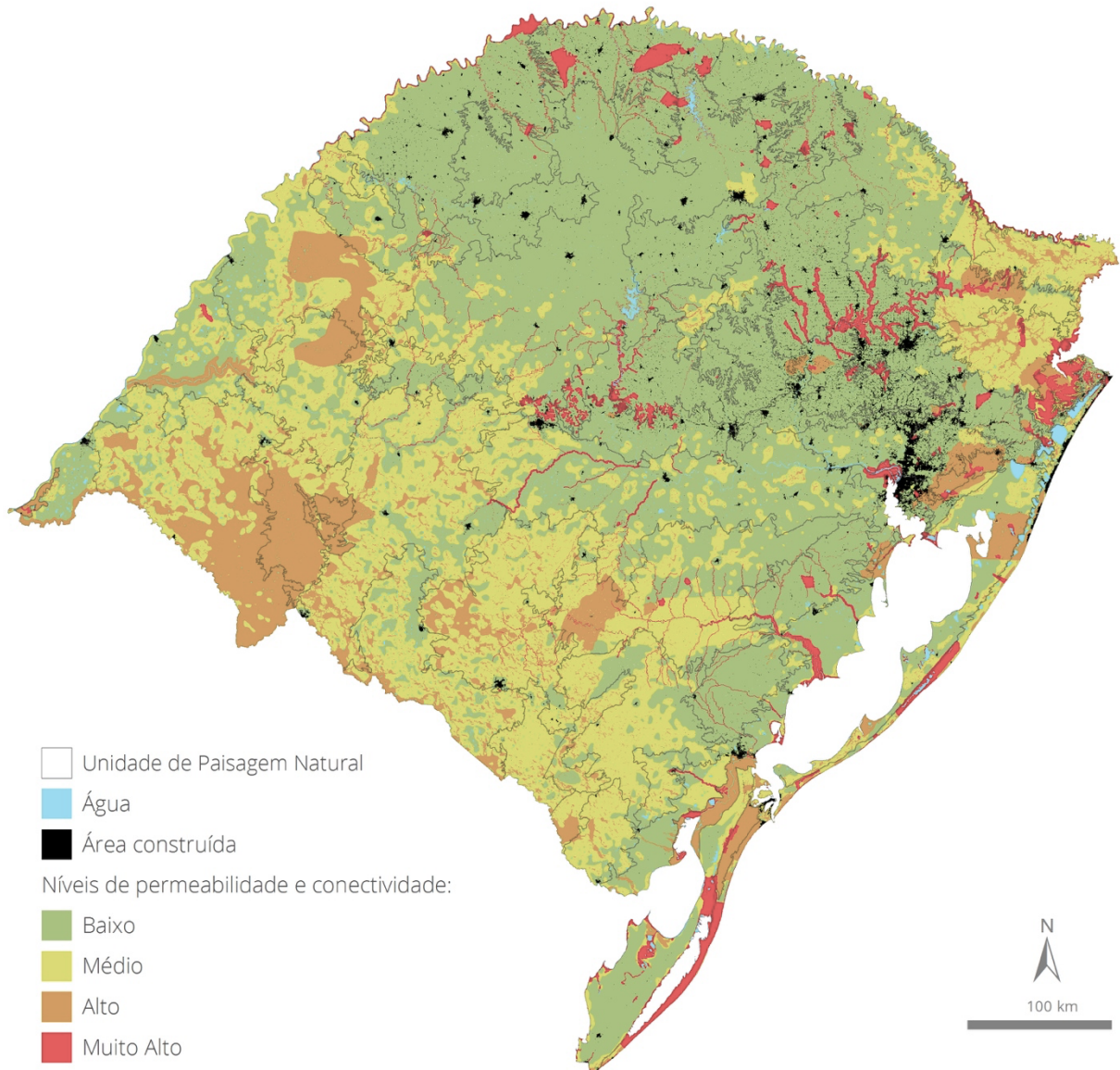


Figura 12 | Mapa das zonas de permeabilidade e conectividade campestre para a silvicultura.

4.5 CONSERVAÇÃO DOS CAMPOS SULINOS NO PLANEJAMENTO DA SILVICULTURA

As análises de permeabilidade e simulação de fluxos são ferramentas que propiciam introduzir o tema da conectividade dos campos nos procedimentos de gestão ambiental e planejamento territorial da silvicultura de forma adequada. Em termos de ocupação nas UPN, conforme apresentado na caracterização do uso do solo, destacam-se a DP6 (78%), PC5 (78%), PC4 (68%), PL8 (66%), PS6 (65%), PM12 (58%), PS2 (58%) e PM10 (57%), com maior percentual de remanescentes de vegetação campestre. Staude *et al.* (2017) constataram que, em cenários onde a perda de hábitat é moderada (50%) já há perda de espécies, homogeneização taxonômica e perda de diversidade filogenética em comunidades campestres, o que aponta para a importância na conservação dos remanescentes.

A manutenção de conectividade por meio do planejamento de áreas de conservação em meio aos plantios arbóreos, bem como da manutenção de uma matriz mais permeável, é fundamental para evitar o isolamento geográfico de populações da fauna e flora em sistemas com incremento de silvicultura. Assim, o estabelecimento de zonas para a silvicultura, com base na permeabilidade, conectividade e territórios para a conservação, é importante para trabalhar o impacto da formação de barreiras. As ferramentas geradas aqui permitem um melhor direcionamento da silvicultura para zonas de ocupação bem consolidada, mas ainda sendo necessária a proteção de fragmentos campestres identificados nas áreas dos projetos de silvicultura, sendo possível ainda nestas áreas o uso sustentável do campo nativo.

4.5.1 O PLANEJAMENTO FLORESTAL, BIODIVERSIDADE E SUSTENTABILIDADE

Além de discutir a silvicultura no contexto de seus efeitos negativos para comunidades de ambientes abertos, é importante também que se considere a contribuição deste sistema produtivo para a biodiversidade. Com isso, almeja-se subsidiar um zoneamento efetivo que potencialize a biodiversidade.

Em uma matriz agrícola, as propriedades com silvicultura podem contribuir para a manutenção da biodiversidade local. Isso porque não são constituídos unicamente de plantios arbóreos, como será apresentado e discutido a seguir.

A manutenção de conectividade entre remanescentes de hábitats em regiões produtivas depende do uso de práticas de manejo que permitam um balanço entre a biodiversidade e a produção, integrando os objetivos de conservação e produtividade, o que pode ser alcançado de várias formas (Verdade *et al.*, 2011). Dentre estas práticas está a delimitação e manutenção das APPs, obrigação legal essencial para a biodiversidade em contextos agrícolas (Metzger *et al.*, 2010; Verdade *et al.*, 2011). A presença de cursos d'água com vegetação ripária, constitui áreas de alta biodiversidade (Naiman *et al.*, 2005; Verdade *et al.*, 2011), abrangendo espécies aquáticas como a lontra (*Lontra longicaudis*), que está ameaçada no RS (Rio Grande do Sul, 2014) (Figura 17), e também várias outras espécies de hábitos mais terrestres, a exemplo de carnívoros que usam estes corredores como refúgio, para acesso às presas, rotas para dispersão de jovens e, as vezes, como hábitat que propicia sucesso

reprodutivo em paisagens de agricultura intensiva (Virgós, 2001; Matos *et al.*, 2009; Verdade *et al.*, 2011).

A conservação de remanescentes de habitats pouco alterados, ainda presentes em paisagens agrícolas, também é importante para assegurar a manutenção de biodiversidade (Verdade *et al.*, 2011). Neste caso se enquadram todos os remanescentes de vegetação nativa florestais ou não que são protegidos pela legislação vigente e mesmo por diretrizes específicas do ZAS, como no caso dos afloramentos.

A áreas de conservação previstas na legislação vigente são fundamentais para garantir a conservação da biodiversidade e o bem-estar humano (Metzger *et al.*, 2019). Devido à sua ampla distribuição espacial, estas áreas que permeiam áreas produtivas propiciam condições para facilitar os fluxos, aumentando a conectividade da paisagem (Tambosi *et al.*, 2014; Metzger *et al.*, 2019) e as taxas de recolonização de espécies (Mangueira *et al.*, 2019; Metzger *et al.*, 2019) e, sendo habitat de muitos dispersores de sementes, também facilitam a recuperação e restauração ecológica de áreas degradadas próximas (Paolucci *et al.*, 2019; Metzger *et al.*, 2019).

A manutenção do capital natural nestas áreas de conservação é uma ferramenta essencial para promover a produção econômica sustentável, pois permite a sustentação de recursos naturais e serviços ecossistêmicos associados. Entre estes serviços, pode-se citar a polinização, conservação de água, regulação climática, proteção contra incêndios, regulação de pragas e doenças, entre outros (Pascual *et al.*, 2017), os quais são essenciais para a segurança alimentar, climática, hídrica e energética (Metzger *et al.*, 2019).



Figura 17 | Lontras (*Lontra longicaudis*) registradas em APP de horto florestal mostram a importância destas áreas para a manutenção de biodiversidade.

O planejamento florestal, ao atender todo o regramento legal no processo de licenciamento, realiza todas estas práticas de planejamento territorial em escala local e se volta também à conservação dos recursos naturais presentes nas propriedades.

Para contextualizar, tem-se como exemplo a base florestal da CMPC, que atualmente² soma 1.023 hortos distribuídos basicamente na metade sul do Estado. No processo de implantação destes projetos de silvicultura, ou mesmo de regularização em alguns casos de hortos muito antigos, é realizado o planejamento do uso do solo interno, com demarcação de áreas de conservação conforme a legislação vigente, áreas de plantio (talhões), estradas e aceiros e outras áreas de apoio/outros usos. Isso resulta em média em 40% de áreas de conservação internas aos hortos, que formam corredores ecológicos, interligando habitats internos com áreas externas. Não raro, as áreas de conservação de um horto se conectam com a de hortos adjacentes, ampliando esta rede de ambientes naturais. Nesta base que serve de exemplo, o montante em áreas de conservação soma mais de 196 mil hectares, com habitats variados (Figura 18). No modelo de propriedade desta grande empresa, as áreas produtivas com plantios arbóreos perfazem 48% dos hortos e o restante corresponde a outros usos e áreas de apoio.

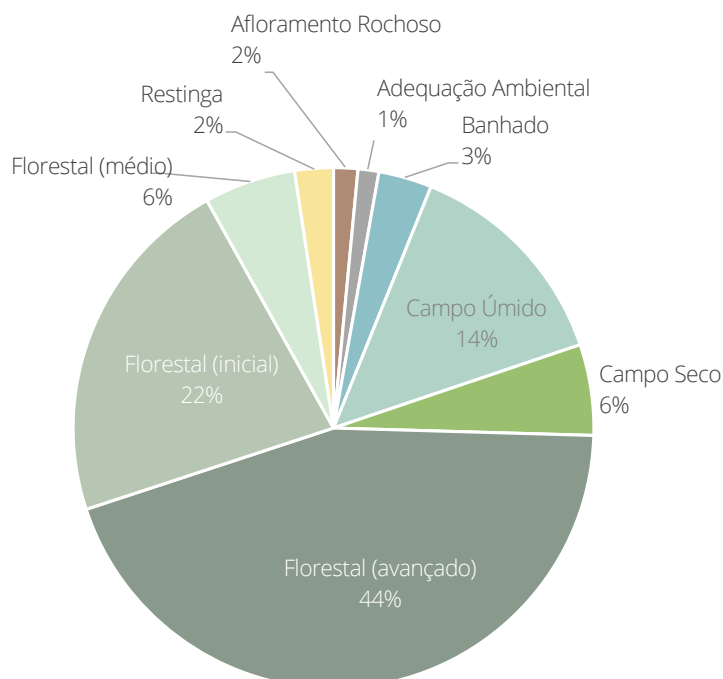


Figura 18 | Composição das áreas de conservação na base florestal da CMPC.

Além deste exemplo de silvicultura desenvolvido por grandes empresas, que mantêm em média 40% das propriedades sob proteção ambiental, deve-se ressaltar o contexto das propriedades de outros produtores, que possuem florestas plantadas de menor porte. Estas propriedades se caracterizam pelo uso da terra diversificado, mais heterogêneo, com variedade de cultivos (espacial e temporal), uso pastoril e áreas de proteção ambiental que ocupam menor proporção, onde é previsto na legislação o uso sustentável dos campos nativos.

A despeito do tamanho das áreas de conservação, quando se pensa nas propriedades individualmente, estudos no Pampa da Argentina (Herrera *et al.*, 2017), revelam que mesmo fragmentos de vegetação natural pequenos (5-20ha) são importantes para a

² Dados da base florestal de outubro de 2020.

manutenção de conectividade, servindo como trampolins (*stepping-stones*) nos processos de dispersão e deslocamento, o que é especialmente relevante para espécies que se dispersam em longas distâncias (>5km) em paisagens fragmentadas inseridas em uma região agrícola. Isso aponta para a importância das áreas de proteção dentro das fazendas de silvicultura, mesmo que sejam de pequenas dimensões. As imagens a seguir (Figura 20) exemplificam a rede de áreas de conservação dentro do sistema produtivo de silvicultura.



Figura 1320 | Vista aérea de hortos florestais, com a rede de corredores ecológicos formados pelas áreas de conservação.

O total de área conservada do sistema de silvicultura, que só na base florestal da CMPC supera 177 mil hectares, deve ser visto como um ativo ambiental importante para o RS, sendo resultado do planejamento florestal e atendimento à legislação vigente. Além de pensar na quantidade de área que isso representa, é necessário pensar sobre o que isso reflete em termos da manutenção de serviços ecossistêmicos e conservação de biodiversidade.

Como exemplo, uma iniciativa corporativa da CMPC, alinhada com os Objetivos Globais para o Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos na Agenda 2030 (United Nations, 2015), pretende mapear o conjunto de seus ativos ambientais na América Latina, com a finalidade de coordenar ações que potencializem o benefício assegurado pela conservação destas áreas e identificar todos os potenciais de uso sustentável das mesmas de acordo com as especificidades locais e regramento legal

de cada país, sempre com vistas a ao benefício coletivo. Neste contexto, em 2019 a CMPC elaborou o diagnóstico, a valoração e o planejamento de ações de monitoramento para embasar o uso sustentável dos serviços ecossistêmicos das áreas de conservação de sua base florestal do Rio Grande do Sul, aprofundando o entendimento deste impacto positivo em termos regionais (Ideal Meio Ambiente, 2019a). No estudo, as áreas de conservação mapeadas incluem os ecossistemas naturais das áreas legalmente protegidas dos hortos e de duas Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs), somando na época (outubro/2019) 165.427 hectares, o que correspondia a 42% da base florestal manejada pela CMPC no Rio Grande do Sul em 880 hortos. As informações de 2021, apresentadas anteriormente, mostram que já houve incremento neste montante em áreas conservadas.

No diagnóstico dos serviços ecossistêmicos, que teve como base o uso e cobertura do solo dos hortos florestais, foram identificados 11 serviços ecossistêmicos nas áreas de conservação das propriedades, a saber:

- Produção de vegetação utilizada para pecuária;
- Produção de alimentos oriundos de serviços da biota (mel);
- Produção de substâncias bioativas;
- Regulação da qualidade do ar e do clima local;
- Provisão e regulação da qualidade da água;
- Controle de eventos adversos;
- Formação e conservação de solo;
- Controle biológico;
- Polinização;
- Provisão de habitats e manutenção da diversidade genética;
- Paisagem cênica e herança natural para futuras gerações.

Os serviços relacionados aos recursos hídricos e clima possuem relação com a produção de eucalipto, uma vez que há dependência de disponibilidade hídrica e clima adequado para o desenvolvimento dos plantios. Todos os serviços identificados geram externalidades positivas devido às medidas de proteção que são empregadas nas áreas de conservação, com efeitos positivos no bem-estar de comunidades locais e na economia, tendo alcance local e regional (Ideal Meio Ambiente, 2019a).



Figura 14 | Campo nativo nas áreas de conservação atuando no sequestro de gases do efeito estufa, havendo estoques consideráveis nos solos (Ideal Meio Ambiente, 2019a).

Dentre os serviços ecossistêmicos ofertados pelas áreas de conservação, três foram considerados de extrema relevância diante dos cenários atuais de mudanças climáticas e sustentabilidade: regulação da qualidade do ar e do clima local; provisão e regulação da qualidade da água; e provisão de habitats e manutenção da diversidade genética. Destes três, com os dados que se dispunha no momento, o estudo apresentou uma estimativa de valor financeiro para o primeiro e para o último, que corresponde à conservação em si dos ecossistemas naturais dos hortos.

Como base metodológica para estimar os estoques de carbono dos ambientes campestres, florestais, banhados e restingas foram consultados o manual DEVESE v3.0 (Monzoni *et al.*, 2019) e o relatório de referência do Terceiro Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa correspondente ao Setor do Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (Bustamante *et al.*, 2015).

Após a estimativa do estoque de carbono nas áreas de conservação, foi apresentada uma estimativa do valor financeiro, através do custo social do carbono (CSC) que representa os custos econômicos causados por uma tonelada adicional de CO₂e. No caso das áreas de conservação, o raciocínio a se fazer é o das ‘emissões evitadas’, ou seja, a estimativa reflete os custos que deixarão de ocorrer por impactos nocivos das mudanças climáticas sobre a sociedade (Monzoni *et al.*, 2019).

O estoque de carbono estimado nos ecossistemas das áreas de conservação alcançou 10,23 milhões tC ou 37,53 milhões tCO₂, resultando numa média de 63,58 tC/ha ou 233,34 tCO₂/ha, considerando-se dados referenciais. Com o método do Custo Social do Carbono, este estoque representava mais de R\$13,3 bilhões em custos econômicos evitados com os impactos nocivos da emissão de gás carbônico para a atmosfera, valores que são incrementados anualmente (Ideal Meio Ambiente, 2019a).

Embora seja uma tarefa difícil determinar um valor monetário para a provisão de habitats e manutenção da diversidade genética, foi feita uma estimativa através dos custos de restauração de projetos da própria CMPC, chegando ao valor de R\$ 10,76

bilhões, considerando que ainda seriam necessários cerca de 50 anos para se atingir ecossistemas em estágios sucessionais avançados. Este valor deve ser pensado como o ‘preço’ por apenas manter o que se têm nestas áreas de conservação (Ideal Meio Ambiente, 2019a), mostrando o legado para futuras gerações.



Figura 15 | Conservação de fauna e flora, ecossistemas, processos bióticos e abióticos e toda diversidade genética é um dos serviços mais importantes ofertados nas áreas de conservação.



Figura 16 | Proteção de flora ameaçada nas áreas de conservação: *Kelissa brasiliensis*, espécie vulnerável à extinção no RS, em área campestre de horto da CMPC.

O planejamento florestal tem se mostrado também fundamental para a manutenção da disponibilidade hídrica e da qualidade da água para a CMPC e para vizinhos (CMPC, 2019b). Alguns hortos florestais são considerados como Áreas de Alto Valor de Conservação (AAVC), uma classificação voltada à identificação de áreas com atributos ambientais essenciais para a manutenção de vida no processo de certificação do *Forest Stewardship Council* (FSC) (CMPC, 2015a), justamente por possuírem ecossistemas que fornecem serviços ecossistêmicos básicos para comunidades locais, como fornecimento de água. A valoração dos serviços ecossistêmicos feita pela CMPC em sua base florestal, apontou também uma série de valores intrínsecos nestas áreas de conservação que vem sendo usufruídos por comunidades, com variadas formas de percepção, tais como valores culturais, religiosos, históricos, ecológicos e científicos (Ideal Meio Ambiente, 2019a).



Figura 17 | Florestas ciliares e ecossistemas aquáticos nas áreas de conservação possuem papel importante na regulação da qualidade da água.

Além de evidenciar a importância destas áreas de conservação para os serviços ecossistêmicos em termos gerais, é importante aqui discutir e reforçar o papel destas áreas para a manutenção de biodiversidade. Várias evidências indicam que florestas plantadas possuem valor como hábitat, porém a biodiversidade que sustentam é comumente comparada com aquela de ambientes naturais (florestas nativas e campos nativos) (Brockerhoff *et al.* 2008; Gheler-Costa *et al.*, 2016; Campos *et al.*, 2018) e, mesmo que seja importante este tipo de comparação, as possibilidades de expandir florestas nativas ou restaurar campos são atualmente pouco concretas (Phifer *et al.*, 2016). Por isso, é necessário também considerar que estas propriedades de silvicultura podem contribuir para a manutenção da biodiversidade.

Uma compilação de dados de monitoramentos e estudos de fauna e flora em alguns hortos florestais da CMPC serve para exemplificar o contexto de biodiversidade nestas áreas de conservação (Sydow, 2010; CMPC & Fundação Gaia, 2015; Souza, 2015; Jacoboski *et al.*, 2019; Ideal Meio Ambiente, 2019b; 2020a, 2020b, 2020c, 2020d, 2020e, 2020f; Silva *et al.*, 2020).

Em 89 hortos já estudados, têm-se registro de 1.075 espécies da flora e fauna, abrangendo estudos em ambientes de campos, afloramentos rochosos, florestas, restingas, banhados, pequenos córregos e campos alagados temporários. Destas, 52 estão ameaçadas de extinção no RS, ou quase ameaçadas ou possuem dados insuficientes para esta classificação, sendo indicadoras de que estes ambientes são importantes para sua conservação.

Num cenário agrícola, certos ambientes antropizados podem beneficiar algumas espécies ao fornecer habitats e recursos complementares, incluindo alimento e abrigo (Pulliam *et al.*, 1992; Medri *et al.*, 2003; Deconchat *et al.*, 2009; Timo *et al.*, 2016). Os plantios arbóreos podem beneficiar espécies florestais, auxiliando na redução do efeito de borda e na conexão entre fragmentos (Brockerhoff *et al.*, 2008; Phifer *et al.*, 2016). Estudos em outros países mostram que aves especialistas em floresta, por exemplo, podem utilizar áreas de silvicultura preferencialmente a outros tipos agrícolas (Lindenmayer *et al.*, 2002; Deconchat *et al.*, 2009).

Um exemplo de que em regiões florestais, como em algumas porções da DP4, DP5 e da PS3, as áreas de silvicultura podem propiciar uma complementariedade de hábitat para a biota florestal vem de dados de monitoramentos do bugio-ruivo *Allouata guariba clamitans*) (Ideal Meio Ambiente, 2019c), espécie vulnerável a extinção no RS (Rio Grande do Sul, 2014a). Na região dos municípios de Arroio dos Ratos, São Jerônimo, Charqueadas, Pantano Grande e Butiá, na PS3 e DP5, um conjunto de pelo menos 69 hortos florestais possuem pouco mais de 15.588 hectares de área conservada e contribuem na proteção de 10.840 hectares de florestas nativas. Em 11 campanhas de monitoramento realizadas de 2014 a 2019, abrangendo 37 hortos florestais deste conjunto, foram feitos registros de pelo menos 44 bandos de bugios, com um total estimado de 227 indivíduos, confirmando a presença da espécie em 57% dos hortos vistoriados.

Estes dados evidenciam a relevância da manutenção destas áreas de conservação, que formam corredores ecológicos dentro e fora dos hortos florestais, alcançando as matas do rio Jacuí, sendo extremamente relevantes não só para a manutenção das populações de bugio-ruivo como de outras espécies florestais. Destaca-se também que a proximidade entre os hortos propicia a interligação e, conseqüentemente, ampliação dos corredores florestais.

Um grupo frequentemente registrado em áreas de conservação de hortos da CMPC é o dos felinos, que são carnívoros e estão no topo das cadeias alimentares, denotando sua importância como bioindicadores de biodiversidade (Campos, 2009). Registros de cinco espécies ameaçadas de felinos foram obtidos no monitoramento de mamíferos que iniciou em 2011 e, até 2020, contemplou 18 hortos florestais e 33 campanhas (Ideal Meio Ambiente, 2020a, 2020b).

Com maior frequência de registros (63% das campanhas), *Leopardus wiedii* (gato-maracajá) foi registrado em 14 hortos. Em seguida, *L. guttulus* (gato-do-mato-pequeno) possui registros em 42% das campanhas, em 13 dos hortos monitorados. *L. geoffroyi* (gato-do-mato-pequeno) foi registrado em três campanhas, em dois hortos florestais. As três espécies constam como vulneráveis à extinção no RS (Rio Grande do Sul, 2014a).

Em 2019, num monitoramento com foco na onça-parda (*Puma concolor*) no horto florestal Barba Negra, foi confirmado, por meio de pegadas, o registro da espécie na área de reserva, em ambiente de borda de floresta nativa (Ideal Meio Ambiente, 2019d). Esta espécie está em perigo de extinção no RS (Rio Grande do Sul, 2014a). Além disso, também foi feito o registro de *Puma yagouaroundi* (gato-mourisco) nos ambientes de floresta e restinga deste horto, espécie ameaçada na categoria vulnerável e com baixa densidade populacional (Almeida *et al.*, 2013). Neste horto em particular, há a RPPN Barba Negra, com cerca de 2,4 mil hectares de área conservada que abriga e dá suporte a diversas espécies, mostrando-se fundamental para a manutenção da biodiversidade na região em que se insere.



Figura 18 | A biodiversidade dos ecossistemas das áreas de conservação da CMPC reflete valores intangíveis dos serviços ecossistêmicos ofertados (Ideal Meio Ambiente, 2019a).

Os hortos que vêm sendo monitorados e que contam com registros destes felinos se distribuem em regiões campestres (DP2), em áreas com aspecto mais savanóide na Serra do Sudeste (PS3) e na região da planície costeira interna com ambientes florestais e de restinga (PL4). Em todos os hortos monitorados, as áreas de conservação possuem um mosaico de habitats, com florestas, campos, vassourais e banhados, propiciando uma variedade de ambientes importantes para a manutenção destas espécies. Isso reforça a relevância das áreas de conservação do sistema de silvicultura, revelando que o planejamento florestal tem sido fundamental para manutenção dos recursos naturais nestas áreas.

Em regiões com paisagem mais heterogênea, como a PS2, PS3 e PS5, o mosaico de diferentes tipos de ambientes pode ser benéfico para a biodiversidade (Cerezzo *et al.*,

2011; Phifer *et al.*, 2016), caso não haja alto grau de fragmentação dos habitats nativos (Fahrig *et al.*, 2011; Dufлот *et al.* 2014). Nestas UPN, as áreas de silvicultura se inserem num contexto em que também contribuem na complementação de habitat, podendo-se citar o uso de talhões de eucalipto como área de dormitório para o papagaio-charão (*Amazona pretrei*), ave vulnerável à extinção no RS (Rio Grande do Sul, 2014a).

Os registros do papagaio-charão já foram feitos em 12 hortos florestais distribuídos na PS3 (divisa com a DP5), nos municípios de Caçapava do Sul, Santana da Boa Vista, São Sepé e Encruzilhada do Sul, durante 11 campanhas de monitoramento entre 2014 e 2019 (Ideal Meio Ambiente, 2019e). Foram estimados 4.476 indivíduos durante o monitoramento, com grande variação populacional entre os locais de dormitório e entre os anos de acompanhamento. Três hortos florestais (e entorno) destacaram-se com grande relevância para a manutenção da espécie na região, tendo considerável frequência e abundância de papagaios. Nestes hortos, alguns talhões de eucalipto vêm sendo utilizados como dormitório na fase de reprodução (inverno-primavera) e pós-reprodução (verão). As áreas de mata nativa dentro dos hortos e no entorno têm figurado como importantes locais de alimentação e reprodução. Em alguns hortos monitorados, têm-se registros das espécies apenas nas florestas nativas das áreas de conservação (Ideal Meio Ambiente, 2019e).

Para o papagaio-charão, esta região da PS3 (municípios de Caçapava do Sul, Santana da Boa Vista e Encruzilhada do Sul) corresponde a uma das áreas de dormitório para a espécie no Rio Grande do Sul, sendo classificada como uma das IBAs (Médio Camaquã) (Bencke *et al.*, 2006). Os dados obtidos no monitoramento dos hortos florestais revelam que as áreas de silvicultura, inseridas em um contexto de maior heterogeneidade ambiental, também podem contribuir com a manutenção da biodiversidade local devido ao planejamento florestal dessas propriedades.

Quanto à biota campestre, na UPN DP2, o planejamento florestal tem propiciado a manutenção de ambientes campestres nas áreas conservadas das propriedades de silvicultura. Em hortos que já possuem cerca de 10 anos de implantação, estudos feitos em 2014/2016 e em 2018/2019 registraram a presença de aves campestres, ameaçadas de extinção regionalmente, nas áreas conservadas: *Culicivora caudacuta* (papa-moscas-do-campo; vulnerável no RS), *Cistothorus platensis* (corruira-do-campo; quase ameaçado no RS), *Sporophila cinnamomea* (caboclinho-de-chapéu-cinzento; quase ameaçado no RS) e *Sporophila pileata* (caboblinho-branco; vulnerável no RS) (Jacoboski *et al.*, 2017; Jacoboski *et al.*, 2019; Jacoboski & Hartz, 2020a; Jacoboski & Hartz, 2020b). Estas espécies foram registradas em campos nativos dentro dos hortos florestais. Destaca-se que o papa-moscas-do-campo e o caboclinho-do-chapéu-cinzento haviam sido registrados em campanhas de monitoramento destas áreas em 2012 (Ideal Meio Ambiente, 2012), o que indica a manutenção da presença das espécies ao longo deste período.

Estes registros demonstram a importância da manutenção das APPs em áreas de cultivo e que, até o momento, as áreas são efetivas para a conservação da avifauna campestre, especialmente daquelas dependentes de campos com vegetação alta e bem preservados (Jacoboski *et al.*, 2017; Jacoboski & Hartz, 2020b). Apesar do aumento de espécies associadas com a vegetação arbustiva e florestal, os resultados

preliminares deste estudo demonstram que em curto prazo as APPs são efetivas para a conservação de aves campestres, apontando que, a médio e longo prazo, a preservação da avifauna campestre nestas áreas possa depender de alguma ação de manejo de modo a controlar o avanço da vegetação lenhosa sobre os campos (Jacoboski *et al.*, 2017; Jacoboski & Hartz, 2020b).

Considerando a forma como se distribuem os corredores formados por APPs, transpassando talhões de árvores exóticas, é importante ainda discutir o efeito de borda. No Pampa da Argentina, Phifer *et al.* (2016) constataram que a riqueza de aves em campos nativos conservados na borda imediata com plantios de eucalipto permanecia tão alta quanto em áreas mais distantes dos talhões (e dentro de habitats campestres ‘puros’ a 400m de distância), sugerindo uma ausência de efeito ‘repelente’ nestas bordas contrastantes. Isso pode ser uma evidência de que as APPs que transpassam os talhões de árvores exóticas aqui no RS, tendo o padrão de larguras estabelecido pela legislação vigente e sendo ocupadas com habitats campestres, são adequadas e capazes de abrigar espécies importantes para estes tipos de ecossistemas, a exemplo das aves ameaçadas mencionadas acima (Jacoboski *et al.*, 2017; Jacoboski *et al.*, 2019; Jacobowski & Hartz, 2020a).

Os campos úmidos com formação de pequenos lagos e cursos d’água, protegidos nas APPs também são fundamentais para a conservação dos peixes-anais dentro dos hortos florestais. Este grupo possui várias espécies classificadas como ameaçadas no regionalmente (Rio Grande do Sul, 2014a). Desde o ano de 2012, vêm sendo feitas campanhas de monitoramento, com registros constantes de uma espécie do gênero *Austrolebias* (em identificação) nas APPs de dois hortos florestais na DP2 (São Gabriel e Lavras do Sul) e de *Cynopoecilus nigrovittatus* (vulnerável à extinção no RS) em três hortos na DP5 (São Jerônimo e Guaíba) e em uma fazenda na PS4 (limite com a PL4; município de Barra do Ribeiro). Os registros foram feitos inclusive em fase de corte de eucaliptos (Ideal Meio Ambiente, 2020g, 2020h).

Todas as informações apresentadas aqui corroboram que a adoção de procedimentos e medidas para proteção ambiental no planejamento florestal em escala local são relevantes para conservação da biodiversidade local. Nas zonas de baixa permeabilidade e conectividade campestre mapeadas no presente estudo, por exemplo, as áreas de conservação dos projetos são um ativo ambiental inegável para a manutenção da biodiversidade e de serviços ecossistêmicos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ZAS, como ferramenta de gestão ambiental, deve evoluir acompanhando a dinâmica do uso da terra, a produção de conhecimento técnico-científico, a criação ou reformulação de legislações e o desenvolvimento de novas tecnologias que facilitam a obtenção e análise de dados. Apesar de trazer o tema da permeabilidade e do efeito barreira dos cultivos arbóreos como impacto aos campos sulinos pela silvicultura, o ZAS não trouxe um estudo de ecologia de paisagem que de fato analisasse e incorporasse esses temas em suas diretrizes. Como forma de incluir estes potenciais impactos dentro das regras estabelecidas no ZAS, foram definidos critérios de tamanhos máximos e distâncias entre plantios arbóreos com base em índices de fauna, de vulnerabilidade dos campos e objetivos de conservação que não estavam calcados diretamente na permeabilidade da paisagem, tornando frágil esta diretriz de planejamento territorial, já que não garantem a manutenção da permeabilidade no entorno das áreas de silvicultura.

O índice de vulnerabilidade dos campos do ZAS (2009) foi utilizado para destacar unidades com maior relevância para a conservação dos campos, sendo que atribuía maior valor para UPN com menor percentual de remanescentes comparativamente às que ainda possuíam grandes extensões campestres. Optou-se aqui por utilizar o percentual da paisagem da vegetação campestre nas UPN, independentemente do tamanho e disposição destes fragmentos na paisagem, já que mesmo fragmentos de tamanhos pequenos são importantes para a conectividade, sem empregar um índice que incorporasse a área ocupada por esta classe e o tamanho de remanescentes.

Todavia, é importante ressaltar que o uso de um índice ou métrica atribuindo valor para os campos não incorpora a permeabilidade da paisagem. Isso porque os componentes do índice do ZAS ou a métrica de percentual da paisagem usada aqui, por si só não refletem os usos do solo no entorno de cada polígono campestre usado para este cálculo. Já a avaliação da permeabilidade feita no presente estudo reflete este efeito de vizinhança para os remanescentes campestres.

Apesar do percentual de remanescentes campestres apresentar relação positiva com o índice de fauna do ZAS (2009), observa-se que a quantidade de áreas campestres contribui pouco para explicar as variações no índice de fauna ($R^2=0,1152$, $R^2_{aj}=0,0947$, $p\text{-valor}= 0,02253$; Figura 19). Outros fatores podem contribuir para maiores valores no índice de fauna, tais como esforço de coleta diferenciado entre as UPN, registros antigos mantidos na base em UPN onde a perda de remanescentes já foi intensa, entre outros. Assim, o índice de fauna não se mostra adequado para representar a permeabilidade da paisagem, porque não reflete predominantemente a quantidade de campos remanescentes nas UPN, tampouco incorpora o contexto de vizinhança.

Ressalta-se que, aqui, não se está discutindo a relevância para conservação da biodiversidade de pequenos fragmentos ou de regiões onde há baixo percentual destes ecossistemas; mas sim o uso de índices de biodiversidade para trabalhar o planejamento territorial da silvicultura e alternativas baseadas em análises de ecologia de paisagem. Estes índices construídos no ZAS (fauna, flora, dos campos), ou métricas similares, possuem relevância ao refletir o cenário de biodiversidade das

UPN e servem como indicativo de planejamento na escala dos projetos para que o hábitat destas espécies seja efetivamente protegido.

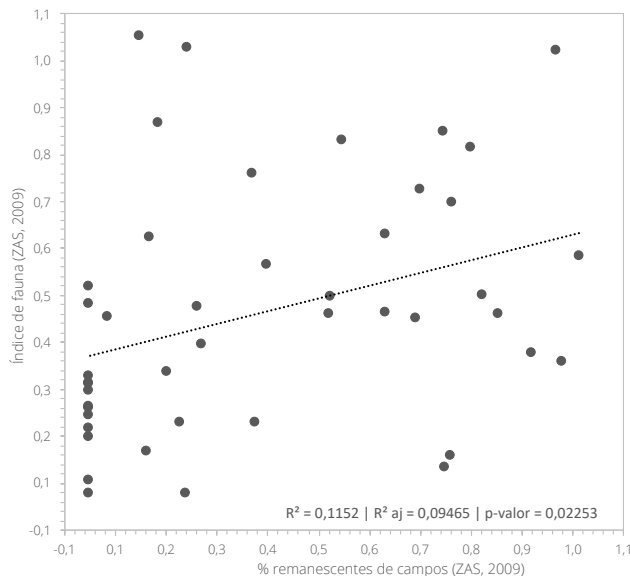


Figura 19 | Relação entre índice de fauna e percentual de remanescentes campestres do ZAS (2009).

Por outro lado, espacializar os remanescentes campestres e, em conjunto, mapear a permeabilidade aos fluxos campestres permite a definição de regras para a silvicultura realmente embasadas no território e na análise da forma como as diferentes classes que compõem a paisagem podem interferir nestes fluxos ecológicos. Com isso, geram-se subsídios para planejar a disposição dos plantios de silvicultura dentro das UPN que de fato contemplem a permeabilidade e o efeito barreira, buscando a manutenção de conectividade para estes hábitats.

As análises apresentadas aqui permitem o direcionamento da silvicultura, em escala regional (UPN) conforme zonas de permeabilidade e conectividade campestre, segundo a sobreposição dos resultados da avaliação de permeabilidade e conectividade, e dos territórios importantes para a conservação. Em seguida, outras diretrizes legais de planejamento territorial para a silvicultura em escala local contemplam a manutenção dos ecossistemas nativos remanescentes.

Neste contexto local, o planejamento florestal dos projetos de silvicultura, em atendimento à legislação ambiental, propicia a manutenção de áreas de conservação em cada empreendimento, o que deve também ser considerado como um ativo ambiental de alta relevância para os projetos e seu entorno. Estas áreas têm se mostrado de alta relevância para manutenção de espécies da fauna local, inclusive ameaçadas de hábitat campestre, como as aves (Jacobowski *et al.*, 2019; Jacobowski & Hartz, 2020) e permitem a conexão de ambientes externos e internos. Relembrando que estudos da avifauna na Argentina demonstram que não há um efeito de borda aparente causado por plantios arbóreos sobre aves campestres (Phifer *et al.*, 2016), corroborando com a ideia de que mesmo os corredores formados pelas APPs são capazes de manter a fauna campestre.

As novas ferramentas desenvolvidas com base nos estudos de permeabilidade da paisagem e conectividade permitem somar esforços para o direcionamento espacial da silvicultura, possibilitando maior sustentabilidade no planejamento florestal.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, L.B.; Queirolo, D.; Beisiegel, B.M.; *et al.* 2013. Avaliação do estado de conservação do Gato-mourisco *Puma yagouaroundi* (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1803) no Brasil. Biodiversidade Brasileira, 3(1), 99-106. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/fauna-brasileira/avaliacao-do-risco/carnivoros/gato-mourisco_Puma_yagouaroundi.pdf>. Acesso em: 20/12/2020.
- Anderson, E.; Bodin, O. 2009. Practical tool for landscape planning? An empirical investigation of network-based models of habitat fragmentation. *Ecography* 32: 123-132.
- Anderson, M.; Clark, M. 2012. Modeling Landscape Permeability. Boston: The Nature Conservancy. Disponível em: <<https://www.conservationgateway.org/ConservationByGeography/NorthAmerica/UnitedStates/edc/Documents/ModelingLandscapePermeability.pdf>>. Acesso em: 01/10/2020.
- Anderson, M.G.; Barnett, A.; Clark, M.; *et al.* 2016. Resilient and Connected Landscapes for Terrestrial Conservation. Boston: The Nature Conservancy, Eastern Conservation Science, Eastern Regional Office.
- Andrade, B.O.; Koch, C.; Boldrini, I.I.; *et al.* 2015. Grassland degradation and restoration: a conceptual framework of stages and thresholds illustrated by southern Brazilian grasslands. *Natureza & Conservação* 13: 95–104.
- Andrade, B.O.; Marchesi, E.; Burkart, S.; *et al.* 2018. Vascular plant species richness and distribution in the Río de la Plata grasslands. *Botanical Journal of the Linnean Society*. <DOI: 10.1093/botlinnean/boy063>.
- Andres, A.; Avila, L.; Marchezan, E.; *et al.* 2001. Rotação de culturas e pousio do solo na redução do banco de sementes de arroz vermelho em solo de várzea. *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 7, n. 2, p. 85-88.
- Beier, P.; Spencer, W.; Baldwin, R.F.; *et al.* 2011. Toward Best Practices for Developing Regional Connectivity Maps. *Conservation Biology*, Volume 25, No. 5, 879–892.
- Bencke, G.A.; Maurício, G.N.; Develey, P.F.; *et al.* (orgs.) 2006. Áreas Importantes para a Conservação das Aves no Brasil. Parte I – Est ados do Domínio da Mata Atlântica. São Paulo: SAVE Brasil.
- Biodiversitas. 2018. Mapa BAZE. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80046/Especies/Mapa_sitios_BAZE_2018_final.pdf>. Acesso em: 01/10/2019.
- Boldrini, I.I.; Ferreira, P.M.A.; Andrade, B.O.; *et al.* 2010. Bioma Pampa: diversidade florística e fisionômica. Ed. Pallotti: Porto Alegre.
- Booman, G.C. 2013. SIG para la Identificación de Areas de Valor Especial. Informe Final. Programa Regional Incentivos para la Conservación de Pastizales Naturales. Disponível em: <<https://pastizalesdelsur.wordpress.com/>>. Acesso em: 11.10.2020.
- Boyle, S.P.; Litzgus, J.D.; Lesbarrères, D. 2017. Comparison of road surveys and circuit theory to predict hotspot locations for implementing road-effect mitigation. *Biodiversity and Conservation* 26: 3445–3463.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 287, de 27 de julho de 2018. Reconhece os Sítios da Aliança Brasileira para Extinção Zero - Sítios-BAZE. Publicado no DOU do dia 16/07/2018.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 413, de 31 de outubro de 2018. Identifica os Sítios da Aliança Brasileira para Extinção Zero - Sítios-BAZE. Publicado no DOU em 05/11/2018.
- Brasil. Decreto Federal nº 4.340 de 22 de agosto de 2002. Regulamenta artigos da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências. Publicado no DOU do dia 23/08/2002.

- Brasil. Lei Federal nº 9.985 de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Publicado no DOU do dia 19/08/2000.
- Brockerhoff, E.G.; Jactel, H.; Parrotta, J.A.; *et al.* 2008. Plantation forests and biodiversity: oxymoron or opportunity? *Biodivers. Conserv.* 17, 925–951.
- Burgess, R.L.; Sharpe, D.M. (Eds) 1981. *Forest Island Dynamics in Man-dominated Landscapes*, Ecological Studies. New York: Springer-Verlag.
- Bustamante, M.; Santos, M.M.O.; Shimbo, J.Z.; *et al.* 2015. Terceiro inventário brasileiro de emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa. Emissões no setor uso da terra, mudança do uso da terra e florestas - Relatório de referência. Brasília: MCTIC. Disponível em: <http://redd.mma.gov.br/images/FREL/RR_LULUCF_Mudana-de-Uso-e-Floresta.pdf>.
- Campos, B.M.; Charters, J.D.; Verdade L.M. 2018. Diversity and distribution patterns of medium to large mammals in a silvicultural landscape in south-eastern Brazil. *iForest* 11: 802-808.
- Campos, C.B. 2009. Dieta de carnívoros e uso do espaço por mamíferos de médio e grande porte em áreas de silvicultura do estado de São Paulo, Brasil. 137 f. Tese (Doutorado). Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.
- Castellón, T.D.; Sieving, K.E. 2006. An experimental test of matrix permeability and corridor use by an endemic understory bird. *Conservation Biology*, v.20, p. 135-145.
- Cerezo, A.; Conde, M.C.; Poggio, S.L. 2011. Pasture area and landscape heterogeneity are key determinants of bird diversity in intensively managed farmland. *Biodiversity Conservation* 20: 2649–2667.
- CMPC Celulose Riograndense. 2015a. Relatório de Análise das Condições Ambientais nas Áreas de Alto Valor de Conservação da CMPC Celulose Riograndense. Relatório técnico. 52 f. Guaíba: CMPC.
- CMPC Celulose Riograndense. 2019b. Monitoramento da vazão e qualidade da água na área florestal da CMPC Celulose Riograndense no Rio Grande do Sul: estudo diagnóstico da produção e aspectos químicos da água. Relatório Técnico. Guaíba: CMPC. 67f.
- CMPC Celulose Riograndense. Fundação Gaia. 2015. Plano de Manejo da Reserva Particular do Patrimônio Natural Estadual Barba Negra. Guaíba: CMPC.
- CODEX. Mapeamento do uso do solo ano base 2020 (atualização). 4ª entrega. Relatório Técnico. Porto Alegre, 2021.
- Compton, B.W.; McGarigal, K.; Cushman, S.A.; *et al.* 2007. A resistant-kernel model of connectivity for amphibians that breed in vernal pools. *Conservation Biology* 21: 788–799.
- CONSEMA. Conselho Estadual do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul. Resolução nº 187 de 09 de abril de 2008. Aprova o Zoneamento Ambiental para a Atividade de Silvicultura no Estado do Rio Grande do Sul. Publicado no DOE do dia 11/04/2008.
- CONSEMA. Conselho Estadual do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul. Resolução nº 227 de 20 de novembro de 2009. Aprova alterações do Zoneamento Ambiental para a Atividade de Silvicultura no Estado do Rio Grande do Sul de que trata a Resolução CONSEMA nº 187, de 09 de abril de 2008 e dá outras providências. Publicado no DOE do dia 27/11/2009.
- De Luca, A.C.; Develey, P.F.; Bencke, G.A; *et al.* (Orgs.) 2009. Áreas importantes para a conservação das aves no Brasil. Parte II – Amazônia, Cerrado e Pantanal. São Paulo: SAVE Brasil.

- Deconchat, M.; Brockerhoff, E.G.; Barbaro, L. 2009. Effects of surrounding landscape composition on the conservation value of native and exotic habitats for native forest birds *Forest Ecology and Management* 258S: S196–S204, 2009.
- Dickson, B.G.; Albano, C.M.; Anantharaman, R.; *et al.* 2019. Circuit-theory applications to connectivity science and conservation. *Conservation Biology* 33(2):239-249.
- Duflot, R.; Georges, R.; Ernoult, A.; *et al.* 2014. Landscape heterogeneity as an ecological filter of species traits. *Acta Oecologica*, 56: 19-26.
- Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Reviews of Ecology, Evolution and Systematics*, v. 34, p. 487-515.
- Fahrig, L. 2007. Non-optimal animal movement in human-altered landscapes. *Functional Ecology*, 21, 1003–1015.
- Fahrig, L.; Baudry, J.; Brotons, L.; *et al.* 2011. Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes. *Ecology Letters*, 14: 101–112.
- FIERGS. 2019. Atualização dos limites de ocupação e tamanhos de maciços florestais – Zoneamento Ambiental da Silvicultura do Rio Grande do Sul. Relatório técnico elaborado por Codex Remote e Ideal Meio Ambiente, Porto Alegre.
- Fischer, J.; Lindenmayer, D.B. 2006. Beyond fragmentation: the continuum model for fauna research and conservation in human-modified landscapes. *Oikos*, 112, 473–480.
- Forman, R.T.T. 1995. *Land Mosaics: the ecology of landscapes and regions*. Cambridge: Cambridge University Press. 656 p.
- Fox, J.; Bouchet-Valat, M. 2020. Rcmdr: R Commander. R package version 2.7-0. Disponível em: <https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Misc/Rcmdr/>. Acesso em: 28/09/2020.
- Gascon, C.; Lovejoy T.E.; Bierregaard, R.O. 1999. Matrix habitat and species persistence in tropical forest remnants. *Biology Conservation*, v. 91, p. 223–229.
- Gheler-Costa, C.; Lyra-Jorge, M.C.; Verdade, M.C. (Ed.) 2016. *Biodiversity in agricultural landscape of Southeastern Brazil*. Berlin: De Gruyter. 366p.
- Gomes, A.S.; Magalhães Junior, A.M. (Ed.).2004. *Arroz irrigado no Sul do Brasil*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica.
- Gomes, M.A.F.; Barizon, R.R.M. 2014. *Panorama da contaminação ambiental por agrotóxicos e nitrato de origem agrícola no Brasil: cenário 1992/2011*. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente. 35 p. (Documentos/Embrapa Meio Ambiente; 98).
- Grings, M.; Boldrini, I. 2013. O gênero *Pavonia* Cav. (Malvaceae) no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Biociências* 11(3): 1-29.
- Guarengi, M.M. 2018. *Avaliação dos potenciais impactos da expansão canavieira sobre a conectividade da paisagem*. Tese (Doutorado). 142f. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas.
- Haila, Y. 2002. A conceptual genealogy of fragmentation research: from island biogeography to landscape ecology. *Ecological Applications*, 12: 321–334.
- Hanski, I.; Gilpin, M. 1991. Metapopulation dynamics: brief history and conceptual domain. *Biological Journal of the Linnean Society*, 42, 3–16.
- Herrera, L.P.; Sabatino, M.C.; Jaimes, F.R.; *et al.* 2017. Landscape connectivity and the role of small habitat patches as stepping-stones: an assessment of the grassland biome in South America. *Biodiversity Conservation* 26: 3465-3479.
- Hunter, M.L. 1990. *Wildlife, Forests, and Forestry: Principles of Managing Forests for Biological Diversity*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Ideal Meio Ambiente Peixes Anuais. 2020g. Programa de Monitoramento de peixes- anuais (Família Cynolebiidae) em hortos florestais da CMPC Celulose Riograndense. Potencial de ocorrência de espécies nos hortos florestais Conde, São Pedro II, Padula, Bom Princípio e Aldo Sani. Relatório Técnico – Campanha 16. Porto Alegre.
- Ideal Meio Ambiente Peixes Anuais. 2020h. Programa de Monitoramento de peixes- anuais (Família Cynolebiidae) em hortos florestais da CMPC Celulose Riograndense.

- Confirmação de ocorrência de espécies nos hortos florestais Passo das Mercedes, Ivaró, Jaguari e Santa Amália. Relatório Técnico – Campanha 16. Porto Alegre. Ideal Meio Ambiente. 2012. Programa de Monitoramento da Avifauna em áreas da CMPC. Relatório Técnico – Campanha 2. Porto Alegre.
- Ideal Meio Ambiente. 2016. Avaliação Integrada da Biodiversidade no Horto Florestal Barba Negra. Relatório Técnico. Porto Alegre.
- Ideal Meio Ambiente. 2019a. Potenciais de uso sustentável das áreas protegidas da CMPC: diagnóstico, valoração e planejamento para uso sustentável dos Serviços Ecossistêmicos. Relatório Técnico, rev.01. Porto Alegre.
- Ideal Meio Ambiente. 2019b. Programa de Avaliação Integrada da Biodiversidade da CMPC. Relatório Anual – Ano base 2019. Porto Alegre.
- Ideal Meio Ambiente. 2019c. Programa de Levantamento da Presença de *Alouatta guariba clamitans* (bugio-ruivo) nos Hortos Florestais da CMPC Celulose Riograndense. Relatório Final. Porto Alegre.
- Ideal Meio Ambiente. 2019d. Monitoramento da onça-parda *Puma concolor* (Linnaeus, 1771). Horto Florestal Barba Negra. Porto Alegre.
- Ideal Meio Ambiente. 2019e. Programa de Monitoramento de *Amazona pretrei* (papagaio-charão) nas áreas da CMPC Celulose Riograndense. Relatório Final. Porto Alegre.
- Ideal Meio Ambiente. 2020a. Programa de Monitoramento da Mastofauna em áreas da CMPC. Relatório Técnico – Campanha 19. Porto Alegre.
- Ideal Meio Ambiente. 2020b. Programa de Monitoramento da Mastofauna em áreas do Projeto Losango - CMPC. Relatório Técnico – Campanha 14. Porto Alegre.
- Ideal Meio Ambiente. 2020c. Programa de Monitoramento da Avifauna em áreas da CMPC. Relatório Técnico – Campanha 17. Porto Alegre.
- Ideal Meio Ambiente. 2020d. Programa de Monitoramento da Avifauna em áreas do Projeto Losango - CMPC. Relatório Técnico – Campanha 14. Porto Alegre.
- Ideal Meio Ambiente. 2020e. Programa de Monitoramento da Mastofauna em áreas do Projeto COPA - CMPC. Relatório Técnico. Porto Alegre.
- Ideal Meio Ambiente. 2020f. Programa de Monitoramento da Avifauna em áreas do Projeto COPA - CMPC. Relatório Técnico. Porto Alegre.
- Jacoboski, L.I.; Hartz, S.M. 2020a. Using functional diversity and taxonomic diversity to assess effects of afforestation of grassland on bird communities. *Perspectives in Ecology and Conservation*, Volume 18 (2): 103-108.
- Jacoboski, L.I.; Hartz, S.M. 2020b. Avaliação das Áreas de Preservação Permanente inseridas nos Hortos Florestais da CMPC Celulose Riograndense para a conservação de aves campestres. Relatório semestral de atividades referente ao projeto de Interação Acadêmica, Porto Alegre.
- Jacoboski, L.I.; Luza, A.L.; Paulsen, R.K.; et al. 2019. Database of bird species composition in natural habitats and forest plantations. *Data in brief* 27: 104715.
- Jacoboski, L.I.; Paulsen, L.K.; Hartz, S.M. 2017. Bird-grassland associations in protected and non-protected areas in southern Brazil. *Perspectives in Ecology and Conservation* 15: 109-114.
- Karra, K. et al. “Global land use/land cover with Sentinel-2 and deep learning.” IGARSS 2021-2021 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. IEEE, 2021.
- Krob, A. (Coord.) 2016. Corredor ecológico da Quarta Região. 1ª. ed. Porto Alegre: Porto Alegre: Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler; Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. 90p. il. (Caderno de resultados, 1)
- Lanes, L.E.K.; Goncalves, Â.C.; Volcan, M.V. 2014. Discovery of endangered annual killifish *Austrolebias cheradophilus* (Aplocheiloidei: Rivulidae) in Brazil, with comments on habitat, population structure and conservation status. *Neotrop. ichthyol.* 12(1): 117-124.

- Lindenmayer, D.B.; Cunningham, R.B.; Donnelly, C.F.; *et al.* 2002. On the use of landscape surrogates as ecological indicators in fragmented forests. *Forest Ecol. Manage.* 159, 203–216.
- Lopes, C.V.A.; Albuquerque, G.S.C. 2018. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. *Saúde Debate*, Rio de Janeiro, v. 42, n. 117, p. 518-534.
- Mangueira, J.R.S.A.; Holl, K.D.; Rodrigues, R.R. 2019. Enrichment planting to restore degraded tropical forest fragments in Brazil. *Ecosyst. People* 15: 3–10.
- Matos, H.M.; Santos, M.J.; Palomares, F.; *et al.* 2009. Does riparian habitat condition influence mammalian carnivore abundance in Mediterranean ecosystems? *Biodiversity and Conservation*, 18, 373–386.
- McGarigal, K.; Compton, B.W.; Jackson, S.D.; *et al.* 2012a. Critical Linkages Phase 1: Assessing Connectivity Restoration Potential for Culvert Replacement, Dam Removal and Construction of Wildlife Passage Structures in Massachusetts. Final Report. Disponível em: <<http://www.umasscaps.org/pdf/Critical-Linkages-Phase-1-Report-Final.pdf>>. Acesso em: 22/10/2020.
- McGarigal, K.; Cushman, S.A.; Ene, E. 2012b. FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Disponível em: <<http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>>. Acesso em: 20/10/2020.
- McRae, B.H. 2006. Isolation by resistance. *Evolution* 60: 1551-1561.
- McRae, B.H.; Beier, P. 2007. Circuit theory predicts gene flow in plant and animal populations. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(50), 19885-19890.
- McRae, B.H.; Dickson, B.G.; Keitt, T.H.; *et al.* 2008. Using circuit theory to model connectivity in ecology and conservation. *Ecology* 10: 2712-2724.
- McRae, B.H.; Shah, V.B. 2009. Circuitscape user guide. ONLINE. Santa Barbara: The University of California. Disponível em: <<http://www.circuitscape.org>>. Acesso em 03/10/2020.
- McRae, B.H.; Shah, V.B.; Edelman, A. 2016. Circuitscape: Modeling Landscape Connectivity to Promote Conservation and Human Health. Fort Collins: The Nature Conservancy. 14 pp.
- Medri, I.M.; Mourão, G.M.; Harada, A.Y. 2003. Dieta de tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) no Pantanal da Nhecolândia, Brasil. *Edentata*, 5: 29-34.
- Meiklejohn, K.; Ament, R.; Tabor, G. 2010. Habitat Corridors & Landscape Connectivity: Clarifying the Terminology. Bozeman: Center for Large Landscape Conservation. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/242196426_Habitat_Corridors_Landscape_Connectivity_Clarifying_the_Terminology>. Acesso em 28/09/2020.
- Menezes, L.S.; Ely, C.V.; Lucas, D.B.; *et al.* 2018. Plant species richness record in Brazilian Pampa grasslands and implications. *Brazilian Journal of Botany*. <https://doi.org/10.1007/s40415-018-0492-6>.
- Metzger, J.P. 2006. Como lidar com regras pouco óbvias para conservação da biodiversidade em paisagens fragmentadas. *Natureza & Conservação*, v. 4, p. 11-23.
- Metzger, J.P. 2001. O que é a ecologia de paisagem. *Biota Neotropica*, 1 (2): 1-9.
- Metzger, J.P.; Mercedes, M.C.; Bustamante, J.F.; *et al.* 2019. Por que o Brasil precisa de suas Reservas Legais. *Perspectives in Ecology and Conservation* 17: 104–116.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. 2ª Atualização das Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade 2018. Disponível desde 17/10/2019 em: <<http://areasprioritarias.mma.gov.br/oque-e>>. Acesso em: 20/10/2020.

- MMA. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 463, de 18 de dezembro de 2018. Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira ou Áreas Prioritárias para a Biodiversidade. Publicado no DOU do dia 19/12/2018.
- Monzoni, M. *et al.* 2019. Diretrizes empresariais para a valoração econômica de serviços ecossistêmicos: versão 3.0. São Paulo: FGVces/EAESP-FGV. 102 p.
- Naiman, R. J.; Décamps, H.; McClain, M.E. 2005. Riparia. ecology, conservation, and management of streamside communities. Burlington: Elsevier Academic Press.
- Norton, D.A. 1998. Indigenous biodiversity conservation and plantation forestry: options for the future. *New Zealand Journal of Forestry* 43(2): 34-39.
- Overbeck, G.E.; Hermann, J.M.; Andrade, B.O.; *et al.* 2013. Restoration Ecology in Brazil – Time to Step Out of the Forest. *Natureza & Conservação* 11(1): 92-95.
- Paolucci, L.N.; Pereira, R.L.; Rattis, L.; *et al.* 2019. Lowland tapirs facilitate seed dispersal in degraded Amazonian forests. *Biotropica* 51: 245–252.
<http://dx.doi.org/10.1111/btp.12627>.
- Parrotta, J.A.; Turnbull, J.W. 1997. Catalyzing native forest regeneration on degraded tropical lands. *Forest Ecology and Management* 99: 1-290.
- Pascual, U.; Balvanera, P.; Díaz, S.; Pataki, G.; *et al.* 2017. Valuing nature's contributions to people: the IPBES approach. *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 26–27: 7–16.
<http://dx.doi.org/10.1016/J.COSUST.2016.12.006>.
- Pelletier, D.; Clark, M.; Anderson, M.G.; *et al.* 2014. Applying circuit theory for corridor expansion and management at regional scales: tiling, pinch points, and omnidirectional connectivity. *PloS one*, 9(1), e84135.
- Phifer, C.C.; Knowlton, J.L.; Webster, C.R.; *et al.* 2016. Bird community responses to afforested eucalyptus plantations in the Argentine pampas. *Biodiversity Conservation* DOI 10.1007/s10531-016-1126-6.
- Pulliam, H.R.; Dunning, J.B.; Liu, J.G. 1992. Population-dynamics in complex landscapes-a case study. *Ecol. Appl.* 2, 165–177.
- R Core Team. 2020. R: A Language and Environment for Statistical Computing). V. 3.6.2. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <https://www.R-project.org>. Acesso em 28/09/2020.
- Rio Grande do Sul. 2014a. Decreto nº 51.797, de 8 de setembro de 2014. Declara as espécies da fauna silvestre ameaçadas de extinção no Estado do Rio Grande do Sul. Publicado no DOE em 09/09/2014.
- Rio Grande do Sul. 2014b. Decreto nº 52.109, de 1º de dezembro de 2014. Declara as espécies da flora nativa ameaçadas de extinção no Estado do Rio Grande do Sul. Publicado no DOE em 02/12/2014.
- Rio Grande do Sul. Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão. Departamento de Planejamento Governamental. 2020. Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul. 5 ed. Porto Alegre: Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão. Departamento de Planejamento Governamental. Disponível em:
<<https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/inicial/>>. Acesso em: 07/12/2020.
- Rio Grande do Sul. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. 2009. Zoneamento Ambiental da Silvicultura. Porto Alegre: SEMA/RS. Disponível em:
<http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/zoneam_silvic.asp>. Acesso em: 03/11/2020.
- Santos, J.S. 2014. Influência da permeabilidade da matriz e da heterogeneidade da paisagem na conservação da biodiversidade de mamíferos terrestres. 110f. (Tese) Doutorado em Sensoriamento Remoto. São José dos Campos: INPE, 2014.
- Shah, V.B. 2007. An Interactive System for Combinatorial Scientific Computing with an Emphasis on Programmer Productivity. PhD thesis, University of California, Santa Barbara.

- Shah, V.B. McRae, B.H. 2008. Circuitscape: a tool for landscape ecology. pp. 62-66. In: Varoquaux, G.; Vaught, T.; Millman, J. (Eds.). Proceedings of the 7th Python in Science Conference, SciPy.
- Silva, V. L.; Orlandi, C.R.; Funck, L.; *et al.* 2020. Heterogeneity of fern communities in riparian forest remnants from the South Brazilian Campos (Pampa). *Brazilian Journal of Biology*, 80(4), 803-813.
- Souza, C.M.; Shimbo, J.Z.; Rosa, M.R.; *et al.* 2020. Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. *Remote Sensing* 12(17): 2735.
- Souza, D.N. 2015. Descrição do comportamento do lagarto *Liolaemus arambarensis* em ambiente de restinga na RPPN Barba Negra, em Barra do Ribeiro, Rio Grande do Sul, Brasil. 30 f. Monografia. (Bacharelado em Ciências Biológicas). Porto Alegre: UFRGS.
- Staudé, I.R.; *et al.* 2017. Local biodiversity erosion in south Brazilian grasslands under moderate levels of landscape habitat loss. *Journal of Applied Ecology*, <<http://dx.doi.org/10.1111/1365-2664.13067>>.
- Suertegaray, D.M.A.; Guasselli, L.A.; Verdum, R. (org.) 2001. Atlas da Arenização: sudoeste do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Coordenação e Planejamento do Governo do estado do Rio Grande do Sul, 1. V. Mapas, 84 p.
- Timo, T.P.C.; Costa, J.C.; Gheler-Costa, C.; *et al.* 2016. Wildlife and Landscape Geometry in Silvicultural Landscapes. Pp. 293- 327. In: Gheler-Costa, C.; Lyra-Jorge, M.C.; Verdade, M.C. (Ed.) Biodiversity in agricultural landscape of Southeastern Brazil. Berlin: De Gruyter.
- Tischendorf, L.; Fahrig, L. 2000. On the usage measurement of landscape connectivity. *Copenhagen, OIKOS*, v. 90, p. 7-19.
- United Nations. 2015. Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development. A/RES/70/1. New York, 2015.
- Verdade L.M.; Penteado, M.; Gheler-Costa, C.; *et al.* 2014. The Conservation Value of Agricultural Landscapes. In: Verdade, L.; Lyra-Jorge, M.; Piña, C. (Ed.) *Applied Ecology and Human Dimensions in Biological Conservation*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Verdade, L.M.; Rosalino, L.M.; Gheler-Costa, C.; *et al.* 2011. Adaptation of mesocarnivores (Mammalia: Carnivora) to agricultural landscapes in Mediterranean Europe And Southeastern Brazil: a trophic perspective. P.1-38. In: L. M. Rosalino; C. Gheler-Costa (Ed.) *Middle-Sized Carnivores in Agricultural Landscapes*. New York: Nova Science Publishers.
- Virgós, E. 2001. Relative value of riparian woodlands in landscapes with different forest cover for medium-sized Iberian carnivore. *Biodiversity and Conservation*, 10, 1039-1049.
- Zeller, K.A.; McGarigal, K.; Whiteley, A.R. 2012. Estimating landscape resistance to movement: a review. *Landscape Ecology* 27: 777–797.



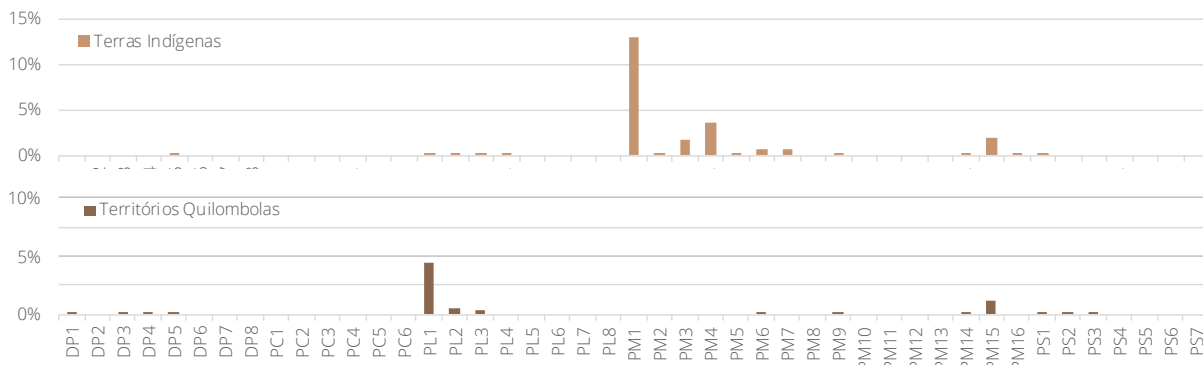
APÊNDICES

APÊNDICE 1 | ATRIBUTOS DE RELEVÂNCIA AMBIENTAL NAS UPN (GRÁFICOS)

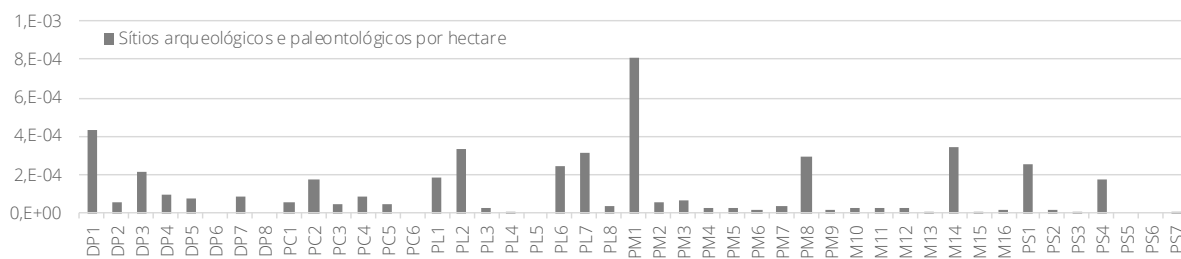
Percentual de ocupação dos territórios importantes para a conservação nas UPN



Percentual de ocupação dos territórios importantes para a conservação nas UPN



Densidade de sítios arqueológicos e paleontológicos por UPN





***APÊNDICE 2 | MAPAS DA PERMEABILIDADE DA PAISAGEM,
CONECTIVIDADE E RESPECTIVAS ZONAS NAS UPN***



ARQUIVOS EM MEIO DIGITAL

***APÊNDICE 3 | ESPÉCIES DA FAUNA E FLORA CAMPESTRES
AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO COM REGISTROS NAS UPN***

ANÁLISE DE PERMEABILIDADE DA PAISAGEM
SUBSÍDIOS PARA ATUALIZAÇÃO DO ZAS



ESPÉCIES DA FLORA CAMPESTRE CRITICAMENTE AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO NO RS (DECRETO ESTADUAL Nº 52.109/2014) COM REGISTROS NAS UPN																																																							
Espécies CR	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5	DP6	DP7	DP8	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PL1	PL2	PL3	PL4	PL5	PL6	PL7	PL8	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM9	PM10	PM11	PM12	PM13	PM14	PM15	PM16	PS1	PS2	PS3	PS4	PS5	PS6	PS7										
<i>Calibrachoa thymifolia</i>	X									X	X						X					X					X																												
<i>Calyculogygas uruguayensis</i>	X																																																						
<i>Carex uruguayensis</i>																											X	X																											
<i>Catila amabilis</i>										X				X																																									
<i>Chascolytrum parodianum</i>																																																							
<i>Cleistes ramboi</i>																																																							
<i>Convolvulus ensifolius</i>																																																							
<i>Cressa truxillensis</i>																	X																																						
<i>Cuphea confertiflora</i>																							X	X																															
<i>Cypella aquatilis</i>																											X	X																											
<i>Cypella laxa</i>		X									X																X	X																											
<i>Cypella luteogibbosa</i>												X																																											
<i>Cypella magnicristata</i>		X										X																																											
<i>Cypella pusilla</i>		X			X	X							X				X																																						
<i>Desmodium craspediferum</i>																											X																												
<i>Dyckia agudensis</i>	X																																																						
<i>Dyckia alba</i>																	X																																						
<i>Dyckia delicata</i>																												X																											
<i>Dyckia distachya</i>						X																	X	X			X	X																											
<i>Dyckia domfelicianensis</i>																																																							
<i>Dyckia lbicuiensis</i>		X			X																																																		
<i>Dyckia irmgardiae</i>																												X																											

ESPÉCIES DA FLORA CAMPESTRE CRITICAMENTE AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO NO RS (DECRETO ESTADUAL Nº 52.109/2014) COM REGISTROS NAS UPN																																																							
Espécies CR	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5	DP6	DP7	DP8	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PL1	PL2	PL3	PL4	PL5	PL6	PL7	PL8	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM9	PM10	PM11	PM12	PM13	PM14	PM15	PM16	PS1	PS2	PS3	PS4	PS5	PS6	PS7										
<i>Parodia amostiana</i>							X																																																
<i>Parodia buiningii</i>		X				X					X	X	X																																										
<i>Parodia gaucha</i>																																																							
<i>Parodia herteri</i>		X									X																																												
<i>Parodia langsdorfii</i>																																																							
<i>Parodia neoarchavaletae</i>																																																							
<i>Parodia neohorstii</i>					X												X																																						
<i>Parodia rechensis</i>																												X																											
<i>Parodia rudibuenekeri</i>		X																																																					
<i>Parodia schumanniana subsp. claviceps</i>																																																							
<i>Parodia turbinata</i>														X																																									
<i>Pavonia cryptica</i>														X																																									
<i>Pavonia secreta</i>																																																							
<i>Pavonia subrotunda</i>									X							X																																							
<i>Perezia squarrosa ssp. squarrosa</i>																	X																																						
<i>Petunia exserta</i>																																																							
<i>Petunia secreta</i>																																																							
<i>Phoradendron habrostachyum</i>																																																							
<i>Piptochaetium alpinum</i>																																																							
<i>Podocarpus sellowii</i>															X	X	X																																						
<i>Prosopis nigra</i>										X				X																																									

ESPÉCIES DA FLORA CAMPESTRE EM PERIGO DE EXTINÇÃO NO RS (DECRETO ESTADUAL Nº 52.109/2014) COM REGISTROS NAS UPN																																																				
Espécies EN	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5	DP6	DP7	DP8	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PL1	PL2	PL3	PL4	PL5	PL6	PL7	PL8	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM9	PM10	PM11	PM12	PM13	PM14	PM15	PM16	PS1	PS2	PS3	PS4	PS5	PS6	PS7							
<i>Mikania decumbens</i>																											X	X				X		X				X	X													
<i>Mikania periplocifolia</i>	X			X	X		X		X			X	X		X	X							X				X	X							X						X	X	X									
<i>Mikania viminea</i>	X			X	X													X	X																																	
<i>Mimosa involucrata</i>																											X						X	X	X																	
<i>Moquiniastrum cinereum</i>				X	X													X																	X	X	X				X			X	X							
<i>Moquiniastrum polymorphum ssp. floccosum</i>																		X									X					X	X	X																		
<i>Moquiniastrum ramboi</i>																								X						X																						
<i>Moquiniastrum sordidum</i>	X																																		X																	
<i>Nassella planaltina</i>																																															X					
<i>Nicotiana mutabilis</i>																X																			X			X	X													
<i>Oxypetalum argentinum</i>		X								X		X																																								
<i>Oxypetalum banksii</i>																X	X	X	X																																	
<i>Oxypetalum banksii ssp. banksii</i>																X	X																																			
<i>Oxypetalum insigne</i>																																																				
<i>Oxypetalum macrolepis</i>	X	X		X												X	X	X									X		X			X	X		X	X				X		X										
<i>Paepalanthus catharinae</i>																												X																								
<i>Pamphalea cardaminifolia</i>												X																X						X	X																	
<i>Pamphalea commersonii</i>				X	X													X	X																											X	X	X				
<i>Pamphalea ramboi</i>																												X					X	X	X																	
<i>Pamphalea smithii</i>																X												X					X	X																		

ANÁLISE DE PERMEABILIDADE DA PAISAGEM
SUBSÍDIOS PARA ATUALIZAÇÃO DO ZAS



ESPÉCIES DA FLORA CAMPESTRE EM PERIGO DE EXTINÇÃO NO RS (DECRETO ESTADUAL Nº 52.109/2014) COM REGISTROS NAS UPN																																																		
Espécies EN	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5	DP6	DP7	DP8	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PL1	PL2	PL3	PL4	PL5	PL6	PL7	PL8	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM9	PM10	PM11	PM12	PM13	PM14	PM15	PM16	PS1	PS2	PS3	PS4	PS5	PS6	PS7					
<i>Pleroma asperior</i>	X		X	X	X										X	X	X	X			X																					X	X	X	X	X	X			
<i>Porophyllum linifolium</i>		X			X				X	X	X	X											X																		X	X	X		X	X				
<i>Quaternella glabratooides</i>																							X	X																										
<i>Rhynchosida physocalyx</i>	X											X	X																																X					
<i>Salvia scoparia</i>																												X		X																				
<i>Senecio heteroschizus</i>																												X			X	X								X										
<i>Setaria paucifolia</i>									X															X																										
<i>Sida paradoxa</i>										X				X																																				
<i>Sinningia nivalis</i>																																			X	X				X										
<i>Sinningia warmingii</i>																X	X	X										X				X	X							X										
<i>Sisyrinchium rambonis</i>																											X			X		X								X										
<i>Solanum chacoense</i>																		X					X	X		X			X																					
<i>Syngonanthus chrysanthus</i>																	X	X	X				X												X							X								
<i>Tibouchina rupestris</i>				X																			X			X	X		X	X	X	X							X											
<i>Tibouchina urvilleana</i>	X		X													X	X	X									X																	X						
<i>Trichocline incana</i>		X										X																			X																			
<i>Trichocline macrocephala</i>	X		X															X					X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X		X	X	X							
<i>Trifolium argentinense</i>		X					X		X									X																								X	X	X						
<i>Valeriana glechomifolia</i>																																																		
<i>Verbena ovata</i>																	X						X						X		X																			
<i>Xyris rigida</i>																											X									X														

ANÁLISE DE PERMEABILIDADE DA PAISAGEM
SUBSÍDIOS PARA ATUALIZAÇÃO DO ZAS



ESPÉCIES DA FLORA CAMPESTRE VULNERÁVEIS À EXTINÇÃO NO RS (DECRETO ESTADUAL Nº 52.109/2014) COM REGISTROS NAS UPN

Espécies VU	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5	DP6	DP7	DP8	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PL1	PL2	PL3	PL4	PL5	PL6	PL7	PL8	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM9	PM10	PM11	PM12	PM13	PM14	PM15	PM16	PS1	PS2	PS3	PS4	PS5	PS6	PS7			
<i>Calibrachoa humilis</i>									X		X																																					
<i>Chaptalia graminifolia</i>																	X												X	X	X	X																
<i>Chascolytrum brasiliense</i>																																																
<i>Chascolytrum latifolium</i>																																																
<i>Cheiroglossa palmata</i>				X												X	X	X	X																							X	X					
<i>Chromolaena paraguariensis</i>				X	X												X	X									X															X	X					
<i>Clara stricta</i>					X												X																									X	X	X				
<i>Cunila fasciculata</i>	X															X											X																					
<i>Cyanaeorchis arundinae</i>																X											X	X			X											X						
<i>Cyperus berroi</i>																					X																											
<i>Cyperus cellulosoreticulatus</i>															X	X		X																														
<i>Cyperus uncinulatus</i>												X				X														X																		
<i>Cyrtopodium witeckii</i>					X																																											
<i>Dimerostemma grisebachii</i>	X										X																																					
<i>Discaria americana</i>		X		X	X				X		X	X			X	X	X							X		X	X		X	X	X												X	X	X	X	X	
<i>Dyckia elisabethae</i>	X			X													X																															
<i>Dyckia leptostachya</i>															X																																	
<i>Dyckia maritima</i>	X	X	X	X											X	X	X									X	X	X																				
<i>Dyckia remotiflora</i>		X	X	X							X	X			X	X											X	X																				
<i>Dyckia tuberosa</i>											X															X	X	X																				
<i>Echinopsis oxygona</i>					X	X	X				X	X																																				
<i>Eriocaulon gomphrenoides</i>	X															X											X																					
<i>Eriocaulon ligulatum</i>	X															X	X							X		X	X																					
<i>Eriocaulon magnificum</i>				X												X	X	X																														

ANÁLISE DE PERMEABILIDADE DA PAISAGEM
SUBSÍDIOS PARA ATUALIZAÇÃO DO ZAS



ESPÉCIES DA FLORA CAMPESTRE VULNERÁVEIS À EXTINÇÃO NO RS (DECRETO ESTADUAL Nº 52.109/2014) COM REGISTROS NAS UPN

Espécies VU	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5	DP6	DP7	DP8	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PL1	PL2	PL3	PL4	PL5	PL6	PL7	PL8	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM9	PM10	PM11	PM12	PM13	PM14	PM15	PM16	PS1	PS2	PS3	PS4	PS5	PS6	PS7					
<i>Eriocaulon modestum</i>															X	X	X			X							X															X								
<i>Eryngium smithii</i>																																	X	X																
<i>Eugenia dimorpha</i>	X	X		X	X						X						X	X									X														X	X	X							
<i>Frailea gracillima</i>		X			X	X																																				X	X	X	X	X				
<i>Frailea phaeodisca</i>		X		X	X	X				X	X		X													X																	X	X						
<i>Frailea pumila</i>	X								X		X	X																															X			X				
<i>Frailea pygmaea</i>	X						X				X	X																															X	X						
<i>Glandularia guaranitica</i>																		X				X	X																											
<i>Glandularia hasslerana</i>	X	X		X								X															X																							
<i>Habenaria exaltata</i>																		X									X	X															X							
<i>Hesperozygis ringens</i>					X						X	X						X																										X	X					
<i>Hochreutinera hasslerana</i>									X	X													X																											
<i>Hypericum cordiforme</i>																		X									X	X																						
<i>Hypericum teretiusculum</i>					X																																													
<i>Isostigma peucedanifolium</i>	X	X	X								X	X						X	X	X							X																							
<i>Jacquemontia selloi</i>																												X	X																					
<i>Kelissa brasiliensis</i>	X		X				X		X									X	X																															
<i>Lathyrus acutifolius</i>				X																																														
<i>Lellingeria brevistipes</i>																											X																							
<i>Lippia ekmanii</i>																							X					X																						
<i>Lygodium volubile</i>															X	X																																		
<i>Mandevilla coccinea</i>	X	X		X	X												X	X						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
<i>Melica arzivencoi</i>																																																		
<i>Melica riograndensis</i>										X																																								

ANÁLISE DE PERMEABILIDADE DA PAISAGEM
SUBSÍDIOS PARA ATUALIZAÇÃO DO ZAS



ESPÉCIES DA FLORA CAMPESTRE VULNERÁVEIS À EXTINÇÃO NO RS (DECRETO ESTADUAL Nº 52.109/2014) COM REGISTROS NAS UPN																																																		
Espécies VU	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5	DP6	DP7	DP8	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PL1	PL2	PL3	PL4	PL5	PL6	PL7	PL8	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM9	PM10	PM11	PM12	PM13	PM14	PM15	PM16	PS1	PS2	PS3	PS4	PS5	PS6	PS7					
<i>Mikania salviifolia</i>	X			X											X	X	X										X							X																
<i>Moritzia ciliata</i>	X			X	X												X										X	X	X				X					X	X	X										
<i>Nassella rosenfurtii</i>													X																																					
<i>Oxypetalum coccineum</i>																								X				X	X													X	X							
<i>Oxypetalum commersonianum</i>	X				X																						X											X	X			X								
<i>Oxypetalum crispum</i>	X	X									X	X			X	X			X					X						X																				
<i>Oxypetalum erectum</i>				X																							X																							
<i>Oxypetalum microphyllum</i>		X								X	X	X													X																									
<i>Paepalanthus caldensis</i>																									X	X					X	X																		
<i>Paepalanthus catharinae</i>															X		X										X																							
<i>Parodia haselbergii</i>	X		X	X	X																				X	X				X	X	X	X																	
<i>Parodia linkii</i>					X																						X																	X	X	X				
<i>Parodia mammulosa</i>		X				X				X	X	X	X	X										X																				X	X	X				
<i>Parodia ottonis</i>		X			X			X	X		X	X	X				X	X									X															X	X	X	X	X				
<i>Parodia oxycostata</i>		X			X		X						X																																X	X				
<i>Paspalum rawitscheri</i>																											X	X		X	X	X																		
<i>Pavonia angustipetala</i>																								X			X	X	X	X																				
<i>Pavonia dusenii</i>																											X	X																		X				
<i>Perezia squarrosa ssp. cubataensis</i>																																																		
<i>Pfaffia glomerata</i>		X		X	X		X											X									X																			X				
<i>Pleurochaete luteola</i>																																																		
<i>Poa bradei</i>																											X	X																						
<i>Polygala selaginoides</i>													X														X																							
<i>Prosopis affinis</i>		X								X				X																																				

ESPÉCIES DA FLORA CAMPESTRE VULNERÁVEIS À EXTINÇÃO NO RS (DECRETO ESTADUAL Nº 52.109/2014) COM REGISTROS NAS UPN

Espécies VU	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5	DP6	DP7	DP8	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PL1	PL2	PL3	PL4	PL5	PL6	PL7	PL8	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM9	PM10	PM11	PM12	PM13	PM14	PM15	PM16	PS1	PS2	PS3	PS4	PS5	PS6	PS7					
<i>Schizaea elegans</i>																X																																		
<i>Trichocline catharinensis</i> var. <i>discolor</i>																														X	X		X																	
<i>Trichocline cisplatina</i>																X	X																																	
<i>Trixis pallida</i>		X			X						X	X																X	X																					
<i>Tropidococcus pinnatipartitus</i>																																																		
<i>Valeriana tajuvensis</i>																X											X																							
<i>Verbena intercedens</i>		X											X															X																						
<i>Xyris capensis</i>	X																										X	X																						
<i>Xyris guaranítica</i>																	X	X	X																															
<i>Xyris teres</i>	X				X											X												X																						
<i>Zephyranthes americana</i>																																																		

ESPÉCIES DA FAUNA DE HÁBITAT CAMPESTRE CRITICAMENTE AMEÇADAS DE EXTINÇÃO NO RS (DECRETO ESTADUAL Nº 51.797/2014) COM REGISTROS NAS UPN

Espécies CR	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5	DP6	DP7	DP8	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PL1	PL2	PL3	PL4	PL5	PL6	PL7	PL8	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM9	PM10	PM11	PM12	PM13	PM14	PM15	PM16	PS1	PS2	PS3	PS4	PS5	PS6	PS7						
<i>Austrolebias adloffii</i>			X	X													X	X			X																														
<i>Austrolebias alexandri</i>	X								X	X		X												X																											
<i>Austrolebias arachan</i>								X																																											
<i>Austrolebias cheradophilus</i>																																																			
<i>Austrolebias cyaneus</i>					X	X	X	X																																											
<i>Austrolebias lbicuiensis</i>		X					X																																												
<i>Austrolebias jaegari</i>																		X																																	
<i>Austrolebias juanlangi</i>		X					X	X																																											

ANÁLISE DE PERMEABILIDADE DA PAISAGEM
SUBSÍDIOS PARA ATUALIZAÇÃO DO ZAS



ESPÉCIES DA FAUNA DE HÁBITAT CAMPESTRE EM PERIGO DE EXTINÇÃO NO RS (DECRETO ESTADUAL Nº 51.797/2014) COM REGISTROS NAS UPN

Espécies EN	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5	DP6	DP7	DP8	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PL1	PL2	PL3	PL4	PL5	PL6	PL7	PL8	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM9	PM10	PM11	PM12	PM13	PM14	PM15	PM16	PS1	PS2	PS3	PS4	PS5	PS6	PS7					
<i>Austrolebias charrua</i>															X						X	X																												
<i>Austrolebias melanoorus</i>								X																																				X			X			
<i>Austrolebias minuano</i>					X											X	X				X	X																												
<i>Austrolebias nigrofasciatus</i>															X		X		X																											X				
<i>Austrolebias periodicus</i>		X					X					X	X																																	X				
<i>Contomastix vacariensis</i>																									X							X	X																	
<i>Contrafacia muattina</i>																		X																																
<i>Ctenomys lami</i>																	X	X	X																															
<i>Dynastor napoleon</i>																																																		
<i>Hydropsalis anomala</i>																																														X				
<i>Leopardus colocolo</i>	X	X		X	X		X	X			X	X					X				X																									X	X		X	X
<i>Liolaemus arambarensis</i>																	X	X																																
<i>Melanophryniscus dorsalis</i>															X	X	X	X																													X			
<i>Melanophryniscus montevidensis</i>																					X																													
<i>Melipona bicolor schencki</i>																																																		
<i>Melipona quadrifasciata</i>																																																		
<i>Monoeca xanthopyga</i>																									X																									
<i>Polystictus pectoralis</i>		X								X	X	X		X																																				
<i>Porzana spiloptera</i>																X	X				X	X	X																											
<i>Puma concolor</i>										X			X													X	X							X	X	X														
<i>Sporophila melanogaster</i>										X			X	X	X											X	X		X					X	X	X														
<i>Sporophila plumbea</i>																									X		X						X	X																
<i>Veniliornis mixtus</i>										X				X																																				

ANÁLISE DE PERMEABILIDADE DA PAISAGEM
SUBSÍDIOS PARA ATUALIZAÇÃO DO ZAS



ESPÉCIES DA FAUNA DE HÁBITAT CAMPESTRE VULNERÁVEIS À EXTINÇÃO NO RS (DECRETO ESTADUAL Nº 51.797/2014) COM REGISTROS NAS UPN

Espécies VU	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5	DP6	DP7	DP8	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PL1	PL2	PL3	PL4	PL5	PL6	PL7	PL8	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM9	PM10	PM11	PM12	PM13	PM14	PM15	PM16	PS1	PS2	PS3	PS4	PS5	PS6	PS7			
<i>Actinote catarina</i>																								X											X													
<i>Amazona pretrei</i>	X	X			X										X	X								X		X	X	X	X	X	X	X			X	X		X	X	X	X							
<i>Anthus nattereri</i>															X	X	X	X				X	X			X	X	X	X	X	X	X	X					X	X									
<i>Asthenes hudsoni</i>																X	X																															
<i>Atractus thalesdelemai</i>																																																
<i>Cinclodes pabsti</i>																										X						X	X	X			X	X										
<i>Circus cinereus</i>		X	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																	X		X				X			
<i>Culicivora caudacuta</i>		X			X						X	X	X													X	X				X	X																
<i>Cynopoeilus fulgens</i>					X											X	X																															
<i>Cynopoeilus intimus</i>					X																																											
<i>Cynopoeilus multipapillatus</i>																X	X																															
<i>Cynopoeilus nigrovittatus</i>				X	X													X																														
<i>Euryades corethrus</i>										X							X	X																														
<i>Gallinago undulata</i>									X					X	X	X	X								X				X	X	X			X	X					X								
<i>Hydrodynastes gigas</i>										X																																						
<i>Leopardus geoffroyi</i>		X	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X														X	X	X	X	X	X	X		
<i>Leopardus wiedii</i>	X	X		X		X			X					X			X																															
<i>Liolaemus occipitalis</i>				X											X	X	X	X	X	X																												
<i>Pampasatyrys quies</i>																																																
<i>Pampasatyrys reticulata</i>																																																
<i>Pseudoseisura lophotes</i>					X					X		X	X	X																																		
<i>Sporophila bouvreuil</i>	X	X		X	X				X	X	X		X													X	X			X																		
<i>Sporophila hypoxantha</i>										X				X												X		X		X	X	X																
<i>Sporophila palustris</i>		X			X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																										
<i>Sporophila ruficollis</i>					X					X	X	X	X							X																												

ESPÉCIES DA FAUNA DE HÁBITAT CAMPESTRE VULNERÁVEIS À EXTINÇÃO NO RS (DECRETO ESTADUAL Nº 51.797/2014) COM REGISTROS NAS UPN

Espécies VU	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5	DP6	DP7	DP8	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PL1	PL2	PL3	PL4	PL5	PL6	PL7	PL8	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM9	PM10	PM11	PM12	PM13	PM14	PM15	PM16	PS1	PS2	PS3	PS4	PS5	PS6	PS7	
<i>Tamandua tetradactyla</i>	X			X	X			X					X					X					X				X	X					X	X		X			X	X	X	X	X	X	X	
<i>Xanthopsar flavus</i>	X			X			X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Xolmis dominicanus</i>	X	X	X	X	X		X	X		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X	X						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

ESPÉCIES DA FAUNA DE HÁBITAT CAMPESTRE QUASE AMEÇADAS DE EXTINÇÃO NO RS (DECRETO ESTADUAL Nº 51.797/2014) COM REGISTROS NAS UPN

Espécies NT	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5	DP6	DP7	DP8	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PL1	PL2	PL3	PL4	PL5	PL6	PL7	PL8	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM9	PM10	PM11	PM12	PM13	PM14	PM15	PM16	PS1	PS2	PS3	PS4	PS5	PS6	PS7		
<i>Calidris subruficollis</i>										X							X	X	X		X	X	X																								
<i>Cistothorus platensis</i>	X	X		X	X			X			X	X	X				X	X		X	X						X	X					X								X	X		X			
<i>Geranoaetus melanoleucus</i>		X			X	X		X		X	X	X	X	X				X	X								X				X	X	X	X	X	X		X			X	X			X		
<i>Limnocites rectirostris</i>		X					X	X								X	X	X	X	X	X	X					X	X		X		X	X	X			X	X		X	X		X	X	X	X	
<i>Sporophila cinnamomea</i>	X	X					X	X	X	X	X	X	X												X						X										X	X		X	X	X	

ESPÉCIES DA FAUNA DE HÁBITAT CAMPESTRE COM DADOS INSUFICIENTES PARA CLASSIFICAÇÃO À EXTINÇÃO NO RS (DECRETO ESTADUAL Nº 51.797/2014) COM REGISTROS NAS UPN

Espécies DD	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5	DP6	DP7	DP8	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PL1	PL2	PL3	PL4	PL5	PL6	PL7	PL8	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM9	PM10	PM11	PM12	PM13	PM14	PM15	PM16	PS1	PS2	PS3	PS4	PS5	PS6	PS7			
<i>Actenosigynes fulvoniger</i>	X																	X																	X													
<i>Anisolepis undulatus</i>																	X	X																										X				
<i>Arhysosage cactorum</i>		X					X																																			X	X	X				
<i>Elachistocleis erythrogaster</i>																																		X	X		X	X										
<i>Epicharis dejeanii</i>																	X										X										X		X		X							
<i>Melanophryniscus tumifrons</i>				X	X																			X			X	X							X							X	X					
<i>Plebeia wittmanni</i>	X						X			X								X	X					X	X			X								X		X	X	X	X							



APÊNDICE 4 | ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA



INSERIR NO PDF