



OS DADOS DO CADASTRO AMBIENTAL RURAL ESTÃO SENDO UTILIZADOS PARA A PESQUISA EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO?

Ana Letícia Schreder^{1*}  & Daniela Oliveira de Lima¹ 

¹Universidade Federal da Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis, Av. Jacob Reinaldo Haupenthal, nº 1580, São Pedro, CEP 97900-000, Cerro Largo, RS, Brasil.

E-mails: analeticiaschr@gmail.com (*autor correspondente); daniela.ol.lima@gmail.com

Resumo: O Cadastro Ambiental Rural (CAR) é obrigatório a todos os proprietários rurais e uma fonte valiosa de informação para as pesquisas envolvendo o uso da terra e a conservação da biodiversidade. Este estudo teve como objetivo analisar o uso das informações do CAR em estudos nas áreas de Ecologia e Conservação da biodiversidade no Brasil através de uma perspectiva cienciométrica. Analisamos 512 estudos e encontramos que pesquisas envolvendo o CAR são publicadas primariamente em periódicos de alto fator de impacto com escopo interdisciplinar, e principalmente por profissionais graduados em Ciências Biológicas, com afiliação nas Universidades brasileiras mais prestigiadas. O protagonismo tem sido dos autores nacionais e a Amazônia é o bioma mais estudado, seguido pela Mata Atlântica e o Cerrado. A maior parte dos estudos apenas apresenta discussões gerais em relação à importância do CAR e sua relação com a aplicação do Novo Código Florestal, ou ainda discute suas potencialidades no uso em análises de planejamento ambiental. Apenas 19 estudos abordaram diretamente a temática “Ecologia e Conservação”. Os dados do CAR possuem um potencial subutilizado para pesquisas focadas na biodiversidade brasileira e sua conservação, sendo também necessário expandir os estudos para os biomas menos analisados (Caatinga, Pantanal e Pampa).

Palavras-chave: biodiversidade; cienciométrica; Código Florestal; legislação ambiental; Reserva Legal.

ARE THE DATA FROM THE RURAL ENVIRONMENTAL REGISTRY BEING USED FOR ECOLOGY AND CONSERVATION RESEARCH? The Rural Environmental Registry (CAR) is mandatory for all rural landowners in Brazil and a valuable source of information for research involving land use and biodiversity conservation. This study aimed to analyze the use of CAR information in studies in the areas of Ecology and Conservation in Brazil from a scientometric perspective. We analyzed 512 studies and found that research involving CAR is published primarily in high-impact journals with an interdisciplinary scope, and mainly by professionals with degrees in Biological Sciences affiliated with the most prestigious Brazilian universities. The leading role has been played by national authors, and the Amazon is the most studied biome, followed by the Atlantic Forest and the Cerrado. Most studies only present general discussions regarding the importance of CAR and its relationship with the application of the New Forest Code, or even discuss its potential for use in environmental planning analyses. Only 19 studies directly addressed the theme “Ecology and Conservation”. CAR data have an underutilized potential for research focused on Brazilian biodiversity and its conservation, and it is also necessary to expand studies to the less analyzed biomes (Caatinga, Pantanal and Pampa).

Keywords: biodiversity; environmental legislation; Forest Code; Legal Reserve; scientometrics.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o país com a maior área territorial da América do Sul, com 851 milhões de hectares (Aguilar *et al.* 2023), possuindo uma das maiores diversidades biológicas do mundo. (Ellwanger *et al.* 2022). Apesar de sua extensa área territorial, estimativas do ano de 2022 indicam que 282 milhões de hectares (*i.e.*, 33,2% do território brasileiro) já foram convertidos para atividades agrícolas (MapBiomas 2023). Dentre essas atividades agrícolas, áreas de pastagem correspondem a aproximadamente 165 milhões de hectares (Sparovek *et al.* 2019). Essa expansão agrícola representa uma ameaça à biodiversidade brasileira, fragmentando habitats e colocando em risco espécies endêmicas (Maués & Oliveira 2010). Além disso, 44% do território brasileiro está inserido em propriedades privadas, 36% em áreas públicas e 17% não são registrados, sendo de posse desconhecida ou não designadas (Sparovek *et al.* 2019). Embora as áreas protegidas públicas ou privadas, como parques e estações ecológicas, desempenhem um papel fundamental na conservação da biodiversidade (Fonseca & Venticinque 2018), elas representam apenas uma pequena parcela do território nacional. Atualmente, 19,07% da área continental do Brasil se encontra sob proteção, distribuídos em diferentes categorias de Unidades de Conservação (Brasil 2024). Diante desse cenário, é fundamental reconhecer que a maioria dos ecossistemas naturais brasileiros estão localizados em terras privadas (Metzger *et al.* 2019), e a conservação desses ecossistemas depende do uso e manejo dessas áreas.

Com a crescente demanda por alimentos, somada à pressão econômica das “commodities” (*i.e.*, bens básicos e matérias-primas essenciais como grãos, oleaginosas, carnes, minérios, metais e energia), a substituição da vegetação nativa pela expansão de áreas cultiváveis ocorre em todos os biomas brasileiros, impulsionando o declínio da biodiversidade (Lucas *et al.* 2023). Portanto, existe uma difícil tarefa de tentar conciliar a demanda por terra para a agropecuária com a conservação da biodiversidade (Martinelli *et al.* 2010). Diante desta necessidade, o Novo Código Florestal (Brasil 2012) revisou e atualizou as normas para o uso sustentável da vegetação nativa em propriedades rurais. Essa legislação vigente, assim como as anteriores, busca conciliar os interesses dos diversos setores da sociedade, promovendo a proteção ambiental

e o desenvolvimento socioeconômico do campo. Para alcançar esse equilíbrio, são definidas duas áreas essenciais a serem preservadas: A Reserva Legal e as Áreas de Preservação Permanente. A Reserva Legal corresponde a um percentual mínimo da propriedade rural que deve ser mantido com vegetação nativa. Essa porcentagem varia entre 20% e 80%, de acordo com o bioma da região, e tem como objetivo assegurar a conservação da biodiversidade, a proteção dos recursos hídricos e a produção sustentável na propriedade (Brasil 2012). Já as Áreas de Preservação Permanente (APPs) visam a preservação dos recursos hídricos, a proteção do solo e a conservação da biodiversidade (Brasil 2012). Vale ressaltar que as Áreas de Preservação Permanentes e a Reserva Legal já estavam previstas em legislações anteriores como na Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965 (Brasil 1965), mas o Novo Código Florestal trouxe atualizações para melhor atender às demandas atuais, buscando um equilíbrio mais eficaz entre conservação e agropecuária.

O Novo Código Florestal instituiu o Cadastro Ambiental Rural (CAR) como um registro eletrônico e autodeclaratório para todos os imóveis rurais do país (Santos *et al.* 2022). Essa ferramenta tem como objetivo integrar informações ambientais sobre as propriedades rurais, compondo uma base de dados que pode ser utilizada para o controle do desmatamento, o monitoramento ambiental e o planejamento do uso da terra (Laudares *et al.* 2014). A inscrição no CAR é obrigatória para todas as propriedades rurais, independentemente do tamanho da propriedade ou de sua localização. Os proprietários rurais devem fornecer diversas informações, incluindo a área total do imóvel, as demarcações georreferenciadas das divisas e o percentual de vegetação nativa, bem como outras informações, como atividades agropecuárias desenvolvidas na propriedade, existência de áreas degradadas, entre outras (Roitman *et al.* 2018).

O CAR é uma ferramenta essencial para a gestão ambiental das propriedades rurais e para o cumprimento das obrigações legais constantes no Novo Código Florestal, fornecendo dados importantes, viabilizando diversas ações estratégicas, e constituindo um importante progresso para a fiscalização ambiental do país (Brasil 2012). O CAR não pode ser considerado uma prova de posse da terra, mas concede a melhor análise acessível da distribuição de áreas privadas

no Brasil e, com isso, pode ser considerada uma ferramenta essencial para a identificação de delitos ambientais nas propriedades rurais (Sparovek *et al.* 2019). Apesar de todos os pontos positivos, a implementação efetiva do CAR muitas vezes esbarra em desafios burocráticos e técnicos (Chiavari *et al.* 2023). A interpretação dos dados gerados exige conhecimentos técnicos e específicos e recursos consideráveis, nem sempre disponíveis pelas entidades responsáveis, dificultando o manejo das informações e limitando a efetividade do CAR como ferramenta de gestão ambiental (Jung *et al.* 2017).

O CAR possui um grande potencial para estudos sobre Ecologia e Conservação da biodiversidade. Por exemplo, as informações obtidas através do CAR podem ser utilizadas para monitorar taxas de desmatamento a partir de sua implantação (Luiz & Steinke 2022); identificação de áreas com cobertura vegetal, sua conectividade, e potenciais áreas para corredores ecológicos (Schwaida *et al.* 2018); indicação de locais a serem restaurados com vista a regularização ambiental das propriedades (Leite *et al.* 2020); e análises de dinâmica paisagística para orientar a escolha de áreas prioritárias para conservação (Siqueira & Faria 2019). Diante disso, uma análise cienciométrica pode ser uma importante ferramenta para verificar o uso atual e a existência de lacunas no uso da base de dados do CAR no Brasil. Portanto, este estudo tem como objetivos analisar o uso atual das informações do CAR em estudos acadêmicos no Brasil, com ênfase nas áreas de Ecologia e Conservação e, identificar as principais lacunas e potencialidades de uso destes dados para a conservação da biodiversidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Uma pesquisa bibliográfica sobre o uso do CAR, com foco nas áreas de Ecologia e Conservação, foi realizada em agosto de 2022. A busca foi realizada na plataforma Google Acadêmico (scholar.google.com.br), utilizando a base de dados hospedada no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Os termos de busca foram: [*biodiversity + conservation + Brazil + "Rural Environmental Registry"*]. Foram incluídos na pesquisa artigos publicados, capítulos de livros, teses e dissertações. Dos estudos que retornaram na busca realizada, foram excluídos aqueles que não puderam ser acessados ou que, apesar de terem

sido obtidos com os termos de busca descrito acima, não citavam explicitamente o CAR.

As seguintes informações foram extraídas dos estudos selecionados: (1) revista de publicação, (2) ano de publicação, formação acadêmica (3a) do primeiro e (3b) do último autor, afiliação (4a) do primeiro e (4b) do último autor, (5a) presença ou não de autores brasileiros, (5b) presença ou não de autores internacionais, (6) temática do estudo, (7) utilização do CAR e (8) bioma estudado. As informações sobre a área de formação dos autores (3a e 3b), sua afiliação (4a e 4b), bem como sua nacionalidade (brasileira - 5a - ou internacional - 5b), foram extraídas no Currículo Vitae desses autores disponível na internet, prioritariamente na Plataforma Lattes (lattes.cnpq.br/) e na página oficial das instituições onde os autores eram afiliados. As informações sobre a revista de publicação (1), o ano de publicação (2), bem como a temática do estudo (6), a utilização do CAR (7) e o bioma estudado (8), foram extraídas da leitura do documento. Para as revistas mais recorrentes, foram verificados seus índices de impacto em junho de 2024, na página oficial de cada uma.

Quanto à temática, os estudos foram classificados de acordo com seu tema principal ou principal questão analisada, em cinco categorias: (i) Discussões Gerais: estudos que traziam discussões filosóficas, éticas e/ou legais, como a relação do CAR com o Novo Código Florestal (Brasil 2012), planejamento ambiental ou a filosofia e a ética das relações das pessoas com o campo e a natureza; (ii) Produção de Alimento e Sustentabilidade/Desmatamento: estudos que analisaram questões sobre o impacto ambiental da produção de alimentos no Brasil, como a expansão do plantio de grãos e o desmatamento em propriedades rurais brasileiras; (iii) Análises de Sistemas de Informações Geográficas: estudos que analisaram dados georreferenciados em diferentes escalas geográficas no Brasil, relacionando-os a questões pertinentes ao CAR; (iv) Comportamento dos Proprietários Rurais: estudos que utilizaram como método de pesquisa formulários de entrevistas com os proprietários rurais; e (v) Ecologia e Conservação: estudos sobre a biodiversidade brasileira e sua conservação, como restauração florestal e/ou defaunação em áreas rurais.

Categorizamos também os estudos de acordo com o protagonismo que o CAR teve neles, em: (i) o CAR é apenas citado, (ii) o CAR é um referencial

teórico central e (iii) os dados do CAR são usados nas análises. Por fim, os biomas brasileiros (Amazônia, Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga, Pampa e Pantanal) estudados foram anotados.

RESULTADOS

A busca realizada no Google Acadêmico resultou em 560 estudos (Material suplementar 1). Destes, 48 foram excluídos pois não havia menção ao CAR em seu texto ou por não termos tido acesso, e 512 foram incluídos nas análises. A maior parte dos estudos foi constituída por artigos publicados em revistas (n = 375), seguido por teses e dissertações (n = 52), relatórios técnicos (n = 29), livros (n = 21), *preprints* (n = 14), estudos completos publicados em anais de evento (n = 13) e capítulos de livros (n = 8). Os principais periódicos de publicação foram: “*Land Use Policy*” (n = 26; índice de impacto = 7,1); “*Forests*” (n = 15; índice de impacto = 2,9); “*Sustainability*” (n = 14; índice de impacto = 3,9); “*Ambiente e Sociedade*” (n = 7; índice de impacto = 3,88); “*Ecological Economics*” (n = 7; índice de impacto = 6,53); “*Frontiers in Forests and Global Change*” (n = 7; índice de impacto = 4,33); “*Biota Neotropica*” (n = 6; índice de impacto = 1,46); “*Environmental Research Letters*” (n = 6; índice de impacto = 6,94); e “*World Development*” (n = 6; índice de impacto = 6,67).

Quanto à temporalidade, foi observado um crescimento no número de estudos envolvendo o CAR nos últimos anos (Figura 1). Essa tendência ascendente se destaca especialmente nos anos de 2020 e 2021, com um aumento expressivo na quantidade de pesquisas publicadas. É importante ressaltar que, para o ano de 2022, o gráfico contempla apenas os dados dos oito primeiros meses do ano.

As mais frequentes formações acadêmicas dos primeiros autores foram: Ciências Biológicas (n = 101); Geografia (n = 52); Engenharia Florestal (n = 44); Direito (n = 40); e Economia (n = 33). Já as formações acadêmicas dos últimos autores foram: Ciências Biológicas (n = 66); Geografia (n = 50); Agronomia (n = 37); Economia (n = 34); e Engenharia Florestal (n = 33).

Quanto à nacionalidade dos autores, 361 estudos apresentavam ao menos um autor brasileiro (70% dos estudos), e 256 ao menos um autor internacional (50% dos estudos). O protagonismo nacional também foi evidenciado quando analisadas as instituições de afiliação dos autores. Em relação ao primeiro autor, as principais instituições foram a Universidade de São Paulo (n = 26); Universidade de Brasília (n = 21); Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (n = 15); Universidade Federal do Rio de Janeiro (n = 13); Universidade de Wageningen (Holanda; n = 10); e Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (n = 10). Em relação a afiliação do último

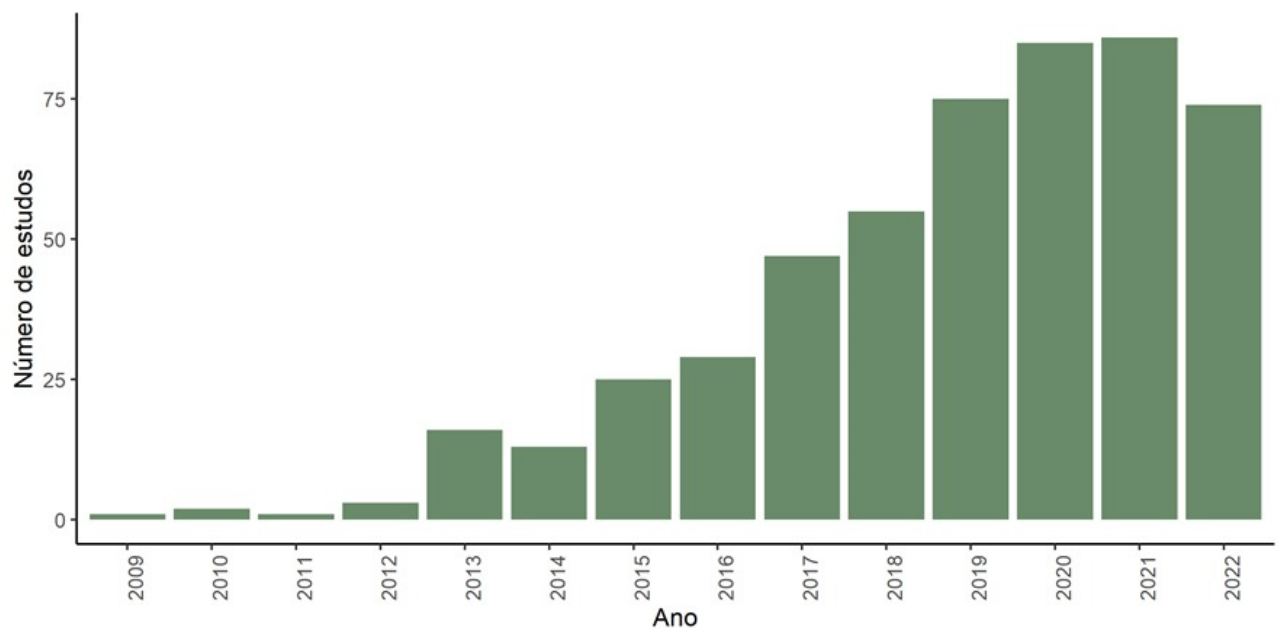


Figura 1. Número de estudos sobre o Cadastro Ambiental Rural classificados de acordo com o ano de sua divulgação. Para o ano de 2022 foram analisados apenas os primeiros oito meses.

Figure 1. Number of studies of Rural Environmental Registry classified according to the year of their disclosure. For the year 2022, only the first eight months were analyzed.

autor, as principais foram: Universidade de São Paulo (n = 19); Universidade de Brasília (n = 14); Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (n = 12); Universidade Federal de Minas Gerais (n = 11); Centro Internacional de Investigação Florestal (n = 8); Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (n = 8); e Universidade Federal do Rio de Janeiro (n = 8).

Todos os estudos analisados foram classificados de acordo com suas temáticas, sendo a de “Discussões Gerais” a mais frequente (n = 252), seguida por “Produção de Alimento e Sustentabilidade/Desmatamento” (n = 113), “Análises de Sistemas de Informações Geográficas” (n = 96), “Comportamento dos Proprietários Rurais” (n = 32), e “Ecologia e Conservação” (n = 19).

Apenas 21,3% dos estudos (n = 109) utilizaram os dados do CAR de forma efetiva em suas análises. A grande maioria dos estudos apenas citou o CAR no seu texto (73,05%). Os demais (5,66%) tinham o CAR como principal referencial teórico, mas não realizaram nenhuma análise com o seu banco de dados. Considerando a relação entre temática de estudo e utilização efetiva dos dados do CAR, o maior uso proporcional dos dados do CAR foi encontrado

para os estudos das temáticas “Análises de Sistemas de Informações Geográficas” (43%), seguido por “Ecologia e Conservação” (37%), “Comportamento dos proprietários rurais” (31%), “Produção de alimento e sustentabilidade/desmatamento” (18%) e, por fim, “Discussões Gerais” (12%) (Tabela 1).

Os biomas Amazônia, Mata Atlântica e Cerrado foram os mais recorrentes nos estudos sobre o CAR, com 178, 60 e 37 estudos, respectivamente (Figura 2). Os outros três biomas brasileiros (Caatinga, Pantanal e Pampa) foram os menos frequentes nos estudos, com nove, seis e um estudo, respectivamente.

DISCUSSÃO

Este estudo analisou como os dados do CAR estão sendo utilizados pelos pesquisadores nos primeiros anos de existência desse cadastro. Embora o foco central da pesquisa fosse o uso do CAR em estudos de Ecologia e Conservação, a maioria dos artigos encontrados não utiliza os dados da plataforma de registro, nem a toma como referência teórica fundamental. As citações ao CAR se limitam ao longo do texto, frequentemente apenas na

Tabela 1. Relação entre a temática principal de estudo e a utilização do Cadastro Ambiental Rural (CAR) em 512 estudos obtidos através de revisão bibliográfica em agosto de 2022.

Table 1. Relationship between the main study theme and the use of the Rural Environmental Registry (CAR) in 512 studies gathered based on bibliographic revision in August 2022.

Temática principal	Utilização do CAR	N	Σ
Análises de Sistemas de Informações Geográficas	O CAR é apenas citado	48	96
	O CAR é um referencial teórico central	7	
	Dados do CAR usados nas análises	41	
Comportamento dos proprietários rurais	O CAR é apenas citado	18	32
	O CAR é um referencial teórico central	4	
	Dados do CAR usados nas análises	10	
Discussões gerais	O CAR é apenas citado	205	252
	O CAR é um referencial teórico central	16	
	Dados do CAR usados nas análises	31	
Ecologia e conservação	O CAR é apenas citado	11	19
	O CAR é um referencial teórico central	1	
	Dados do CAR usados nas análises	7	
Produção de alimento e sustentabilidade / desmatamento	O CAR é apenas citado	92	113
	O CAR é um referencial teórico central	1	
	Dados do CAR usados nas análises	20	

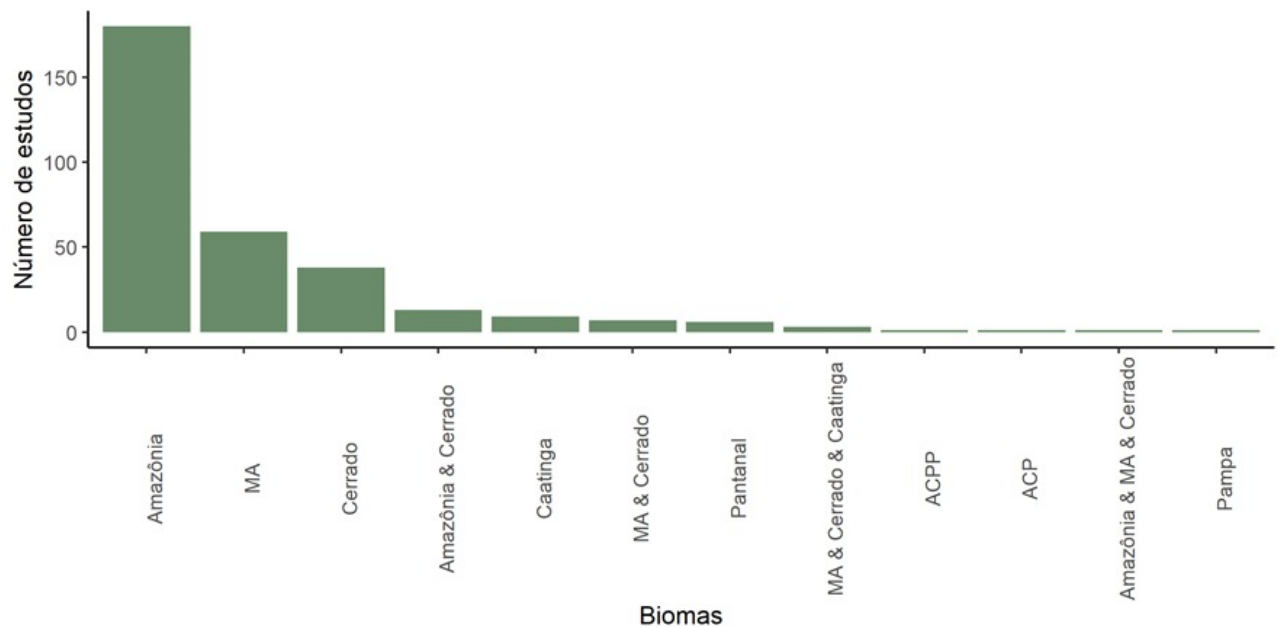


Figura 2. Número de estudos sobre o Cadastro Ambiental Rural classificados de acordo com o bioma onde o estudo foi realizado. Legenda: MA - Mata Atlântica; ACPP - Amazônia, Cerrado, Pampa e Pantanal; ACP - Amazônia, Cerrado e Pantanal.

Figure 2. Number of studies of Rural Environmental Registry classified according to their biome. MA - Atlantic Forest; ACPP - Amazon, Cerrado, Pampa and Pantanal; ACP - Amazon, Cerrado and Pantanal.

introdução ou discussão. De forma semelhante, a maior parte dos estudos analisou questões gerais de legislação e políticas ambientais, com uma abordagem ainda muito genérica, não analisando diretamente questões relativas a biodiversidade e sua conservação (Roitman *et al.* 2018, Stefanos *et al.* 2018). Considerando o potencial de uso dos dados disponibilizados pelo CAR, fornecendo informações sobre áreas para restauração (Siqueira & Faria 2019), indicadores de conectividade (Schwaiba *et al.* 2018), taxas de desmatamento (Luiz & Steinke 2022) ou ainda indicação de locais a serem restaurados com vista a regularização ambiental das propriedades (Leite *et al.* 2020), podemos afirmar que o CAR está sendo subutilizado como fonte de informação para estudos nas áreas de Ecologia e Conservação.

Os estudos analisados foram predominantemente publicados em periódicos de alto fator de impacto, o que demonstra o reconhecimento da comunidade científica em relação ao tema. A revista mais recorrente também foi a de maior fator de impacto, a *"Land Use Policy"*, periódico internacional, sendo classificada dentro do QUALIS A1 em todas as áreas acadêmicas pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. As

revistas *"Sustainability"* e *"Ecological Economics"*, terceira e quinta revistas com maior número de estudos publicados sobre o CAR, também estão entre as principais revistas que publicam estudos sobre economia verde (Cai & Guo 2021). Em um estudo cienciométrico sobre ecologia de populações, a alta qualificação das principais revistas encontradas foi considerada um indicativo de que esta área da ecologia possui propósitos sólidos e uma boa rede de circulação do conhecimento (Lima-Barreto *et al.* 2007). O mesmo poderia ser considerado para as pesquisas envolvendo o CAR. O alto impacto acadêmico também pode estar alinhado ao grande impacto socioambiental que esse tema possui, pois é uma ferramenta importante para a conciliação do uso da terra entre as demandas de produção de alimentos e de manutenção dos ecossistemas e seus serviços (Alves *et al.* 2017).

Outro indicativo importante sobre as pesquisas envolvendo o CAR é a tendência temporal de aumento no número de estudos divulgados. Esta é uma tendência comum em praticamente todos os estudos cienciométricos (Santos *et al.* 2016, Silva-Filho 2019, Cai & Guo 2021, Faria *et al.* 2021) e indica um potencial de aumento na produção de

conhecimento na área. Importante ressaltar que, embora o CAR tenha sido instituído em 2012, a discussão e o planejamento para a criação do CAR já estavam em curso em anos anteriores, justificando assim que já houvesse estudos divulgados desde 2009 sobre esse tema. Este resultado indica que a comunidade científica já vinha se debruçando sobre essa temática antes mesmo de sua implementação prática.

Na formação dos autores destacamos a interdisciplinaridade de formações, considerada um fator extremamente positivo nos estudos que envolvem o CAR, pois mostra a diversidade de perspectivas, transcendendo os limites de uma única área do conhecimento. Essa diversidade de formações pode gerar pesquisas mais robustas, capazes de analisar o CAR sob diferentes perspectivas, desde aspectos biológicos e ecológicos até implicações socioeconômicas e políticas (Fiorini *et al.* 2020, Polizel *et al.* 2021). Houve uma maior frequência de autores formados em Ciências Biológicas, Geografia, Engenharia Florestal e Agronomia, justamente áreas do conhecimento relacionadas com a manutenção e gestão dos recursos naturais e análises do uso do espaço (Oliveira & Filho 2016, Schwaida *et al.* 2018).

Mesmo considerando que esta revisão incluiu apenas estudos divulgados em inglês, as principais instituições de afiliação dos autores foram nacionais, com destaque para a Universidade de São Paulo e a Universidade de Brasília, reconhecidas por seu alto impacto na pesquisa, além de outras universidades importantes como, por exemplo, a Universidade Federal do Rio de Janeiro e a Universidade Federal de Lavras. Apesar da grande diversidade de instituições envolvidas com a pesquisa sobre o CAR, entre as instituições com mais estudos realizados houve uma grande dominância das universidades mais antigas e tradicionais do país. Embora tenha havido um grande esforço de interiorização do ensino superior, a pesquisa científica ainda está concentrada nas instituições mais antigas (Perlatto 2013). A ciência brasileira de uma forma geral, bem como nos estudos envolvendo o CAR e/ou a biodiversidade, poderia avançar mais se essas novas instituições tivessem suas condições de pesquisa equiparadas às universidades tradicionais brasileiras, diminuindo as consolidadas desigualdades de condições entre grupos e instituições de pesquisa (Sun *et al.* 2024).

Quanto à nacionalidade dos autores, houve um grande interesse da comunidade científica, tanto de

autores brasileiros como internacionais, em estudar o CAR e sua temática abrangente, demonstrando a grande relevância do tema. A integração na pesquisa brasileira com pesquisadores internacionais é muito importante para fortalecer a pesquisa nacional, pois amplia o leque de conhecimentos e perspectivas, potencializando a pesquisa brasileira. Estudos cienciométricos realizados na Índia, Vietnã e Brasil indicaram que parcerias internacionais têm potencial altíssimo em aumentar o impacto das pesquisas realizadas (Nguyen *et al.* 2017, Basu & Aggarwal 2001, Leta & Chaimovich 2002). Porém, mesmo este tema sendo de grande interesse para pesquisadores internacionais, o protagonismo foi dos pesquisadores brasileiros, estando presentes em 70% dos estudos; já os pesquisadores internacionais estiveram ausente em 49% dos estudos. Entretanto, esse protagonismo de pesquisadores brasileiros era esperado, uma vez que este tema de pesquisa está relacionado a uma lei nacional.

Com relação à temática de estudo, houve uma grande concentração dos estudos em “Discussões Gerais”. Destes, a maioria dos estudos abordava questões relativas à importância e a aplicação do Novo Código Florestal; análises inferências sobre o cumprimento da lei; ou, ainda, análises do planejamento da legislação ambiental no Brasil (Roitman *et al.* 2018, Stefanos *et al.* 2018, Cordeiro-Beduschi 2020, Klinger & Mack 2020, Santos *et al.* 2021). A maioria dos estudos na temática “Produção de alimento e sustentabilidade/desmatamento” analisou a expansão agrícola e agropecuária no Brasil e a mudança no uso da terra, bem como suas implicações na conservação ambiental e na capacidade de produção de alimentos do Brasil (Celidônio *et al.* 2019, Almeida *et al.* 2020, Mammadova *et al.* 2020). Na temática “Análises de Sistemas de Informações Geográficas”, a maioria dos estudos analisou dados referentes ao desmatamento, como, por exemplo, analisando a mudança de paisagem em um determinado período de tempo (Assunção *et al.* 2017, Siqueira & Faria 2019, Souza *et al.* 2021). Na temática “Comportamento dos proprietários rurais”, os estudos investigaram a percepção dos proprietários sobre o CAR, bem como se as propriedades estavam de acordo com o Novo Código Florestal, ou avaliaram a variação das taxas do desmatamento em resposta a implementação do CAR (L’Roe *et al.* 2016, Rasmussen *et al.* 2017, Pacheco *et al.* 2021).

Quanto à temática “Ecologia e Conservação”, os estudos abordaram principalmente questões relativas à relevância da conservação da vegetação nativa, estratégias de restauração ecológica em áreas degradadas e prestação dos serviços ecossistêmicos e os benefícios que eles fornecem (Fernandes *et al.* 2020, Camargo *et al.* 2022, Matos *et al.* 2022, Mendonça *et al.* 2022, Parron *et al.* 2022, Shyamsundar *et al.* 2022). Estudos em escalas de paisagem ou regional com espécies da fauna e flora brasileira poderiam, por exemplo, utilizar os dados do CAR (*e.g.*, tamanho da área de vegetação nativa das propriedades e hidrografia) como variáveis explicativas dos padrões ecológicos observados. No entanto, apesar dos esforços de pesquisa já realizados serem importantes e válidos, os dados disponibilizados pelo CAR são muito ricos em informações e estão sendo subutilizados dentro da temática Ecologia e Conservação.

Por fim, houve uma predominância de estudos realizados na Amazônia. Este não é um resultado inesperado, visto a importância biológica da região, conhecida por sua rica biodiversidade, alta concentração de espécies endêmicas e relevância para os serviços ecossistêmicos globais (Antonelli *et al.* 2018). Essa importância se traduz em um grande interesse científico nacional e internacional pela Amazônia (Franzolin *et al.* 2020, Fearnside 2021). Na sequência, os biomas mais estudados foram a Mata Atlântica e o Cerrado. De forma análoga, esses três biomas tiveram um maior número de estudos realizados sobre as suas espécies de mamíferos quando comparados aos demais biomas (Brito *et al.* 2009). Também podemos destacar que muitas das instituições de pesquisa citadas acima estão situadas na Mata Atlântica e no Cerrado, instigando os pesquisadores afiliados nestas instituições a analisar a situação do CAR em sua área de abrangência. Portanto, estudos futuros deveriam dar mais ênfase aos demais biomas (*i.e.*, Caatinga, Pantanal e Pampa), que são historicamente os menos protegidos, os menos estudados e os mais fragilizados em relação à conservação da sua biodiversidade (Overbeck *et al.* 2007, Santos *et al.* 2011, Overbeck *et al.* 2013), e aqui figuram entre os biomas negligenciados quanto ao uso do CAR em pesquisas científicas.

Nossos resultados fornecem a primeira análise do uso dos dados do CAR na ciência brasileira, analisando suas tendências e padrões. Os estudos

analisados, de uma forma geral, foram divulgados em periódicos internacionais com alto fator de impacto. Contudo, a utilização do CAR ainda se mostra superficial e focada nas discussões acerca da importância e aplicação da legislação ambiental no Brasil. Entretanto, os dados do CAR possuem grande potencial de uso em estudos focados na biodiversidade brasileira e sua conservação, sendo também necessário expandir os estudos para os biomas menos analisados.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Universidade Federal da Fronteira Sul – *Campus* Cerro Largo e o Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis – PPGATS - pela oportunidade de realizar este trabalho.

REFERÊNCIAS

- Aguiar, A. C. F., Scarano, F. R., Bozelli, R. L., Branco, P. D., Ceotto, P., Farjalla, V. F., Loyola, R., & Silva, J. M. C. 2023. Business, biodiversity, and innovation in Brazil. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 21(1), 6–16. DOI: 10.1016/j.pecon.2022.12.002
- Almeida, A. S., Vieira, I. C. G., & Ferraz, S. F. B. 2020. Long-term assessment of oil palm expansion and landscape change in the eastern Brazilian Amazon. *Land Use Policy*, 90(1), 104321. DOI: 10.1016/j.landusepol.2019.104321
- Antonelli, A., Zizka, A., Carvalho, F. A., Scharn, R., Bacon, C. D., Silvestro, D., & Condamine, F. L. 2018. Amazonia is the primary source of Neotropical biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(23), 6034–6039. DOI: 10.1073/pnas.1713819115
- Assunção, J., Gandour, C., Pessoa, P., & Rocha, R. 2017. Property-level assessment of change in forest clearing patterns: The need for tailoring policy in the Amazon. *Land Use Policy*, 66(1), 18–27. DOI: 10.1016/j.landusepol.2017.04.022
- Basu, A., & Aggarwal, R. 2001. International collaboration in science in India and its impact on institutional performance. *Scientometrics*, 52(3), 379–394. DOI: 10.1023/A:1014239731175
- Brasil. 1965. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF.

- Brasil. 2012. Lei nº 12.651, de 28 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da União, Brasília, DF.
- Brasil. 2024. Cadastro Nacional de Unidades de Conservação – Dados consolidados. (Retrieved on September 25th, 2024 from <https://cnuc.mma.gov.br/powerbi>).
- Brito, D., Oliveira, L. C., Oprea, M., & Mello, M. A. 2009. An overview of Brazilian mammalogy: trends, biases and future directions. *Zoologia*, 26(1), 67–73. DOI: 10.1590/S1984-46702009000100011
- Cai, R., & Guo, J. 2021. Finance for the environment: A scientometrics analysis of green finance. *Mathematics*, 9(13), 1537. DOI: 10.3390/math9131537
- Camargo, N. F., Reis, G. G., Mendonça, A. F., Laumann, R. A., Nardoto, G. B., Camargo, A. J. A., & Vieira, E. M. 2022. Native marsupial acts as an in situ biological control agent of the main soybean pest (*Euschistus heros*) in the Neotropics. *European Journal of Wildlife Research*, 68(1), 62. DOI: 10.1007/s10344-022-01609-3
- Celidonio, O. L. M., Werner, L. S., & Gil, J. D. B. 2019. The determinants of recent soybean expansion in Mato Grosso, Brazil. *International Food and Agribusiness Management Review*, 22(2), 173–191. DOI: 10.22434/IFAMR2018.0072
- Chiavari, J., Lopes, C. L., Machado, L. A.. 2023. The Brazilian Forest code: The challenges of legal implementation. In: N. Søndergaard, C. D. Sá & A. F. Barros-Plataiu (Eds.), *Sustainability Challenges of Brazilian Agriculture: Governance, Inclusion, and Innovation*. pp. 295–314. Cham: Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-031-29853-0_15
- Cordeiro-Beduschi, L. E. 2020. Forest Governance in Brazil and Chile: Institutions and practices in the implementation of sustainable management of native forests. In: F. Fuders & P. Donoso (Eds), *Ecological economic and socio ecological strategies for forest conservation*. pp. 213–226. Cham: Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-030-35379-7_11
- Ellwanger, J. H., Nobre, C. A., & Chies, J. A. B. 2022. Brazilian biodiversity as a source of power and sustainable development: a neglected opportunity. *Sustainability*, 15(1), 482. DOI: 10.3390/su15010482
- Faria, K. M. S., Pessoa, M. A., & Silva, E. V. 2021. Geoecologia das paisagens: uma análise cienciométrica da sua produção científica no Brasil (1990 - 2019). *Revista do Departamento de Geografia*, 41(1), e178138. DOI: 10.11606/eissn.2236-2878.rdg.2021.178138
- Fearnside, P. M. 2021. The intrinsic value of Amazon biodiversity. *Biodiversity and Conservation*, 30(4), 1199–1202. DOI: 10.1007/s10531-021-02133-7
- Fernandes, G. W., Arantes-Garcia, L., Barbosa, M., Barbosa, N. P. U., Batista, E. K. L., Beiroz, W., Resende, F. M., Abrahão, A., Almada, E. D., Alves, E., Alves, N. J., Angrisano, P., Arista, M., Arroyo, J., Arruda, A. J., Bahia, T. O., Braga, L., Brito, L., Callisto, M., Caminha-Paiva, D., Carvalho, M., Conceição, A. A., Costa, L. N., Cruz, A., Cunha-Blum, J., Dagevos, J., Dias, B. F. S., Pinto, V. D., Dirzo, R., Domingos, D. Q., Echternacht, L., Fernandes, S., Figueira, J. E. C., Fiorini, C. F., Giulietti, A. M., Gomes, A., Gomes, V. M., Gontijo, B., Goulart, F., Guerra, T. J., Junqueira, P. A., Lima-Santos, D., Marques, J., Meira-Neto, J., Miola, D. T. B., Morellato, L. P. C., Negreiros, D., Neire, E., Neves, A. C., Neves, F. S., Novais, S., Oki, Y., Oliveira, E., Oliveira, R. S., Pivari, M. O., Pontes-Junior, E., Ranieri, B. D., Ribas, R. P., Scariot, A., Schaefer, C. E., Sena, L., Silva, P. G., Siqueira, P. R., Soares, N. C., Soares-Filho, B., Solar, R., Tabarelli, M., Vasconcellos, R., Vilela, E., Silveira, F. A. O., & Silveira, F. A. O. 2020. Biodiversity and ecosystem services in the Campo Rupestre: A road map for the sustainability of the hottest Brazilian biodiversity hotspot. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 18(4), 213–222. DOI: 10.1016/j.pecon.2020.10.004
- Fiorini, A. C. O., Mullally, C., Swisher, M., & Putz, F. E. 2020. Forest cover effects of payments for ecosystem services: Evidence from an impact evaluation in Brazil. *Ecological Economics*, 169(1), 106522. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2019.106522
- Fonseca, C. R., & Venticinque, E. M. 2018. Biodiversity conservation gaps in Brazil: A role for systematic conservation planning. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 16(2), 61–67. DOI: 10.1016/j.pecon.2018.03.001
- Franzolin, F., Garcia, P. S., & Bizzo, N. 2020. Amazon conservation and students' interests for biodiversity: The need to boost science education in Brazil. *Science Advances*, 6(35), eabb0110. DOI: 10.1126/sciadv.abb0110
- Jung, S., Rasmussen, L. V., Watkins, C., Newton, P., & Agrawal, A. 2017. Brazil's national environmental

- registry of rural properties: implications for livelihoods. *Ecological Economics*, 136(1), 53–61. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2017.02.004
- Klingler, M., & Mack, P. 2020. Post-frontier governance up in smoke? Free-for-all frontier imaginations encourage illegal deforestation and appropriation of public lands in the Brazilian Amazon. *Journal of Land Use Science*, 15(2–3), 424 – 438. DOI: 10.1080/1747423X.2020.1739765
- Laudares, S. S. A., Silva, K. G., & Borges, L. A. C. 2014. Cadastro Ambiental Rural: uma análise da nova ferramenta para regularização ambiental no Brasil. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 31(1), 111–122. DOI: 10.5380%2Fdma.v31i0.33743
- Leite, L. H., Barros, V. C. C. D., Monteiro, M. E. C., Moras-Filho, L. O., & Borges, L. A. C. 2020. Permanent preservation areas in Mantiqueira Sierra: perspectives for regularization along watercourses. *Revista Ambiente & Água*, 15(1), e2422. DOI: 10.4136/ambi-agua.2422
- Leta, J., & Chaimovich, H. 2002. Recognition and international collaboration: The Brazilian case. *Scientometrics*, 53(3), 325–335. DOI: 10.1023/A:1014868928349
- Lima-Ribeiro, M. D. S., Nabout, J. C., Pinto, M. P., Moura, I. O., Melo, T. L., Costa, S. S., & Rangel, T. F. L. V. D. B. 2007. Scientometric analysis in population ecology: Importance and trends over the last 60 years. *Acta Scientiarum - Biological Sciences*, 29(1), 39–47. DOI: 10.4025/actasciobiolsci.v29i1.125
- L’Roe, J., Rausch, L., Munger, J., & Gibbs, H. K. 2016. Mapping properties to monitor forests: Landholder response to a large environmental registration program in the Brazilian Amazon. *Land Use Policy*, 57(1), 193–203. DOI: 10.1016/j.landusepol.2016.05.029
- Lucas, K. R., Caldarelli, C. E., & Ventura, M. U. 2023. Agriculture and biodiversity damage: A prospective evaluation of the impact of Brazilian agriculture on its ecoregions through life cycle assessment methodology. *Science of the Total Environment*, 899(1), 165762. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.165762
- Luiz, C. H. P., & Steinke, V. A. 2022. Recent environmental legislation in Brazil and the impact on cerrado deforestation rates. *Sustainability*, 14(13), 8096. DOI: 10.3390/su14138096
- Mammadova, A., Behagel, J., & Masiero, M. 2020. Making deforestation risk visible. Discourses on bovine leather supply chain in Brazil. *Geoforum*, 112(1), 85–95. DOI: 10.1016/j.geoforum.2020.03.008
- MapBiomas. 2023. Projeto MapBiomas - Coleção 7 da Série anual de mapas de cobertura e uso da terra do Brasil. (Retrieved on xxxxxx xxxth, 2023, from <https://brasil.mapbiomas.org/faq/como-faco-para-citar-os-dados-do-mapbiomas/>).
- Martinelli, L. A., Naylor, R., Vitousek, P. M., & Moutinho, P. 2010, December. Agriculture in Brazil: Impacts, costs, and opportunities for a sustainable future. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2(5–6), 431–438. DOI: 10.1016/j.cosust.2010.09.008
- Matos, P. S., Silva, C. F., Pereira, M. G., Silva, E. M. R., Tarré, R. M., Franco, A. L. C., & Zonta, E. 2022. Short-term modifications of mycorrhizal fungi, glomalin and soil attributes in a tropical agroforestry. *Acta Oecologica*, 114(1), 103815. DOI: 10.1016/j.actao.2022.103815
- Maués, M. M., & Oliveira, P. E. A. M. 2010. Consequências da fragmentação do habitat na ecologia reprodutiva de espécies arbóreas em florestas tropicais, com ênfase na Amazônia. *Oecologia Australis*, 14(1), 238–250. DOI: 10.4257/oeco.2010.1401.14
- Mendonça, G. C., Costa, R. C. A., Parras, R., Oliveira, L. C. M., Abdo, M. T. V. N., Pacheco, F. A. L., & Pissarra, T. C. T. 2022. Spatial indicator of priority areas for the implementation of agroforestry systems: An optimization strategy for agricultural landscapes restoration. *Science of the Total Environment*, 839(1), 156185. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.156185
- Metzger, J. P., Bustamante, M. M., Ferreira, J., Fernandes, G. W., Librán-Embid, F., Pillar, V. D., Prist, P. R., Rodrigues, R. R., Vieira, I. C. G., Overbecki, G. E., & 407 scientist signatories. 2019. Por que o Brasil precisa de suas Reservas Legais. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 17(3), 104–116. DOI: 10.1016/j.pecon.2019.09.001
- Nguyen, T. V., Ho-Le, T. P., & Le, U. V. 2017. International collaboration in scientific research in Vietnam: an analysis of patterns and impact. *Scientometrics*, 110(2), 1035–1051. DOI: 10.1007/s11192-016-2201-1

- Oliveira, G. D. C., & Filho, E. I. F. 2016. Automated mapping of permanent preservation areas on hilltops. *Cerne*, 22(1), 111–120. DOI: 10.1590/01047760201622012100
- Overbeck, G. E., Hermann, J. M., Andrade, B. O., Boldrini, I. I., Kiehl, K., Kirmer, A., & Pillar, V. D. 2013. Restoration ecology in Brazil-time to step out of the forest. *Natureza & Conservação*, 11(1), 92–95. DOI: 10.4322/natcon.2013.015
- Overbeck, G. E., Müller, S. C., Fidelis, A., Pfadenhauer, J., Pillar, V. D., Blanco, C. C., & Forneck, E. D. 2007. Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 9(2), 101–116. DOI: 10.1016/j.ppees.2007.07.005
- Pacheco, R., Rajão, R., van der Hoff, R., & Soares-Filho, B. 2021. Will farmers seek environmental regularization in the Amazon and how? Insights from the Rural Environmental Registry (CAR) questionnaires. *Journal of Environmental Management*, 284(1), 112010. DOI: 10.1016/j.jenvman.2021.112010
- Parron, L. M., Villanueva, A. J., & Glenk, K. 2022. Estimating the value of ecosystem services in agricultural landscapes amid intensification pressures: The Brazilian case. *Ecosystem Services*, 57(1), 101476. DOI: 10.1016/j.ecoser.2022.101476
- Perlatto, F. 2013. As mudanças estruturais das universidades públicas brasileiras: Uma proposta dialética de interpretação. *Pesquisa e Debate em Educação*, 3(1), 13–27. <https://periodicos.uff.br/index.php/RPDE/article/view/32247>
- Polizel, S. P., Vieira, R. M. D. S. P., Pompeu, J., Ferreira, Y. C., Sousa-Neto, E. R., Barbosa, A. A., & Ometto, J. P. H. B. 2021. Analysing the dynamics of land use in the context of current conservation policies and land tenure in the Cerrado–MATOPIBA region (Brazil). *Land Use Policy*, 109(1), 105713. DOI: 10.1016/j.landusepol.2021.105713
- Rasmussen, L. V., Jung, S., Brites, A. D., Watkins, C., & Agrawal, A. 2017. Understanding smallholders' intended deforestation behavior in the Brazilian Cerrado following environmental registry. *Environmental Research Letters*, 12(9), 094001. DOI: 10.1088/1748-9326/aa7ee5
- Roitman, I., Vieira, L. C. G., Jacobson, T. K. B., Bustamante, M. M. C., Marcondes, N. J. S., Cury, K., & Avila, M. L. 2018. Rural Environmental Registry: An innovative model for land-use and environmental policies. *Land Use Policy*, 76(1), 95–102. DOI: 10.1016/j.landusepol.2018.04.037
- Santos, F. S., Campos, C. B. M., Minasi, L. B., Cruz, A. D., & Cruz, A. S. 2022. Análise cienciométrica da produção científica sobre peixes continentais no Brasil. *Revista Mais Educação*, 5(1), 417–430. DOI: 10.51778/2595-9611.v5i1p417-430
- Santos, A. R., Chimalli, T., Peluzio, J. B. E., Silva, A. G., Santos, G. M. A. D. A., Lorenzon, A. S., & Ribeiro, C. A. A. S. 2016. Influence of relief on permanent preservation areas. *Science of the Total Environment*, 541(1), 1296–1302. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2015.10.026
- Santos, J. C., Leal, I. R., Almeida-Cortez, J. S., Fernandes, G. W., & Tabarelli, M. 2011. Caatinga: The scientific negligence experienced by a dry tropical forest. *Tropical Conservation Science*, 4(3), 276–286. DOI: 10.1177/194008291100400306
- Santos, P. P., Menezes, S. J. M. C., Jesus-Júnior, W. C., Telles, L. A. A., Souza, M. H., Silva, S. F., & Santos, A. R. 2021. Geotechnologies applied to analysis of the rural environmental cadastre. *Land Use Policy*, 101(1), 105127. DOI: 10.1016/j.landusepol.2020.105127
- Schwaida, S. F., Cicerelli, R. E., Almeida, T. D., & Roig, H. L. 2018. Challenges and strategies on implementing an ecological corridor between protected areas in Cerrado biome. *Revista Árvore*, 41(1), e410611. DOI: 10.1590/1806-90882017000600011
- Shyamsundar, P., Cohen, F., Boucher, T. M., Kroeger, T., Erbaugh, J. T., Waterfield, G., & Zhang, X. X. 2022. Scaling smallholder tree cover restoration across the tropics. *Global Environmental Change*, 76(1), 102591. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2022.102591
- Silva-Filho, J. N. 2019. Volume de publicações científicas sobre Educação Ambiental na Base SciELO Brasil: um estudo de cienciométrica. *Revista Brasileira de Educação Ambiental*, 14(1), 207–221. DOI: 10.34024/revbea.2019.v14.2598
- Siqueira, M. N., & Faria, K. M. S. D. 2019. Analysis of the landscape dynamics in the municipality of Rio Verde, Goiás, Brazil: a tool to choose priority areas for conservation. *Sociedade & Natureza*, 31(1), e38832. DOI: 10.14393/SN-v31-2019-38832
- Souza, A. R., Dupas, F. A., & Silva, I. A. 2021. Spatial targeting approach for a payment for ecosystem

- services scheme in a peri-urban wellhead area in southeastern Brazil. *Environmental Challenges*, 5(1), 100206. DOI: 10.1016/j.envc.2021.100206
- Sparovek, G., Reydon, B. P., Pinto, L. F. G., Faria, V., Freitas, F. L. M., Azevedo-Ramos, C., & Ribeiro, V. 2019. Who owns Brazilian lands? *Land Use Policy*, 87(1), 104062. DOI: 10.1016/j.landusepol.2019.104062
- Stefanes, M., Roque, F. O., Lourival, R., Melo, I., Renaud, P. C., & Quintero, J. M. O. 2018. Property size drives differences in forest code compliance in the Brazilian Cerrado. *Land Use Policy*, 75(1), 43–49. DOI: 10.1016/j.landusepol.2018.03.022
- Sun, Y., Caccioli, F., Li, X., & Livan, G. 2024. The academic Great Gatsby Curve. *Journal of the Royal Society Interface*, 21(217), 20240173. DOI: 10.1098/rsif.2024.0173

MATERIAL SUPPLEMENTAR

Material Suplementar 1. Lista das referências obtidas no Google Acadêmico durante a busca bibliográfica utilizando os termos [*biodiversity + conservation + Brazil + “Rural Environmental Registry”*] e que foram utilizadas no presente estudo.

Supplementary Material 1. *List of references obtained during the bibliographic search in Google Scholar using the terms [biodiversity + conservation + Brazil + “Rural Environmental Registry”] and which were used in the present study.*

Submitted: 29 January 2024

Accepted: 18 October 2024

Published online: 04 November 2024

Associate Editor: Ana Cláudia Delciellos