

CAR 2.0: Impulsionando a Análise do Cadastro Ambiental Rural (CAR) com ciência e tecnologia no estado de Minas Gerais

Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais - IEF
Centro de Sensoriamento Remoto - CSR
Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

SÍNTESE

A implementação do Código Florestal (Lei 12.651/2012) está intrinsecamente ligada à análise e validação do Cadastro Ambiental Rural (CAR) — registro público eletrônico nacional e obrigatório para todos os imóveis rurais. Entretanto, mantendo-se o atual ritmo de verificação e correção de todas as informações autodeclaradas pelos proprietários ou posseiros rurais, o processo de avaliação da situação ambiental dos imóveis rurais levará, no mínimo, o dobro do tempo já decorrido desde a sua promulgação em 2012. É, portanto, imperativo lançar mão de estratégias e tecnologias alternativas capazes de verificar a conformidade ambiental dos imóveis rurais que não considerem apenas os dados autodeclarados. Isso é possível a partir do cruzamento de dados públicos, imagens de satélite, bases temáticas de referências existentes (i.e., mapeamentos de uso da terra) e análises automáticas, possibilitando assim a célere identificação de pendências ambientais e com isso a exigência de regularização. Nesse contexto, Minas Gerais, um dos estados com o maior número de registros de imóveis rurais, passa a adotar análises automatizadas (CAR 2.0-MG) como um dos instrumentos para avaliar sistematicamente os imóveis rurais cadastrados no território mineiro. Esta ferramenta foi desenvolvida pelo Instituto Estadual de Florestas em parceria com a Universidade Federal de Minas Gerais. O quadro abaixo sumariza os principais resultados alcançados com a primeira rodada das análises automáticas (versão beta). Para mais detalhes, acesse: https://csr.ufmg.br/car20_mg/.

Principais resultados do CAR 2.0 em Minas Gerais

- **Avanços:** Salto de 0,02% para 36,78% de conclusão de análises do CAR. Cerca de 387 mil imóveis tiveram suas análises concluídas automaticamente sem pendências, os quais poderiam receber benefícios pela situação de regularidade ambiental demonstrada (e.g., Plano Safra 2023/2024).
- **Concentração de esforços:** Foco na avaliação de irregularidades socioambientais permitindo que os analistas concentrem seus esforços em situações mais complexas. Atenção saiu de +1 milhão de imóveis para ~665 mil que dependem de adesão ao Programa de Regularização Ambiental (PRA), retificação ou análise manual.
- **Inovação:** Incorporação de métodos científicos e dados de sensoriamento remoto, com ênfase na integração de bases de dados federais e estaduais.
- **Definição de regras:** Tolerância zero com sobreposições em áreas públicas – terras indígenas, unidades de conservação e territórios quilombolas.
- **Versão beta:** As análises automáticas disponibilizadas no website https://csr.ufmg.br/car20_mg/ possuem natureza informacional neste primeiro momento. No próprio website, os produtores rurais poderão solicitar análise manual, atualização e correção de bases de dados ao Instituto Estadual de Florestas, se assim desejarem. Após o período de testes e engajamento com as partes interessadas, os resultados serão disponibilizados oficialmente.

INTRODUÇÃO

O Cadastro Ambiental Rural (CAR) é um dos instrumentos do Código Florestal (CF), principal marco regulatório para a gestão de florestas e demais formas de vegetação nativa em imóveis rurais no Brasil. Com o objetivo de integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais, o CAR compõe uma base de dados destinada ao controle, monitoramento, planejamento ambiental e combate ao desmatamento. Logo, representa uma ferramenta crucial na identificação de déficits e excedentes ambientais em Áreas de Preservação Permanente (APPs), Reserva Legal (RL) e uso restrito. No entanto, a morosidade na análise e validação dos cadastros têm sido um importante gargalo para a implementação da legislação.

Em todo país, são aproximadamente 7,2 milhões de cadastros (671 milhões de hectares), dos quais apenas 27,9% (aproximadamente 2 milhões) já passaram por algum tipo de análise e somente 101 mil (1,4%) tiveram a análise da regularidade ambiental concluída [1]. Embora alguns Estados da federação tenham avançado na análise, apenas o Espírito Santo apresenta análises concluídas que superam a metade dos cadastros inscritos [15]. O Pará, por sua vez, destaca-se com 57% dos cadastros analisados e cerca de 11,5% validados. Em contrapartida, em Minas Gerais, menos de 2% dos mais de 1 milhão de registros foram analisados e 231 cadastros foram validados (SICAR/MG, 25/04/2024). Essa morosidade pode estar relacionada a diferentes aspectos, incluindo o elevado número de cadastros e a baixa qualidade das informações autodeclaradas, que dependem de análises manuais e frequentes reanálises, assim como dificuldades de comunicação com os proprietários para a realização de ajustes e/ou apresentação de documentos [2]. Além disso, observa-se uma carência institucional em relação à disponibilidade de equipe técnica, recursos tecnológicos e infraestrutura de dados geoespaciais. Mais ainda, a ausência de bases cartográficas em escala cartográfica adequada (e.g., hidrografia, uso da terra etc.) compromete as verificações dos dados declarados [2,3].

Em geral, o CAR tem sido pouco utilizado no controle do desmatamento ilegal pelos órgãos ambientais, pois desde a sua criação pouco ou nenhum efeito foi observado na redução da conversão de áreas de vegetação nativa para usos alternativos em áreas cadastradas [4, 5]. Além disso, os dados autodeclarados apresentam inconsistências que vão desde simples erros de declaração até sobreposições em área e casos de potenciais registros escusos para usurpação de terras. Exemplos incluem registro parcial, divisão ou registro em tamanhos estratégicos com nomes diferentes, mudança de localização e prováveis reivindicações de propriedade [6, 7]. Ademais, podemos citar casos de sobreposição entre imóveis rurais cadastrados no CAR [6, 8] e sobreposição com áreas públicas como unidades de conservação [9], terras indígenas [10] e florestas públicas não destinadas [6, 11, 12].

Considerando a complexidade das regras a serem aplicadas e a grande massa de dados (*big data*) envolvidas na análise do CAR, torna-se imprescindível dispor de uma ferramenta que automatize o processamento dos dados para análise da conformidade ambiental. Nesse contexto, o Serviço Florestal Brasileiro (SFB) lançou o módulo de Análise Dinamizada (AnalisaCAR), que realiza cruzamento geoespacial automatizado visando identificar inconsistências e propor correções aos registros [2, 7]. Esse sistema foca na retificação das feições cadastrais, realizada antes da análise que calcula o excedente e o déficit de vegetação nativa dos imóveis rurais. Para isso, o sistema compara os dados autodeclarados no CAR com bases temáticas de referência e propõe alterações nas feições de rios, nascentes, vegetação nativa e outras – muitas das quais não foram autodeclaradas ou delimitadas corretamente pois não estavam disponíveis no SICAR (Sistema online de registro do CAR), o que pode causar um alto nível de discrepância com as bases de referência. Como resultado, os proprietários precisam responder a notificações concordando ou não com as sugestões. Essa abordagem ainda parte da lógica de validação das feições autodeclaradas no interior do imóvel rural e não prioriza o diagnóstico da conformidade ambiental da propriedade, o qual já poderia ter sido avaliado cruzando os limites dos imóveis rurais com dados de sensoriamento remoto por meio de uma análise computacional para verificação dos requisitos do CF.

Para contornar esse desafio, o CAR 2.0 foi desenvolvido a partir de um conceito que se baseia na integração e modelagem geoespacial, operando em ciclos de retroalimentação automatizados, com o objetivo de detectar

pendências ambientais utilizando os limites autodeclarados dos imóveis rurais. Neste processo, os cadastros que não apresentam pendências são prontamente retirados da extensa fila de espera para análise e definidos como “sem pendências”, enquanto os demais são encaminhados para procedimentos de retificação, análise manual ou regularização ambiental.

METODOLOGIA

O CAR 2.0 é uma solução de inteligência territorial para automatizar o diagnóstico do CAR. Ele se origina na plataforma SeloVerde¹, previamente implementada nos estados do Pará (<https://www.semas.pa.gov.br/seloverde/>) e Minas Gerais (<https://seloverde.meioambiente.mg.gov.br/>). Esta ferramenta integra dados de sensoriamento remoto com bases cartográficas oficiais, executa modelagem geoespacial, aplica filtros definidos com base nos requisitos do CF e, por fim, classifica a situação dos registros de imóveis rurais no CAR (Tabela 2). Em suma, CAR 2.0 aplica diversos filtros para avaliar a conformidade ambiental em relação às APPs, percentuais de RL exigidos e eventuais pendências ambientais a serem sanadas.

Na etapa de modelagem, realizam-se as seguintes atividades: (1) o balanço da vegetação nativa, que consiste na análise da situação das APPs e RL (déficit/excedente), e desmatamento pós-2008; (2) o cálculo de sobreposição, entre os imóveis rurais registrados no CAR e entre camadas restritas (e.g., unidades de conservação); e (3) a verificação cadastral dos imóveis rurais, com ênfase na localização geográfica. A etapa seguinte consiste na filtragem de registros por meio de diferentes critérios de tolerância para mitigar efeitos de borda e falsos positivos de desmatamento. Esses, por sua vez, são então agrupados com base em características similares. O objetivo central é avaliar e monitorar a conformidade ambiental dos cadastros, otimizando recursos e tempo, além de contribuir para acelerar a implementação do CF.

O diagnóstico da situação ambiental concentra-se na aplicação das regras estabelecidas pelo CF dentro do perímetro do imóvel rural registrado no CAR. Para isso, as feições relacionadas à cobertura e uso da terra são extraídas de mapeamentos de alta e média resolução espacial (5 e 30 metros), enquanto a base de hidrografia provém da base da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (Tabela 1). As áreas de RL e APPs, tanto para fim de conservação ou restauro ambiental, são calculadas automaticamente pelo sistema. Para garantir a compatibilidade entre os dados de diversas fontes, as bases geoespaciais passam por uma transformação de projeção, adotando um sistema métrico padrão (Albers, Datum SIRGAS2000). Posteriormente, uma sequência de procedimentos é executada, incluindo o modelo do balanço ambiental [13, 14], utilizando a plataforma Dinamica EGO. Esta plataforma é um ambiente de modelagem ambiental que conta com arquitetura paralela de alto desempenho e integração com banco de dados (PostgreSQL ou serviços de bancos de dados relacionais em nuvem).

¹ O SeloVerde é uma ferramenta de rastreabilidade das propriedades rurais que foca na identificação de desmatamento e irregularidades socioambientais nas cadeias de abastecimento agrícola. A plataforma fornece dados para o CAR 2.0, o qual, por sua vez, contribui para a retroalimentação da plataforma. O objetivo final é fortalecer a implementação do CF, impulsionando uma agricultura mais sustentável e transparente.

Tabela 1. Bases de dados usadas no CAR 2.0-MG, versão beta.

Dado	Escala	Ano	Formato	Fonte
Cadastro Ambiental Rural	-	2024	Vetorial	SICAR/MG
Hidrografia	5 m	2013	Vetorial	FBDS
Massas d'água	5 m	2019	Vetorial	FBDS
Uso da terra	5 m, 30 m	2008, 2013, 2022	Matricial	MABIOMAS c8, FBDS, INPE
Desmatamento PRODES	30 m	2022	Matricial	INPE
Desmatamento IEF	-	2022	Vetorial	IEF
Terras Indígenas	-	2024	Vetorial	FUNAI
Unidades de Conservação	-	2023	Vetorial	MMA
Florestas públicas não destinadas	-	2022	Vetorial	SFB
Territórios quilombolas federais	-	2024	Vetorial	INCRA
Assentamentos federais	-	2024	Vetorial	INCRA
Embargos e autos de infração federais	-	2024	Vetorial	IBAMA e ICMBIO
Fiscalização estadual	-	2024	Vetorial	IEF
Limites estaduais	1:250.000	2019	Vetorial	IBGE
Limites municipais	1:250.000	2019	Vetorial	IBGE
Módulos fiscais	-	2013	Tabular	INCRA

Tabela 2. Critérios avaliados na análise do CAR 2.0.

Grupo	Variável	Limiar	Descrição do filtro
Ambiental	Vegetação	1. Déficit de APP	1 hectare (ha) Avalia se o imóvel rural possui área maior que 1 ha de déficit de vegetação para fins de recomposição de Área de Preservação Permanente (APP) hídrica
		2. Déficit de RL	1 hectare (ha) Avalia se o imóvel rural possui área maior que 1 ha de déficit de vegetação para fins de recomposição da Reserva Legal (RL)
		3. Desmatamento pós-2008	1 hectare (ha) Avalia se o imóvel rural possui área maior que 1 ha de desmatamento pós-2008 (IEF). Também indica se há desmatamento pós-2008 de 1 a 6.25 ha e maior que 6.25 ha (PRODES)
		4. Redução do desmatamento	10% Avalia se o imóvel rural possui percentual maior que 10% de redução de desmatamento pós-2008 na última geometria em relação ao histórico do perímetro no CAR
Territorial	Sobreposição	5. CAR/CAR	10, 5 e 3% Avalia se o imóvel rural possui percentual maior que 10% (até 4 MF), 5% (4-15 MF) ou 3% (>15 MF) de sobreposição com outros imóveis rurais no CAR
		6. CAR/unidade de conservação	- Avalia se o imóvel rural possui sobreposição com Unidades de Conservação (UC), exceto Área de Preservação Ambiental (APA) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN)
		7. CAR/terra indígena	- Avalia se o imóvel rural possui sobreposição com Terras Indígenas (TI)
		8. CAR/floresta pública sem destinação	- Avalia se o imóvel rural possui sobreposição com Florestas Públicas Sem Destinação (FPSD) – tipo B
		9. CAR/área quilombola	- Avalia se o imóvel rural possui sobreposição com áreas quilombolas (INCRA, CAR-PCT)
		10. CAR/assentamento rural	- Avalia se o imóvel rural possui sobreposição com assentamentos rurais (INCRA, CAR-AST)
	Cadastral	11. CAR/embargo e/ou auto de infração	- Avalia se o imóvel rural possui sobreposição com embargos e/ou autos de infração (AI) contra flora ou UC
		12. Mudança de área e localização	10% Avalia se o imóvel rural possui divergência maior que 10% entre a área da primeira e última geometria do imóvel rural no CAR, e se possui ponto em comum
		13. Vizinho de mesma titularidade	- Avalia se há outro imóvel limítrofe pertencente ao mesmo CPF/CNPJ no CAR
		14. Fora do estado de cadastro	- Avalia se o imóvel rural possui sobreposição com estado vizinho ao registrado no CAR
		15. Fora do município de cadastro	50% Avalia se o imóvel rural possui percentual de até 50% de sobreposição com município diferente daquele registrado no CAR
	16. Localizado em massas d'água	- Avalia se o imóvel rural está localizado completamente dentro de massas d'água	

Os filtros 4 e 12 não foram avaliados nesta versão beta do CAR 2.0 em Minas Gerais.

RESULTADOS

Aproximadamente 37% dos imóveis rurais no estado de Minas Gerais não apresentaram pendências com base nos critérios² do CAR 2.0 (versão beta). São mais de 380 mil registros (Figura 1), cuja grande maioria é de pequenas propriedades que ainda não foram analisadas. Para os imóveis com alguma pendência, as principais irregularidades foram a sobreposição entre os imóveis registrados no CAR e o déficit de APP (Figura 2). O sistema também permite um diagnóstico dos cadastros rurais. Os municípios com a maior proporção de imóveis sem pendências encontram-se predominantemente nas regiões Sul e Triângulo Mineiro (Figura 3). Por outro lado, no norte do estado, o município de Montes Claros lidera o *ranking* com mais de 4 mil imóveis livres de pendências, representando 37% do total de cadastros na localidade.

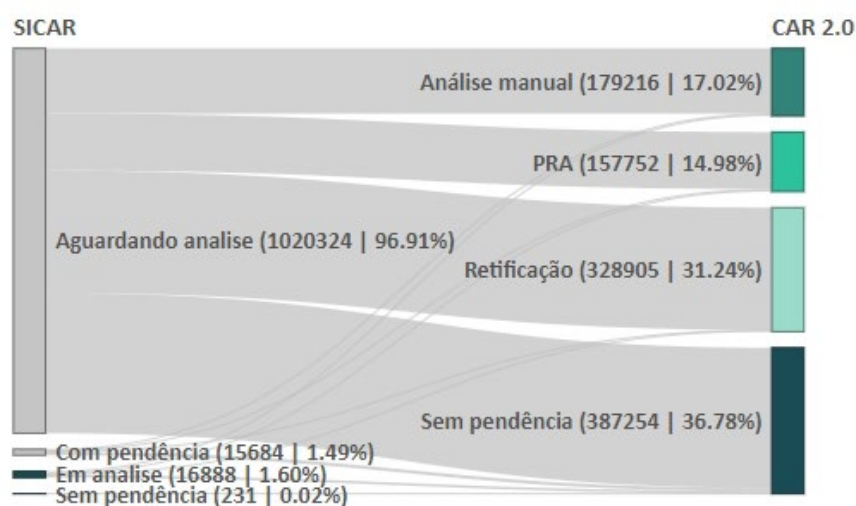


Figura 1. Número e percentual de imóveis rurais por condição de análise no estado de Minas Gerais.

² Dois dos 16 filtros automáticos não foram incorporados nesta versão.

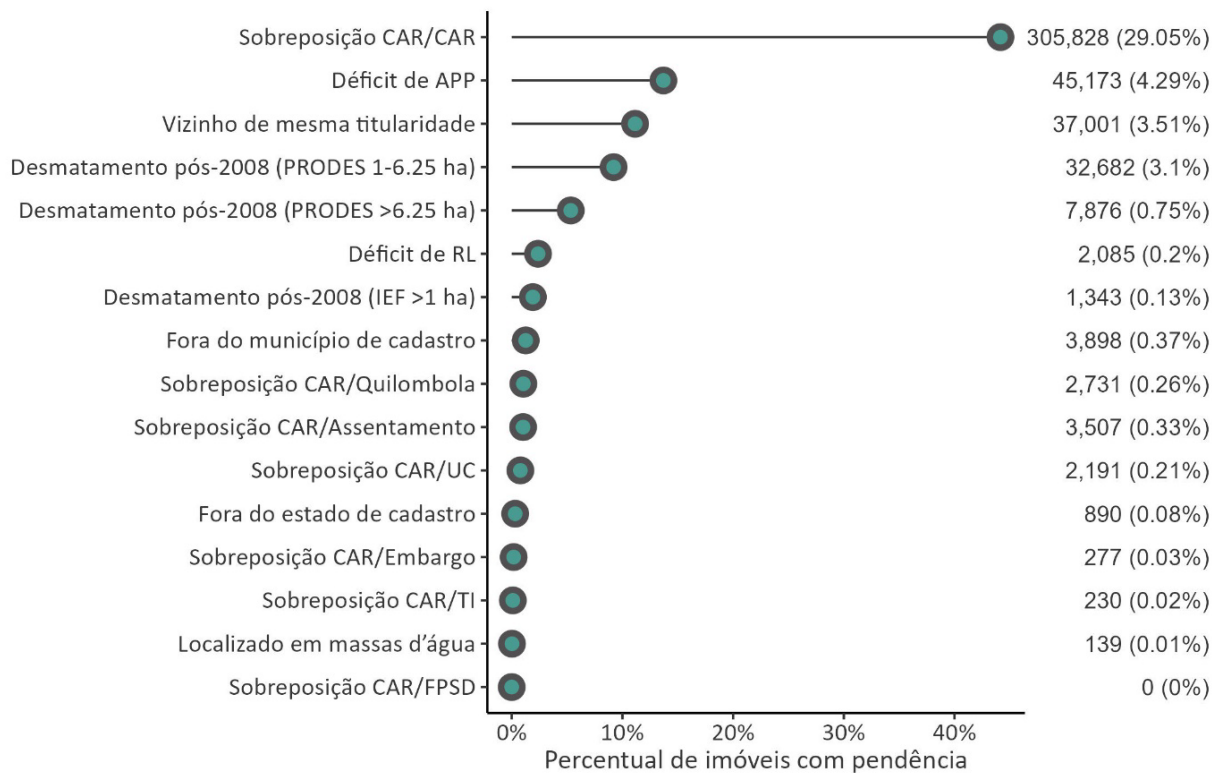


Figura 2. Origem das pendências identificadas na análise automática do CAR 2.0-MG, versão beta. À direita do gráfico, são exibidos o número e o percentual de imóveis que ficam unicamente em cada filtro (sem repetição em outros filtros).

Nota técnica

Julho, 2024

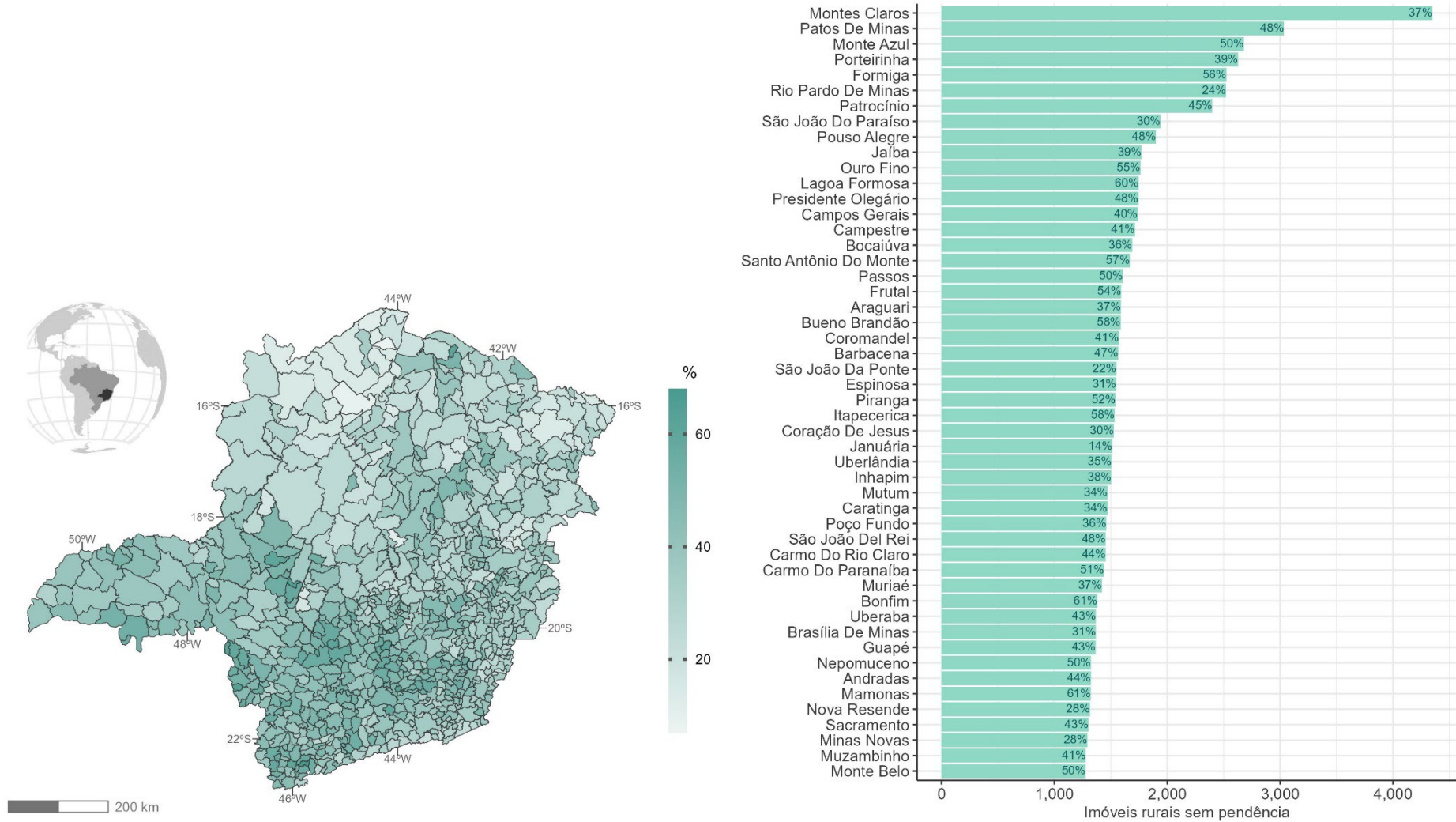


Figure 3. Situação de regularidade ambiental dos imóveis rurais a partir do CAR 2.0-MG, versão beta: percentuais de imóveis sem pendências por município (à esquerda) e ranking dos municípios com o maior número de imóveis sem pendências (à direita).

CONCLUSÕES

O CAR 2.0, além de informar a situação de regularidade ambiental para cada imóvel rural, disponibiliza relatórios detalhados, visando facilitar a análise manual e permitir que os analistas concentrem-se em situações mais complexas que exigem investigações supervisionadas. Está ainda em linha com normas do Banco Central, como o Manual de Crédito Rural³, ao não tolerar a sobreposição de áreas privadas com terras públicas (e.g., terras indígenas e unidades de conservação). Além disso, o sistema pode beneficiar os agricultores por meio do Plano Safra 2023/2024 – que oferece redução na taxa de juros para os imóveis em conformidade ambiental ou em regularização –, uma vez que os cadastros em espera serão analisados automaticamente, proporcionando-lhes um celeridade diagnóstica ambiental.

Em Minas Gerais, em razão da massiva quantidade de dados geoespaciais envolvidos na análise do CAR, é imprescindível empregar abordagens automatizadas para apoiar o processo de verificação e acelerar a regularização ambiental das propriedades cadastradas. A primeira rodada do CAR 2.0 resultou em mais de 36% dos registros que tiveram suas análises automáticas concluídas e sem identificação de pendências. Nesse cenário, o esforço para a regularização de pendências poderia ser direcionado aos casos restantes, que envolvem a regularização de passivos ambientais (15%) e, por isso, devem ser encaminhados ao Programa de Regularização Ambiental (PRA), bem como a retificação de sobreposição com áreas restritivas (31%) e outras verificações via análise manual (17%).

Do próprio Código Florestal depreende-se que o foco do CAR reside na avaliação e monitoramento da conformidade ambiental. Portanto, uma abordagem integradora que harmonize os esforços de análise manual e automática se mostra promissora. A análise automática pode desempenhar um papel central ao identificar pendências de acordo com critérios pré-definidos, agrupar prioritariamente os casos e direcionar a regularização de não conformidades. Paralelamente, os órgãos competentes podem prosseguir com uma avaliação detalhada dos requisitos, proporcionando uma abordagem mais abrangente e eficiente. Essa sinergia potencializa a eficácia do CAR como principal instrumento para a implementação do Código Florestal, ao agilizar os procedimentos para a regularização ambiental e o monitoramento de irregularidades.

³ Que proíbe empréstimos para fazendas sobrepostas a áreas públicas e embargos (Resolução CMN 5.081/2023).

Referências

1. SFB (2023). Boletim Informativo. Dados declarados até 3 de outubro de 2023. Serviço Florestal Brasileiro – SFB. [https://www.car.gov.br/manuais/Boletim Informativo Outubro de 2023.pdf](https://www.car.gov.br/manuais/Boletim%20Informativo%20Outubro%20de%202023.pdf) Acesso em 29 mai. 2024.
2. Chiavari, C. et al. (2021). Where Does Brazil Stand with the Implementation of the Forest Code? A Snapshot of the CAR and PRA in Brazilian States. 2021 Edition. Rio de Janeiro: Climate Policy Initiative.
3. Valdiones, A.P., Bernasconi, P. (2019). Do papel à prática: a implementação do Código Florestal pelos Estados brasileiros. Instituto Centro de Vida, Cuiabá.
4. Azevedo, A.A., Rajão, R., Costa, M.A., Stabile, M.C.C., Macedo, M.N., Dos Reis, T.N.P., Alencar, A., Soares-Filho, B.S., Pacheco, R. (2017). Limits of Brazil's Forest Code as a means to end illegal deforestation. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 114, 7653–7658. <https://doi.org/10.1073/pnas.1604768114>
5. Costa, M.A., Rajão, R., Stabile, M.C.C., Azevedo, A.A. (2018). Epidemiologically inspired approaches to land-use policy evaluation: The influence of the Rural Environmental Registry (CAR) on deforestation in the Brazilian Amazon. *Elem. Sci. Anthr.* 6, 1–17. <https://doi.org/10.1007/BF01054478>
6. 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, 193–203. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.05.029>
7. CNMP (2022). Cadastro Ambiental Rural: diretrizes para atuação do Ministério Público. Conselho Nacional do Ministério Público – CNMP. Coordenação: Rinaldo Reis Lima. Brasília, 2022.
8. Roitman, I., Cardoso Galli Vieira, L., Baiocchi Jacobson, T.K., da Cunha Bustamante, M.M., Silva Marcondes, N.J., Cury, K., Silva Estevam, L., da Costa Ribeiro, R.J., Ribeiro, V., Stabile, M.C.C., de Miranda Filho, R.J., Avila, M.L. (2018). Rural Environmental Registry: An innovative model for land-use and environmental policies. *Land use policy* 76, 95–102. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.04.037>
9. Martins, H., Nunes, S., Souza Jr, C. (2018). CAR: Cadastro Ambiental em Áreas Protegidas. Imazon: Belém, Brasil.
10. Oliveira, A. L. A., Brugnara, E. (2018). Cadastro Ambiental Rural: um instrumento para evidenciar conflitos ambientais em terras indígenas? *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 46.
11. Azevedo-Ramos, C., Moutinho, P., Arruda, V. L. D. S., Stabile, M. C., Alencar, A., Castro, I., & Ribeiro, J. P. (2020). Lawless land in no man's land: The undesignated public forests in the Brazilian Amazon. *Land Use* 9, 104863.
12. Carrero, G. C., Walker, R. T., Simmons, C. S., & Fearnside, P. M. (2022). Land grabbing in the Brazilian Amazon: Stealing public land with government approval. *Land Use Policy*, 120, 106133.
13. Rajão, R., Soares-Filho, B., Nunes, F., Börner, J., Machado, L., Assis, D., ... & Figueira, D. (2020). The rotten apples of Brazil's agribusiness. *Science*, 369(6501), 246-248.
14. Soares-Filho, B., Rajão, R., Macedo, M., Carneiro, A., Costa, W., Coe, M., ... & Alencar, A. (2014). Cracking Brazil's forest code. *Science*, 344(6182), 363-364.
15. Lopes, Cristina L., Maria Eduarda Segovia e Joana Chiavari. (2023). Onde Estamos na Implementação do Código Florestal? Radiografia do CAR e do PRA nos Estados Brasileiros — Edição 2023. Rio de Janeiro: Climate Policy Initiative.