

Felipe Cerignoni
Engenheiro Florestal

Especialista em dados
no Instituto de Manejo e
Certificação Florestal e
Agrícola - IMAFLORA

felipe@imaflora.org

NOTA TÉCNICA

MALHA CAR LIVRE DE SOBREPOSIÇÃO

RESUMO

A criação do Cadastro Ambiental Rural (CAR) foi um avanço para o diagnóstico ambiental e planejamento de propriedades rurais no Brasil. No entanto, devido ao caráter auto declaratório e a metodologia de registro adotada, existem muitas sobreposições entre imóveis que acabam dificultando análises em escalas regionais. Essa nota descreve a metodologia para a limpeza das sobreposições do CAR em todo o território nacional. Na base de dados exemplificada no processamento em 2023, existem 6.953.166 imóveis inscritos no CAR com área total declarada de aproximadamente 650 milhões de hectares. Ao final do processamento de limpeza das sobreposições, 48,7% dos imóveis sofreram alguma alteração nas suas áreas declaradas e houve uma redução de aproximadamente 100 milhões de hectares em comparação à área total dos imóveis declarados.



INTRODUÇÃO

A implementação da nova Lei de Proteção a Vegetação Nativa (LPVN) - Lei nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012) é de suma importância para o ordenamento territorial, proteção dos recursos naturais e identificação de riscos em cadeias agropecuárias, principalmente porque é a principal lei que determina as áreas das propriedades rurais privadas que devem ser protegidas ou recuperadas e as que podem ser destinadas a outros usos (BRANCALION et al., 2016). Apesar das modificações polêmicas que trouxeram anistia ao desmatamento e reduções de áreas de proteção (SPAROVEK et al., 2012; GUIDOTTI et al., 2017; FREITAS et al., 2018b), foram criados importantes mecanismos de controle e incentivo ao cumprimento da mesma, sendo o Cadastro Ambiental Rural (CAR) o primeiro passo para a regularização ambiental do imóvel e para garantir acesso aos benefícios previstos.

O CAR é um registro eletrônico, gratuito, auto declaratório e obrigatório para todos os imóveis rurais (LAUDARES; SILVA; BORGES, 2014). Reunindo uma série de informações geográficas como limite da propriedade, uso do solo e hidrografia, o CAR permite um diagnóstico de passivos e ativos ambientais de cada propriedade cadastrada. Historicamente, os dados fundiários no Brasil se concentraram nos programas do Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF) e do Sistema Nacional de Certificação de Imóveis Rurais (SNCI), ambos do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), sendo exigido o georreferenciamento para garantir a precisão topográfica dos limites. No entanto, pela morosidade e alto custo do registro, principalmente as pequenas propriedades e agricultores familiares ficaram fora dessa base, sendo registrados apenas em cartórios espalhados pelo país e sem qualquer tipo de integração geográfica eletrônica. Nesse contexto, o CAR trouxe um grande avanço por conseguir abranger uma grande parte da área rural privada no país, tornando-se uma base fundamental para a compreensão da situação da LPVN, mesmo que não seja uma base estritamente fundiária. Com essa nova base integrada de dados geográficos dos limites das propriedades, somada a outros dados de entrada, é possível modelar a aplicação da lei nos mais diversos cenários considerando as especificidades locais, como legislações estaduais e de biomas, tamanho, histórico de uso do solo.



NOTA TÉCNICA:
MALHA CAR LIVRE DE
SOBREPOSIÇÃO

No entanto, existe uma grande dificuldade em se trabalhar com a informação original provinda do CAR para a execução de modelos espacialmente explícitos. Isso porque, justamente pelo cunho auto declaratório na criação dos seus registros, o próprio produtor rural pode desenhar o limite de sua propriedade dentro do sistema, gerando inúmeros casos de sobreposições entre os imóveis. É importante salientar que o CAR não tem como finalidade principal resolver os problemas fundiários do país, apesar de ajudar a caracterizá-lo, mas sim garantir a implementação da LPVN e o mapeamento dos recursos naturais por todo Brasil.

Essa nota descreve as etapas metodológicas e processamentos executados para gerar uma malha geográfica do CAR livre de sobreposições, tentando garantir ao máximo a integridade dos imóveis rurais durante o processo de limpeza em casos de sobreposição. Esse procedimento limita o uso da malha em escala de propriedade, pois durante o processo os limites dos imóveis podem ser alterados ou mesmo descaracterizados totalmente. Por isso vale ressaltar que o uso dessa malha objetiva a compreensão em escalas menores (município, bacias hidrográficas, estado, bioma, regiões e país).

METODOLOGIA

BASE DE DADOS

A base de dados utilizada nesse processamento é o limite das propriedades rurais inscritas no Cadastro Ambiental Rural auto declaratório. Essa base de dados está disponível no servidor de mapas (Geoserver) do Serviço Florestal Brasileiro e pode ser adquirida utilizando as APIs presentes no servidor em formato CSV (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2022).

A escolha por adquirir os dados em formato CSV se dá pela facilidade de transição dos dados, pois as geometrias são descritas no formato de texto WKT (Well-Known Text) deixando o arquivo muito mais leve em comparação a um SHP (Shapefile), perfeito para transferência na web. Posteriormente as geometrias são convertidas para formato vetorial em ambiente de banco de dados.



NOTA TÉCNICA:
MALHA CAR LIVRE DE
SOBREPOSIÇÃO

PRÉ-TRATAMENTO

O CAR possui um número de registro associado a cada imóvel, mas é um campo do tipo texto, o que dificulta o processamento. Para facilitar a aplicação da lógica computacional que permite a paralelização dos processos em mais de um núcleo de processamento foi criado o campo “gid” do tipo numérico e único para cada registro de imóvel na base de dados. Além desse, também foi criado o campo o campo “area_calc”, que representa a área calculada original do imóvel antes da limpeza de sobreposições.

Todos os cálculos de área realizados durante o processamento utilizaram a projeção cônica equivalente de Albers com parâmetros customizados para reduzir as distorções no território brasileiro, segundo o IBGE (2019).

PROCESSAMENTO

Todo processamento foi realizado em ambiente de banco de dados relacional PostgreSQL com a extensão espacial PostGIS. A linguagem utilizada para execução das rotinas é linguagem estruturada para consultas em banco de dados SQL. Todos os scripts estão disponíveis no GitHub.

DEFINIÇÃO DA HIERARQUIA

A primeira etapa do processamento é gerar métricas para definição da hierarquia de sobreposição dos imóveis. Isso é realizado contabilizando: o número de sobreposições; e a área resultante da limpeza de todas as sobreposições presentes para cada um dos imóveis, em caso hipotético de toda e qualquer tipo de sobreposição ser considerada um possível erro e, portanto, tratada sem que haja uma hierarquia ou prevalência de um imóvel contra o outro. Esse passo é fundamental para a classificação dos imóveis que tiveram baixo número de sobreposições e pouca área sobreposta, considerados registros com boa confiabilidade.

A partir dos resultados dessa primeira etapa de processamento, é possível verificar a quantidade de sobreposições e a razão entre a área final limpa de sobreposições e a área inicial a fim de estabelecer critérios para a definição de bons registros, tratados aqui como CAR premium (FREITAS et al., 2018a). Nesse trabalho, a definição dos critérios para o CAR premium se encontra na Tabela 1 e varia conforme o tamanho dos imóveis.



NOTA TÉCNICA:
MALHA CAR LIVRE DE
SOBREPOSIÇÃO

TABELA 1.

Critérios para definição do CAR premium utilizados nesse estudo

TAMANHO DO IMÓVEL	NÚMERO MÁXIMO DE SOBREPOSIÇÕES	ÁREA RESULTANTE DO IMÓVEL APÓS LIMPEZA DAS SOBREPOSIÇÕES*
Pequeno	3	90%
Médio	5	97%
Grande	7	99%

* Com relação à área original

A segunda etapa do processamento é marcar aqueles imóveis que são CAR premium em um campo booleano com base nos critérios definidos. Uma vez que todos os imóveis são marcados, é possível comparar todas as sobreposições em cada imóvel e selecionar qual imóvel deve prevalecer em caso de conflito espacial na etapa seguinte.

Os parâmetros utilizados para definição da hierarquia de sobreposição são: o tipo do imóvel - Imóvel Rural (IRU), Assentamentos (AST) e Povos e Comunidades Tradicionais (PCT); Se é um CAR Premium; e o identificador serial da base de dados.

LIMPEZA DE SOBREPOSIÇÕES

Nessa etapa, é definido qual imóvel deve prevalecer em caso de sobreposição e qual deve ser limpo, ou seja, ter a área diminuída no resultado da comparação da sobreposição. Para isso, são utilizados os parâmetros de hierarquia descritos acima.

O primeiro nível de hierarquia é a categoria fundiária do imóvel, sendo que a ordem de priorização, da menor para a maior, é definida por: IRU > AST > PCT. Nos casos em que a categoria do imóvel é igual entre os imóveis comparados, a prioridade é: CAR Premium > CAR não Premium. Para imóveis onde tanto a categoria fundiária como o



NOTA TÉCNICA:
MALHA CAR LIVRE DE
SOBREPOSIÇÃO

status Premium são iguais, não foi possível estabelecer uma hierarquia com base nos critérios selecionados. Por isso, nesses casos, a hierarquia foi atribuída de forma randômica através do campo “gid”. No pré-processamento, o “gid” foi atribuído de forma randômica aos registros, o que permite a utilização do campo nessas comparações. A maior prioridade na hierarquia foi atribuída ao imóvel com maior valor no campo “gid”. A Figura 1 ilustra o antes e o depois da limpeza de sobreposição.

FIGURA 1.

O antes e o depois do tratamento de sobreposição entre os imóveis do CAR



NOTA TÉCNICA:
MALHA CAR LIVRE DE
SOBREPOSIÇÃO

CÁLCULOS FINAIS

Ao final da limpeza de sobreposições é realizado o cálculo da área final dos polígonos resultantes, dessa forma é possível identificar quais registros sofreram alteração no seu limite geográfico. Como todos os registros que entram no processo são mantidos na base final, algumas propriedades apresentam área final igual a zero, o que significa que esse imóvel foi completamente descaracterizado segundo os critérios aplicados e a sua geometria passa a ser vazia ('MULTIPOLYGON EMPTY').

IMPLICAÇÕES PRÁTICAS

O principal objetivo deste produto é ser utilizado em posterior modelagem da LPVN para entender, a partir de estimativas, qual a situação atual da aplicação da Lei em termos de passivos e ativos florestais no território nacional ou em grandes recortes territoriais como estado, bioma, região, bacia hidrográfica, etc. O produto não deve ser utilizado para aplicações em escala de propriedade, já que, conforme item 2.3.3, em casos de sobreposição os imóveis podem ser descaracterizados ou apresentar grandes alterações nos seus limites originalmente declarados.

Utilizando-se como exemplo a base de dados do CAR adquirida em 13/03/2023 que apresenta um total de 6.953.166 imóveis e um total de área declarada de 649.621.052 hectares, após o processamento utilizando o método descrito no documento, temos como resultado final um total de 3.391.020 imóveis (48,7%) que sofreram algum tipo de descaracterização dos limites, dentre eles 155.006 deixaram de existir na base final. Também podemos observar que do total de área, 106.969.639 hectares (16,4%) foram limpos devido as sobreposições.



REFERÊNCIAS

BRANCALION, P. H. S. et al. Análise crítica da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (2012), que substituiu o antigo Código Florestal: atualizações e ações em curso. *Natureza & Conservação*, v. 14, n. 2012, p. e1-e16, 2016.

BRASIL. LEI No 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília, DF, 2012. . Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>.

FREITAS, F. L. M. de et al. Nota técnica: Malha fundiária do Brasil. In: Atlas - A Geografia da Agropecuária Brasileira. [s.l.: s.n.]

FREITAS, F. L. M. et al. Potential increase of legal deforestation in Brazilian Amazon after Forest Act revision. *Nature Sustainability*, v. 1, n. November, p. 3-8, 2018b. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1038/s41893-018-0171-4>>.

GUIDOTTI, V. et al. Números detalhados do novo Código Florestal e suas implicações para os PRAs Sustentabilidade em Debate. Piracicaba: Imaflora, 2017. .

IBGE. MANUAIS TÉCNICOS EM GEOCIÊNCIAS - Acesso e Uso de Dados Geoespaciais n. 14. [s.l.: s.n.]

LAUDARES, S. S. . A.; SILVA, K. G.; BORGES, L. A. C. Cadastro Ambiental Rural: uma Análise da Nova Ferramenta para Regularização Ambiental no Brasil. *DeMA - Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 31, p. 111-122, 2014. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/made/article/view/33743>>.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. Sistema de Cadastro Ambiental Rural - SICAR Brasília, DF, 2022. . Disponível em: <<https://geoserver.car.gov.br/geoserver/web/wicket/bookmarkable/org.geoserver.web.demo.MapPreviewPage?O&filter=false>>.

SPAROVEK, G. et al. The revision of the brazilian forest act: Increased deforestation or a historic step towards balancing agricultural development and nature conservation? *Environmental Science and Policy*, v. 16, p. 65-72, 2012.



NOTA TÉCNICA:
MALHA CAR LIVRE DE
SOBREPOSIÇÃO**AGRADECIMENTOS**

Imaflora agradece a:

Aline Franzosi,
pelos aportes e análises
que permitiram o
desenvolvimento
desta metodologia

Thiago Reis,
pela revisão de texto

 [instagram.com/imaflorabrasil](https://www.instagram.com/imaflorabrasil)

 [imaflora.org/noticias](https://www.imaflora.org/noticias)

 [facebook.com/imaflora](https://www.facebook.com/imaflora)

 twitter.com/imaflora

 [linkedin.com/in/imaflora](https://www.linkedin.com/in/imaflora)

 [youtube.com/imaflora](https://www.youtube.com/imaflora)

 +55 19 3052 8200

 imaflora@imaflora.org

 www.imaflora.org

