

Desafios e perspectivas do cadastro ambiental rural: um olhar sobre a bacia hidrográfica do rio Cachoeira, Bahia, Brasil

Challenges and perspectives of the rural environmental registry: a look at the Cachoeira river basin, Bahia, Brazil

Ernesto Santana dos Reis¹; Marciel Elio Rodrigues²

¹ Universidade Estadual de Santa Cruz , Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente/PRODEMA, Ilhéus/BA, Brasil. Email: ernestoreis@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3298-1897>

² Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas, Vitória da Conquista/BA, Brasil. Email: marciel.rodrigues@uesb.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8161-6234>

Resumo: O Cadastro Ambiental Rural (CAR) e o Programa de Regularização Ambiental (PRA), instituídos pelo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), são ferramentas críticas para a gestão ambiental de propriedades rurais no Brasil. Apesar de avanços em sua implementação, o CAR apresenta desafios como sobreposição de imóveis, inconsistências de dados e discrepâncias nas declarações de Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Reserva Legal (RL). Este estudo analisou a eficácia do CAR na bacia do rio Cachoeira, sul da Bahia, Brasil, comparando seus dados gráficos e declaratórios com sistemas de cadastro existentes. Os resultados revelaram deficiências na integração entre bases de dados, erros técnicos e lacunas na conformidade ambiental. Sugere-se a criação de protocolos padronizados para validação do CAR, além da implementação do modelo internacional de administração fundiária (Land Administration Domain Model - LADM) no Brasil, visando harmonizar sistemas e garantir precisão cartográfica. Além disso, é essencial promover a conscientização dos produtores sobre obrigações legais e práticas de conservação ambiental. A padronização proposta pode mitigar conflitos, aprimorar a regularização ambiental e apoiar políticas públicas.

Palavras-chave: Regularização Ambiental; Cadastro Territorial; CAR.

Abstract: The Rural Environmental Registry (CAR) and the Environmental Regularization Program (PRA), established by the Forest Code (Law No. 12,651/2012), are critical tools for environmental management of rural properties in Brazil. Despite advances in their implementation, the CAR faces challenges such as property overlaps, data inconsistencies, and discrepancies in the declarations of Permanent Preservation Areas (APPs) and Legal Reserves (RLs). This study analyzed the effectiveness of the CAR in the Cachoeira River Basin, southern Bahia, Brazil, by comparing its graphical and declaratory data with other existing cadastral systems. The results revealed deficiencies in database integration, technical errors, and gaps in environmental compliance. The study suggests creating standardized protocols for CAR validation, as well as implementing the Land Administration Domain Model (LADM) in Brazil to harmonize systems and ensure cartographic accuracy. Furthermore, it is essential to promote producers' awareness of legal obligations and environmental conservation practices. The proposed standardization could mitigate conflicts, improve environmental regularization, and strengthen public policy implementation.

Keywords: Environmental Regularization; Land Cadastre; CAR.

1. Introdução

O cadastro territorial é um sistema de informações georreferenciadas que registra e gerencia dados relacionados a propriedades, limites territoriais e uso da terra, sendo essencial para a gestão eficiente do território, prevenção de conflitos e promoção do desenvolvimento sustentável. Segundo a FIG (2014), Federação Internacional dos Geômetras, o cadastro territorial deve registrar informações sobre direitos, restrições e características de propriedades. Portanto, o cadastro territorial deve ter como características-chave uma alta acurácia dos dados registrados, interoperabilidade de dados entre sistemas e instituições e disponibilidade de informações para diversos públicos.

Segundo Roy e Viau (2008), o cadastro territorial tem suas origens desde a antiguidade, onde foram identificados mapas cadastrais em civilizações como Egito, Palestina, Grécia e Império Romano. Esses mapas eram utilizados para controlar o uso da terra, desenvolver áreas agrícolas e identificar os recursos territoriais. Desde então, a evolução do cadastro territorial é marcada por uma grande diversidade de sistemas e práticas ao longo dos tempos nos países que passam a adotá-lo como instrumento da gestão do território.

No entanto, estudo sobre avaliação de sistemas cadastrais, apontou que havia uma lacuna significativa no campo da administração de terras, os autores observaram que não existiam metodologias internacionalmente aceitas para avaliar e comparar o desempenho dos sistemas (STEUDLER *et al.*, 2004). Essa falta de padronização era atribuída à constante reforma desses sistemas e às variadas percepções sociais da terra em diferentes regiões. Na visão de Lemmen *et al.* (2009), a transformação do Modelo de Domínio da Administração de Terras (LADM), em discussão, em uma norma ISO seria crucial para conectar todos os elementos do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM), destacaram a necessidade de uma base espacial precisa e confiável para a implementação eficaz do CTM.

Neste contexto, o Modelo de Domínio da Administração de Terras (LADM), como um padrão ISO 19152, surge como uma norma importante para a gestão territorial. A norma, desenvolvida pela Organização Internacional de Normalização (ISO), em colaboração com a Federação Internacional de Agrimensores (FIG) e o programa de assentamentos humanos da ONU (UN-Habitat), fornece um modelo para a representação de informações cadastrais, abrangendo direitos, restrições e responsabilidades associadas ao uso do território (ISO, 2012; LEMMEN *et al.*, 2015).

No Brasil, diversos sistemas cadastrais foram instituídos para organizar informações territoriais, fundiárias e ambientais, refletindo a complexidade da gestão de imóveis rurais no país. Entre os principais destacam-se o Serviço Nacional de Cadastro Rural (SNCR) e o Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF), ambos geridos pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). O Cadastro Fiscal de Imóveis Rurais (CAFIR), administrado pela Receita Federal, que centraliza dados para fins tributários, o Cadastro Nacional de Imóveis Rurais (CNIR), que tem a gestão compartilhada entre o INCRA e a Receita Federal e o Cadastro Ambiental Rural, atualmente gerido pelo Ministério da Gestão e da Inovação em Serviços Públicos (MGI). O CAR foi instituído pela Lei nº 12.651/2012, que dispõe sobre a vegetação nativa, também conhecida como o novo Código Florestal, foi publicada em 25 de maio de 2012 que abrange também o Programa de Regularização Ambiental (PRA) (BRASIL, 2012a).

A legislação veio reforçar a importância do cadastro territorial no Brasil, que vem sendo cada vez mais reconhecida. Tanto o Cadastro Nacional de Imóveis Rurais (CNIR), criado pela lei 10.267/2001, quanto o CAR, criado pela Lei 12.651/2012 e regulamentado pelo Decreto nº 7.830/2012, são realidades que surgem para definitivamente colocar o país no rol daqueles que têm essa ferramenta como um verdadeiro instrumento de gestão e desenvolvimento territorial. Apesar do CAR ser mais recente, já está em plena execução, enquanto o CNIR ainda se encontra em início de implementação.

A regularização ambiental corresponde basicamente ao estabelecimento de ações que resultem na conservação, manejo e restauração ambiental, principalmente das áreas de preservação permanente (APPs) e de Reservas Legais dos imóveis rurais. Isso decorre das exigências da legislação vigente e de algumas situações que, apesar de não estarem implícitas na legislação, também devem ser consideradas como o benefício para o meio ambiente e a qualidade de vida dos agricultores (RODRIGUES *et al.*, 2009; BRASIL, 2012a).

No contexto do Sistema Nacional de Informação sobre o Meio Ambiente (SINIMA), o Cadastro Ambiental Rural (CAR) configura-se como um mecanismo eletrônico de registro de alcance nacional, imposto de maneira compulsória a todas as propriedades rurais. Seu propósito primordial reside na unificação das informações de natureza ambiental concernentes às propriedades e posses rurais, abrangendo a avaliação da condição das Áreas de Preservação Permanente (APP), das parcelas designadas como Reserva Legal, das extensões florestais e dos remanescentes de vegetação autóctone, bem como das áreas de uso restrito e das porções territorialmente consolidadas. Esta mescla de informações materializa-se em um banco de dados que fornece os fundamentos para atividades que englobam a fiscalização, monitoramento, delinearão estratégica ambiental e econômica, além do empenho em conter o desmatamento (SFB, 2021).

Ocorre que, o CAR desempenha o papel de uma infraestrutura de dados essencial, alicerçando funções críticas relacionadas à supervisão, acompanhamento e mitigação do processo de desflorestamento, que impacta tanto as formações florestais quanto as diversas manifestações de vegetação nativa presentes no cenário territorial do país (COUTO *et al.*, 2017). No entanto, a efetivação de análises que permitem subsidiar a modernização do cadastro no Brasil ainda não tem sido vista com a atenção que merece. Como a exemplo do CAR, que surge como um instrumento importante no processo de regularização ambiental, porém a ausência de padronização técnica e a dependência de dados autodeclarados geram sobreposição de áreas e inconsistências que comprometem a eficácia do monitoramento ambiental (SANTOS *et al.*, 2021).

Desse modo, a implementação do *Land Administration Domain Model* tem sido vista como uma solução potencial para o problema da integração efetiva de dados entre diferentes sistemas. No entanto, apesar de sua capacidade de facilitar a integração de dados, a implementação depende da qualidade dos dados subjacentes. Isso reforça a ideia de que, embora o modelo facilite a interoperabilidade, desafios como a precisão dos dados geográficos, a consistência das informações cadastrais e a atualização contínua dos registros permanecem críticos (FIG, 2025).

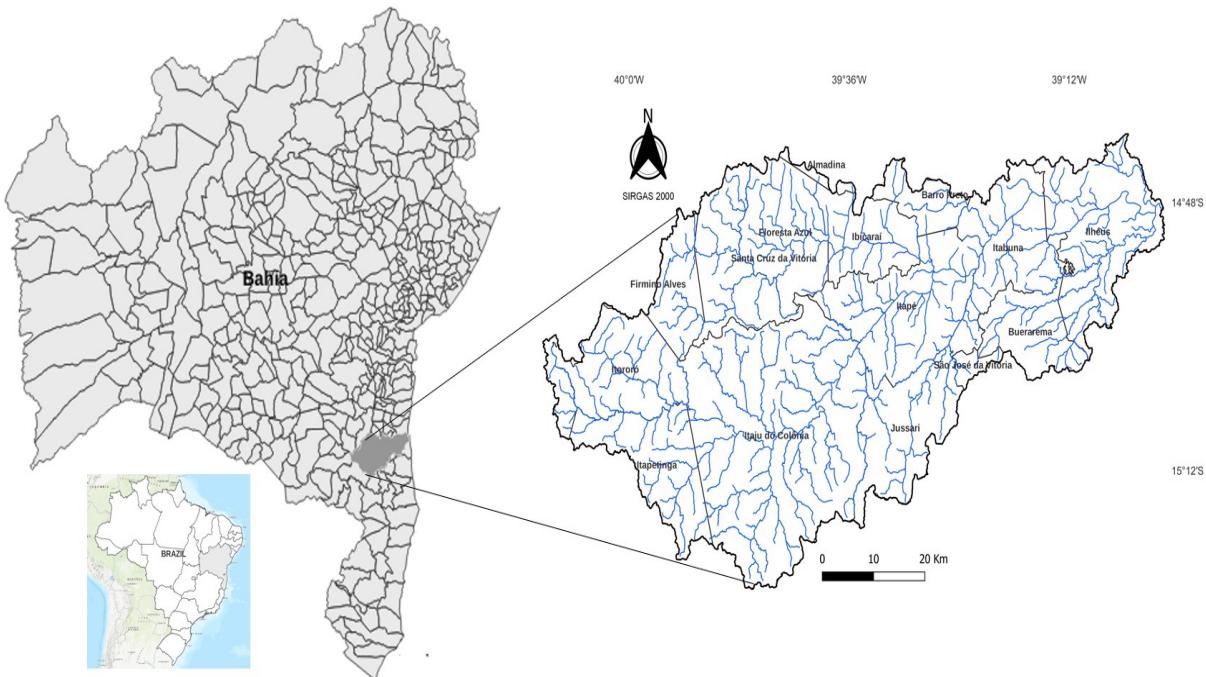
Nesse sentido, este trabalho visa realizar uma análise do Cadastro Ambiental Rural na região da bacia do Rio Cachoeira, área que se destaca pela sua relevância socioambiental e pela complexa dinâmica de uso e ocupação do solo. Localizada no sul da Bahia, essa bacia abrange desde áreas de pecuária extensiva nas porções de cabeceira até sistemas agroflorestais de cacau na zona litorânea, configurando um mosaico de paisagens e práticas produtivas que refletem distintos níveis de conservação e pressão sobre os recursos naturais. Essa heterogeneidade ambiental e socioeconómica torna a bacia um recorte representativo para avaliar a efetividade do CAR como instrumento de gestão e regularização ambiental. A análise propõe contrastar os dados do CAR, com aqueles provenientes de outros sistemas de cadastro como o SNCR (Serviço Nacional de Cadastro Rural), o SIGEF (Sistema de Gestão Fundiária) ambos do INCRA e o CAFIR (Cadastro Fiscal de Imóveis Rurais) da Receita Federal. O foco será tanto na comparação quantitativa, quanto nas características específicas de cada sistema. Ademais, tem também o objetivo de analisar os dados do CAR, através da verificação da qualidade topológica do componente gráfico, bem como das informações literais declaratórias de existência de Áreas de Preservação Permanente através de cruzamento com informações hidrográficas da Agência Nacional de Águas (ANA). Esta avaliação ocorreu à luz dos princípios inerentes ao conceito internacional de cadastro territorial.

2. Metodologia

2.1 Área de estudo

O estudo ocorreu na bacia hidrográfica do rio Cachoeira, que está localizada no Litoral Sul do estado da Bahia, Brasil (Fig. 1). A bacia do Cachoeira origina-se nas nascentes do rio Colônia, que posteriormente confluí com o rio Salgado para formar o Cachoeira, ao todo a bacia abrange uma área de drenagem de cerca de 4.800 Km², distribuídas em 14 municípios.

A região de abrangência da bacia está situada no bioma Mata Atlântica, originalmente, a bacia estava coberta por uma vegetação florestal com variações em termos de caducidade: Floresta Ombrófria Densa ou Higrófila na zona litorânea, Floresta Estacional Semidecidual ou Mesófila e Floresta Estacional Decidual ou caducifólia, à medida que vai se deslocando para a região oeste da bacia. Atualmente, a cobertura original encontra-se bastante reduzida devido ao intenso uso para agricultura, pecuária e urbanização a que o sistema está submetido (NACIF, 2000; SILVA; LIMOEIRO, 2025).



*Figura 1 – localização da bacia do rio Cachoeira.
Fonte: Autores (2025).*

2.2 Coleta dos dados

A coleta de dados foi realizada nos diversos órgãos afetos ao tema e no do Cadastro Ambiental Rural nas áreas localizadas na bacia hidrográfica, buscando verificar a situação cadastral das propriedades rurais na bacia e a qualidade dos dados fornecidos pelo CAR. Para tanto utilizou-se do software livre Quantum Gis para elaboração de mapas temáticos e análises espaciais.

A primeira etapa do trabalho consistiu na delimitação territorial da bacia hidrográfica do rio Cachoeira, por meio de dados obtidos na Agência Nacional de Águas (ANA), através da Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas 2017 (BHO), foram extraídos os dados contendo os limites da bacia e das sub-bacias que compõem a bacia do Cachoeira em formato gpkg e posteriormente convertidos para o formato shapefile através do software livre Quantum Gis. Também foi obtida junto à ANA a hidrografia dos principais rios que compõem a bacia (ANA, 2017).

A segunda etapa foi realizada através da obtenção dos dados dos imóveis cadastrados no CAR, dados de delimitação dos perímetros dos imóveis e delimitação das Áreas de Preservação Permanente, as informações foram extraídas do sistema SICAR, os dados foram obtidos por municípios do estado que estão localizados na bacia. Nessa etapa também foram obtidos dados de perímetro dos imóveis objetos de certificação de georreferenciamento junto ao INCRA, em conformidade com a Lei 10.267/2001, informações estas que irão compor o Cadastro Nacional de Imóveis Rurais (CNIR) (INCRA, 2022; SICAR, 2022).

Dessas plataformas foram obtidos os dados de quantitativo de imóveis cadastrados, quantitativo de imóveis que declaram a ocorrência de Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal, dados georreferenciados referentes aos polígonos dos imóveis e suas respectivas áreas e polígonos das Áreas de Preservação Permanente e suas respectivas áreas.

Em relação aos dados dos outros cadastros rurais consultados, foi aberta uma solicitação no site do Governo Federal, Fala.BR. Foram solicitadas informações do Sistema Nacional de Cadastro Rural (SNCR) do INCRA e do Cadastro de Imóveis Rurais (CAFIR) da Receita Federal do Brasil (RFB) para os municípios localizados na bacia do Rio Cachoeira (INCRA, 2022; RFB, 2023). Foram também obtidos dados de imóveis certificados pelo INCRA, oriundos do Sistema de

Gestão Fundiária (SIGEF), através do website “Acervo Fundiário” do órgão (<https://acervofundiario.inca.gov.br/acervo/login.php>).

2.3 Tratamento e análise dos dados

O tratamento dos dados se deu através do software livre Quantum Gis. Primeiro foi feito um recorte dos dados para a área de pesquisa, bacia do rio Cachoeira, posteriormente fez-se um cruzamento de dados das propriedades certificadas pelo INCRA e os imóveis cadastrados no SICAR. Para as análises de sobreposição e inconsistências das informações coletadas no SICAR foi utilizado o complemento “verificador de topologia” instalado no software Quantum Gis. Finalmente foi realizada uma análise comparativa sobre os aspectos legais, que derivam das legislações específicas que instituíram cada sistema, e técnicos, que abrangeram a composição e natureza das informações (literal e/ou gráfica), o nível de detalhamento do uso do imóvel, a metodologia de coleta e registro dos dados, o grau de exigência de georreferenciamento ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) e a precisão posicional adotada em cada caso entre os cadastros rurais consultados.

Foi feito um cruzamento de dados entre os polígonos obtidos no CAR e a rede hidrográfica para a bacia obtida na ANA, utilizou-se a ferramenta de interseção do Quantum Gis (sobreposição de vetor - interseção) para realizar a tarefa, desse modo foi possível identificar todos os imóveis que eram cruzados ou interceptados por cursos d’água e que consequentemente deveriam declarar que possuíam APPs.

3. Resultados e discussão

O número total de propriedades rurais cadastradas nos municípios que integram a bacia do Rio Cachoeira entre os diversos sistemas avaliados difere muito. Sendo o CAFIR com 14.599 propriedades cadastradas, o SNCR com 13.729, o CAR com 6.233 e o SIGEF com 1.450 propriedades cadastradas que apresentou a menor quantidade de imóveis inseridos no sistema.

A Tabela 1 demonstra a diversidade de informações obtidas em 4 diferentes sistemas cadastrais consultados, para os municípios que tem parte do território localizados na bacia do Rio Cachoeira.

O número reduzido de imóveis cadastrados no SIGEF pode ser justificado pela regra descrita no normativo legal, Decreto 4.449/2002, cuja exigência da certificação se dará apenas nos casos de desmembramento, parcelamento, remembramento e em qualquer situação de transferência de imóvel rural, sendo obrigatório para propriedades de 25 hectares ou mais a partir de 21 de novembro de 2023 (BRASIL, 2002). Como os dados foram coletados no ano de 2022, e à época a obrigatoriedade era para imóveis com área acima de 100 hectares, a quantidade de parcelas cadastradas no sistema é justificável, já que a estratificação fundiária dos municípios, nos outros sistemas, revela uma prevalência de imóveis abaixo dos 25 hectares, como no SNCR, com 52,73% dos imóveis abaixo dos 25 hectares, o CAFIR com 59,12% e o CAR com 67,32% dos imóveis abaixo dos 25 hectares. Portanto, é importante ressaltar que o SIGEF é um sistema contínuo que desempenha um papel crítico na certificação de imóveis rurais, mas que a obrigatoriedade da certificação é influenciada pelo tamanho do imóvel e pelos interesses do proprietário.

Tabela 1 – Quantidade de imóveis cadastrados nos respectivos bancos de dados dos sistemas SNCR, CAFIR, CAR e SIGEF.

Quantidade de imóveis por município nos sistemas cadastrais				
Município	SNCR	CAFIR	CAR	SIGEF
Barro Preto	349	390	166	49
Buerarema	1093	1268	366	32
Firmino Alves	360	263	211	20
Floresta Azul	590	792	369	38
Ibicaraí	860	842	429	52
Ilhéus	5644	6105	1852	193
Itabuna	894	855	641	49

Itajú do Colônia	481	429	253	118
Itapé	637	736	449	89
Itapetinga	935	897	419	253
Itororó	653	872	423	68
Jussari	556	478	236	25
Santa Cruz da Vitória	405	378	236	37
São José da Vitória	272	294	183	7

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de informações do INCRA (2022), RFB (2023) e SFB (2022).

Quando comparadas as principais características dos sistemas cadastrais consultados, abordando aspectos gerenciais, como o órgão gestor do sistema, legais, como a legislação específica que rege cada sistema e técnicos, como a composição e natureza das informações, foi observado que todos foram estabelecidos por bases legais. No entanto, ocorre que apenas o SIGEF possui um caráter constitutivo, enquanto todos os outros possuem um caráter declaratório, no entanto todos os sistemas fornecem informações sobre o uso da terra nas propriedades, menos o SIGEF.

Em relação à precisão das informações, apesar do CAR possuir um componente gráfico, não há exigência que esteja georreferenciado ao Sistema Geodésico Brasileiro, como também não há garantia do cumprimento do art. 2º, inciso IX do Decreto 7830/2012, que fala na representação gráfica com escala mínima de 1:50000. Quanto ao SIGEF, há uma exigência de precisão posicional dos polígonos. Segundo as orientações de ser melhor ou igual a 0,50 metros para vértices situados em limites artificiais, melhor ou igual a 3,00 metros para vértices situados em limites naturais e 7,50 metros para vértices situados em limites inacessíveis (Tabela 2) (BRASIL, 2012b; INCRA, 2022b).

Tabela 2 – comparativo entre sistemas cadastrais SNCR, CAFIR, CAR e SIGEF.

Características	SNCR	CAFIR	CAR	SIGEF
Órgão gestor	Administrado pelo Incra	Administrado pela Receita Federal	Administrado pelo Serviço Florestal Brasileiro e OE de Meio Ambiente	Administrado pelo Incra
Criação legal	Instituído pela Lei nº 5.868/1972	Instituído pela Lei nº 9393/1996	Instituído pela Lei nº 12.651/2012	Instituído pela Lei nº 10.267/2001
Composição	Forte componente literal	Forte componente literal	Forte componente literal e gráfico	Forte componente gráfico
Aspecto jurídico dos imóveis	Inseridos imóveis com domínio, posse a justo título e posses por simples ocupação	Inseridos imóveis com domínio, posse a justo título e posses por simples ocupação	Inseridos imóveis com domínio, posse a justo título e posses por simples ocupação	Inseridos imóveis com domínio e posse a justo título
Unidade cadastral	Imóvel rural	Imóvel rural	Propriedades e posses rurais	Parcela
Caráter	Caráter declaratório	Caráter declaratório	Caráter declaratório	Caráter constitutivo
Informações de uso do imóvel	Possui	Possui	Possui das áreas legalmente protegidas	Não possui
Metodologia	Declaração literal	Declaração literal	Declaração via aplicativo com definição de polígonos de áreas de interesse em ambiente SIG por	Levantamento georreferenciado normatizado, realizado por profissional credenciado com

			parte dos interessados (pessoa física ou jurídica)	responsabilidade técnica
Georreferenciamento ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB)	Não possui	Não possui	Não exigido	Exigido
Precisão posicional	Não possui	Não possui	Escala mínima de 1:50.000 (art. 2º, inciso IX – Decreto 7830/2012)	Definida em relação à situação do vértice: - Limites artificiais <= 0,50 m; - Limites naturais <= 3,00 m; - Limites inacessíveis <= 7,50 m

Fonte: Autores (2025).

Através da informação no SICAR, 4503 imóveis cadastrados no CAR estavam localizados total ou parcialmente, dentro dos limites da bacia. Foram identificadas 2004 sobreposições entre os imóveis cadastrados (Fig. 2(A)), 25 polígonos de imóveis duplicados (Fig. 2(B)) e 2400 erros de lacunas entre limites de propriedades (Fig. 2(C)).

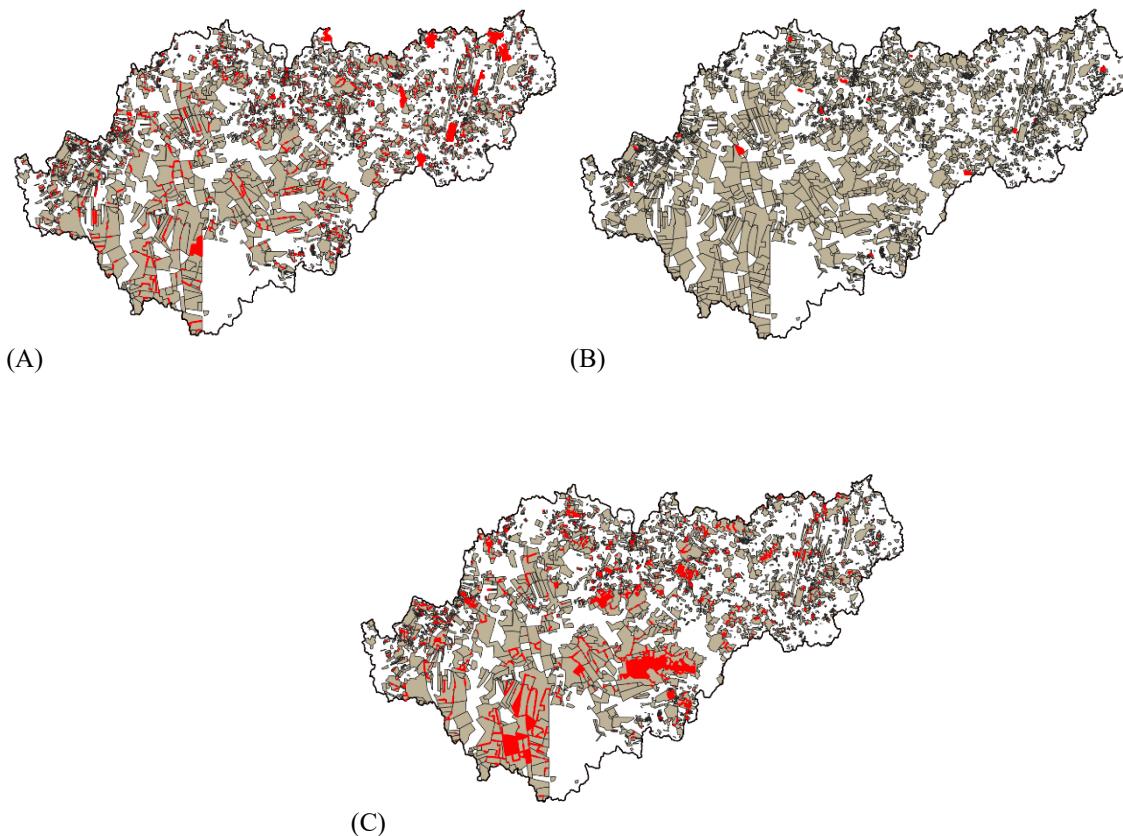
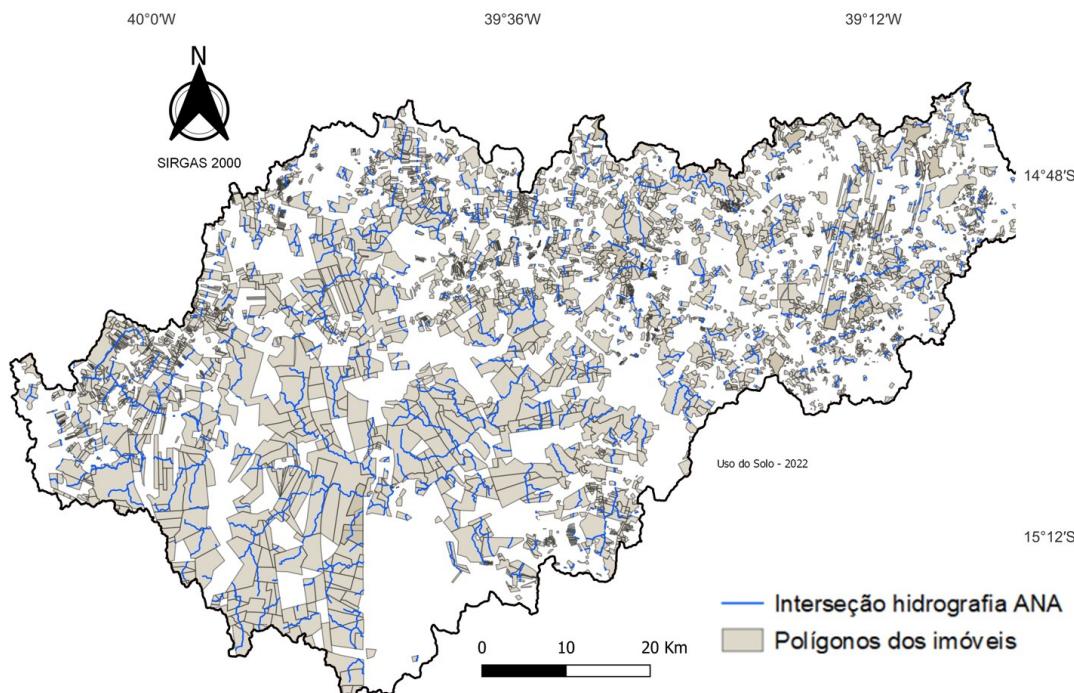


Figura 2 – Análise topológica das propriedades no CAR: Os erros identificados aparecem selecionados em vermelho nas figuras. (A) sobreposição de polígonos; (B) duplicidade de polígonos; (C) lacunas entre polígonos.

Fonte: Autores (2025).

Foram levantados 4484 imóveis cadastrados na bacia após depuração de duplicidade, sobreposição e unificação de parcelas para o ano de 2022. Após procedimento de interseção com a camada de hidrografia da ANA, identificou-se que em 1613 imóveis, por terem interseção ou sobreposição dos polígonos com a camada de hidrografia, haveria a possibilidade de ocorrência de APPs de rios conforme ilustra a Figura 3.



*Figura 3 – Interseção Hidrografia da ANA e imóveis cadastrados no CAR.
Fonte: Elaborado pelo autor a partir de informações da ANA (2022) e SFB (2022).*

Quando comparados os imóveis cadastrados no SICAR que declararam APP e RL, foi verificado que apenas 65,5% das declarações apresentadas apontaram a existência de APP de margem de rios (Tabela 3). Em relação à RL, 84,3% dos imóveis cadastrados declararam possuir Reserva Legal, ao menos proposta.

Tabela 3 – Quantidade de imóveis cadastrados no SICAR que declararam APP e RL

Quantidade de imóveis com APP e RL declaradas		
Caracterização	Imóveis que declararam APP	Imóveis que declararam RL
APP de Rio até 10 m	948	
APP de Rio de 10 até 50 m	95	
APP de Rio de 50 até 200 m	14	
RL proposta		3781
RL Averbada		5
RL Aprovada não averbada		6
Total de declarações	1057	3792

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de informações do SICAR (2022).

Os resultados obtidos a partir das análises comparativas entre os diferentes sistemas cadastrais (SNCR, CAFIR, CAR e SIGEF) evidenciam a falta de integração e a diversidade de informações em relação às propriedades rurais localizadas na bacia, o que gera insegurança nas tomadas de decisão relacionadas à gestão territorial.

Primeiramente, é importante destacar que a legislação brasileira estabeleceu diversos sistemas de cadastro rural ao longo dos anos, cada um com suas características e finalidades específicas.

Os diferentes sistemas cadastrais avaliados (SNCR, CAFIR, CAR e SIGEF) apresentam diferenças em termos de órgão gestor, composição, aspecto jurídico dos imóveis, unidade cadastral, caráter e metodologia, o que complica a integração eficaz desses sistemas.

Alguns estudos defendem a necessidade de uma integração mais eficaz entre os sistemas de cadastro. Eles alegam que a integração resulta numa melhor eficiência da gestão de terras, facilita a tomada de decisões, sendo crucial para a eficácia das políticas públicas de monitoramento ambiental (YILMAZ; ALKAN, 2022; FONTES, 2022).

A sobreposição de informações e erros identificados no CAR são preocupantes. Os dados analisados revelam a existência de imóveis cadastrados de forma duplicada, sobreposição de áreas e lacunas entre limites de propriedades. Esses problemas podem levar a sérias complicações na gestão territorial e na aplicação das leis ambientais, Santos *et al.* (2021) alertam da necessidade de revisão dos critérios de coleta e validação de dados para garantir maior confiabilidade ao sistema. A regularização ambiental eficiente requer informações precisas e consistentes, e os problemas identificados no CAR colocam em risco esse processo.

A análise das declarações de Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL) também revela desafios na regularização ambiental. A discrepância entre as declarações de APP de margem de rios (1057 imóveis) e a presença real dessas áreas (1613 imóveis) é um exemplo. Isso sugere a necessidade de um controle mais rigoroso e de fiscalização mais eficaz para garantir a conformidade com as leis ambientais. A ausência de fiscalização e controle adequados são barreiras comuns na implementação de políticas ambientais.

Apesar das inconformidades identificadas em relação às APPs, a alta porcentagem de imóveis que declararam possuir Reserva Legal, ao menos proposta, é positiva, pois indica uma conscientização dos proprietários rurais sobre a importância da conservação ambiental. No entanto, é essencial garantir que essas declarações sejam acompanhadas de ações efetivas de conservação e manejo sustentável das áreas de RL. Pacheco *et al.*, (2021) sugerem que a efetividade das políticas de proteção ambiental depende da implementação de ações concretas que garantam a conservação da RL.

3.1 Proposta de diretrizes para validação e verificação dos dados do CAR

Nesse sentido sugere-se um roteiro com diretrizes para estabelecer requisitos de verificação e até possível validação dos dados do CAR como demonstrado na figura 4. A validação dos dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR) é fundamental para assegurar a integridade e a utilidade das informações para a gestão ambiental e territorial. Além de utilizar os dados da Agência Nacional de Águas (ANA) para identificar APPs em margens de rios, é essencial expandir as análises para outras categorias de APPs, como as áreas no entorno de nascentes, reservatórios, e outras áreas de APP conforme a legislação vigente (BRASIL, 2012a). Ferramentas de geoprocessamento e análises espaciais avançadas podem ser empregadas para cruzar informações cadastrais com dados ambientais, proporcionando uma abordagem mais abrangente na identificação e gestão de áreas protegidas.

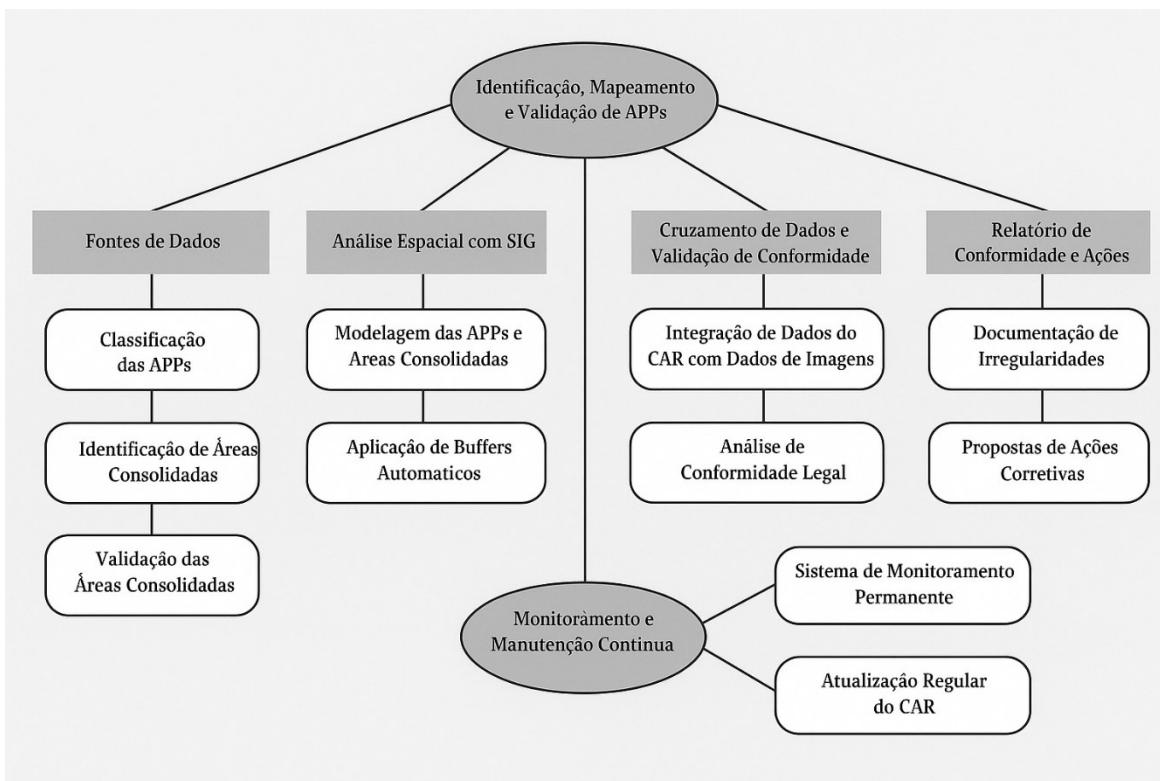


Figura 4 – Sugestão de roteiro para estabelecer requisitos de verificação e validação do CAR.
Fonte: Autores (2025).

O fluxograma proposto, para verificação e possível validação do CAR, inicia-se com a "Identificação e Mapeamento das APPs", utilizando imagens de satélite multitemporais para avaliar as condições das áreas dos imóveis rurais com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, conforme preceitua a Lei n. 12.651/12 sobre as áreas rurais consolidadas. Este processo inclui a classificação das APPs por meio de algoritmos de imagens, diferenciando vegetação nativa, áreas agrícolas, urbanizadas e outros usos do solo. Em seguida, as áreas consolidadas são identificadas com imagens históricas, permitindo verificar conformidades atuais.

A etapa seguinte é a "Análise Espacial com SIG", onde são criados modelos digitais do terreno (MDT) para análise de declividade e altimetria, essenciais para delimitar APPs em regiões de morros montanhas e encostas, além de também permitir a análise de corpos hídricos e nascentes. Buffers automáticos são aplicados ao redor de corpos hídricos segundo a legislação, e técnicas de detecção de mudanças validam as áreas consolidadas, assegurando que não haja alterações significativas. Finalmente, o "Cruzamento de Dados e Validação de Conformidade" integra dados do CAR com imagens e análises SIG, verificando a exatidão das declarações de APPs e áreas consolidadas, assegurando conformidade legal e propondo ações corretivas, culminando no "Relatório de Conformidade e Ações Corretivas".

A utilização de imagens de satélite multitemporais e técnicas avançadas de processamento de imagem é essencial para o monitoramento ambiental de Áreas de Preservação Permanente (APPs), Tilahun *et al.* (2023), destacam como as técnicas de processamento de imagem, como a classificação de imagens e a análise de padrões, podem ser usadas para extrair informações significativas para o monitoramento ambiental. Tais tecnologias, juntamente com a modelagem digital do terreno realizada por meio de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), são fundamentais não apenas para documentar o estado prévio das áreas, mas também para verificar conformidades ou não conformidades atuais com as normas ambientais (TAYLOR; LINDENMAYER, 2022).

Por outro lado, a integração dos dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR) com as informações obtidas por imagens de satélite e análises de SIG possibilita um cruzamento capaz de verificar a exatidão das declarações de APP e a situação das áreas consolidadas. Esta integração é essencial para a análise de conformidade legal e para a elaboração de relatórios detalhados sobre as não conformidades encontradas, propondo ações corretivas necessárias, como a restauração de APPs

e a recomposição de vegetação nativa. Estudos reforçam a importância do uso de drones e sensoriamento remoto para o monitoramento ambiental contínuo (ANCIN-MURGUZUR *et al.*, 2019). O que, juntamente com a atualização regular do CAR, assegura que o cadastro reflita a realidade do uso do solo e da cobertura vegetal.

4. Considerações finais

Os resultados desta pesquisa destacam a necessidade de melhorias nos sistemas de cadastro rural e na regularização ambiental das propriedades rurais na bacia do Rio Cachoeira. A falta de integração entre os sistemas, a presença de erros e sobreposições no CAR e as discrepâncias nas declarações de APP e RL são desafios que precisam ser enfrentados. Desse modo, é necessário a urgente implementação do Land Administration Domain Model (LADM) no âmbito do cadastro territorial brasileiro, no sentido de um sistema de gestão de informações de terras que abarque todo o espectro de direitos formais, informais e costumeiros.

A implementação do LADM no cadastro territorial, proporciona uma base padrão que facilita a interoperabilidade entre diferentes cadastros e sistemas de informação geográfica, essencial para integrar dados de diversas fontes governamentais e não governamentais. Através de um modelo inovador, o LADM propõe uma estratégia que envolve a categorização de direitos de terra, coleta e conversão de dados, visando a gestão integrada de diferentes tipos de informações em um único ambiente. Nesse sentido, a base cartográfica para integração dos diferentes tipos de dados e sistemas deveria se dar nos termos legais e técnicos do SIGEF, com exigência do georreferenciamento ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) e precisão posicional definida.

A proposta de roteiro para verificação e validação do CAR apresentada demonstra ser uma abordagem estratégica para superar os desafios atuais de inconsistências e sobreposições de dados. A integração de tecnologias geoespaciais, como imagens de satélite multitemporais, modelos digitais de terreno e sistemas de informação geográfica, possibilita a análise robusta de APPs, RLs e áreas consolidadas, alinhando-as à legislação vigente. A implementação desse roteiro, combinada com atualizações regulares do CAR, assegura que o cadastro reflita fielmente a realidade ambiental das propriedades rurais, contribuindo para políticas públicas eficazes e para conservação ambiental.

Além disso, é fundamental promover a conscientização e ações efetivas de conservação ambiental entre os produtores rurais. Uma regularização ambiental mais eficiente e integrada, juntamente com um esforço de colaboração entre os órgãos federais e municipais, é essencial para promover o desenvolvimento sustentável e a conservação dos recursos naturais na região da bacia do Rio Cachoeira.

Referências

- ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. *Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas 2017*. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/b228d007-6d68-46e5-b30d-a1e191b2b21f>. Acesso em: 10 mai. 2022.
- ANCIN-MURGUZUR, F. J. et al. Drones as a tool for monitoring human impacts and vegetation changes in parks and protected areas. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*. v. 10, n. 2, 2019.
- BRASIL. *Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012*. Brasília: Planalto, 2012a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 10 jun. 2022.
- BRASIL. *Decreto nº 4.499, de 30 de outubro de 2002*. Brasília: Planalto, 2002. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4449.htm. Acesso em: 14 out. 2022.
- BRASIL. *Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012*. Brasília: Planalto, 2012b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/d7830.htm. Acesso em: 10 jun. 2022.
- COUTO, R. de S. et al. Proposição de modelo conceitual de banco de dados geoespacial para o cadastro ambiental rural. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 7, n. 69, ago. 2017.
- FIG. International Federation of Surveyors. Fit-For-Purpose Land Administration. *FIG Publication Nº 60*. Copenhagen: FIG, 2014. Disponível em: <https://www.fig.net/resources/publications/figpub/pub60/Figpub60.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2022.

- FIG. International Federation of Surveyors. The Land Administration Domain Model (LADM) An Overview. *FIG Publication N° 84*. Copenhagen: FIG, 2025. Disponível em: <https://www.fig.net/resources/publications/figpub/pub84/figpub84.asp>. Acesso em: 10 abr. 2025.
- FONTES, D. C. *Base de Dados, Gestão Ambiental e Sustentabilidade*. Coimbra, 2022. 120f. Tese (Doutorado em Território, Risco e Políticas Públicas). Instituto de Investigação Interdisciplinar da Universidade de Coimbra. Universidade de Coimbra, Coimbra, 2022.
- ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 19152:2012 Geographic information — Land Administration Domain Model (LADM)*. Geneva: ISO, 2012.
- INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. *Dados obtidos por solicitação via Fala.BR*. Brasília: INCRA, 2022.
- INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. *Manual Técnico para Georreferenciamento de Imóveis Rurais 2^a Edição*. Brasília: INCRA, 2022b. Disponível em: https://sigef.incra.gov.br/static/documentos/manual_geo_imoveis.pdf. Acesso em: 25 jan. 2023.
- LEMMEN, C.; VAN OOSTEROM, P.; BENNETT, R. M. (2015). The land administration domain model. *Land use policy*, vol. 49, 2015.
- NACIF, P. G. S. *Ambientes naturais da bacia hidrográfica do rio Cachoeira, com ênfase aos domínios pedológicos*. Viçosa, 2000. 119f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas). Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2000.
- PACHECO R, RAJÃO R, VAN DER HOFF R, SOARES-FILHO B. Will farmers seek environmental regularization in the Amazon and how? Insights from the Rural Environmental Registry (CAR) questionnaires. *Journal of Environmental Management* vol. 284, abril, 2021.
- RFB. Receita Federal do Brasil. *Dados obtidos por solicitação via Fala.BR*. Brasília: RFB, 2023. Disponível em: <https://falabr.cgu.gov.br/web/home>. Acesso em: 30 jan. 2023.
- RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. *Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal*. São Paulo: Instituto BioAtlântica, 2009.
- ROY, F.; VIAU, A. A. Les systèmes cadastraux: des instruments de base pour la gouvernance des territoires en Amérique latine ? *Norois*, n. 209, abril, 2008.
- SANTOS, P. P. dos et al. Geotechnologies applied to analysis of the rural environmental cadastre. *Land Use Policy*, vol. 101, fevereiro, 2021.
- SFB. Serviço Florestal Brasileiro. *O que é o Cadastro Ambiental Rural (CAR)*. Brasília: SFB, 2021. Disponível em: <https://www.florestal.gov.br/inventario-florestal-nacional>. Acesso em 03 mai. 2021.
- SICAR. Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural. *Dados dos municípios*. Brasília: SICAR, 2022. Disponível em: <https://www.car.gov.br/publico/municipios/downloads?sigla=BA>. Acesso em: 05 jun. 2022.
- SILVA, K. T.; LIMOEIRO, M. de A. Análise da Dinâmica do Uso e Cobertura do Solo no Município de Itabuna, Bahia: Analysis of the Dynamics of Land Use and Cover in the Municipality of Itabuna, Bahia. *Revista de Geociências do Nordeste*, vol. 11, n. 1, 2025.
- STEUDLER, D.; RAJABIFARD, A.; WILLIAMSON, I.P. Evaluation of land administration systems. *Land Use Policy*, v. 21, n. 4, outubro, 2004.
- TAYLOR C, LINDENMAYER DB. The use of spatial data and satellite information in legal compliance and planning in forest management. *PLoS One*. 2022 Jul 27;17(7):e0267959. doi: 10.1371/journal.pone.0267959. PMID: 35895594; PMCID: PMC9328540.

TILAHUN, S.; AYALEW, B.; WOLDEAMANUEL, Y. Remote sensing of land use/cover changes and its impacts on ecosystem services in the Ethiopian highlands: A case study in the Bale Mountains National Park. *Remote Sensing*, vol. 15, n. 15, 2023.

YILMAZ, O.; ALKAN, M. The Joint Spatial Planning Data Model. *Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. 48, n. 4, 2022.