

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

Dissertação de Mestrado

A META PARA O SISTEMA DE ÁREAS PROTEGIDAS NO BIOMA PAMPA:
COMO ESTAMOS E PARA ONDE VAMOS?

Giovanna Palazzi

Porto Alegre, fevereiro de 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

A META PARA O SISTEMA DE ÁREAS PROTEGIDAS NO BIOMA PAMPA:
COMO ESTAMOS E PARA ONDE VAMOS?

Giovanna Palazzi

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Gertum
Becker

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Braulio Ferreira de Souza Dias
Prof. Dr. Gabriel Selbach Hofmann
Prof. Dr. Jan Karel Máhler Junior

Porto Alegre, fevereiro de 2018

*Dedico este trabalho à minha amada Baba
e meu adorado tio Felipe. Por todo amor,
carinho e ensinamentos. São eternos!*

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e toda minha família pelo apoio incondicional recebido, não só neste período de mestrado, mas em todas as decisões ao longo da minha vida, por mais malucas que pareciam, nunca deixaram de me incentivar.

Ao Dorival, meu amorito, por todo amor, carinho, convivência, companheirismo e amizade nestes nossos anos.

Ao Prof. Fernando Gertum Becker, querido orientador, que me recebeu na UFRGS da forma mais fraterna possível e me deu todo o apoio ao longo desses dois anos.

Aos amigos e amigas do Laboratório de Ecologia de Paisagem: Alice, Bruna, Camana, Cris, Crisla, Lala, Lara, Lucas, Moshin e Tais, por estes dois anos de agradável convivência, aprendizado e amizade. Obrigada pelo acolhimento, carinho, risadas e paciência. Vocês junto com o Fritz são os responsáveis pelo despertar de uma motivação que havia ficado adormecida. Levo vocês comigo no coração!

Crisla, Tais e Cris, amigas queridas mais do que especiais que ganhei nestes dois anos e que a distância não vai separar.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia pela oportunidade, especialmente Coordenação e Secretaria, pelo suporte e atenção dada sempre que necessário.

Aos colegas analistas ambientais do ICMBio, Ibama e MMA que sempre estiveram por perto num apoio mútuo e sobrevivendo às intempéries institucionais.

Ao ICMBio pela concessão do afastamento, espero retornar e ter a oportunidade de aplicar os conhecimentos e experiências adquiridos para fortalecimento das nossas unidades de conservação.

A todos que colaboraram para o resultado deste trabalho e meu crescimento pessoal nestes últimos dois anos.

Meu muito obrigada!!!

RESUMO

As áreas protegidas são consideradas pilares para estratégias de conservação da diversidade biológica. Presume-se que a distribuição destas áreas representa a proteção de espécies e ecossistemas. Dentre as 20 metas globais para a redução da perda de biodiversidade, a Meta 11 de áreas protegidas estabelece, dentre outros aspectos, que 17% das áreas terrestres devem ser cobertas por sistemas de áreas protegidas ecologicamente representativos, efetivos, conectados e integrados a paisagens terrestres mais amplas. Neste estudo avaliou-se a representatividade ecológica, a efetividade e a integração a paisagens mais amplas do sistema de unidades de conservação, e perspectivas para subsidiar a sua ampliação no bioma Pampa. Além das unidades de conservação *stricto sensu*, em parte das análises também foram considerados os sistemas complementares de terras indígenas e mecanismos de preservação em propriedades rurais definidos pela Lei de Proteção da Vegetação Nativa. A avaliação da representatividade foi feita considerando o Pampa (nível nacional) e também os 11 sistemas ecológicos presentes no bioma (nível regional). Foram levantadas 53 unidades de conservação no Pampa, com cobertura total de 3,23% do bioma. Os mecanismos de preservação em propriedades rurais têm potencial de ampliar o sistema de áreas protegidas para até 9,64%, porém ainda depende de validação do órgão ambiental. O percentual protegido por unidades de conservação nos sistemas ecológicos variou entre 0% e 17,76%, sendo que nove dos 11 sistemas possuem menos de 3% em unidades de conservação. Os dados indicaram que as unidades são relativamente efetivas, pois 64% delas mantiveram ou recuperaram sua cobertura de vegetação nativa. As análises sugerem ainda, que a efetividade associada à cobertura vegetal no interior das unidades possui uma relação com a dinâmica no seu entorno. De forma geral, as unidades sofrem influência das alterações no uso da terra em suas adjacências. Para manutenção da efetividade da unidade de conservação, a unidade deve ser manejada considerando essas influências do entorno. Na perspectiva de ampliação do sistema, o esforço para conservação deve ser centrado na criação de novas unidades de conservação e diversificação de categorias. Os dados aqui obtidos indicam que o Pampa dificilmente alcançará a meta de 17% em um sistema de áreas protegidas ecologicamente representativo até 2020.

Palavras-chave: Metas de Aichi, conservação *in situ*, representatividade ecológica, efetividade de conservação, outras medidas territoriais de conservação

ABSTRACT

Protected areas are considered cornerstones for biodiversity conservation strategies. It is presumed that the distribution of these areas represents the protection of species and ecosystems. Among the 20 global targets for reducing biodiversity loss, Target 11 establishes that 17% of land areas must be covered by ecologically representative, effective and connected systems integrated to wider terrestrial landscapes, among other aspects. This study assessed ecological representativeness, effectiveness, and integration of protected area system, into wider landscapes of the Pampa biome. Perspectives to subsidize protected area expansion were also considered here. The representativeness assessment was made by considering the Pampa (national level) and also the 11 ecological systems present in the biome (regional level). Complementary systems of indigenous lands and mechanisms of preservation in rural properties defined by the Law of Protection of Native Vegetation was considered for the national level. Fifty-three protected areas were found in Pampa, with a total coverage of 3.23% of the biome. Preservation mechanisms on rural properties have the potential to extend Pampa protected area system to up to 9.64%, but still depend on the environmental agencies validation. The percentage protected by protected areas in ecological systems ranged from zero to 17.76%, and nine of the 11 systems have less than 3% in protected areas. Data indicated that protected areas are relatively effective since 64% of them maintained or recovered their native vegetation cover. Data also indicated that protected area effectiveness has a relation to the dynamics in its surroundings regarding land use and vegetation cover. It is possible to affirm that Pampa protected areas are influenced by changes in land use in their vicinity. Protected areas must be managed considering these environmental influences to maintain their effectiveness. In perspective of expansion of the protected area system, the effort for conservation should be centered on the establishment of new protected areas with the diversification of management categories and in ecological systems with low percentages of protected areas cover. Data obtained here indicates that Pampa is unlikely to reach the 17% target in an ecologically representative protected area system by 2020.

Key words: Aichi targets, *in situ* conservation, ecological representativeness, conservation effectiveness, other effective area-based conservation measures

SUMÁRIO

Agradecimentos	IV
Resumo	V
Abstract	VI
Sumário	1
Introdução geral	2
Artigo - <i>A meta para o sistema de áreas protegidas no bioma Pampa: Como estamos e para onde vamos?</i>	3
Introdução	3
<i>Metas de conservação da biodiversidade e os sistemas de áreas protegidas</i>	3
<i>O bioma Pampa</i>	6
Metodologia	8
<i>Representatividade ecológica</i>	9
<i>Contribuição de sistemas complementares</i>	9
<i>Efetividade de conservação</i>	10
<i>Integração a paisagens mais amplas</i>	11
<i>Fatores que podem influenciar a efetividade das UC</i>	12
<i>Percentual de vegetação nativa e antropização por sistema ecológico</i>	13
Resultados	13
<i>Representatividade ecológica</i>	15
<i>Contribuição de sistemas complementares para representatividade</i>	16
<i>Cobertura de vegetação nativa por sistema ecológico no Pampa</i>	17
<i>Efetividade de conservação</i>	18
<i>Influência na paisagem</i>	19
<i>Fatores relacionados à efetividade das UC</i>	20
Discussão	22
<i>Sistema de áreas protegidas no bioma Pampa: Como estamos?</i>	22
<i>Sistema de áreas protegidas no bioma Pampa: Para onde vamos?</i>	26
Referências	29
Material suplementar	35
Considerações finais	38

INTRODUÇÃO GERAL

A implantação de sistemas de áreas protegidas como estratégia de conservação de espécies e ecossistemas é globalmente adotada e estimulada por acordos e convenções internacionais. A expansão de territórios cobertos por áreas protegidas vem aumentando gradualmente, mas grandes extensões não asseguram a proteção da biodiversidade se estas áreas não foram efetivas em sua totalidade, tanto no manejo como para a conservação. As métricas para a aferição da efetividade de manejo já se encontram consolidadas e têm sido aplicadas em monitoramentos nos mais diversos níveis, do local ao global. Porém, o monitoramento para a avaliação da efetividade de conservação ainda não é uma prática bem consolidada. Há trabalhos que demonstram que as áreas protegidas são efetivas na proteção de espécies e ecossistemas, entretanto não há uma sistemática de avaliação e monitoramento com esta finalidade.

A opção pelo bioma Pampa neste estudo está relacionada ao desafio da implementação do seu sistema de áreas protegidas. Dentre os biomas terrestres brasileiros, o Pampa é o com a menor proporção de unidades de conservação em termos de área e fortemente ameaçado pela expansão de atividades agrossilvipastoris. O Pampa segue a mesma tendência de perda de habitat dos sistemas campestres subtropicais e temperados da América e de outros continentes. Comparado aos outros biomas brasileiros, é o que teve menos avanços em termos de criação de áreas protegidas nas últimas décadas e vem perdendo cobertura de vegetação nativa progressivamente. Alguns desafios devem ser superados para a ampliação do sistema de áreas protegidas no Pampa, como a baixa disponibilidade de áreas públicas e sistemas ecológicos com poucos remanescentes de vegetação nativa. A conservação em propriedades rurais e a restauração ecológica são premissas para qualquer estratégia de ampliação do sistema de áreas protegidas no bioma.

Os objetivos do estudo estão relacionados à avaliação do sistema de áreas protegidas do bioma Pampa, utilizando métricas de paisagem que permitam o monitoramento da efetividade de conservação a longo prazo destas áreas pelos órgãos gestores. O estudo ainda apresenta considerações para a ampliação do sistema em termos de representatividade ecológica em escala nacional e regional. Neste trabalho buscamos indiretamente dar mais visibilidade sobre a importância e a necessidade de um sistema robusto de áreas protegidas no Pampa.

A META PARA O SISTEMA DE ÁREAS PROTEGIDAS NO BIOMA PAMPA: COMO ESTAMOS E PARA ONDE VAMOS?

Giovanna Palazzi^{1,2*} e Fernando Gertum Becker¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Avenida Bento Gonçalves 9500 – Prédio 43422, CEP 91501-907, Porto Alegre-RS, Brasil.

² Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. EQSW 103/104, Bloco “C”, Complexo Administrativo, Setor Sudoeste, CEP 70670-350, Brasília-DF, Brasil.

*Autor correspondente: giovanna.palazzi@gmail.com

Introdução

Metas de conservação da biodiversidade e os sistemas de áreas protegidas

A implantação de áreas protegidas (AP) é um dos pilares para uma ampla estratégia de conservação da diversidade biológica (Gaston et al 2008, Woodley et al 2012). Desde as primeiras AP instituídas no final do século XIX, até as estabelecidas nos dias atuais, o crescimento em termos de área foi significativo, chegando a 14,8% das áreas terrestres do planeta (Watson et al 2014, UNEP-WCMC 2016). Pressupõe-se que a formação e ampliação da rede de áreas protegidas está associada às áreas prioritárias voltadas à conservação da biodiversidade, uso sustentável dos recursos naturais e manutenção dos serviços ecossistêmicos. Após estabelecidas, espera-se que estas áreas sejam adequadamente manejadas e promovam a conservação de espécies e ecossistemas a longo prazo (Pressey et al 2017). Porém, parte dessas áreas protegidas é criada em função das oportunidades que se apresentam ou em locais onde há menos conflito de interesses (Pressey 1994, Joppa e Pfaff 2009) e seu nível de implantação não é suficiente para garantir a proteção do território (Di Minin e Toivonen 2015). Estes fatores podem tornar estas áreas menos efetivas para a conservação da biodiversidade e manutenção de serviços ecossistêmicos, não apenas sob perspectiva de áreas individuais, mas especialmente sob perspectiva de sistemas regionais de áreas protegidas.

Com a instituição da Convenção para Diversidade Biológica (CDB) em 1992, os países foram estimulados a ampliar o sistema de áreas protegidas como estratégia para a conservação *in situ* da diversidade biológica. Em 2010, os países signatários da CDB aprovaram o Plano Estratégico de Biodiversidade, que estabelece 20 Metas a serem cumpridas até 2020 (Metas de Aichi), voltadas a redução da perda de biodiversidade. A

Meta 11 trata especificamente de áreas protegidas e estabelece, dentre outros aspectos, que 17% das áreas terrestres devem ser protegidas em sistemas ecologicamente representativos, efetivos, conectados e integrados a paisagens mais amplas (CDB 2010, Butchart 2012, Bertzky et al 2012). Neste contexto, cada um destes elementos pode derivar indicadores que, em conjunto, permitem avaliar a eficiência do sistema de áreas protegidas (Woodley et al 2012). Observa-se que parte dos elementos estão associados a aspectos vinculados a cada área protegida (manejo efetivo e equitativo, por exemplo), enquanto outros estão associados ao sistema (representatividade ecológica, conectividade e integração a paisagens mais amplas). Além das áreas protegidas, a Meta 11 faz referência a outras medidas territoriais efetivas para a conservação, conhecidas desde então como OECM (*Other Effective Area-Based Conservation Measures*), que devem ser estabelecidas seguindo os seguintes princípios (i) promoção à conservação da biodiversidade *in situ*; (ii) adicionalidade à designação de áreas protegidas, (iii) implantação de longo prazo, (iv) evidências de resultados de conservação, (v) aplicação a uma área definida e descrita, (vi) possuir governança ativa para promover medidas que visem a conservação da biodiversidade (CBD 2010, Laffoley et al 2017).

Entretanto, de forma geral, é ainda incipiente a adoção de indicadores para avaliação das medidas associadas à aferição da efetividade das áreas para a conservação, tanto no sentido de identificar situações de sucesso ou falha, como para monitoramento (Geldmann et al 2013, Dudley et al 2014). As metodologias de avaliação de efetividade de AP existentes são orientadas à sua gestão, com a finalidade de monitorar e orientar seu processo de manejo interno (Hockings et al 2006). Estas metodologias não permitem a avaliação do sistema de AP com a finalidade proteção de um determinado componente da biodiversidade (p. ex., amostras representativas das espécies ou habitats de um bioma). Assim, medir e monitorar a performance das áreas protegidas para seus objetivos de conservação, ainda é um grande desafio. A utilização da estrutura de habitat e da abundância e distribuição de populações de espécies são exemplos de variáveis adequadas para avaliação e monitoramento de sistemas de áreas protegidas e aferição da Meta 11 (Pereira et al 2013). Porém, pouco se conhece sobre as espécies presentes nas áreas protegidas, especialmente em países tropicais (Oliveira et al 2017). Levantamentos e inventários são suficientes para avaliarmos a representatividade em áreas protegidas e auxiliam no processo de definição de indicadores (Corona et al 2011), mas é preciso ir além para observarmos variações temporais e chegarmos a uma sistemática de monitoramento. Além disso, monitoramentos de campo, direcionados a comunidades

biológicas ou espécies de interesse, são relativamente caros e operacionalmente complexos para a maioria dos países, especialmente aqueles de grandes extensões territoriais, com um número elevado de áreas protegidas.

O monitoramento das alterações na cobertura e uso da terra por meio de sensoriamento remoto possivelmente é a maneira mais viável de avaliar continuamente a efetividade de um sistema de AP para a conservação. Boa parte da perda da biodiversidade está de alguma forma relacionada às mudanças do uso do solo (Pereira et al 2010, ICMBio 2017c) e sabe-se que a conversão da vegetação nativa acarreta perda de habitat, sendo esta última a causa primordial para a redução do estado de conservação das espécies terrestres (Ceballos et al 2015). O estabelecimento de territórios protegidos, destina-se a prevenir a conversão da vegetação nativa ou estimula sua recuperação, favorecendo a manutenção de habitats para as espécies. Entretanto, muitas áreas protegidas sofrem mudanças em seus habitats devido a fatores antrópicos locais como incêndios, impactos de visitação, espécies invasoras e conversão de ambientes naturais (Schulze et al 2018). Acompanhar as dinâmicas da cobertura vegetal tem demonstrado vantagens como um mecanismo eficiente para avaliar e monitorar sistemas de áreas protegidas (Bruner et al 2001, Gaston et al 2008). Logo, monitorar as mudanças de habitat de um conjunto de AP ao longo do tempo é um componente importante de avaliação da efetividade destas, podendo-se observar, por exemplo, se num dado intervalo de tempo os habitats apresentam ganho, perda ou manutenção de área. Nesse caso, perda seria um indicador de AP pouco efetivas (no sentido de seu objetivo final, que é proteger a biodiversidade), enquanto ganho e manutenção seriam indicadores de AP efetivas. Poderia ainda haver uma terceira categoria de áreas protegidas parcialmente efetivas, quando há perda em seu interior, porém perda maior ainda fora da AP.

O Brasil, com seus sistemas tropicais e subtropicais, abriga uma grande parte das espécies existentes (Mittermeier et al 1997) e ainda mantém aproximadamente 60% do seu território coberto por vegetação nativa, principalmente na Amazônia (IBGE 2016). O país adota a divisão de seu território terrestre em seis biomas (IBGE 2004) para a aplicação de políticas públicas ambientais em nível nacional e regional. A Meta 11 adaptada pelo Brasil (CONABIO 2013), considera que 17% dos biomas terrestres (exceto Amazônia) deverão ser conservados por meio de unidades de conservação (UC) e outras categorias de áreas oficialmente protegidas, como áreas de preservação permanentes (APP), reservas legais (RL) e terras indígenas (TI) com vegetação nativa. Assim, no país são reconhecidos três sistemas de proteção territorial definidos legalmente, dois deles

voltados à conservação da biodiversidade e recursos naturais. O primeiro e principal é o definido pela Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC, Brasil 2000), que estabelece os critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação. O segundo é definido pela Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN, Brasil 2012) e estabelece mecanismos com o objetivo de assegurar a proteção por meio de APP e RL em parte de propriedades rurais. As TI são formas de proteção territorial, porém estabelecidas essencialmente para garantir o bem-estar e a manutenção do modo de vida dos povos indígenas (Brasil 1998). A conservação da biodiversidade não é uma condição necessária em TI, sendo uma consequência do uso tradicional e sustentável dos recursos naturais por estes povos. Assim, podemos considerar que APP, RL e TI são sistemas complementares ao SNUC e dada suas características definidas legalmente podem ser consideradas OECM. Ainda não há uma avaliação da contribuição das APP e RL integradas ao sistema de unidades de conservação e TI existentes, apenas estimativas de área (Guidotti et al 2017, Imaflora 2017) considerando que as APP e RL estão em fase de cadastramento pelos proprietários rurais e validação pelos órgãos ambientais.

O bioma Pampa

Bioma Pampa é uma denominação utilizada dentro da classificação de biomas brasileiros (IBGE 2004), que designa os ecossistemas campestres do sul do Brasil associados ao domínio fitogeográfico Pampeano (Cabrera e Willink 1980, Overbeck et al 2007) e à ecorregião das Savanas Uruguaias (Olson 2001). Dos biomas existentes no Brasil, é aquele com menor representatividade em termos de unidades de conservação: são apenas 25, protegendo 2,8% deste território, muito pouco comparado à média dos biomas de 10,63% ou ao total de área continental protegida de 17,6% no Brasil (MMA 2017). Consequentemente, a maioria das espécies, linhagens e endemismos estão fora das áreas protegidas no bioma, de forma mais expressiva do que em outros biomas terrestres, com exceção do Pantanal (Oliveira et al 2017).

As primeiras unidades de conservação no Pampa foram criadas ainda na década de 70 pelo Governo do Rio Grande do Sul, todas elas de proteção integral (parques e reservas biológicas). Unidades de uso sustentável e outras de proteção integral foram criadas na década de 90, especialmente pelo Governo Federal. Neste mesmo período muitas Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) foram designadas. A Figura 1 mostra que os anos 90 destacam-se pelo incremento em área e em número de unidades de conservação no Pampa. Após este período, apesar de novas UC terem sido criadas, a

área do sistema não apresentou um incremento expressivo (MMA 2017, ICMBio 2017a, ICMBio 2017b, SEMA-RS 2017).

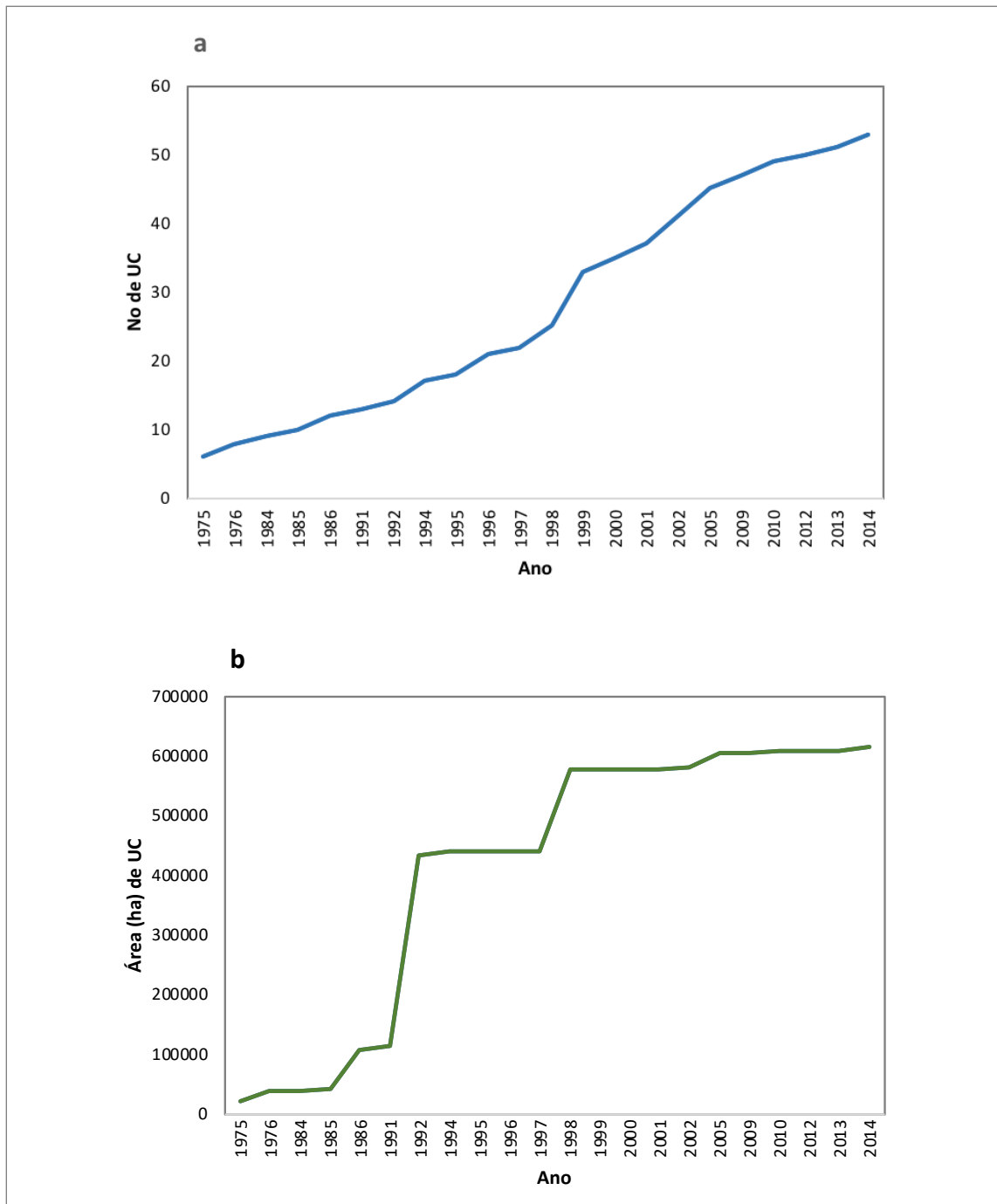


Figura 1. Evolução das unidades de conservação no bioma Pampa, (a) número de unidades de conservação por ano e (b) área em hectares de unidades de conservação por ano.

Em termos de características naturais, predomina no bioma Pampa o clima subtropical, com quatro estações definidas. Os solos na maior parte do Pampa são considerados frágeis, sendo altamente sensíveis à erosão pela água e vento. A vegetação predominante é a campestre com arbustos escassos e formações de árvores. Os campos podem ser considerados pastagens naturais, favorecendo a produção pecuária extensiva (Roesch et al 2009).

A formação vegetal facilitou não apenas a pecuária extensiva, mas também a expansão da agricultura, da silvicultura e da pecuária que substituiu o campo nativo por pastagem cultivada. Estas são as principais ameaças à integridade da região (Overbeck et al 2007). Atualmente, o Pampa possui aproximadamente 30% em remanescentes de vegetação nativa ao longo de sua área. Entre 2002 e 2009 houve uma perda de cerca de 12% de áreas naturais, principalmente para atividades agrossilvipastoris (Hasenack et al 2006, UFRGS 2016). Enquanto o sistema de unidades de conservação não apresenta acréscimos em termos de área a partir dos anos 2000, a atividade agrícola se expande rapidamente.

Motivados pelos elementos da Meta 11 de Aichi, que estão associados a sistemas de áreas protegidas, avaliamos o estado atual do sistema de unidades de conservação no Pampa e as perspectivas para sua ampliação. Consideramos cinco aspectos para a avaliação do sistema: (i) a representatividade ecológica; (ii) a contribuição de sistemas complementares ao SNUC para a representatividade; (iii) a efetividade das unidades de conservação; (iv) a relação entre as mudanças da cobertura vegetal nas unidades de conservação e paisagens regionais; (v) principais fatores que influenciam os padrões de efetividade observados para o sistema de unidades de conservação.

Metodologia

Inicialmente, foi realizado um levantamento das unidades de conservação existentes em nível federal, estadual e municipal na área do bioma Pampa nas seguintes bases de dados governamentais: Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC), Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Sistema de Monitoria de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (SIMRPPN) e Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SEUC). Apenas as categorias reconhecidas pelo SNUC foram consideradas para as análises seguintes, exceto para avaliação dos sistemas complementares, compostos por áreas de preservação permanente e reservas legais vinculadas a Lei de Proteção da Vegetação Nativa e pelas terras indígenas.

Representatividade ecológica

Por meio dessa análise, buscamos quantificar a extensão do território do Pampa que se encontra, atualmente, sob proteção legal em unidades de conservação *stricto sensu* (isto é, excluindo RL, APP e TI), até o ano de 2017. A representatividade ecológica foi medida em dois níveis: nacional e regional. Para calcular o percentual de proteção em nível nacional, foram utilizados os limites oficiais do bioma Pampa definidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2004). Para estimativa da representatividade regional, foi utilizada a classificação dos Sistemas Ecológicos das Savanas Uruguaias (SE) definidos por Hasenack et al. (2010). “Savanas Uruguaias” é uma das ecorregiões terrestres identificadas para a América do Sul (Olson 2001). Apesar de compartilhada entre o Brasil e Uruguai, neste estudo avaliamos apenas a parte sobreposta ao bioma Pampa brasileiro, que abriga 11 diferentes tipologias de sistemas ecológicos (Hasenack et al 2010).

Contribuição de sistemas complementares

Nesta análise avaliamos qual a contribuição potencial dos sistemas complementares de proteção territorial ao Pampa em termos de representatividade ecológica nacional. Consideramos sistemas complementares aqueles estabelecidos pela Meta 11 nacional, ou seja as APP, RL e TI, e outras categorias de áreas de domínio público com potencial para a conservação da biodiversidade.

Para obtenção dos dados de APP e RL, foi o utilizado o Cadastro Ambiental Rural (CAR), registro público obrigatório para todas as propriedades rurais instituído pela LPVN, que integra as informações ambientais destas áreas, como APP, RL e remanescentes de vegetação nativa. O registro é de responsabilidade do proprietário do imóvel e a validação da informação prestada é do órgão ambiental estadual. Até fevereiro de 2017, cerca de 85,9% das propriedades rurais do Rio Grande do Sul haviam sido cadastradas no CAR, porém os registros ainda estavam em fase de validação (SFB 2017).

Os dados de TI foram obtidos na base de dados da Fundação Nacional do Índio (FUNAI 2017). Foram consideradas neste estudo as TI declaradas ou homologadas. Outras categorias de áreas de domínio público foram obtidas no Cadastro Nacional de Florestas Públicas (CNFP, SFB 2016). Dentre as categorias existentes, foram avaliadas as áreas militares e as glebas federais arrecadadas e não destinadas. Há evidências da relevância das áreas de treinamento militar para a conservação da biodiversidade (Stein

et al 2008, Arimoro et al 2017) e as glebas não destinadas poderiam potencialmente ser utilizadas para a criação de novas UC.

Nem todos os sistemas consultados apresentam os seus dados por bioma, muitas vezes as informações estão agrupadas por estado ou município. As áreas levantadas foram recortadas e selecionadas a partir da sobreposição com os limites do Pampa (IBGE 2004). Foi feita a avaliação da cobertura de vegetação nativa nas TI e nas áreas do CNFP utilizando o mapeamento da cobertura vegetal ano base 2009 (UFRGS 2016), considerando apenas aquelas com mais de 75% de vegetação nativa.

Efetividade de conservação

Buscamos avaliar se a parcela do território do bioma que representa o Pampa no sistema de unidades de conservação está efetivamente protegendo a vegetação nativa. Para tanto, definimos se as UC são efetivas de duas maneiras: (a) efetividade interna, na qual observamos a mudança na taxa de ambiente antropizado ao longo do tempo e (b) efetividade na paisagem, na qual observamos se a taxa de antropização dentro da UC é distinta daquela na paisagem de entorno. Quando a proporção de ambiente antrópico dentro dos limites da UC permanece constante ou diminui ao longo do tempo, temos um indicativo preliminar de efetividade. Porém a efetividade só poderá ser avaliada completamente, quando não houver conversão ou a proporção de ambiente convertido dentro da UC for menor do que a da paisagem de entorno. Do contrário, não se pode dizer que a redução de áreas convertidas ao longo do tempo (i.e., recuperação da vegetação) é efeito da UC ou se apenas reflete uma tendência geral da paisagem.

Para mensurar a efetividade, comparamos os dados de mapeamento da cobertura vegetal do bioma Pampa realizado para os anos base de 2002 e 2009 (Hasenack et al 2006, UFRGS 2016). Utilizando como base a legenda do IBGE contida nos dois mapeamentos, as seis classes de cobertura originais do mapeamento ano base 2002 e cinco classes do ano base 2009 foram reclassificadas em três categorias: água, vegetação natural e antrópico. Os polígonos foram sobrepostos aos das 22 UC criadas até 2002 para extração dos dados de áreas antrópicas em cada uma delas. Utilizando as áreas antrópicas identificadas nos dois períodos, calculamos a taxa de antropização (TA):

$$TA = (\text{área antropizada 2009} - \text{área antropizada 2002}) \times 100 / \text{área antropizada 2002}$$

A antropização na paisagem de entorno foi avaliada com o mesmo cálculo acima, mas considerando a área antrópica contida em um *buffer* de 5000 m ao redor das UC, desconsiderando a área da própria UC.

Consideramos como plenamente efetivas as UC nas quais a taxa de antropização foi menor ou igual a zero (área antropizada reduziu-se ou não alterou), e como não efetivas as UC cuja TA foi maior que zero (aumento da área antropizada). Para as UC cuja TA é menor ou igual a zero, e similar àquela do *buffer* de 5000 m, não se pode dizer se são de fato efetivas para a conservação, ou se apenas refletem a dinâmica da paisagem de entorno.

Os *buffers* que ultrapassam os limites do bioma (IBGE 2004) foram recortados e a possível sobreposição entre *buffers* de diferentes unidades foi ignorada, uma vez que o cálculo foi feito para cada uma das UC. Apenas as UC criadas até 2003, com limites definidos e polígonos disponíveis em base de dados oficiais foram consideradas na análise.

Integração a paisagens mais amplas

Por meio desta análise, buscamos (i) avaliar se as UC exercem alguma influência na paisagem de entorno; e (ii) se essa influência é distinta em UC efetivas e não efetivas para a conservação. Nossa expectativa é que a TA deveria aumentar com a distância a partir das UC, pelo menos para as UC consideradas efetivas, dado que a presença de UC e as normas de gestão no entorno poderiam, em princípio, representar um elemento de atenuação de mudanças da paisagem regional.

Neste estudo utilizamos uma interpretação de conectividade e de integração a paisagens mais amplas que é distinta daquela tradicionalmente apresentada como referencial para áreas protegidas (Ervin et al 2010). Ou seja, não avaliamos a conectividade das UC em relação a outras UC e a remanescentes naturais similares na mesma região. Em vez disso, avaliamos a integração a paisagens mais amplas por meio da comparação das taxas de mudança na cobertura de cada UC com as da sua paisagem de entorno, definida em multi-escala, por meio de distâncias progressivas a partir de cada UC focal.

Para tanto, foram criados 10 *buffers* externos a partir dos polígonos das UC. Os *buffers* tinham a largura de 500 m, formando anéis concêntricos distantes até 5000 m da UC. As taxas de antropização foram calculadas para cada *buffer* de 500 m, sem a incorporação da área da UC ou dos anéis precedentes. Com a mesma metodologia

utilizada para análise de efetividade, obtivemos a proporção das três categorias de uso em relação aos *buffers*, extraímos a área antropizada dos *buffers* nos anos de 2003 e 2009 e calculamos a TA. Posteriormente, foi feita uma análise de correlação de Spearman para a comparação entre a TA média em cada *buffer* pela distância do *buffer* para as UC. Separamos as UC que foram consideradas efetivas internamente (valor de TA menor ou igual a zero) e não efetivas internamente (valor de TA na UC maior que zero). Desta forma, duas tendências de efeito integrado à paisagem poderão ser observadas: a tendência média para as UC efetivas, isto é, com estabilidade ou recuperação da vegetação (TA sem variação ou negativas), e para as UC não efetivas, isto é, com antropização (TA positivas). Assim como para a efetividade, a sobreposição entre *buffers* de diferentes unidades foi ignorada, *buffers* que ultrapassam os limites do bioma (IBGE 2004) foram recortados e apenas as 22 UC criadas até 2003 foram consideradas na análise.

Fatores que podem influenciar a efetividade das UC

Para investigar que fatores podem estar associados à efetividade das UC no Pampa, realizamos uma análise de ordenação (análise componentes principais, PCA) das UC em função de atributos das unidades e suas paisagens de entorno. Foram levantados possíveis fatores que poderiam estar relacionados à variação de cobertura de vegetação nativa e antropização nas UC e seu entorno: área da UC em hectares, proporção de vegetação nativa (denominada estoque) nas UC e no seu entorno (*buffers* de 500 e 5000 m), variação da proporção de áreas antrópicas entre 2003 e 2009 nas UC e seu entorno (*buffers* de 500 e 5000 m), variação da proporção de vegetação nativa entre 2003 e 2009 nas UC e seu entorno (*buffers* de 500 e 5000m), longitude (extraída da coordenada central da UC em grau decimal, como uma forma secundária de observar padrão de antropização leste-oeste no bioma) e distância em linha reta de Porto Alegre (sede do sistema de fiscalização e gestão ambiental e dos órgãos gestores de UC estadual e federal até 2007 em metros). A variação da proporção de áreas antrópicas e vegetação nativa foi calculada pela diferença na proporção de cada classe em relação à área da UC e de cada *buffer*. A diferença resulta em uma proporção variando de -100% a 100%, que denominamos de delta (Δ). Os valores dos atributos foram transformados (transformação logarítmica para área da UC e distância de Porto Alegre, translação para as variações da proporção da vegetação nativa e área antrópica nas UC e *buffers*, e arcseno para o estoque nas UC e *buffers*) e foi feita uma análise de correlação de Pearson entre variáveis. As não

correlacionadas ($r < 0,7$) foram consideradas para a realização da Análise de Componentes Principais (PCA), pela qual buscamos visualizar exploratoriamente como as UC efetivas e não efetivas ordenam-se de acordo com fatores considerados.

Percentual de vegetação nativa e antropização por sistema ecológico

Foi feito um levantamento do percentual de cobertura de vegetação nativa para cada um dos 11 sistemas ecológicos no bioma Pampa utilizando o mapeamento da cobertura vegetal ano base 2009 (UFRGS 2016), com o intuito de obter o quanto ainda resta de áreas naturais para uma possível ampliação do sistema de unidades de conservação levando em consideração as diferenças regionais. Adicionalmente, calculamos a taxa de antropização (TA), com a mesma fórmula utilizada para efetividade de UC, utilizando os mapeamentos de cobertura vegetal anos base 2003 e 2009 (Hasenack et al 2006, UFRGS 2016) para cada um dos SE. Assim, é possível observar o incremento da antropização em cada SE, e quais as regiões do Pampa devem ser priorizadas para estudos de ampliação do sistema de unidades de conservação, associada a informação do percentual de vegetação nativa remanescente.

Resultados

A partir da busca ativa nas bases de dados oficiais (MMA 2017, ICMBio 2017a, ICMBio 2017b, SEMA-RS 2017), foram identificadas 53 unidades de conservação no bioma Pampa, mas apenas 33 possuem limites definidos e polígonos disponíveis nas bases consultadas (Tabela 1; Figura 2). As 20 áreas sem polígonos, 19 RPPN e uma UC municipal, foram descartadas da análise, porém representam apenas 0,002% da área do total de UC no bioma. A relação completa das UC encontra-se disponível no Material Suplementar.

Tabela 1. Unidades de conservação no bioma Pampa (2017) por categoria de manejo e esfera administrativa.

Grupo/Categoria	Esfera							
	Federal		Estadual		Municipal		Total	
Proteção Integral	Nº	Área (ha)	Nº	Área (ha)	Nº	Área (ha)	Nº	Área (ha)
Estação Ecológica	1	32.789	0	0	0	0	1	32.789
Monumento Natural	0	0	0	0	1	1	1	1
Parque	1	32.526	6	36.535	6	509	13	69.571
Refúgio da Vida Silvestre	0	0	1	2.598	0	0	1	2.598
Reserva Biológica	0	0	6	17.185	0	0	6	17.185
Total Proteção Integral	2	65.315	13	56318	7	510	22	122.144
Uso Sustentável	Nº	Área (ha)	Nº	Área (ha)	Nº	Área (ha)	Nº	Área (ha)
Área de Proteção Ambiental	1	315.785	2	128.207	3	2.549	6	446.541
Área de Relevante Interesse Ecológico	1	2.929	0	0	1	54	2	2.984
Reserva Particular do Patrimônio Natural	22	1.284	1	2.375	0	0	23	3.659
Total Uso Sustentável	24	319.998	3	130.582	4	2.603	31	453.184
Total Geral	26	385.313	16	186.900	11	3.113	53	575.328

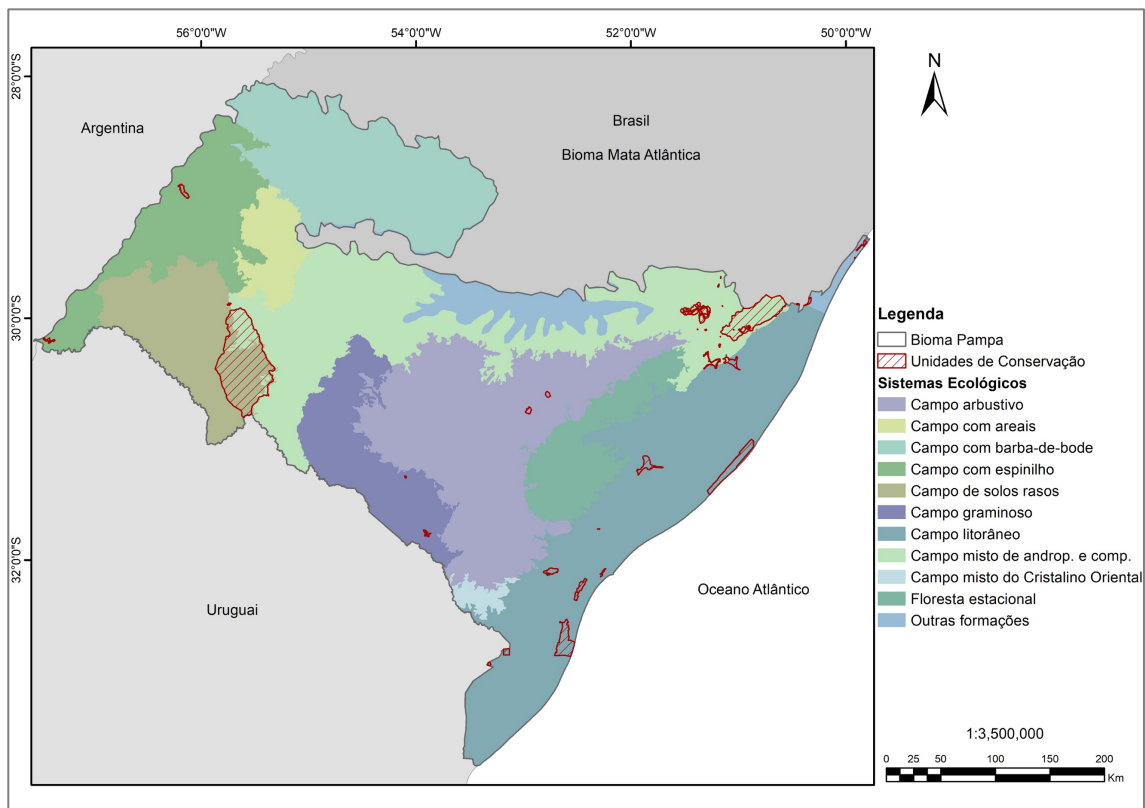


Figura 2. Mapa com unidades de conservação no Pampa identificadas neste estudo, nos 11 sistemas ecológicos das Savanas Uruguaias presentes no bioma.

Representatividade ecológica

Os resultados mostram que o sistema de unidades de conservação do Pampa, possui baixa representatividade, seja considerando a totalidade das áreas das UC, ou considerando apenas a área de vegetação nativa de fato existente dentro das UC. Diferentemente da informação disponibilizada pelo CNUC (MMA 2017), constatamos que o bioma Pampa apresenta 3,23% de sua área em unidades de conservação *stricto sensu*, distante ainda da representatividade preconizada pela Meta 11 de Aichi de 17%. Se considerarmos a cobertura de vegetação nativa de fato existente no interior das UC, observamos que a representatividade ecológica é ainda menor, de apenas 2,36% de UC com vegetação nativa.

Analisando os 11 distintos sistemas ecológicos do Pampa, a maioria está sub-representada no sistema de UC (Tabela 2). Apenas o sistema de “Campos de solos rasos” possui 17,76%, dois possuem entre 2 e 8% de representatividade e oito possuem representatividade nula ou menor que 1%. A cobertura de vegetação nativa de fato existente no interior das UC também mostra um quadro de relevante diminuição da representatividade dos sistemas ecológicos de campo, exceto para os “Campos de solos

rasos”. Podemos observar que, no segundo SE melhor representado, “Campo misto de andropogôneas e compostas”, a representatividade diminui dos 7,07% em UC, para apenas 3,77% quando consideramos a vegetação nativa efetivamente existente nas UC (Tabela 2 e Figura 2). Destaca-se ainda que “Campo misto do Cristalino Oriental” e “Campo arbustivo” apresentam as maiores TA com nenhuma e pouca área em UC respectivamente. Por outro lado, o sistema de “Campo de solos rasos” apresenta-se em melhor situação, pois possui a maior área em vegetação nativa tanto como sistema como em UC, com uma relativamente baixa TA.

Tabela 2. Sistemas ecológicos do bioma Pampa, com percentual de vegetação nativa (ano base 2009), taxa de antropização entre 2002-2009 (TA), percentual protegido por UC e percentual de UC com vegetação nativa. *Áreas de formação florestal com características do bioma Mata Atlântica.

Sistemas ecológicos	Vegetação nativa	TA	UC	UC com vegetação nativa
Campo de solos rasos	68.18%	5.22%	17.76%	17.19%
Campo misto de andropogôneas e compostas	26.96%	12.67%	7.07%	3.77%
Campo litorâneo	16.69%	0.09%	2.71%	2.58%
Campo com espinilho	15.09%	1.44%	0.43%	0.13%
Outras formações*	18.75%	1.04%	0.40%	0.31%
Campo arbustivo	60.74%	72.96%	0.12%	0.08%
Campo gramíneo	22.45%	15.19%	0.10%	0.07%
Campo com areais	34.12%	26.42%	0.00%	0.00%
Campo com barba-de-bode	31.01%	5.66%	0.00%	0.00%
Campo misto do Cristalino Oriental	29.83%	197.92%	0.00%	0.00%
Floresta estacional	22.57%	-2.97%	0.00%	0.00%

Contribuição de sistemas complementares para representatividade

Os resultados mostram que os sistemas complementares de proteção de território (APP, RL e TI) têm baixo potencial de contribuição para aumento da área protegida de vegetação nativa do Pampa (Figura 3). Em relação às APP e RL, o total de áreas declaradas no Cadastro Ambiental Rural (CAR) corresponde a 2,30% do bioma. Retirada a sobreposição com as UC, restariam apenas 2,18% de área. Já em relação às TI, há no Pampa sete áreas, cobrindo uma superfície de aproximadamente 2.754 ha do bioma. Apenas duas das TI possuem mais de 75% de cobertura de vegetação nativa, TI Pacheca e TI Cantagalo. As duas áreas correspondem a 2.132 ha, menos que 0,01% do bioma, logo, apesar destas duas TI serem as maiores em área, a contribuição para o alcance da Meta 11 é baixa. Finalmente, quanto às áreas militares e glebas federais não destinadas,

as nove áreas encontradas somam juntas cerca de 81.697 ha, mas apenas uma pequena gleba de 21ha apresentou mais que 75% de vegetação nativa, representando menos que 0,00001% do Pampa.

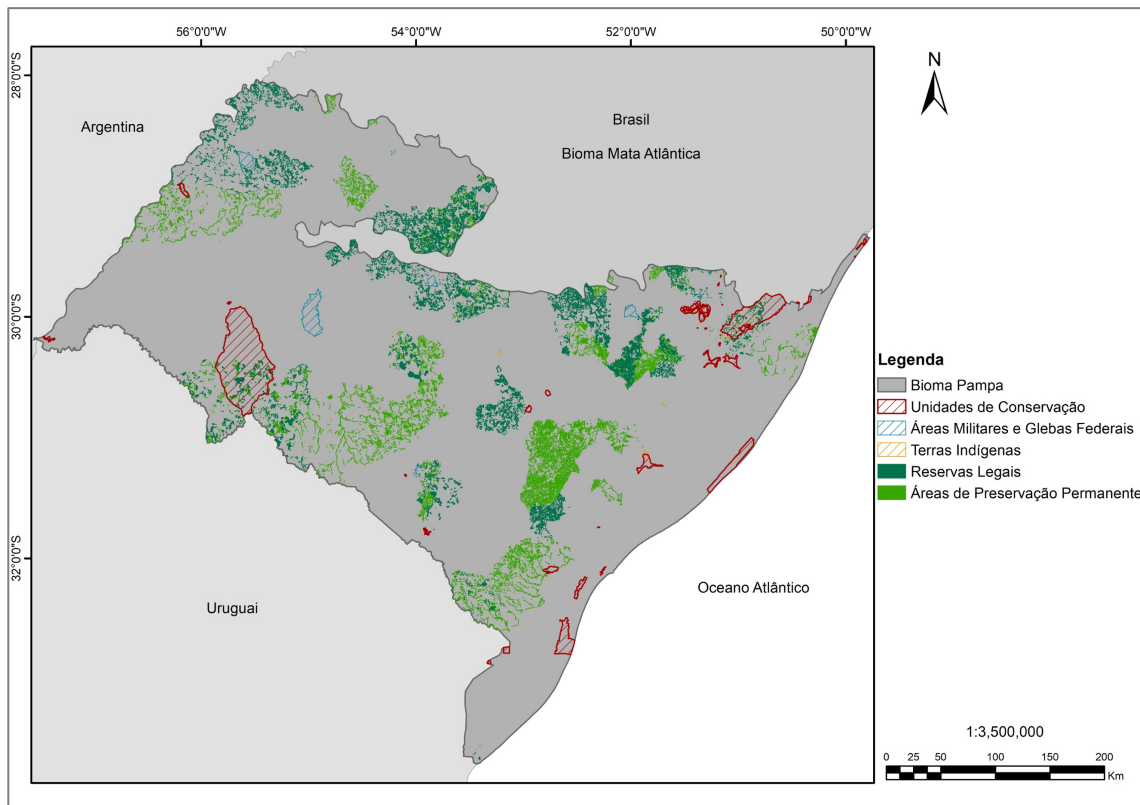


Figura 3. Mapa do Bioma Pampa com as Unidades de Conservação, Terras Indígenas, Áreas de Preservação Permanente e Reservas Legais declaradas no CAR, Áreas Militares e Glebas Federais Arrecadadas identificadas neste estudo.

Cobertura de vegetação nativa por sistema ecológico no Pampa

A partir das informações obtidas do percentual de vegetação nativa no mapeamento da cobertura vegetal ano base 2009 (UFRGS 2016) e taxa de antropização por sistema ecológico (Tabela 2), podemos observar que os dois sistemas “Campo com espinilho” e “Campo litorâneo”, além de “Outras formações”, apresentam a menor cobertura vegetal do Pampa, entre 15 e 19%, bem como as menores TA observadas, menos de 1,5%. Estes resultados podem indicar que existem poucas áreas para conversão nestes SE. A maior TA é a do “Campo misto do Cristalino Oriental”, com 197,92% de incremento em área antropizada entre 2003 e 2009, e 29,83% de área em remanescentes de vegetação nativa. Os SE “Campo arbustivo” e “Campo de solos rasos”, apresentam as maiores áreas em remanescentes, porém a TA é bem diferente entre os dois. Enquanto

“Campo arbustivo” apresenta a segunda maior taxa (72,96%), o “Campo de solos rasos” possui uma TA é bem menor (5,22%). Entretanto, o SE “Campo de solos rasos” é aquele com maior percentual em UC no Pampa (17,76%).

Efetividade de conservação

A taxa de antropização dentro das unidades de conservação variou de valores negativos a positivos, indicando que entre 2002 e 2009 o sistema de áreas protegidas do Pampa apresentou tanto UC efetivas, nas quais houve manutenção ou recuperação da área de vegetação nativa, quanto UC não efetivas, que apresentaram perda de vegetação nativa em seu interior. Em três UC os valores foram iguais a zero, indicando que não houve incremento de área antropizada entre 2002 e 2009, sendo neste caso, também consideradas efetivas. Assim, 14 UC (64%) se mostraram efetivas em manter ou recuperar a cobertura vegetal nativa em seu interior no período analisado (Figura 4).

Quando comparamos a TA dentro das UC com a TA na paisagem de entorno (*buffer* de 5000 m) verificamos que a maior parte das UC efetivas (aquelas que possuem manutenção ou diminuição da proporção de área antropizada) apresentam TA menor do que a da paisagem do entorno, o que indica que são efetivas do ponto de vista da manutenção da vegetação em relação ao entorno. Ainda, oito delas apresentam TA negativas menores do que no entorno, indicando que estão recuperando a vegetação nativa em seu interior. A maioria das UC não efetivas apresentaram processos de antropização mais intensos do que suas paisagens de entorno, porém duas delas apresentam processos de antropização maiores no entorno do que em seu interior, indicando que de alguma forma a antropização foi atenuada dos limites da UC para dentro. Esses resultados indicam que a dinâmica de antropização dentro do conjunto de UC do Pampa é relativamente menor do que nas suas paisagens.

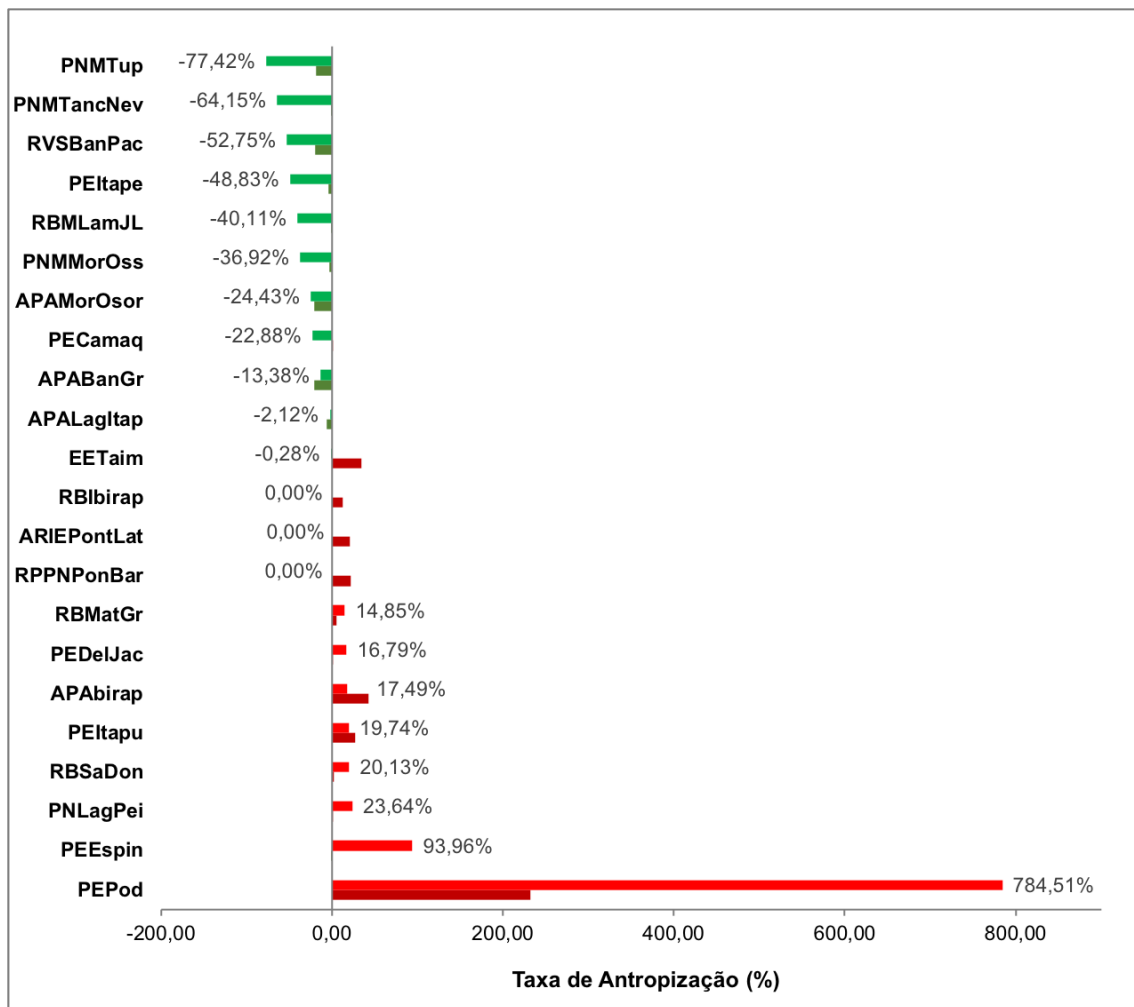


Figura 4. Unidades de conservação (UC) e taxas de antropização (TA) em seu interior e na paisagem de entorno (representada pelos respectivos *buffers* de 5000 m). As barras em verde claro indicam as UC efetivas com TA negativa e as barras em verde escuro os *buffers* com TA negativa, ambas indicando recuperação da vegetação nativa. As barras em vermelho claro indicam UC não efetivas com TA positiva e as barras em vermelho escuro os *buffers* com TA positiva, ambas indicando antropização. Os valores ao lado das barras indicam a TA no interior das UC, valores à esquerda nas UC efetivas e à direita para as não efetivas.

Influência na paisagem

Os resultados mostraram padrões distintos da expectativa inicial, que era a de que a taxa de antropização da paisagem seria menor mais próximo da UC (Figura 5). Em relação às UC efetivas, a TA média da paisagem manteve-se com valores relativamente constantes, independentes da proximidade da UC, ao passo que, em relação às UC não efetivas, a TA da paisagem aumentou com a proximidade da UC (o inverso do esperado).

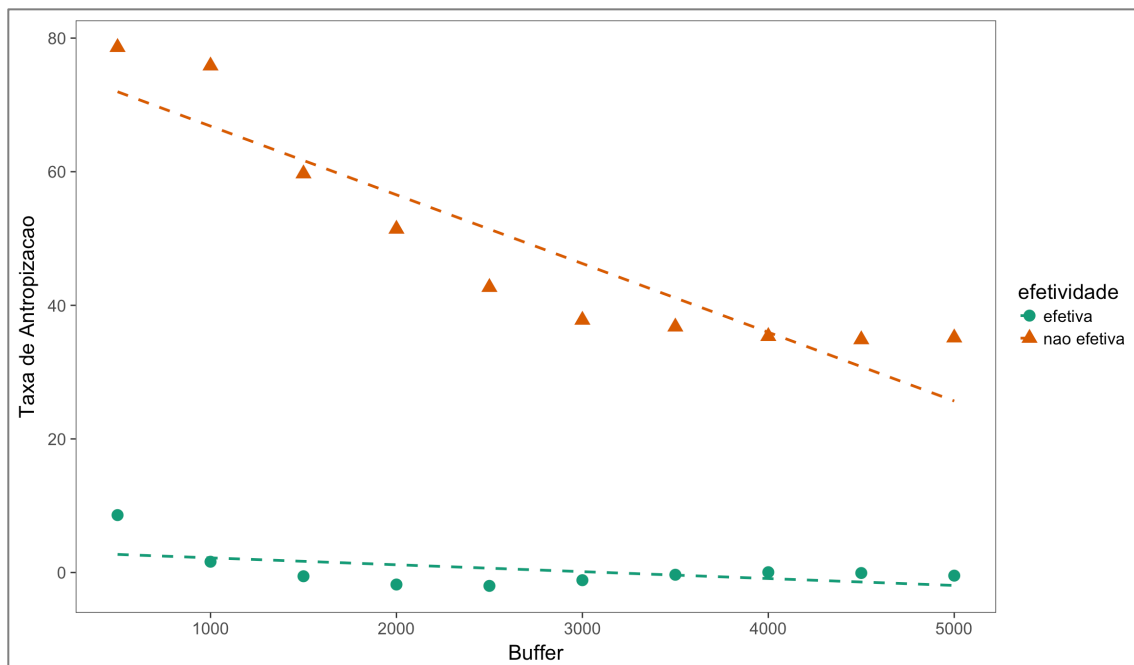


Figura 5. Correlação de Spearman entre a média da Taxa de Antropização (TA) para as UC efetivas (círculos verdes, $p = 0,68$ e $\rho = -0,15$) e as UC não efetivas (triângulos vermelhos, $p < 2.2^{-16}$ e $\rho = -0,99$) em relação aos dez *buffers* entre 500 e 5000m.

Note-se ainda que nas UC efetivas, mesmo havendo ausência de relação entre TA e distâncias até 5000 m, a TA na paisagem imediatamente vizinha (*buffer* 500 m) foi mais elevada do que nas paisagens mais distantes (Figura 5). Isso reforça o resultado inesperado, pois presume-se que no entorno imediato das UC haja maior limitação da conversão de habitat ou mesmo favorecimento da recuperação, e não o contrário. Nós não verificamos correlações significativas entre a taxa de antropização na UC com categorias de manejo, grupo (proteção integral ou uso sustentável) ou tamanho da unidade e respectivos *buffers*.

Fatores relacionados à efetividade das UC

Para investigar que fatores podem estar associados à efetividade das UC do Pampa, realizamos uma análise de ordenação (análise componentes principais, PCA) das unidades em função de seis atributos das UC e suas paisagens de entorno. As variáveis TA no *buffer* de 500 e 5000m, o delta de antropização na UC e no *buffer* de 5000m, o delta de vegetação nativa na UC e no *buffer* de 5000m, e o estoque de vegetação nativa na UC e no *buffer* 5000m foram excluídos por estarem correlacionados. As duas maiores Áreas de Proteção Ambiental (APA) também foram excluídas, suas dimensões

interferiam na análise. Com as UC e variáveis restantes (delta de antropização, delta de vegetação nativa e estoque de vegetação no *buffer* de 500m, longitude, distância entre a UC e Porto Alegre e área da UC), foi feita a Análise de Componentes Principais (PCA).

Os dois primeiros eixos da PCA apresentaram 61,5% de explicação (Figura 6). A ordenação das unidades de conservação e dos fatores, parecem evidenciar um padrão associado à conversão e manutenção de vegetação nativa fora da UC, o que reforça a existência de uma influência do entorno sobre as unidades de conservação. Na porção à esquerda do eixo 1, apenas UC efetivas estão ali posicionadas e as variáveis associadas a melhor estado da vegetação nativa (estoque e delta de vegetação nativa no entorno) também estão relativamente a mesma altura do eixo 1. Outra variável posicionada próxima ao primeiro eixo no quadrante superior esquerdo é a longitude, ou seja, as UC localizadas mais a leste do Pampa teriam melhores condições de manutenção ou recuperação de vegetação nativa em seu entorno. Por outro lado, em direção oposta ao eixo, no quadrante superior direito está o delta antrópico, e no inferior direito a distância de Porto Alegre, ambos parecem estar mais associados as UC não efetivas. As UC mais distantes de Porto Alegre parecem ser menos efetivas na manutenção da cobertura vegetal. As UC não efetivas parecem estar mais próximas de fatores associados a perda de cobertura vegetal no entorno. Entretanto não se observa uma distinção clara e evidente na ordenação entre UC efetivas e não efetivas, tampouco entre UC de proteção integral e de uso sustentável, esfera administrativa de gestão ou ainda em função do tamanho da UC.

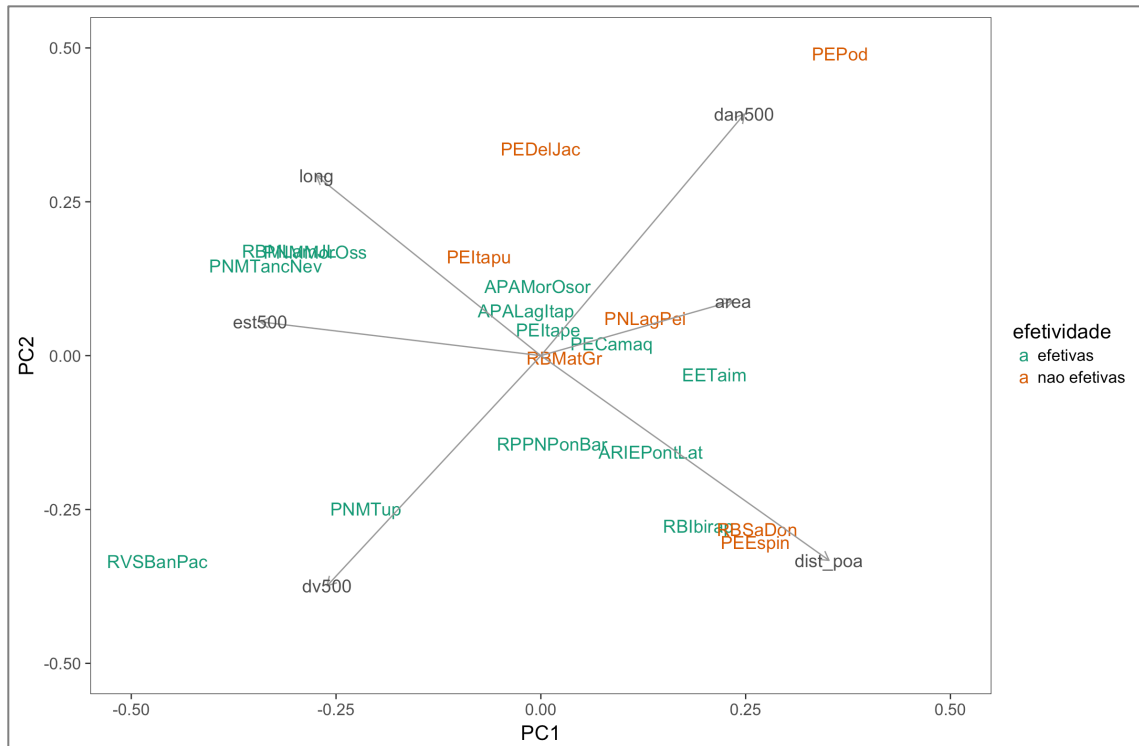


Figura 6. Análise de Componentes Principais (PC1 = 41,6%, PC2 = 19,9%) que descreve a ordenação das unidades de conservação do Pampa em função de atributos das UC e suas paisagens com a caracterização de fatores associados ao padrão de conversão de vegetação nativa nas UC e seu entorno. As UC destacadas em verde são as efetivas (TA interna foi igual ou menor que zero) e as destacadas em vermelho são as não efetivas (TA interna foi maior que zero).

Discussão

Sistema de áreas protegidas no bioma Pampa: Como estamos?

Em linhas gerais, os resultados informam que o Pampa possui um sistema de áreas protegidas com baixa representatividade, tanto em termos de UC total (3,23%), como de vegetação nativa de fato existente nas UC (2,36%), ou ainda dentre os sistemas ecológicos do bioma, ficando bem aquém da meta de 17% preconizada pela CDB em Aichi (CDB 2010) e adotada no Brasil (CONABIO 2013). Porém o sistema como um todo possui uma relativa efetividade em evitar a perda de hábitat medida pela taxa de antropização nas unidades de conservação. Outro aspecto relevante é que as UC parecem funcionar como elementos atenuadores da perda de habitat em relação as respectivas paisagens de entorno. Porém, nas áreas imediatamente circunvizinhas as UC, as maiores TA são registradas.

Os esforços de conservação no Brasil são historicamente voltados a proteção de biomas florestais. Os biomas não florestais Pampa, Pantanal, Caatinga e Cerrado, são os menos protegidos por unidades de conservação e os mais ameaçados (Overbeck et al. 2015). A baixa representatividade do bioma Pampa em UC em relação à Meta 11 é evidente, mesmo com a incorporação de outras unidades além daquelas existentes no CNUC (MMA 2017). Regionalmente, as UC são mal distribuídas dentre os sistemas ecológicos, a diferença de representatividade dentre os sistemas é evidente. Se considerarmos o percentual de vegetação nativa no interior das UC, a representatividade fica ainda mais reduzida. Não há padrões claros que expliquem a maior proteção por UC em determinados SE do que em outros. Com exceção do “Campo de solos rasos”, que parece abrigar a maior área em UC e em vegetação nativa, com uma TA relativamente baixa. Os solos rasos no Pampa são pedregosos e com baixa retenção hídrica, menos aptos aos cultivos agrícolas (Hasenack et al 2010). Esta análise poderia ser complementada por outros descritores como elevação, declividade, distância de estradas, distância de centros urbanos, riqueza de espécies e aptidão agrícola do solo (Joppa e Pfaff 2009).

A diferença de cerca de 15,4% encontrada entre a informação oficial do percentual de UC no Pampa (2,8%) advinda do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) e o levantamento realizado neste estudo (3,23%), se deu principalmente pelo incremento em número de UC municipais e Reservas Particulares do Patrimônio da União (RPPN), e em área por UC estaduais não cadastradas. O CNUC é a principal ferramenta de informação e acompanhamento das áreas protegidas que compõem o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), sendo utilizado amplamente para a geração de relatórios nacionais e internacionais (MMA 2017). Porém é alimentado exclusivamente de forma voluntária pelos órgãos gestores das UC. A busca ativa por unidades de conservação não cadastradas no CNUC permite uma caracterização mais precisa da abrangência do SNUC, especialmente naqueles biomas com menor cobertura por áreas protegidas.

A relação entre a cobertura vegetal da UC e seu entorno como indicador de efetividade de áreas protegidas já foi utilizado em estudos anteriores, a maior parte deles em áreas protegidas localizadas em biomas florestais (exemplo, Bruner et al 2001, DeFries et al 2005, Nagendra 2008, Gaveau et al 2009, Nolte et al 2013). Em estudos similares em áreas protegidas no Cerrado, bioma brasileiro predominantemente campestre assim como o Pampa, foram encontradas diferenças entre grupos ou categorias estabelecidas pelo SNUC (Carranza et al 2014, França et al 2015), porém nós não

verificamos essas diferenças no sistema de unidades de conservação do Pampa. As UC do Pampa apresentaram uma efetividade relativa em termos de manutenção da cobertura vegetal. Apesar de seguir uma tendência da região na qual a UC está inserida, a unidade tende a atenuar os efeitos negativos (conversão da vegetação nativa ou antropização) ou maximizar os positivos (recuperação da vegetação nativa) em seu interior. Observando esses processos, podemos inferir que há uma efetividade relativa mesmo com possíveis deficiências de gestão interna da UC. Mais da metade das UC avaliadas mantiveram ou recuperaram a vegetação nativa num intervalo de seis anos. Duas das unidades que apresentaram TA positiva, tiveram a TA nos respectivos *buffers* ainda maiores, ou seja, mesmo não sendo efetivas podem desempenhar uma função importante para evitar a conversão do solo em seu interior. Alguns fatores que podem influenciar as altas TA são a ausência de regularização fundiária nas UC de domínio público, pouca infraestrutura e proteção deficiente, aspectos geralmente considerados nas avaliações de efetividade de gestão (Hockings et al 2006). A gestão das unidades deve ser eficiente para garantir a integridade das áreas e prevenir invasões, queimadas ou outras formas de degradação, que podem acarretar em perda de vegetação nativa. A relação entre a cobertura vegetal da UC e seu entorno é um indicador importante relacionado a estrutura de habitat, que permite o monitoramento do sistema e orienta ações de manejo na unidade.

Os nossos dados indicam que há uma influência da dinâmica da paisagem sobre a UC, evidenciada pela variação da TA ao longo da série de *buffers*, entre 500 e 5000m. Os *buffers* mais próximos das UC apresentam maior variação da TA, e conforme a distância da UC aumenta, a TA é reduzida em todos os conjuntos, naqueles cujas UC são consideradas efetivas ou não. As unidades cujo os *buffers* apresentam maiores TA estão próximas a áreas de expansão agrícola e urbana, enquanto as áreas que possuem as menores TA (zero ou negativas) não apresentaram um padrão evidente. Pode ser um efeito da própria UC ou processos migratórios de áreas rurais para áreas urbanas. Os estudos que avaliaram áreas protegidas e seu entorno, utilizaram apenas um *buffer*, comparando a conversão da vegetação nativa dentro e fora da AP (Bruner et al 2001, DeFries et al 2005, Nagendra 2008, Gaveau et al 2009, Nolte et al 2013, Carranza et al 2014, França et al 2015). Esta avaliação é importante para a efetividade, mas não distingue o efeito da presença e da distância da AP sobre a paisagem (ou vice-versa). Nós não verificamos correlações significativas na tendência de antropização ao longo das distâncias de *buffers* com as categorias de manejo, grupo (proteção integral ou uso sustentável) e tamanho das 22 UC analisadas nesta parte do estudo.

O padrão de ordenação das UC associado a conversão de vegetação nativa dentro e fora da UC, reforça a existência de influência do entorno sobre a antropização ou recuperação de vegetação nativa que ocorre nas unidades. As UC consideradas efetivas, estão dispostas mais na porção leste do Pampa, inseridas em uma região com menores taxas de conversão e maior estoque de vegetação nativa. Por outro lado, as UC consideradas não efetivas encontram-se nas porções central e oeste do bioma, região em que há o incremento da conversão da vegetação nativa, evidenciada pela substituição do campo nativo por plantio de grãos (Modernel et al 2016). Os meios para se garantir a implantação adequada das UC em relação à infraestrutura, vigilância, fiscalização, equipe permanente, recursos financeiros (Hockings et al 2006); associada a adoção de boas práticas no entorno, como o estímulo a recuperação da vegetação nativa, adequação ambiental de propriedades rurais, práticas agrícolas sustentáveis e restrições de atividades potencialmente poluidoras (Mathur et al 2015), podem ser fatores relevantes para garantir a efetividade e perpetuação das unidades de conservação.

Os três indicadores aqui estudados (representatividade ecológica, efetividade de conservação a partir da cobertura vegetal e influência na paisagem) apresentaram informações relevantes e objetivas para o monitoramento do sistema de áreas protegidas e têm potencial de replicação. Entretanto entendemos que um pressuposto para a replicação dos indicadores é a adaptação ao contexto do bioma ou ecorregião de análise. Estes tipos de indicadores, associados à manutenção de habitat a partir da cobertura vegetal, podem ser utilizados de forma sistemática pelos órgãos gestores para obterem respostas acerca da dinâmica do sistema de áreas protegidas e promoverem ações locais de manejo.

Os sistemas complementares contribuem para o SNUC, mas de forma muito incipiente no Pampa. A estimativa do passivo total de APP e RL em imóveis rurais para o bioma é de 4,22%, concentrado em grandes e médias propriedades (Imaflora 2017). Os dados do CAR ainda são imprecisos e não permitem uma pronta avaliação sobre a localização, adequação e qualidade ambiental das APP e RL. O cadastramento das informações no CAR é de responsabilidade do proprietário rural e esses dados não foram até o momento validados pelo órgão ambiental competente. Ainda há um agravante relacionado à interpretação da LPVN e o Decreto Estadual Rio Grande do Sul No 52431/2015, pois parte dos proprietários declaram áreas de campos nativos como áreas consolidadas. Desta forma, muitas propriedades têm as RL e APP reduzidas ou não declaradas adequadamente. Em uma estimativa otimista, considerando que as APP e RL

declaradas estão corretas e que o passivo será preenchido na validação das declarações, as APP e RL poderiam contribuir com no máximo 6,40% de proteção.

No sistema complementar previsto na LPVN, as APP têm a função de preservação ambiental e facilitação de fluxo gênico de espécies, enquanto as RL buscam assegurar o uso sustentável dos recursos naturais e os processos ecológicos, sendo ambas importantes para a conservação da biodiversidade (Brancalion et al. 2016). A disposição das APP e RL na paisagem pode ampliar seu valor biológico, o agrupamento das áreas de RL permite aumentar o tamanho dos remanescentes de vegetação nativa sob proteção e, com as APP integradas, otimizar a conectividade em uma região (Metzger 2010). Porém os resultados indicam que não há perspectiva de incremento de APP e RL, ainda que durante o processo de validação do CAR no Rio Grande do Sul, as áreas possam ser revistas em termos de tamanho e disposição espacial.

Se considerarmos que os dados de APP e RL do CAR estão corretos e que as áreas de passivo identificadas na aplicação da LPVN serão supridas com novas áreas declaradas, acrescida a soma da área das UC e das TI com vegetação nativa, a proteção ao território envolvendo os dois sistemas complementares e outras áreas públicas seria de no máximo 9,64% (Figura 2). Ainda haveria uma lacuna de 7,37% de áreas com necessidade de proteção, sem considerar características de número e composição de espécies, presença de espécies ameaçadas, endemismos ou tipos de hábitat. A incorporação das APP, RL e TI contribui, mas não permite o alcance da Meta 11 para o Pampa.

Sistema de áreas protegidas no bioma Pampa: Para onde vamos?

Os resultados mostram que o sistema de áreas protegidas do Pampa tem baixa representatividade, efetividade limitada e que o sistema de áreas complementares é insuficiente para alcançar as metas nacional e internacional de áreas protegidas. Logo, é preciso buscar alternativas para atingir as metas de representatividade e efetividade de conservação desse bioma em áreas protegidas. Um direcionamento evidente para o esforço de conservação *in situ* do Pampa deve ser centrado na criação de novas UC ou ampliação das existentes, já que a contribuição dada pelo sistema complementar composto por APP e RL encontra-se em seu limite. As TI e áreas públicas, contribuem muito pouco para o sistema de áreas protegidas. No Pampa existem 11 TI em fase de identificação, sem limites definidos (FUNAI 2017). Porém, considerando o padrão de TI no bioma, e que dez em onze TI em identificação estão próximas a área metropolitana de

Porto Alegre (FUNAI 2017), estas áreas tenderão a ser pequenas quando identificadas. As outras áreas públicas têm potencial para complementar o sistema de unidades de conservação, porém no Pampa estas áreas possuem baixa cobertura vegetal. As áreas militares são as maiores áreas, porém ações de restauração devem ser realizadas e o compromisso com a conservação deve ser adotado para o reconhecimento destas um sistema complementar ao SNUC.

As medidas de proteção em áreas privadas devem ser estimuladas, uma vez que cerca de 94% da área do bioma Pampa é composto por propriedades rurais e 57% desta área (8.795.540 ha) é destinada a grandes propriedades rurais com área média de 1.020 ha (Imaflora 2017). O estímulo a criação de RPPN é uma estratégia a ser adotada. Entretanto, tem alcance limitado em termos de área individual das unidades. As RPPN geralmente são de tamanho pequeno, a área mediana para o Pampa é de 15,46 hectares (ICMBio 2017a e SEMA 2017). Deve haver esforços explícitos de identificar onde há necessidade de criação de RPPN a partir de um planejamento sistemático para ampliar o sistema de UC, iniciar um esforço de sensibilização e ampliar os incentivos econômicos aos proprietários dessas áreas para o estabelecimento desta categoria na região. A malha fundiária bem definida, composta majoritariamente (em termos de área) por grandes rurais propriedades privadas, favorece esse tipo de estratégia. Além das RPPN, o estabelecimento das APP e RL em áreas que potencializam o seu valor biológico é uma medida que gera mais benefícios para a conservação (Metzger 2010). Apesar da grande parte dos imóveis rurais já terem sido registrados no CAR, a etapa de validação pelo órgão gestor ainda está no início, permitindo a adequação da localização das APP e RL de forma a serem mais efetivas para a manutenção da biodiversidade. A contabilização das APP e RL como áreas complementares ao SNUC deve acontecer apenas após a validação pelo órgão ambiental estadual.

Sabemos que o sistema de áreas protegidas deve ser ampliado considerando as diferenças regionais, não apenas para cumprimento da meta da CDB e da CONABIO, mas também para garantir amostras representativas de áreas naturais no Pampa frente a rápida expansão agropecuária no bioma (Overbeck et al 2007, Overbeck et al 2015). A maior parte em termos de área do sistema de unidades de conservação existente no Pampa é composto por Áreas de Proteção Ambiental (APA). Trata-se de uma categoria relevante para o sistema, porém é a menos restritiva em termos de atividades antrópicas. As APA devem ser combinadas territorialmente com outras categorias de manejo, buscando um maior equilíbrio entre as categorias de UC. Um processo de ampliação do sistema de UC

deve ser pautado pelo incremento de área protegida por UC de proteção integral ou de uso sustentável com domínio público. As Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS), Refúgios de Vida Silvestre (RVS) e Monumentos Naturais (MN) são categorias de manejo que podem ser criadas em áreas públicas e privadas nas quais a produção agrícola e pecuária é compatibilizada com os objetivos da UC (Brasil 2000, Gurgel et al 2009). Determinados usos como pesquisa científica, visitação, extrativismo, agricultura e pecuária de baixo impacto admitidos por estas categorias parecem ser compatíveis com a dinâmica econômica e social do Pampa.

Em termos regionais, para a ampliação do sistema de UC, alguns aspectos devem ser considerados voltados à priorização de áreas para incremento dos esforços de conservação *in situ*. De forma simplificada, para o alcance da meta de 17% no bioma Pampa de forma ecologicamente representativa, deveriam ser protegidos aproximadamente 17% de cada sistema ecológico no bioma. Excluindo o percentual de UC já existente em cada SE, seriam necessários ao menos 2.465.463 ha de novas áreas protegidas acrescidas ao sistema. Parte dos sistemas ecológicos possuem menos de 20% em cobertura de vegetação nativa e outros apresentam a taxa de antropização elevada, o que implica na aliança dos esforços de conservação com os esforços de restauração. A incorporação de áreas já convertidas, com intuito de restauração, formaria um sistema formado por áreas conservadas e áreas restauradas. A restauração poderia ser uma estratégia empregada tanto na expansão da área de UC existentes como na aquisição de áreas remanescentes não protegidas juntamente com áreas convertidas que deverão ser restauradas (Keenleyside et al 2012). Por outro lado, uma forma de assegurar a proteção das áreas protegidas é planejar a ampliação do sistema para áreas onde a pressão seja menor (Joppa e Pfaff 2009), sem deixar de considerar suas características ecológicas. Neste caso o sistema perderia em representatividade, porém o custo de implementação possivelmente seria mais baixo. Estas são escolhas estratégicas típicas para a ampliação planejada de um sistema de áreas protegidas voltado para a conservação (Margules & Pressey 2000).

A meta de 17% é uma métrica adotada pelos países signatários da CDB, porém acordada politicamente, predominantemente baseada em negociações internacionais com poucas evidências científicas (Larsen et al 2015). Alguns estudos demonstraram que 17% de áreas protegidas são insuficientes para garantir a representatividade ecológica e a salvaguarda da diversidade biológica (Butchart et al 2012, Larsen et al 2015). Ainda assim, a exemplo do bioma Pampa aqui estudado, muitas regiões do globo continuarão

sub representadas (UNEP-WCMC 2016). A baixa proteção em biomas campestres subtropicais e temperados ainda é muito baixa em todo o mundo. A ecorregião “Savanas Uruguaias” em toda a sua extensão possui apenas 2,8% de proteção, enquanto a média de todas as ecorregiões terrestres associadas a biomas campestres é de 19,1% (Olson 2001, JRC 2016).

De forma geral, este estudo contribui para uma avaliação mais estratégica de um sistema de áreas protegidas em nível sub-regional, com potencial de replicação para outros biomas ou regiões. Entender a dinâmica associada aos elementos que compõem um sistema de áreas protegidas, considerando a sua paisagem de entorno é um dos pilares para a proteção do sistema atual e planejamento de sua ampliação para resultados efetivos de conservação da biodiversidade.

Referências

Arimoro, O.A.S., Lacerda, A.C.R., Tomas, W.M., Atete, S., Roig, H.L., Marinho-Filho, J., 2017. Artillery for Conservation: The case of the mammals protected by the Formosa Military Training Area, Brazil. *Trop. Conserv. Sci.* (10), 1-13. <https://doi.org/10.1177/1940082917727654>.

Bertzky, B., Corrigan, C., Kemsey, J., Kenney, S., Ravilious, C., Besançon, C., Burgess, N., 2012. Protected Planet Report 2012: Tracking progress towards global targets for protected areas. IUCN, Gland, Switzerland and UNEP-WCMC, Cambridge, UK.

Brancalion, P.H.S, Garcia L. C., Loyola, R, Rodrigues, R.R., Pillar, V.D., Lewinsohn, T.M., 2016. A critical analysis of the Native Vegetation Protection Law of Brazil (2012): updates and ongoing initiatives. *Nat. Conserv.* 14(Supl. 1), 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.ncon.2016.03.003>.

Brasil, 1998. Constituição Federal. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm (acesso em 20/12/2017).

Brasil, 2000. Lei Federal nº 9985. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm (acesso em 20/12/2017).

Brasil, 2012. Lei Federal nº 12.651. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm (acesso em 20/12/2017).

Bruner, A.G., Gullison, R.E., Rice, R.E., Fonseca, G.A., 2001. Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. *Science*. 291(5501), 125-128. <https://doi.org/10.1126/science.291.5501.125>.

Butchart, S.H.M., Scharlemann, J.P.W., Evans, M.I., Quader, S., Arico, S., Arinaitwe, J., Balms, M., Bennun, L.A., Bertzky, B., Besançon, C., Boucher, T.M., Brooks, T.M., Burfield, I.J., Burgess, N.D., Chan, S., Clay, R.P., Crosby, M.J., Davidson, N.C., De Silva, N., Devenish, C., Dutson, G.C.L., Diaz Fernandez, D.F., Fishpool, L.D.C., Fitzgerald, C., Foster, M., Heath, M.F., Hockings, M., Hoffman, M., Knox, D., Larsen, F.W., Lamoreux, J.F., Loucks, C., May, I., Millet, J., Molloy, D., Morling, P., Parr, M., Ricketts, T.H., Seddon, N., Skolnik, B., Stuart, S.N., Upgren, A., Woodley, S., 2012. Protecting important sites for biodiversity contributes to meeting global conservation targets. *PLoS One* 7(3), e32529. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0032529>.

- Cabreba, A.L., Willink, A., 1980. Biogeografia da America Latina. 2a edição. OEA, Washington.
- Carranza, T., Balmoford, A., Manica, A., 2014. Protected area effectiveness in reducing conversion in a rapidly vanishing ecosystem: The Brazilian Cerrado. *Conserv. Lett.* 7(3), 216-223. <https://doi.org/10.1111/conl.12049>.
- CBD, 2010. Decision X/2. <https://www.cbd.int/decision/cop/?id=12268> (acesso em 20/12/2017).
- Ceballos, G., Ehrlich, P.R., Barnosky, A.D., García, A., Pringle, R.M., Palmer, T.M., 2015. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Sci. Adv.* 1, e1400253. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1400253>.
- Corona, P., Chirici, G., McRoberts, R.E., Winter, S., Barbati, A., 2011. Contribution of large-scale forest inventories to biodiversity assessment and monitoring. *For. Ecol. Manag.* 262, 2061-2069. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.08.044>.
- CONABIO, 2013. Resolução nº 6 - Dispõe sobre as Metas Nacionais de Biodiversidade para 2020. http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80049/Conabio/Documentos/Resolucao_06_03set2013.pdf (acesso em 20/12/2017).
- DeFries R., Hansen, A., Newton, A.C., Hansen, M.C., 2005. Increasing isolation of protected areas in forests over the past twenty years. *Ecol. Appl.* 15(1), 19-26. <https://doi.org/10.1890/03-5258>.
- Di Minin E., Toivonen, T., 2015. Global Protected Area Expansion: Creating More than Paper Parks, *BioScience*, 65 (7), 637–638. <https://doi.org/10.1093/biosci/biv064>
- Dudley, N., Groves, C., Redford, K.N., Stolton, S., 2014. Where now for protected areas? Setting the stage for the 2014 World Park Congress. *Orix* 48 (4), 496-503. <http://doi.org/10.1017/S0030605314000519>.
- Ervin, J., Mulongoy, K.J., Lawrence, K., Game, E., Sheppard, D., Bridgewater, P., Bennett, G., Gidda, S.B., Bos, P., 2010. Making Protected Areas Relevant: A guide to integrating protected areas into wider landscapes, seascapes and sectoral plans and strategies. CBD Technical Series, Montreal. ISBN: 92-9225-164-3.
- Françoso, R.D., Brandão, R., Nogueira, C.C., Salmons, Y.B., Machado, R.B., Colli, G.R., 2015. Habitat loss and the effectiveness of protected areas in the Cerrado Biodiversity Hotspot. *Nat. Conserv.* 13(1), 35-40. <https://doi.org/10.1016/j.ncon.2015.04.001>.
- FUNAI, 2017. Terras Indígenas do Brasil. Brasília, Brasil. <http://www.funai.gov.br/index.php/servicos/geoprocessamento> (acesso em 20/12/2017).
- Gaston, K.J., Jackson, S.F., Cantú-Salazar, L., Cruz-Piñon, G., 2008. The ecological performance of protected areas. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 39(1), 93-113. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.39.110707.173529>.
- Gaveau, D.L.A., Epting, J., Lyne, O., Linkie, M., Kumara, I., Kanninen, M., Leader-Williams, N. 2009. Evaluating whether protected areas reduce tropical deforestation in Sumatra. *J. Biogeogr.* 36, 2165-2175. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2009.02147.x>.
- Geldmann, J., Barnes, M., Coad, L., Craigie, I.D., Hockings M., Burgess, N.D., 2013. Effectiveness of terrestrial protected areas in reducing habitat loss and population declines. *Biol. Conserv.* 161, 230-228. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2013.02.018>.

Guidotti, V., Freitas, F.L.M., Sparoveck, G., Pinto, L.F.G., Hamamura, C., Carvalho, T., Cerignonil, F., 2017. Números detalhados do novo Código Florestal e suas implicações para os PRAs. *Sustentabilidade em Debate* (5). Imaflora, Piracicaba, Brasil.

Gurgel, H.C., Hargrave, J., França, F., Holmes, R.M., Ricarte, F.M., Dias, B.F.S., Rodrigues, C.G.O., Brito, M.C.W., 2009. Unidades de conservação e o falso dilema entre conservação e desenvolvimento. *Boletim regional, urbano e ambiental*. 109-119. <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/5490> (acesso em 10/01/2018).

Hasenack, H., Cordeiro, J.L.P.(org.), 2006. Mapeamento da cobertura vegetal do Bioma Pampa. UFRGS/Centro de Ecologia, Porto Alegre, Brasil. <https://www.ufrgs.br/labgeo/index.php/dados-espaciais/246-mapeamento-da-cobertura-vegetal-do-bioma-pampa> (acesso em 20/12/2017).

Hasenack, H., Weber, E., Boldrini, I., Trevisan, R., 2010. Mapa de sistemas ecológicos da ecorregião das Savanas Uruguaias em escala 1:500.000. UFRGS/Centro de Ecologia, Porto Alegre, Brasil. <https://www.ufrgs.br/labgeo/index.php/dados-espaciais/249-sistemas-ecologicos-das-savanas-uruguaias> (acesso em 20/12/2017).

Hockings, M., Stolton, S., Leverington, F., Dudley, N., Courrau, J., 2006. *Evaluating Effectiveness: A framework for assessing management effectiveness of protected areas*. IUCN, Gland, Switzerland.

IBGE, 2004. Mapa de Biomas do Brasil, primeira aproximação. Rio de Janeiro, Brasil. <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm> (acesso em 20/12/2017).

IBGE, 2016. Monitoramento de cobertura e uso da terra 2000-2010-2012-2014. Rio de Janeiro, Brasil. ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/cobertura_e_uso_da_terra/mudancas/documentos/mudancas_de_cobertura_e_uso_da_terra_2000_2010_2012_2014.pdf (acesso em 20/12/2017).

ICMBio, 2017a. Sistema Informatizado de Monitoria de RPPN. Brasília, Brasil. <http://sistemas.icmbio.gov.br/simrppn/publico/rppn/RS/> (acesso em 20/12/2017)

ICMBio, 2017b. Unidades de Conservação Federais. Brasília, Brasil. <http://www.icmbio.gov.br/portal/geoprocessamentos> (acesso em 20/12/2017)

ICMBio, 2017c. Sumário executivo do plano de ação nacional para a conservação dos passeriformes ameaçados dos campos sulinos e espinilho. Brasília, Brasil. <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-plano-de-acao/pan-passeriformes-campos-sulinos/sumario-campos-sulinos-web.pdf> (acesso em 10/01/2018)

Imaflora, 2017. Atlas da Agropecuária Brasileira. Piracicaba, Brasil. <http://www.imaflora.org/atlasagropecuario/> (acesso em 20/12/2017).

Joppa, L.N., Pfaff, A., 2009. High and far: Biases in the location of protected areas. *PLoS One*. 4(12), 1-6. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0008273>.

JRC, 2016. World Ecoregion Protection Statistics. Digital Observatory for Protected Areas. Ispra, Italy. <http://dopa.jrc.ec.europa.eu/en/mapsanddatasets> (acesso em 20/12/2017).

Keenleyside, K.A., Dudley, N., Cairns, S., Hall, C.M., Stolton, S., 2012. *Ecological Restoration for Protected Areas: Principles, Guidelines and Best Practices*. IUCN. Gland, Switzerland

- Laffoley, D., Dudley, N., Jonas, H., MacKinnon, D., MacKinnon, K., Hockings, M., Woodley, S., 2017. An introduction to other effective area-based conservation measures under Aichi Target 11 of the Convention on Biological Diversity: Origin, interpretation and emerging ocean issues. *Aquatic. Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 27(S1), 130-137. <https://doi.org/10.1002/aqc.2783>.
- Larsen, F.W., Turner, W.R., Mittermeier, R.A., 2015. Will protection of 17% of land by 2020 be enough to safeguard biodiversity and critical ecosystem services? *Oryx*, 49(1), 74-79. <https://doi.org/10.1017/S0030605313001348>.
- Margules, C.R., Pressey, R.L., 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405, 243-253. <https://doi.org/10.1038/35012251>.
- Mathur, V.B., Malvika, O., Mauvais, G., 2015. Managing Threats. In: Worboys, G.L., Lockwood, M., Kothari, A., Feary, S., Pulsford, I. (eds). *Protected Area Governance and Management*. ANU Press. Canberra. Australia.
- Metzger, J.P. 2010. O Código Florestal tem base científica? *Nat. Conserv.* 8(01), 92-99. <https://doi.org/10.4322/natcon.00801017>.
- Mittermeier R.A., Gil P.R., Mittermeier C.G., 1997. Megadiversity: Earth's biologically wealthiest nations. *Cemex, Prado Norte*.
- MMA, 2017. Cadastro Nacional de Unidades de Conservação. Brasília, Brasil. <http://www.mma.gov.br/areas-protetidas/cadastro-nacional-de-ucs> (acesso em 20/12/2017)
- Modernel, P., Rossing, W.A.H., Corbeels, M., Dogliotti, S., Picasso, V., Tittonell, P., 2016. Land use change and ecosystem service provision in Pampas and Campos grasslands of southern South America. *Environ. Res. Lett.* 113002.
- Nagendra, H., 2008. Do parks work? Impact of protected areas on land cover clearing. *Ambio* 37(5), 330-337. <https://doi.org/10.1579/06-R-184.1>.
- Nolte, C., Agrawal, A., Silvius, K.M., Soares-Filho, B.S., 2013. Governance regime and location influence avoided deforestation success of protected areas in Brazilian Amazon. *Proc. Ntl. Acad. Sci. U.S.A.* 110(13), 4956-4961. <https://doi.org/10.1073/pnas.1214786110>.
- Oliveira, U., Soares-Filho, B.S., Paglia, A.P., Brescovit, A.D., Carvalho, C.J.B., Silva, D.P., Rezende, D.T., Leite, F.S.F., Batista, J.A.N., Barbosa, J.P.P.P., Stehmann, J.R., Ascher, J.S., Vasconcelos, M.F., Marco, P., Löwenberg-Neto, P., Ferro, V.G., Santos, A.J., 2017. Biodiversity conservation gaps in the Brazilian protected areas. *Sci. Rep.* 7(9141), 1-9. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-08707-2>.
- Olson, D. M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E. D., Burgess, N. D., Powell, G. V. N., Underwood, E. C., D'Amico, J. A., Itoua, I., Strand, H. E., Morrison, J. C., Loucks, C. J., Allnutt, T. F., Ricketts, T. H., Kura, Y., Lamoreux, J. F., Wettengel, W. W., Hedao, P., Kassem, K. R., 2001. Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth. *Bioscience* 51(11), 933-938. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0933:TEOTWA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0933:TEOTWA]2.0.CO;2).
- Overbeck, G. E., Muller, S.C., Fidelis, A., Pfadenhauer, J., Pillar, V.D., Blanco, C.C., Boldrini, I.I., Both, R., Forneck, E.D., 2007. Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos. *Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst.* 9(2), 101-116. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2007.07.005>
- Overbeck, G. E., Vélez-Martin, E., Scarano, F. R., Lewinsohn, T. M., Fonseca, C. R., Meyer, S. T., Müller, S. C., Ceotto, P., Dadalt, L., Durigan, G., Ganade, G., Gossner, M. M., Guadagnin, D. L., Lorenzen, K., Jacobi, C. M., Weisser, W. W. and Pillar, V. D., 2015. Conservation in Brazil

needs to include non-forest ecosystems. *Divers. Distrib.*, 21: 1455–1460. <https://doi.org/10.1111/ddi.12380>.

Pereira, H.M., Leadley, P.W., Proença, V., Alkemade, R., Scharlemann, J.P.N., Fenandez-Manjarrés, J.F., Araújo, M.B., Balvanera, P., Biggs, R., Cheung, W.W.L., Chini, L., Cooper, H.D., Gilman, E., Guénette, S., Hurtt, G.C., Huntington, H.P., Mace, G.M., Oberdorff, T., Revenga, C., Rodrigues, P., Scholes, R.J., Sumaila, U.R., Walpole, M., 2010. Scenarios for global biodiversity in the 21st century. *Science* 330(1496), 1496-1501. <https://doi.org/10.1126/science.1196624>.

Pereira, H.M., Ferrier, S., Walters, M., Geller, G.N., Jongman, R.H.G., Scholes, R.J., Bruford, M.W., Brummitt, N., Butchart, S.H.M., Cardoso, A.C., Coops, N.C., Dulloo, E., Faith, D.P., Freyhof, J., Gregory, R.D., Heip, C., Hoft, R., Hurtt, G., Jetz, W., Karp, D.S., McGeoch, M.A., Obura, D., Onoda, Y., Pettorelli, N., Reyers, B., Sayre, R., Scharlemann, J.P.W., Stuart, S.N., Turak, E., Walpole, M., Wegmann, M., 2013. Essential Biodiversity Variables. *Science* 339 (6117), 277-278. <https://doi.org/10.1126/science.1229931>.

Pressey, R.L., 1994. *Ad Hoc* Reservations: Forward or Backward Steps in Developing Representative Reserve Systems? *Conserv. Biol.* 8(3), 662–668. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1994.08030662.x>.

Pressey, R.L., Weeks, R., Gurney, G., 2017. From displacement activities to evidence-informed decisions in conservation. *Biol. Conserv* (212): 337-348. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2017.06.009>.

Roesch, L.F.W., Vieira, F.C.B., Pereira, V.A., Schunemann, A.L., Teixeira, I.F., Senna, A.J.T., Stefenon, V.M., 2009. The Brazilian Pampa: A fragile biome. *Diversity*, 1, 182-198. <https://doi.org/10.3390/d1020182>.

SEMA-RS, 2016. Cadastro Estadual de Unidades de Conservação. Porto Alegre, Brasil. <http://www.sema.rs.gov.br/unidades-de-conservacao-2016-10> (acesso em 20/12/2017).

SFB, 2016 Cadastro Nacional de Florestas Públicas. Brasília, Brasil. <http://www.florestal.gov.br/cadastro-nacional-de-florestas-publicas/127-informacoes-florestais/cadastro-nacional-de-florestas-publicas-cnfp/1098-cadastro-nacional-de-florestas-publicas-atualizacao-2016b> (acesso em 20/12/2017).

SFB, 2017. Cadastro Ambiental Rural. Brasília, Brasil. <http://www.car.gov.br/publico/municipios/downloads?sigla=RS> (acesso em 07/02/2017).

Schulze, K., Knights, K., Coad, L., Geldmann, J., Leverington, F., Eassom, A., Marr, M., Butchart, S.H.M., Hockings, M., Burgess, N.D., 2018. An assessment of threats to terrestrial protected areas. *Conserv. Lett.* e12435, 1-10. <https://doi.org/10.1111/conl.12435>.

Stein, B. A., Scott, C., Benton, N., 2008. Federal lands and endangered species: The role of military and other federal lands in sustaining biodiversity. *Bioscience* 58(4), 339–347. <https://doi.org/10.1641/B580409>.

UFRGS, 2016. Mapeamento da cobertura vegetal do Bioma Pampa: Ano-base 2009. IB-Centro de Ecologia, Porto Alegre, Brasil. <https://www.ufrgs.br/labgeo/index.php/dados-espaciais/245-mapeamento-da-cobertura-vegetal-do-bioma-pampa-ano-base-2009> (acesso em 20/12/2017).

UNEP-WCMC, 2016. Protected Planet Report 2016. UNEP-WCMC and IUCN. Cambridge, UK and Gland, Switzerland.

Watson, J.E.M., Dudley, N., Segan, D.B., Hockings, M., 2014. The performance and potential of protected areas. *Nature* 515, 67-73. <https://doi.org/10.1038/nature13947>.

Woodley, S., Bertzky, B., Crawhall, N., Dudley, N., Londoño, J.M., MacKinnon, K., Redford, K., Sandwith, T., 2012. Meeting Aichi Target 11: What does success look like for protected areas systems? *Parks*, 18(1), 23-36. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2012.PARKS-18-1.SW.en>

Material Suplementar

Tabela. Unidades de conservação identificadas neste estudo com a indicação de categoria, esfera administrativa, ano de criação e área (ha).

*Não possuem polígonos identificados no estudo, a área correspondente é a indicada no ato de criação da unidade de conservação.

Nome	Acrônimo	Categoria	Esfera	Ano	Área (ha)
APA Banhado Grande	APABanGr	Área de Proteção Ambiental	estadual	1998	105420
APA de Ibirapuita	APAbirap	Área de Proteção Ambiental	federal	1992	315785
APA Lagoa de Itapeva	APALagItap	Área de Proteção Ambiental	municipal	1999	436
APA Lagoa Verde	APALagVer	Área de Proteção Ambiental	municipal	2005	470
APA Morro de Osório	APAMorOsor	Área de Proteção Ambiental	municipal	1994	1642
APAE Delta do Jacuí	APADelJac	Área de Proteção Ambiental	estadual	2005	22787
ARIE Henrique Luis Roessler	ARIEHenRos	Área de Relevante Interesse Ecológico	municipal	2009	54
ARIE Pontal dos Latinos e Pontal do Santiago	ARIEPontLat	Área de Relevante Interesse Ecológico	federal	1984	2929
EE do Taim	EETaim	Estação Ecológica	federal	1986	32789
MN Capão da Amizade*	MNCapAm	Monumento Natural	municipal	2009	1
PE Camaqua	PECamaq	Parque	estadual	1975	10144
PE Delta do Jacuí	PEDelJac	Parque	estadual	1976	14143
PE Espinilho	PEEspin	Parque	estadual	1975	1605
PE Itapeva	PEItape	Parque	estadual	2002	992
PE Itapua	PEItapu	Parque	estadual	1991	6005
PE Podocarpus	PEPod	Parque	estadual	1975	3646
PN Lagoa do Peixe	PNLagPei	Parque	federal	1986	32526
PNM do Pampa	PNMPam	Parque	municipal	2014	150
PNM Imperatriz Leopoldina	PNMImpLeo	Parque	municipal	2005	161
PNM Morro do Osso	PNMMorOss	Parque	municipal	1994	128
PNM Morro José Lutzenberger	PNMJosLutz	Parque	municipal	2013	20

PNM Tancredo Neves	PNMTancNev	Parque	municipal	1985	20
PNM Tupancy	PNMTup	Parque	municipal	1994	29
RB Banhado Macarico	RBBanMac	Reserva Biologica	estadual	2014	6248
RB Bioma Pampa	RBBioPam	Reserva Biologica	municipal	2012	1027
RB Ibirapuita	RBIbirap	Reserva Biologica	estadual	1976	351
RB Lami Jose Lutzenberger	RBLami	Reserva Biologica	municipal	1975	203
RB Mato Grande	RBMatGr	Reserva Biologica	estadual	1975	4953
RB Sao Donato	RBSaDon	Reserva Biologica	estadual	1975	4404
RPPN Chacara Sananduva*	RPChacSan	Reserva Particular do Patrimonio Natural	federal	1999	3
RPPN Costa do Serro*	RPCosSer	Reserva Particular do Patrimonio Natural	federal	2000	8
RPPN Estancia Santa Isabel do Butui*	RPEstStaIza	Reserva Particular do Patrimonio Natural	federal	1996	135
RPPN Estancia Santa Rita*	RPStaRit	Reserva Particular do Patrimonio Natural	federal	1998	340
RPPN Farroupilha	RPFarro	Reserva Particular do Patrimonio Natural	federal	2005	10
RPPN Fazenda Branquillo*	RPFazBran	Reserva Particular do Patrimonio Natural	federal	1996	13
RPPN Fazenda Caneleira*	RPFazCan	Reserva Particular do Patrimonio Natural	federal	1996	45
RPPN Fazenda Curupira*	RPFazCur	Reserva Particular do Patrimonio Natural	federal	1999	100
RPPN Fazenda das Palmas*	RPFazPalm	Reserva Particular do Patrimonio Natural	federal	2001	160
RPPN Fazenda Espora de Ouro*	RPFazEsOur	Reserva Particular do Patrimonio Natural	federal	1999	29
RPPN Fazenda Morro da Sapucaia*	RPFazMorSap	Reserva Particular do Patrimonio Natural	federal	2002	90
RPPN Granja Sao Roque - Reserva do Paredao*	RPGrSaoRoq	Reserva Particular do Patrimonio Natural	federal	1997	140
RPPN Jardim da Paz*	RPJdPaz	Reserva Particular do Patrimonio Natural	federal	2001	15
RPPN Mariana Pimentel*	RPMarPim	Reserva Particular do Patrimonio Natural	federal	1999	46
RPPN Minas do Paredao*	RPMinPared	Reserva Particular do Patrimonio Natural	federal	1999	15
RPPN Pontal da Barra	RPPonBar	Reserva Particular do Patrimonio Natural	federal	1999	66
RPPN Recanto do Robalo*	RPreRob	Reserva Particular do Patrimonio Natural	federal	2002	10
RPPN Reserva do Capao Grande*	RPreCapGr	Reserva Particular do Patrimonio Natural	federal	1998	9

RPPN Reserva dos Mananciais*	RPresMan	Reserva Particular do Patrimonio Natural	federal	2000	11
RPPN Reserva Particular Professor Delmar Harry dos Reis*	RPProfDelm	Reserva Particular do Patrimonio Natural	federal	1999	10
RPPN Rincao das Flores	RPRinFlor	Reserva Particular do Patrimonio Natural	federal	2010	15
RPPN Sitio Porto da Capela*	RPSitPorCap	Reserva Particular do Patrimonio Natural	federal	1995	14
RPPNE Barba Negra	RPBarNeg	Reserva Particular do Patrimonio Natural	estadual	2010	2375
RVS Banhado dos Pachecos	RVSBanPac	Refugio da Vida Silvestre	estadual	2002	2598

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados neste estudo permitem a avaliação do estado de conservação do sistema de áreas protegidas do bioma Pampa. Além disso, geram subsídios para o aprimoramento de políticas públicas associadas a sistemas de áreas protegidas em geral, destacando-se quatro aspectos: (i) incremento da cobertura por áreas protegidas considerando a representatividade ecológica regional e não apenas os biomas; (ii) aperfeiçoamento do monitoramento do sistema em termos de efetividade para conservação; (iii) estímulo a medidas de conservação em propriedade privada; e (iv) reconhecimento de outras áreas com potencial para conservação.

Mais especificamente sobre o segundo aspecto acima citado, algumas metodologias e métricas empregadas neste estudo podem ser facilmente replicadas e internalizadas como parte de um sistema de monitoramento da biodiversidade pelos órgãos gestores. Comparando de forma subjetiva, o custo financeiro e técnico de monitorar espécies, comunidades ou ecossistemas por meio de amostragem em campo (numa perspectiva a longo prazo, em muitas áreas protegidas e cobrindo grandes extensões territoriais) será provavelmente muito maior do que o custo de se utilizar metodologias que empregam o uso de sensoriamento remoto para monitorar estrutura de habitat, como por exemplo a cobertura vegetal. Um sistema não exclui o outro, são complementares por apresentarem objetivos, abrangência e níveis de acurácia diferentes. Porém a utilização das duas metodologias combinadas pode ser muito mais eficiente, com resultados mais rápidos e mais robustos sobre o estado de conservação das áreas protegidas.

Um outro aspecto importante no monitoramento é o acompanhamento da dinâmica do entorno das unidades de conservação. Como vimos neste estudo, as unidades de conservação no Pampa são influenciadas pelas mudanças no uso do solo em suas adjacências. Esses dados evidenciam a necessidade de estabelecimento de zonas de amortecimento adequadas e de cumprimento do seu regramento. As boas práticas devem ser estimuladas, especialmente em propriedades rurais localizadas no entorno, como agricultura e pecuária de baixo impacto, localização adequada de áreas de preservação permanente e reservas legais, e manutenção de remanescentes de vegetação nativa.

Por fim, o estudo apresentou a capacidade de contribuição do sistema de áreas protegidas do bioma Pampa para o alcance das metas nacionais e internacionais de biodiversidade. Apesar de ser um instrumento político, as metas são relevantes em relação ao estabelecimento de padrões mínimos para criação e implantação de sistemas de áreas protegidas para a conservação da biodiversidade. Provavelmente até 2020 as Metas de Aichi serão revistas e repactuadas. Há uma preocupação cada vez mais evidente da comunidade acadêmica em prover respostas para a sociedade e dar apoio a tomada de decisão. Esperamos que, a exemplo do ocorrido na revisão de metas de biodiversidade realizada em 2010, os países sejam cada vez mais ambiciosos e compromissados para o alcance de resultados efetivos de conservação.