

Panorama do Código Florestal Brasileiro

2ª ed.



UFMG

UNIVERSIDADE FEDERAL
DE MINAS GERAIS



JULHO | 2023

Policy brief

Centro de Sensoriamento Remoto – CSR/UFMG
Laboratório de Gestão de Serviços Ambientais – LAGESA/UFMG
Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG

2ª edição
Julho de 2023
Belo Horizonte/MG, Brasil

Contato: cf@csr.ufmg.br

Copyright© 2023 CSR/UFMG



10 ANOS DO NOVO CÓDIGO FLORESTAL

O Código Florestal (CF) é a maior legislação reguladora da conservação em área de propriedades rurais no Brasil¹. Em resumo, ele define onde a vegetação nativa deve ser conservada ou onde pode ser suprimida, além de estabelecer meios de gerenciar o uso dos recursos naturais em áreas de vegetação nativa. A lei basicamente define dois tipos de áreas de conservação: Áreas de Proteção Permanente (APP), faixas de terra ao longo de rios, corpos d'água e nascentes, além de encostas íngremes e topos de morro, e a Reserva Legal (RL), uma porcentagem (de 80% na Amazônia a 20% nos outros biomas) da área da propriedade em que a vegetação nativa deve ser conservada. Para propriedades que não estão em conformidade legal, o CF também determina as áreas que precisam ser restauradas para vegetação nativa às custas dos proprietários, ou seja, RL e APP ilegalmente desmatadas anteriormente a 2008.

Em 25 de maio de 2022, a revisão do CF completou 10 anos. Uma década depois dessas revisões que flexibilizaram a legislação ambiental do país ao conceder uma grande anistia aos antigos desmatadores ilegais e diminuindo a necessidade de recuperar a vegetação nativa, esse aniversário é marcado acima de tudo por contratempos em políticas públicas direcionadas à conservação de vastas extensões de vegetação nativa do Brasil.

Além do auto-registro no Cadastro Ambiental Rural (CAR) online, na qual já ultrapassou 6,5 milhões de propriedades rurais, houve pequenos progressos relacionados à implantação de mecanismos introduzidos pela revisão de 2012 destinados a possibilitar a execução do CF.

O CAR (Cadastro Ambiental Rural) é o primeiro desses mecanismos. SICAR é uma base de dados pública nacional feita para apoiar a regularização ambiental e enfrentar o desmatamento ilegal. O registro no CAR, primeiro passo para a regularização, é obrigatório, embora seja um processo de autodeclaração. A veracidade dos dados do CAR precisa ser checada pelas agências ambientais de cada estado através da chamada “validação do CAR”, que tem sofrido atrasos contínuos. Até o momento, a avaliação ainda é realizada num processo manual e analisou nada mais que 0,49% do total de propriedades no SICAR. Na falta de validação, registros CAR fraudulentos são frequentemente usados como ferramenta para apropriação de terras, ameaçando assim as áreas protegidas e públicas.

A falta de progresso também atrapalha a implementação de outros mecanismos chave introduzidos para ajudar os proprietários a alcançar a conformidade legal, tal como o Programa de Regularização Ambiental (PRA), e o Mercado de Cota de Reserva Ambiental (CRA). Além de ajudar a resolver o déficit ambiental do CF no país, esses mecanismos são essenciais para outras políticas nacionais, tal como a Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) do Brasil, pois elas podem impulsionar grandes programas de restauração de vegetação nativa, providenciando ao mesmo tempo retorno monetário àqueles que mantiveram ou restauraram vegetação nativa.

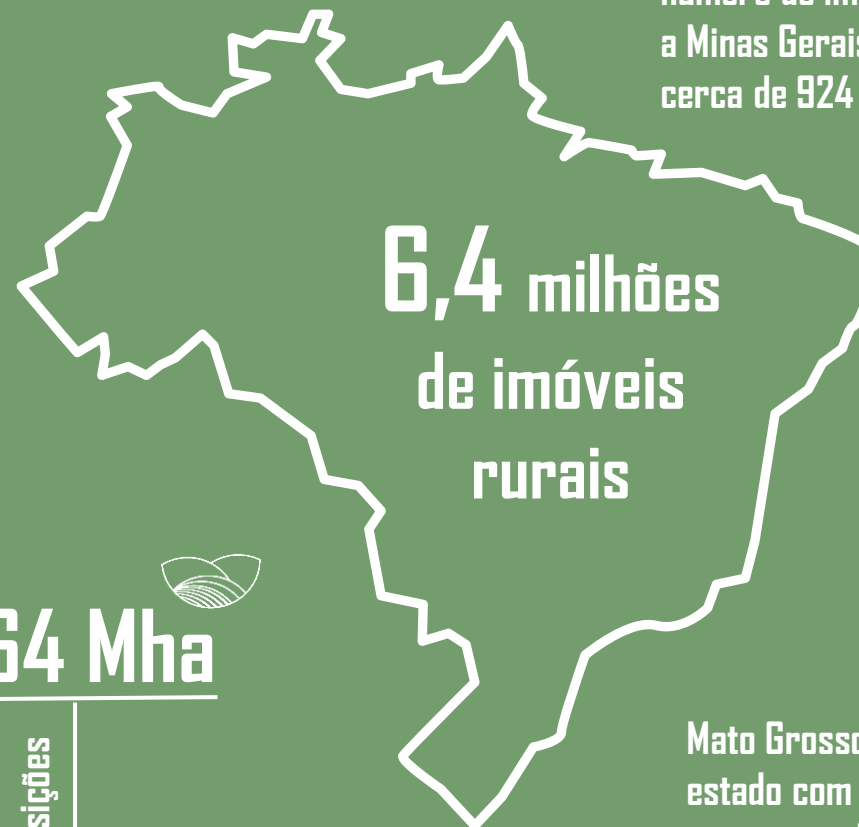
Com isso em mente, a sociedade civil juntamente à comunidade científica do país tem dado importantes passos para ajudar os estados brasileiros a superar o gargalo da validação do CAR. Avanços em modelos computacionais, a disponibilidade imediata dos limites das propriedades pelo Cadastro Ambiental Rural (CAR), em conjunto com mapas de uso da terra do país, já têm possibilitado análises espaciais de alta resolução^{2,3} do balanço do CF para várias propriedades distribuídas por grandes regiões do Brasil.

Aqui nós apresentamos os resultados juntamente com os métodos da rodada do nosso modelo CF para o país como um todo realizada em julho de 2023. O modelo computacional que desenvolvemos calcula os requisitos do CF e portanto, o nível de conformidade para cada uma das mais de 6,5 milhões de propriedades privadas rurais (PP) registradas no CAR. Para cada propriedade individual, o sistema informa os requisitos da área para conservação e restauração da vegetação nativa como RL e APP. Como resultado, o sistema calcula os déficits (vegetação que precisa ser restaurada) e excedentes (vegetação acima da conformidade) de cada propriedade. O sistema também informa o desmatamento após 2008 (disponibilizados atualmente somente para propriedades nos biomas Amazônia e Cerrado).

Baseado nestes avanços científico-tecnológicos, governos estaduais e sociedade civil estão agora providos com estimativas atualizadas do balanço CF como forma de ajudar a fomentar políticas públicas abrangentes voltadas à conservação e restauração da vegetação nativa em terras privadas. O estado do Pará tem sido pioneiro na aplicação dessa tecnologia com o intuito de avançar no processo de validação do CAR (o assim chamado CAR 2.0) bem como o SeloVerde - uma plataforma pública e transparente que permite rastrear o gado e a soja de todas as propriedades rurais do estado. CAR 2.0 é um sistema baseado na ciência que acelera o processo de validação através de algoritmos de modelagem espacialmente explícitos de última geração, incluindo aprendizado profundo juntamente com dados de sensoriamento remoto em alta resolução. Por sua vez, a plataforma SeloVerde é uma tecnologia revolucionária que suporta a devida diligência para alcançar cadeias de suprimentos agrícolas livres de desmatamento. Ambos sistemas estão sendo expandidos para Minas Gerais e outros estados do Brasil.

BRASIL

O estado com maior número de imóveis é a Minas Gerais: cerca de 924 mil



Sem sobreposições

Mato Grosso é o estado com maior área ocupada por imóveis: 61 Mha

412 Mha > 49% território brasileiro

77-91 Mha Excedente de Reserva Legal | 16-19 Mha Déficit de Reserva Legal | 3-4 Mha Déficit de APP

*Base de dados de janeiro de 2022.

Biomassas

A Amazônia e o Cerrado são os dois maiores biomas brasileiros e os que mais sofrem com a expansão da fronteira agrícola e o desmatamento. São áreas críticas para a conservação da sociobiodiversidade, mitigação das mudanças climáticas e regulação hídrica, logo para a produtividade do agronegócio, produção de energia hidrelétrica, abastecimento urbano de água e segurança alimentar.



Amazônia

Reserva legal

8 \pm 1,3 Mha
excedente

9 \pm 1,3 Mha
déficit

Imóveis rurais

0,71
Milhão

116
Mha

APP

1,01-1,35 Mha
déficit

Desmatamento após 2008
4,3 \pm 0,9 Mha

Cerrado

Imóveis rurais

1,06
Milhão

146
Mha

Reserva legal

30 \pm 2,4 Mha
excedente

4 \pm 0,3 Mha
déficit

Desmatamento após 2008

8,2 \pm 0,8 Mha

APP

0,72-0,95 Mha
déficit

Mata Atlântica



Reserva legal

11 \pm 0,9 Mha
excedente

2,3 \pm 0,1 Mha
déficit

Imóveis rurais

2,60
Milhões

79,1
Mha

APP

1,0-1,3 Mha
déficit

A Mata Atlântica abriga as maiores cidades do Brasil. Apenas cerca de 15-20% de suas florestas permaneceram.



Caatinga

Imóveis rurais

1,80
Milhão

44,7
Mha

Reserva legal

18 \pm 1,2 Mha
excedente

0,1 \pm 0,01 Mha
déficit

APP

0,21-0,28 Mha
déficit

A Caatinga é único bioma que ocorre exclusivamente no Brasil. Ele compreende grande diversidade de espécies endêmicas.

Pantanal



Reserva legal

6,1 \pm 0,6 Mha
excedente

0,04 \pm 0,003 Mha
déficit

Imóveis rurais

0,01
Milhão

12,5
Mha

APP

0,02-0,03 Mha
déficit

O Pantanal forma ecossistemas únicos que são propensos a inundações e incêndios florestais.



Pampa

Imóveis rurais

0,02
Milhão

14,9
Mha

Reserva legal

5,6 \pm 0,2 Mha
excedente

0,16 \pm 0,005 Mha
déficit

APP

0,09-0,13 Mha
déficit

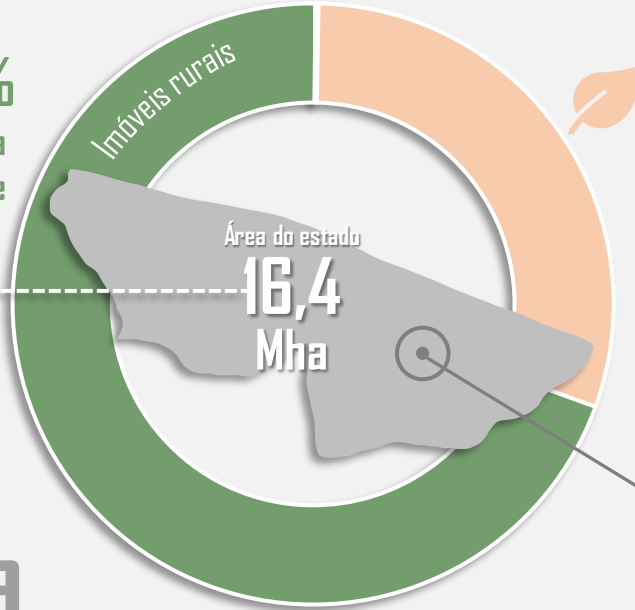
O bioma Pampa foi convertido principalmente para a agricultura, com muito pouco de seu ecossistema natural sob proteção legal.

Acre

0,2%
Massas d'água

30%
Área consolidada

70%
Vegetação nativa remanescente



31%



5,1 Mha

imóveis rurais

40.614

imóveis rurais

105.412



1,7 Mha

Desmatamento após 2008



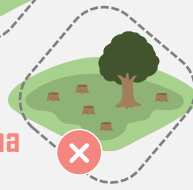
Desmatamento em APP ou com RL abaixo do mínimo

Reserva legal

7%
0,34±0,07 Mha
Excedente

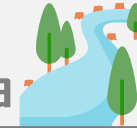


4,8%
0,25±0,04 Mha
Déficit



0,6%
29,8-39,6 mil ha

Déficit de APP

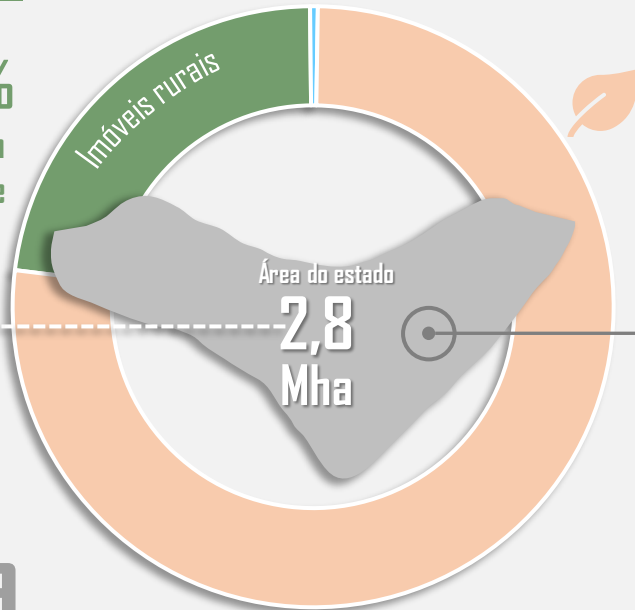


Alagoas

0,4%
Massas d'água

77%
Área consolidada

23%
Vegetação nativa remanescente



62%



1,7 Mha

imóveis rurais

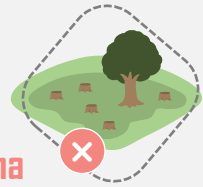
105.412

Reserva legal

10%
0,18±0,02 Mha
Excedente



3,7%
0,06±0,01 Mha
Déficit



0,8%
14,3-19,0 mil ha

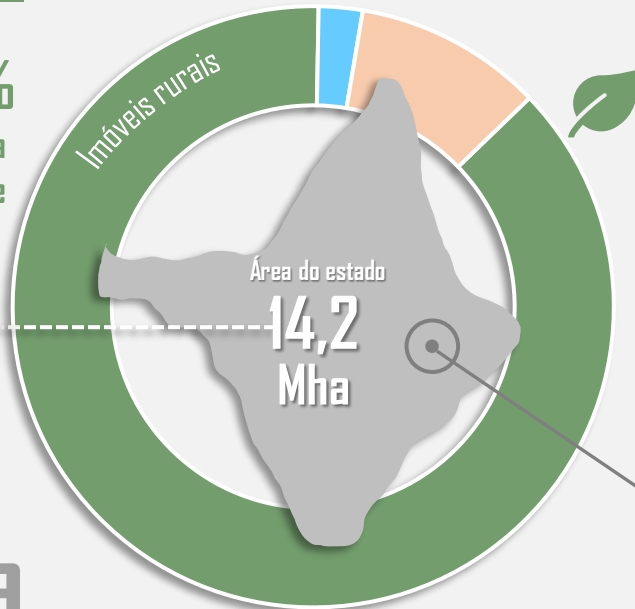
Déficit de APP



Amapá

2% Massas d'água
10% Área consolidada

88% Vegetação nativa remanescente



11%



7.286 imóveis rurais
1,6 Mha

0,3%

4,4-5,8 mil ha

Déficit de APP



Desmatamento após 2008



17%

Desmatamento em APP ou com RL abaixo do mínimo

Reserva legal

27%

0,44±0,10 Mha Excedente



0,3%

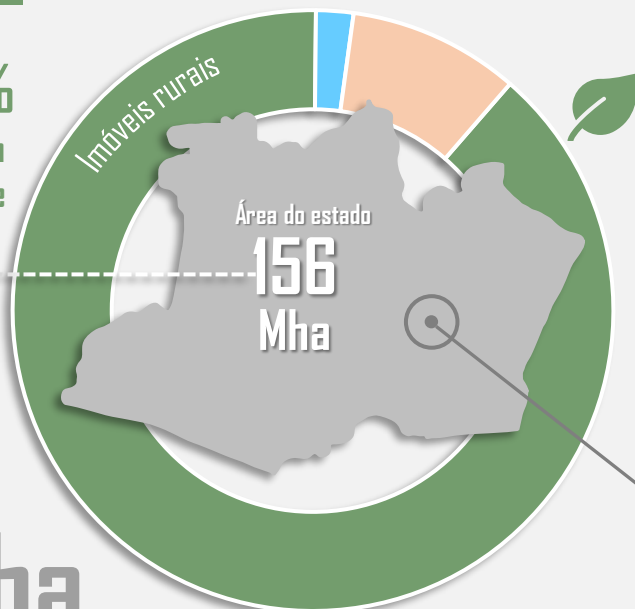
0,004±0,001 Mha Déficit



Amazonas

2% Massas d'água
9% Área consolidada

89% Vegetação nativa remanescente



9%



60.945 imóveis rurais
13,8 Mha

0,2%

28,1-37,3 mil ha

Déficit de APP



Desmatamento após 2008



68%

Desmatamento em APP ou com RL abaixo do mínimo

Reserva legal

13%

1,73±0,47 Mha Excedente



1,9%

0,26±0,06 Mha Déficit



Bahia

0,3% Massas d'água
46% Área consolidada

54% Vegetação nativa remanescente

52%

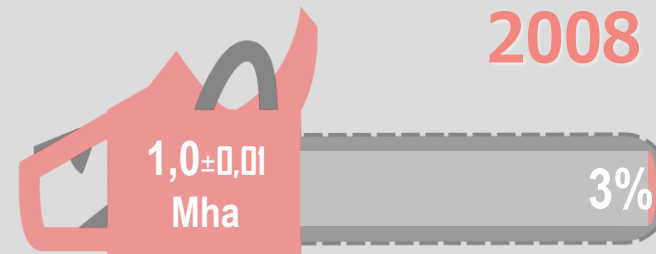
Área do estado
56,5 Mha

0,5%

150-200 mil ha

Déficit de APP

Desmatamento após 2008



Desmatamento em APP ou com RL abaixo do mínimo

Reserva legal

36% 10,7 ± 0,12 Mha Excedente

1,1% 0,34 ± 0,003 Mha Déficit

Ceará

1% Massas d'água
29% Área consolidada

70% Vegetação nativa remanescente

55%

Área do estado
14,9 Mha

0,5%

42,8-57,0 mil ha

Déficit de APP

Reserva legal

45% 3,72 ± 0,34 Mha Excedente

0,1% 0,01 ± 0,001 Mha Déficit

imóveis rurais

923.571
29,5 Mha

imóveis rurais

287.684
8,2 Mha

Distrito Federal

15.442 imóveis rurais

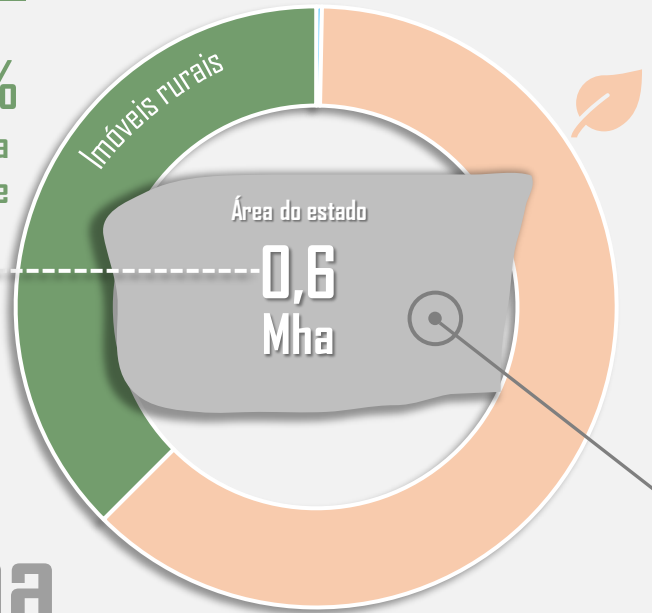


0,4 Mha

0,3% Massas d'água
62% Área consolidada

38% Vegetação nativa remanescente

63%



0,5%
1,7-2,3 mil ha
Déficit de APP



Desmatamento após 2008



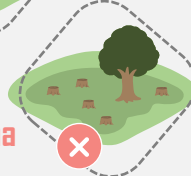
Desmatamento em APP ou com RL abaixo do mínimo

Reserva legal

12% 0,04±0,03 Mha Excedente



1,8% 0,01±0,003 Mha Déficit



Espírito Santo

103.081 imóveis rurais

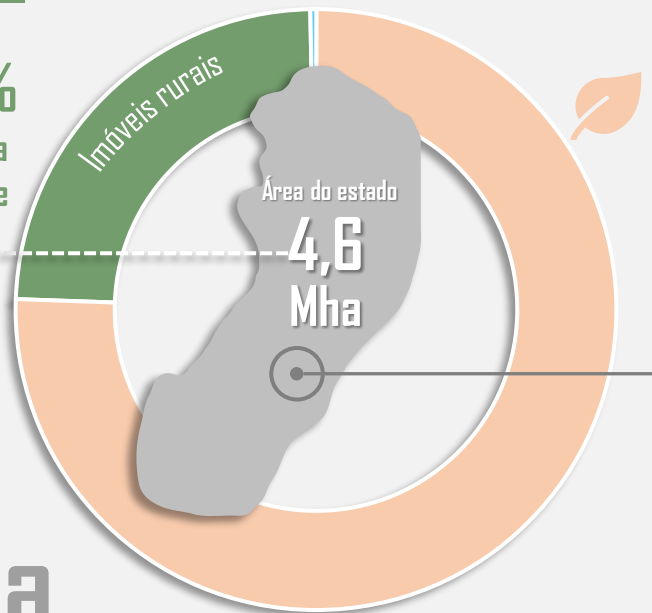


3,2 Mha

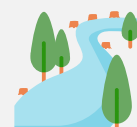
0,3% Massas d'água
76% Área consolidada

24% Vegetação nativa remanescente

70%



2,0%
65,8-87,5 mil ha
Déficit de APP

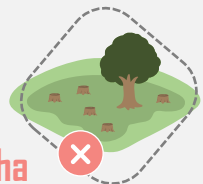


Reserva legal

10% 0,35±0,02 Mha Excedente



3,4% 0,11±0,01 Mha Déficit



Goiás

0,3%
Massas d'água

68%
Área consolidada

32%
Vegetação nativa remanescente

82%

Imóveis rurais

Área do estado
34
Mha

0,7%
204-271 mil ha
Déficit de APP



Desmatamento após 2008



Reserva legal

14%
3,94±0,27 Mha
Excedente



2,0%
0,56±0,03 Mha
Déficit



Reserva legal

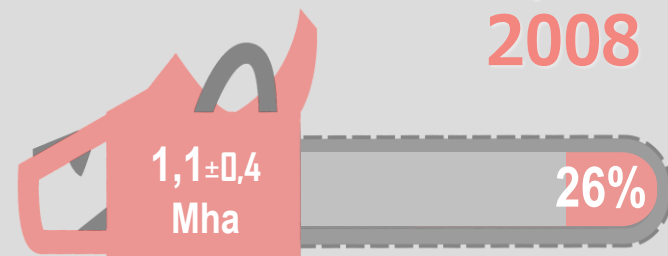
19%
3,11±0,77 Mha
Excedente



5,0%
0,83±0,16 Mha
Déficit



Desmatamento após 2008



Reserva legal

19%
3,11±0,77 Mha
Excedente



5,0%
0,83±0,16 Mha
Déficit



imóveis rurais

187.464

28.0 Mha



Maranhão

0,3%
Massas d'água

39%
Área consolidada

61%
Vegetação nativa remanescente

51%

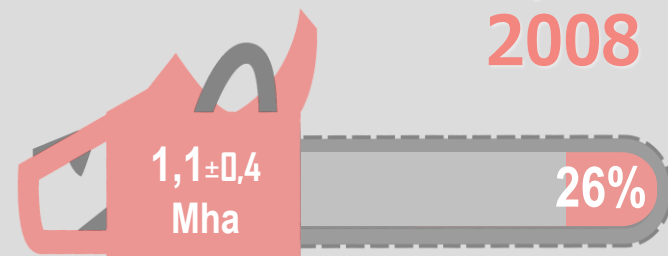
Imóveis rurais

Área do estado
33
Mha

0,5%
85-112 mil ha
Déficit de APP



Desmatamento após 2008



Reserva legal

19%
3,11±0,77 Mha
Excedente



5,0%
0,83±0,16 Mha
Déficit



imóveis rurais

241.762

16.7 Mha



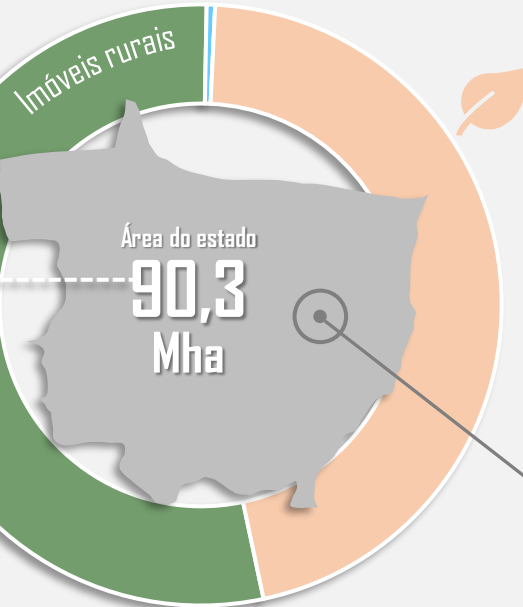
Mato Grosso

0,5%
Massas d'água

46%
Área consolidada

54%
Vegetação nativa remanescente

68%



0,5%

285-379 mil ha

Déficit de APP



Desmatamento após 2008



Desmatamento em APP ou com RL abaixo do mínimo

Reserva legal

10% **6,39±1,10 Mha**
Excedente



7,2% **4,42±0,62 Mha**
Déficit



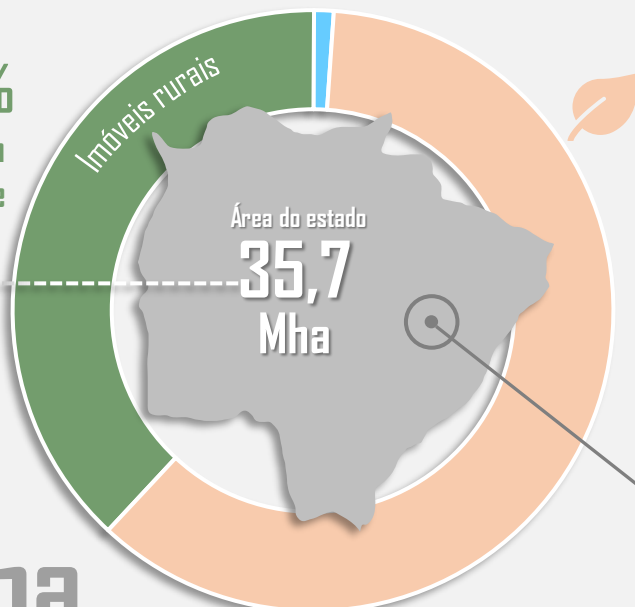
Mato Grosso do Sul

1%
Massas d'água

61%
Área consolidada

38%
Vegetação nativa remanescente

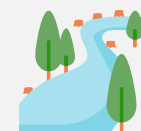
88%



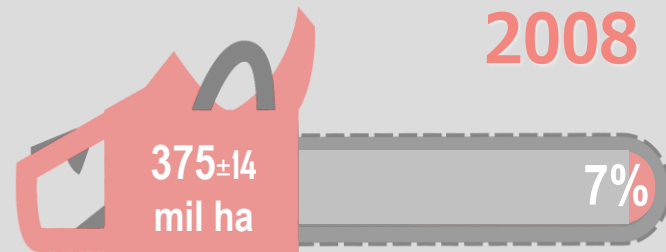
0,5%

158-210 mil ha

Déficit de APP



Desmatamento após 2008



Desmatamento em APP ou com RL abaixo do mínimo

Reserva legal

20% **6,29±0,19 Mha**
Excedente

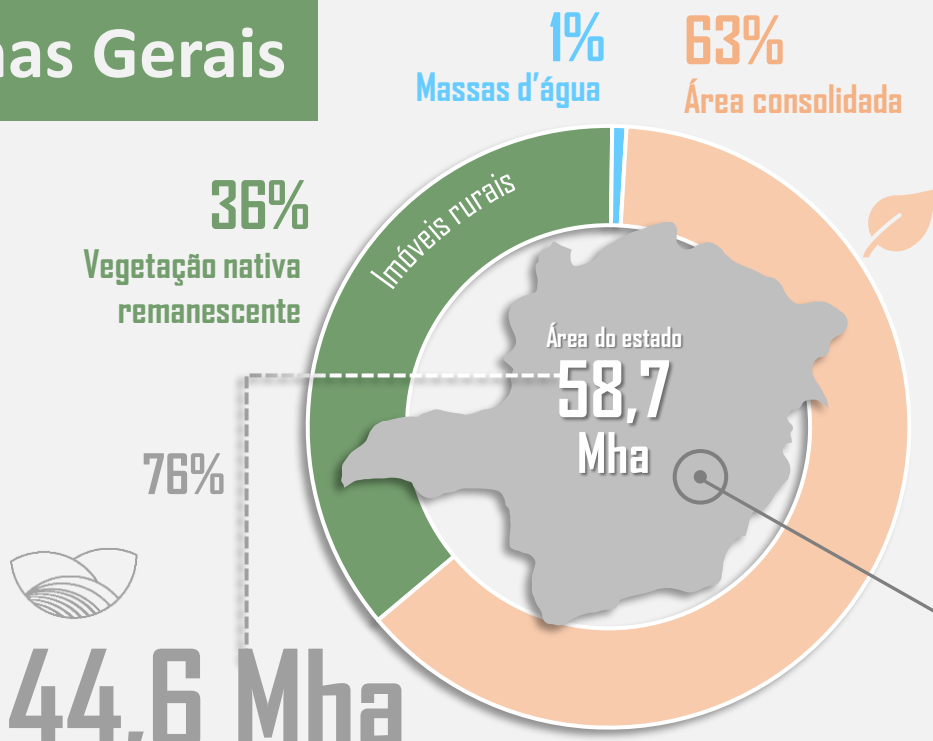


2,6% **0,83±0,02 Mha**
Déficit



Minas Gerais

924.042 imóveis rurais



44,6 Mha

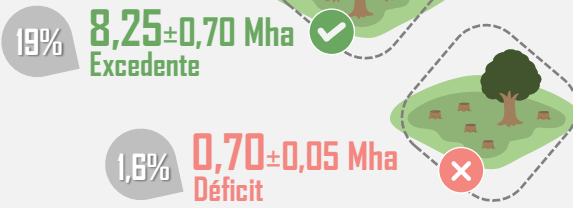
1,0%
442-588 mil ha
Déficit de APP

Desmatamento após 2008



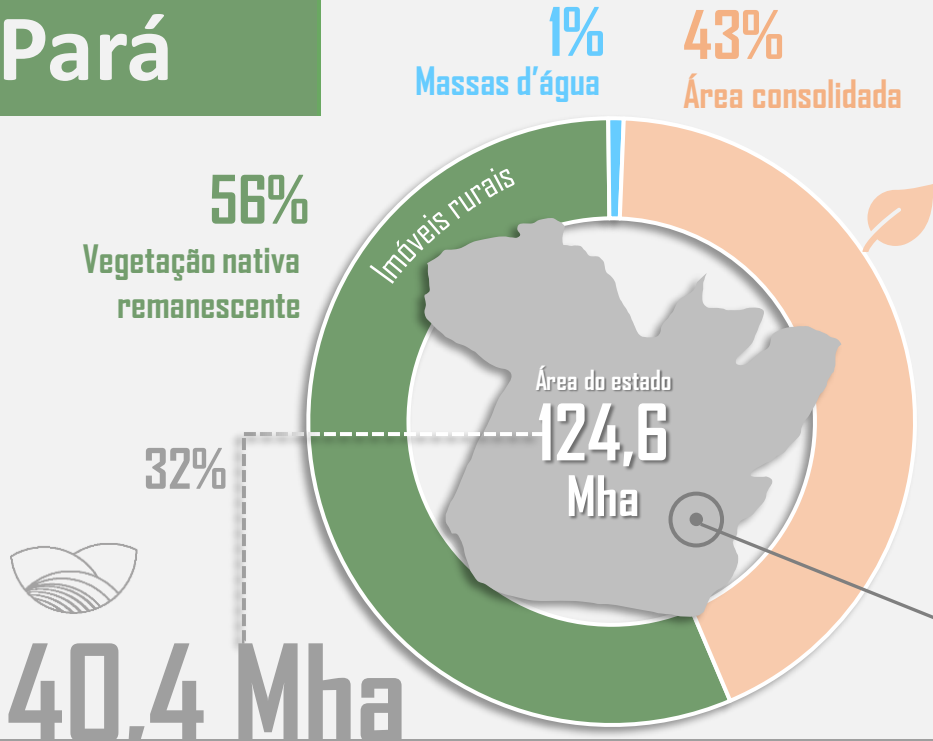
Desmatamento em APP ou com RL abaixo do mínimo

Reserva legal



Pará

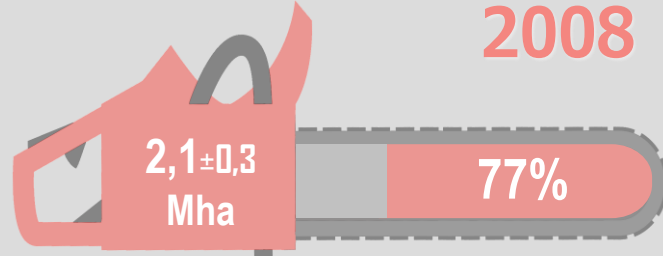
249.290 imóveis rurais



40,4 Mha

1,2%
481-640 mil ha
Déficit de APP

Desmatamento após 2008



Desmatamento em APP ou com RL abaixo do mínimo

Reserva legal



Paraíba

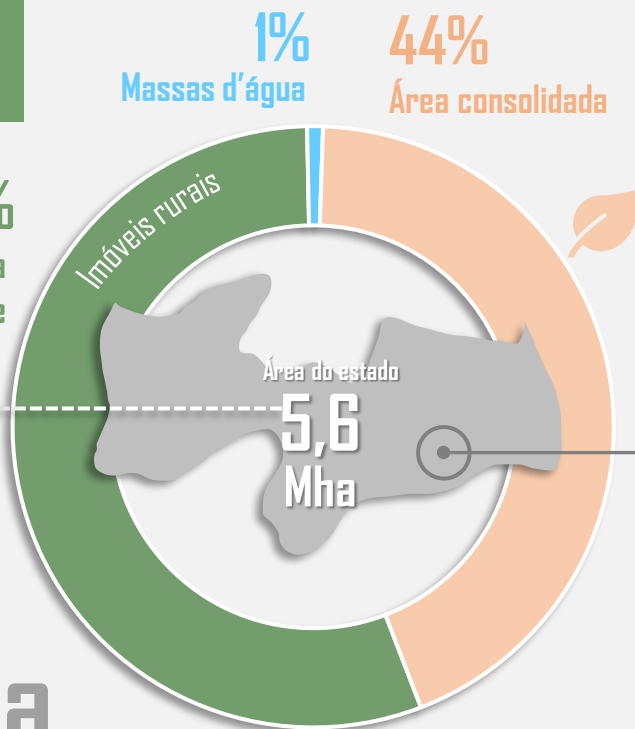
imóveis rurais
160.882

3,5 Mha



55%
Vegetação nativa remanescente

62%



0,7%
25,4-33,8 mil ha
Déficit de APP



Reserva legal

34%

1,21±0,06 Mha
Excedente



0,6%

0,02±0,001 Mha
Déficit



Paraná

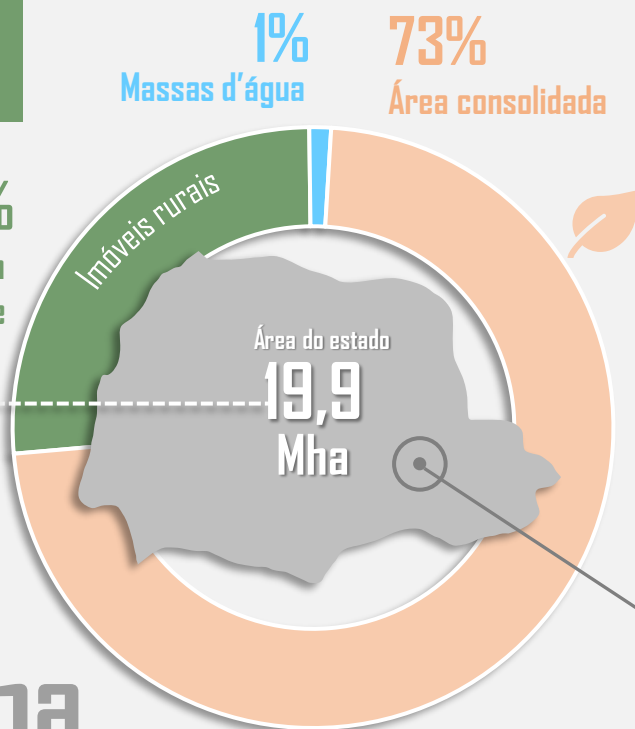
imóveis rurais
479.232

15,8 Mha



26%
Vegetação nativa remanescente

80%



1,0%
165-219 mil ha
Déficit de APP



Desmatamento após 2008



5,1±0,5 mil ha

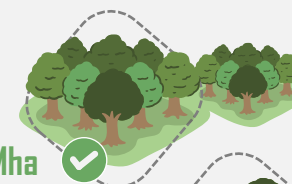
4%

Desmatamento em APP ou com RL abaixo do mínimo

Reserva legal

12%

1,85±0,14 Mha
Excedente



2,6%

0,41±0,03 Mha
Déficit



Pernambuco

312.261 imóveis rurais

5,4 Mha

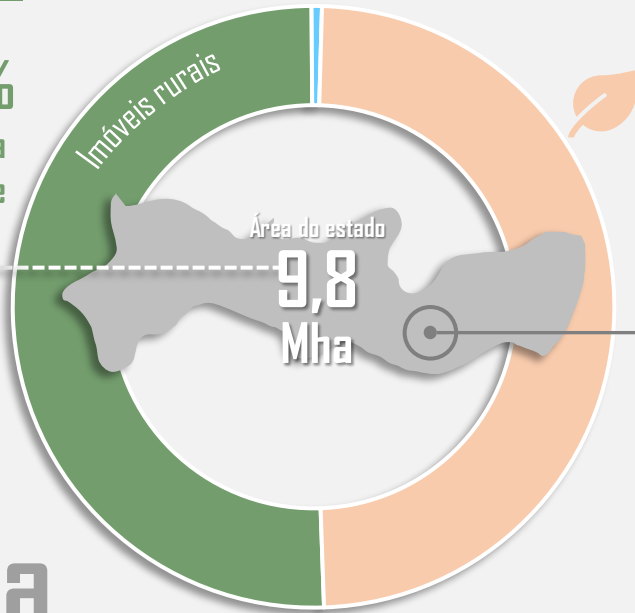


50% Vegetação nativa remanescente

56%

1% Massas d'água

49% Área consolidada



0,7%

39,5-52,6 mil ha

Déficit de APP



Reserva legal

32%

1,73±0,12 Mha Excedente



1,2%

0,06±0,004 Mha Déficit



Piauí

imóveis rurais

238.195

13,6 Mha

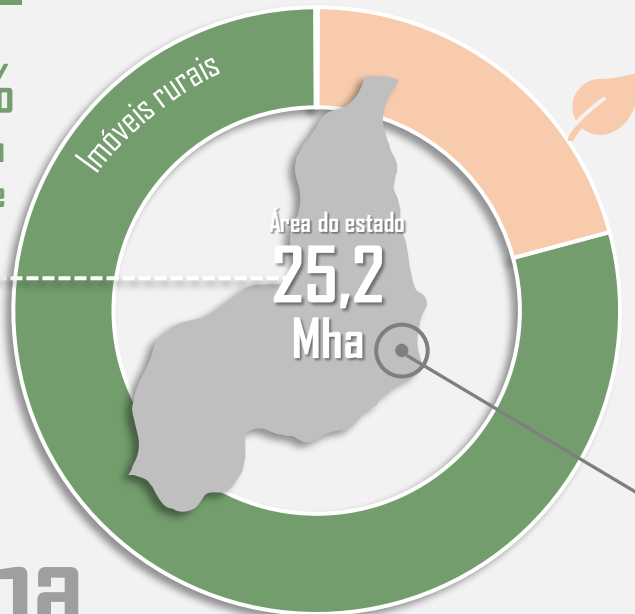


79% Vegetação nativa remanescente

54%

0,1% Massas d'água

21% Área consolidada



0,2%

27,4-36,4 mil ha

Déficit de APP



Desmatamento após 2008



853±139 mil ha

2%

Desmatamento em APP ou com RL abaixo do mínimo

Reserva legal

53%

7,26±0,94 Mha Excedente



0,2%

0,02±0,003 Mha Déficit



Rio de Janeiro

imóveis rurais

54.843

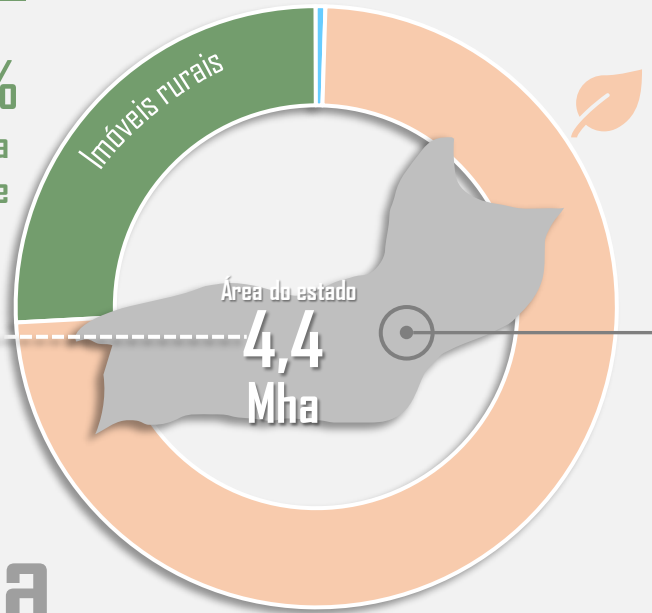


2.2 Mha

0,5% Massas d'água
74% Área consolidada

26% Vegetação nativa remanescente

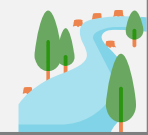
50%



2,1%

47,2-62,8 mil ha

Déficit de APP



Reserva legal

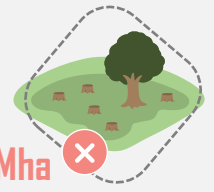
12%

0,28±0,02 Mha Excedente



3,5%

0,08±0,004 Mha Déficit



Rio Grande do Norte

imóveis rurais

82.917

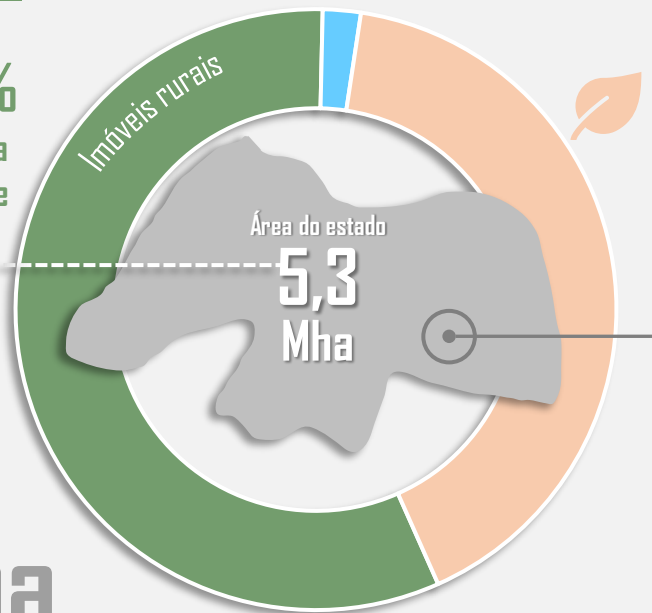


3.0 Mha

2% Massas d'água
41% Área consolidada

57% Vegetação nativa remanescente

56%



0,8%

22,6-30,1 mil ha

Déficit de APP



Reserva legal

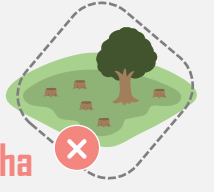
35%

1,04±0,07 Mha Excedente



0,3%

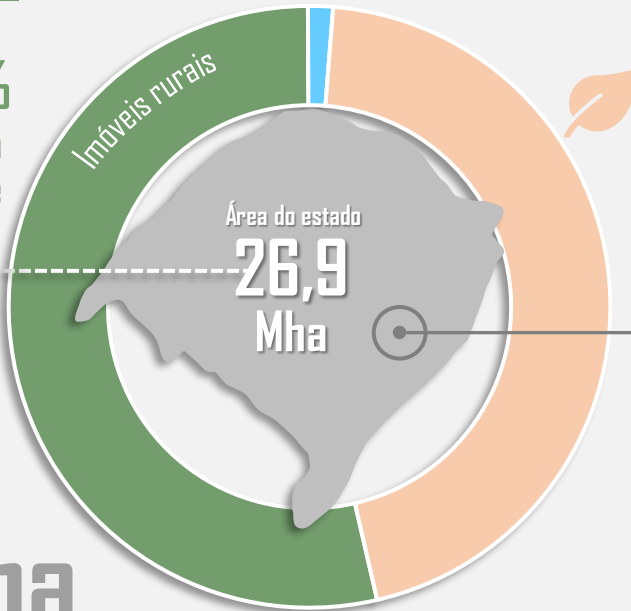
0,01±0,001 Mha Déficit



Rio Grande do Sul

1% Massas d'água
45% Área consolidada

54% Vegetação nativa remanescente



81%



591.965 Imóveis rurais
21,6 Mha

0,6%

136-181 mil ha

Déficit de APP



Reserva legal

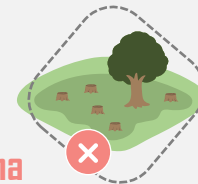
33%

7,10±0,29 Mha
Excedente



0,9%

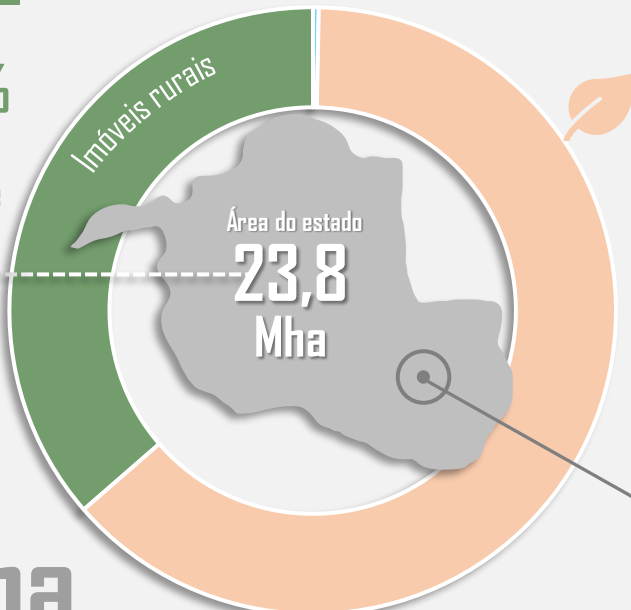
0,19±0,01 Mha
Déficit



Rondônia

0,3% Massas d'água
63% Área consolidada

36% Vegetação nativa remanescente



45%



137.416 Imóveis rurais
10,7 Mha

0,8%

83-111 mil ha

Déficit de APP



Desmatamento após 2008



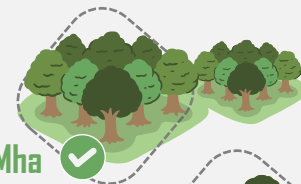
88%

Desmatamento em APP ou com RL abaixo do mínimo

Reserva legal

2,8%

0,30±0,03 Mha
Excedente



10,6%

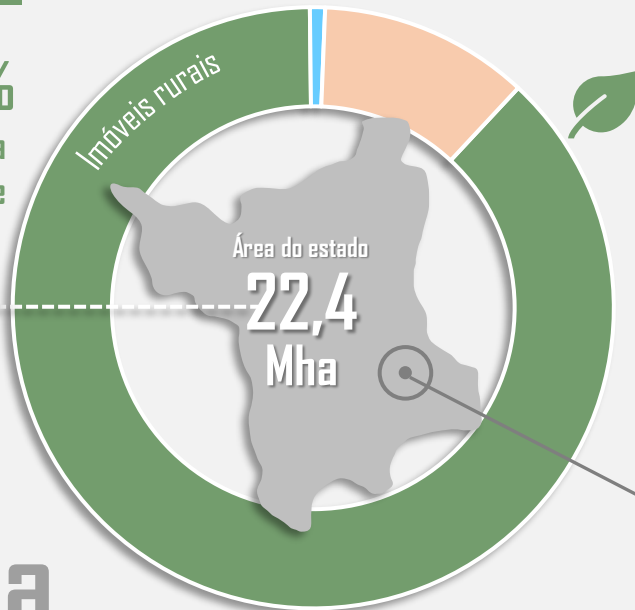
1,13±0,09 Mha
Déficit



Roraima

1% Massas d'água
11% Área consolidada

88%
Vegetação nativa remanescente



22%



19.989 imóveis rurais
5,0 Mha

0,3%
17,0-22,6 mil ha

Déficit de APP



Desmatamento após 2008



Desmatamento em APP ou com RL abaixo do mínimo

Reserva legal

20% 1,00±0,22 Mha Excedente



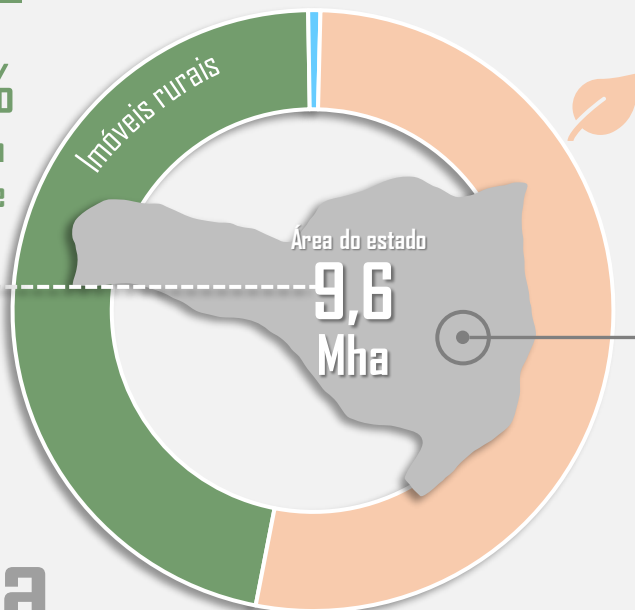
1,2% 0,06±0,01 Mha Déficit



Santa Catarina

0,5% Massas d'água
53% Área consolidada

47%
Vegetação nativa remanescente



73%



360.437 imóveis rurais
7,0 Mha

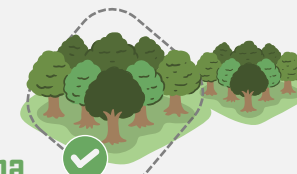
0,8%
53,3-70,9 mil ha

Déficit de APP

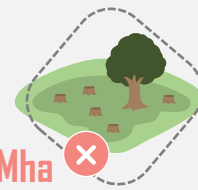


Reserva legal

26% 1,86±0,13 Mha Excedente



0,4% 0,03±0,002 Mha Déficit



São Paulo

390.295 imóveis rurais

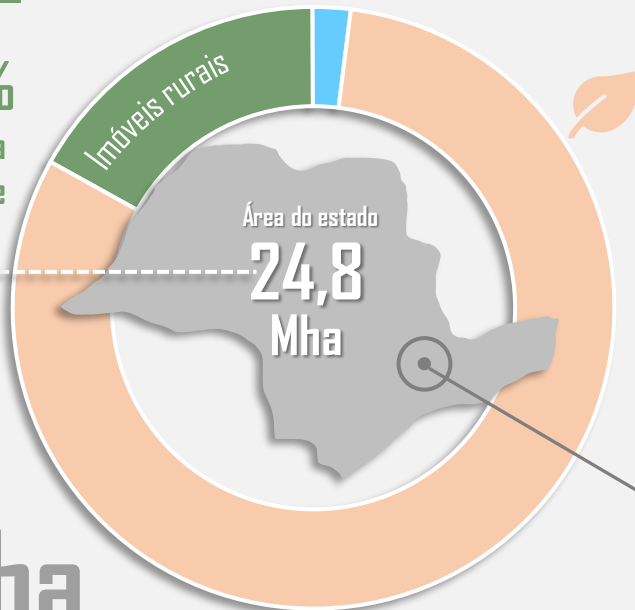
19,0 Mha

17%
Vegetação nativa remanescente

77%

2%
Massas d'água

81%
Área consolidada



1,2%
219-291 mil ha
Déficit de APP

Desmatamento após 2008



Desmatamento em APP ou com RL abaixo do mínimo

Reserva legal

5,9%
1,11±0,09 Mha
Excedente

5,4%
1,02±0,07 Mha
Déficit

Sergipe

87.018 imóveis rurais

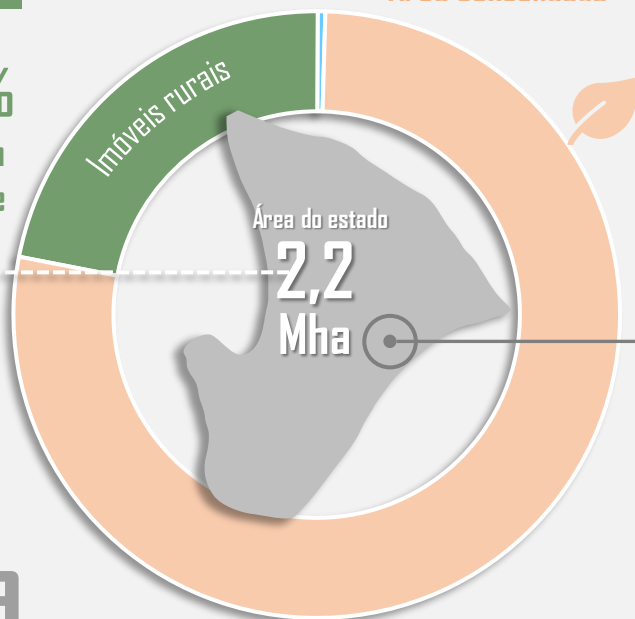
1,4 Mha

22%
Vegetação nativa remanescente

63%

0,4%
Massas d'água

78%
Área consolidada



0,9%
12-16 mil ha
Déficit de APP

Reserva legal

9,5%
0,13±0,02 Mha
Excedente

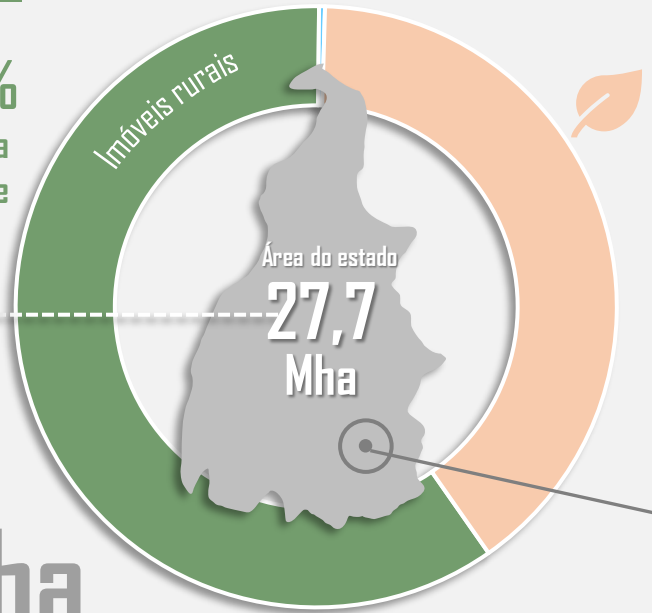
2,2%
0,03±0,003 Mha
Déficit

Tocantins

0,3%
Massas d'água

40%
Área consolidada

60%
Vegetação nativa remanescente



imóveis rurais

80.194



18,2 Mha

66%

0,6%

118-157 mil ha

Déficit de APP



Desmatamento após 2008



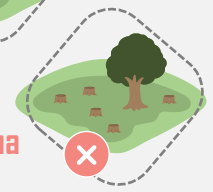
Desmatamento em APP ou com RL abaixo do mínimo

Reserva legal

24% 4,38±0,10 Mha Excedente



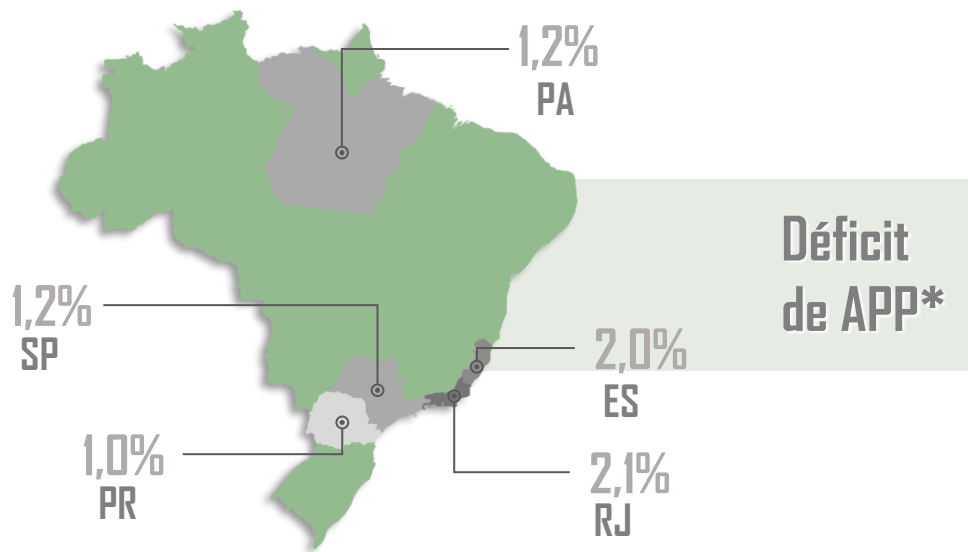
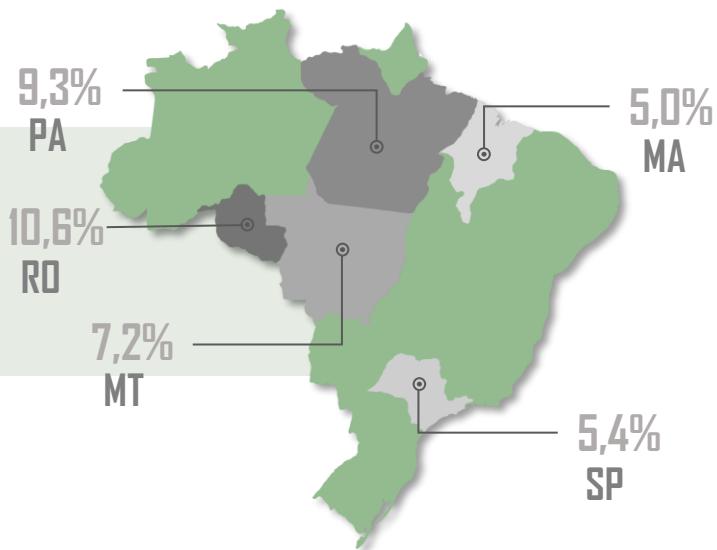
4,3% 0,78±0,02 Mha Déficit





Ranking top 5

Déficit de reserva legal*



Déficit de APP*

*Em relação a área total dos imóveis rurais.

Desmatamento após 2008

2,11 Mha



PA

1,96 Mha



TO

1,83 Mha



MT

1,09 Mha



MA

1,00 Mha



BA

Desmatamento estimado em propriedades privadas, considerando-se um limiar de 6,25 ha.

Desmatamento após 2008 em APP ou com RL abaixo do mínimo*

5,9%



RO

624 mil ha

4,0%



PA

3,5%



AC

1,8%



AM

1,7%



MA

Desmatamento após 2008 em APP ou com reserva legal abaixo do mínimo requerido para autorização de supressão da vegetação.

Datasets

Para calcular o balanço do CF, nós utilizamos a base de dados do CAR de janeiro de 2022. Nós analisamos somente propriedades privadas, excluindo portanto assentamentos e territórios quilombolas. Desconsideramos os CARs com sobreposição com unidades de conservação, exceto Áreas de Proteção Ambiental – APAs, e terras indígenas, de acordo com os critérios do protocolo do MPF⁴, e aqueles cancelados pelo SFB. Além disso, o modelo usa como mapas de entrada limites estaduais e municipais, módulos fiscais municipais, limite da Amazônia Legal, distribuição da vegetação, drenagem, uso da terra, desmatamento e áreas protegidas.

Utilizamos o mapa de municípios do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), para atribuir o geocódigo do município a cada registro CAR. Cada município brasileiro tem um tamanho para o módulo fiscal. Através do geocódigo do município o tamanho do módulo fiscal é atribuído ao CAR. O CF considera como propriedade pequena aquelas de 1 a 4 módulos fiscais⁵, como média aquelas entre 4 e 15 módulos fiscais, e grande propriedades aquelas maiores que 15 módulos fiscais.

Unidades de conservação públicas (exceto APAs) e terras indígenas homologadas⁶ e regularizadas foram utilizadas para calcular a área coberta por áreas protegidas por município e por estado, e os números resultantes foram atribuídos ao código CAR via geocódigo do IBGE.

O limite da Amazônia Legal foi estendido diversas vezes como resultado de mudanças na divisão política do país. Para o exercício do nosso modelo, o limite da Amazônia Legal⁷ foi usado para definir os requerimentos da Reserva Legal (RL).

As formações vegetais do Radam-Brasil são usadas para determinar a porcentagem de RL na Amazônia Legal, i.e., 80% para formações florestais, e 35% para outro tipo de vegetação. Fora da Amazônia Legal, o CF estabelece 20% de propriedade para RL. Quando uma propriedade sobrepõe biomas diferentes (i.e., Cerrado e Amazônia), é aplicada uma média ponderada.

Para calcular os requisitos de conservação e restauração de APP, nós usamos os mapas de drenagem, incluindo nascentes e corpos d'água, da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

Nosso mapa de uso da terra é um mosaico composto por corpos d'água da ANA, categorias de uso da terra que identifiquem vegetação nativa remanescente e áreas agrícolas (chamadas “áreas consolidadas”) do Mapbiomas (coleção 6), e mapas de desmatamento atual do PRODES-Amazônia e PRODES-Cerrado⁸⁻¹².

O modelo

Nós aplicamos as regras e definições do Código Florestal (CF)¹ para cada propriedade rural da base de dados do CAR obtida no SICAR - O Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural. Ao fazer isso, nós providenciamos estimativas do nível de conformidade em relação ao CF, i.e., déficits dos proprietários - áreas que devem ser reflorestadas às custas dos proprietários, ou excedentes, áreas de vegetação nativa que excedam os requisitos de conservação do CF (Fig. 1).

Para isso, desenvolvemos um conjunto de ferramentas de geoprocessamento inovadoras que lida com grandes conjuntos de dados, usando as extensões PostgreSQL e PostGIS, e o *software* livre Dinamica EGO 7¹³. Este sistema aproveita de um processamento paralelo completo¹⁴. O sistema de execução do Dinamica EGO usa um variável número de *thread* de execução (chamados de workers) impulsionado pelos algoritmos *task-stealing* para fornecer balanceamento de carga e aumentar a flexibilidade para rodar tarefas em paralelo. Em teoria, todos os componentes do modelo podem rodar em paralelo, incluindo operadores, loops e map tiles independentes^{15,16}.

Melhorias substanciais na nossa capacidade computacional e ferramentas de modelagem permitiram uma reanálise do CF^{3,17} em escala fina, tornando viável estimar o balanço do CF; i.e., nível de conformidade, por todo território brasileiro em nível de propriedade. Esses avanços nos permitiram sair de uma resolução espacial de 60 metros³ para uma de 5 metros (a largura mínima de APP para restauração) usando processamento paralelo e otimização da alocação de memória. Todo o processamento dependeu dos recursos computacionais do Centro de Sensoriamento Remoto da Universidade Federal de Minas Gerais¹⁸. Todos os cálculos podem ser replicados baixando o software e abrindo os modelos do CF (csr.ufmg.br/radiografia_do_car) usando a interface gráfica amigável do Dinamica EGO.

Para calcular o balanço florestal (déficit e excedente), o modelo primeiro calcula a área total de cada propriedade onde a lei é aplicável. Depois o modelo gera buffers de largura mínima da APP necessária ao longo dos rios nascentes e corpos d'água de acordo com as regras do CF (Fig. 1). Para definir o tamanho do buffer tanto para as exigências das APPs de conservação quanto de restauração, o modelo utiliza o tamanho da propriedade (definida em número ou módulo fiscal conforme especificado para cada município) e largura do rio. Para calcular o tamanho do buffer de restauração para APP ripária, o modelo aplica uma série de regras chamadas de “escadinha”, no qual foram especificados o tamanho do buffer a ser restaurado de acordo com o tamanho da propriedade (definida em número ou módulo fiscal conforme especificado para cada município) e largura do rio.

Depois disso, o modelo aplica as regras do CF de acordo com o tamanho das propriedades para definir os requisitos da RL. No bioma Amazônico, a RL pode ser reduzida em até 50% em municípios que têm mais de 50% de seu território ocupado por unidades de conservação ou reserva indígena (Art. 12, II - § 4). A RL isenta pequenos proprietários (até 4 módulos fiscais) de restaurar o déficit de RL (Art. 67). Além disso, a lei estabelece uma porcentagem máxima da propriedade para restauração de RL (Art. 61-B), dependendo do total de sua APP ripária (Art. 15). Aqui nós consideramos o aumento do tamanho da Reserva Legal (RL) de 50% para 80% estabelecida pela Medida Provisória 1.511 de 1996 e 2.166-67 de 2001. O CF também estabelece que a porcentagem de RL para floresta restaurada pode ser reduzida para 50% nos estados da Amazônia que têm Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) aprovado.

Ademais, o artigo 68 do CF revisto em 2019 estabelece que proprietários que suprimiram a vegetação nativa respeitando a legislação em vigor naquele momento não precisa recuperar a RL até a porcentagem determinada na lei atual, i.e., 80%. Isso corrigiu a legislação anterior conflitante para trazer à legalidade “propriedades empurradas para o status ilegal”.

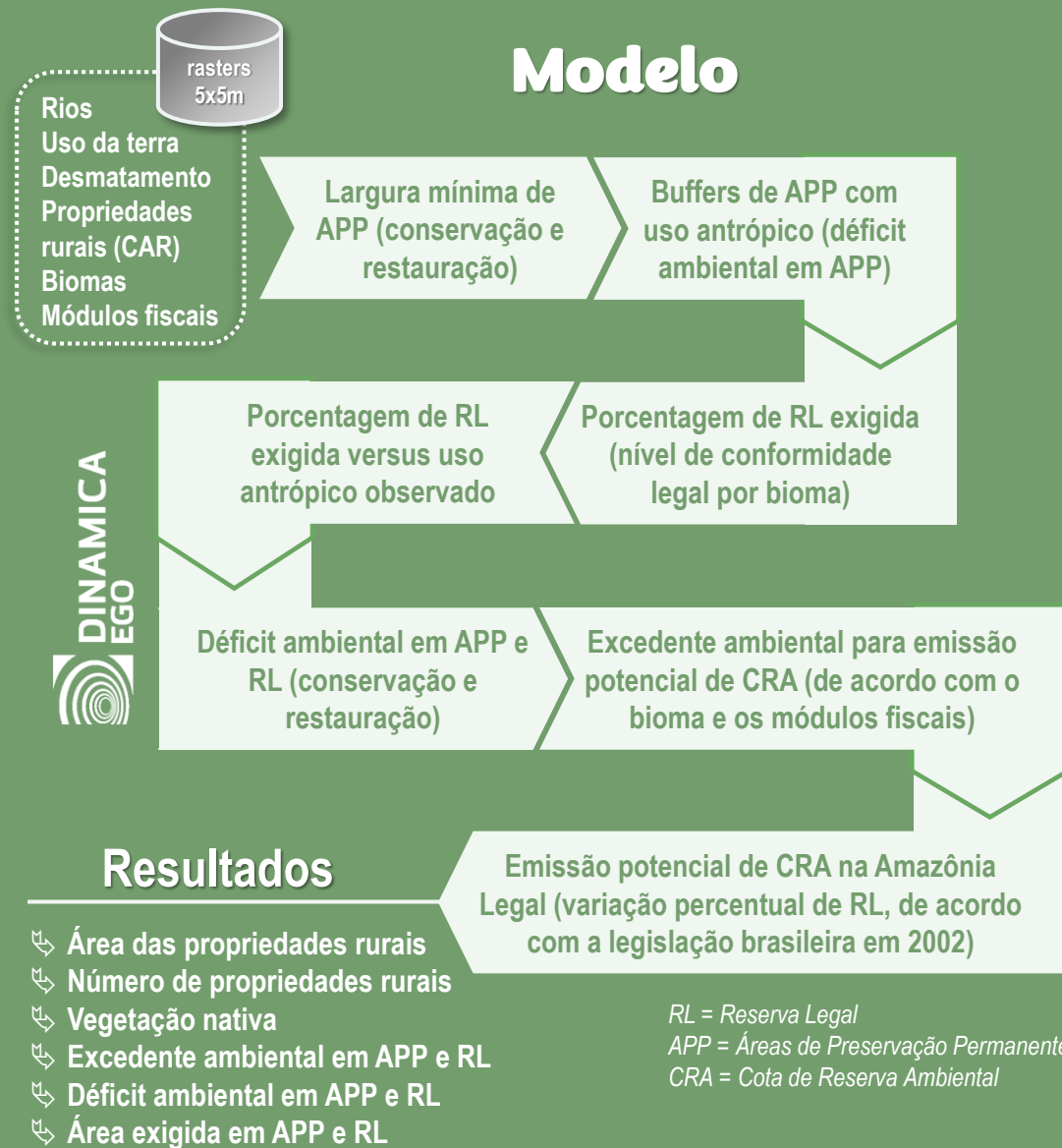
A diferença na definição da RL é a razão pela qual separamos o desmatamento antes de 2002 e deste ano em diante. O desmatamento antes e depois da lei deve ser analisado respeitando diferentes especificações no tamanho da RL. Nota-se que o tempo de ocorrência do desmatamento também é uma evidência para o artigo 68 do CF de 2012 como especificado no Parágrafo 1, a seguir:

“Os proprietários ou possuidores de imóveis rurais poderão provar essas situações consolidadas por documentos tais como a descrição de fatos históricos de ocupação da região, registros de comercialização, dados agropecuários da atividade, contratos e documentos bancários relativos à produção, e por todos os outros meios de prova em direito admitidos”¹.

A sequência principal para obter o balanço do CF é mostrada na Fig. 1. Para cada propriedade o modelo subtrai a área total obrigatória para RL das áreas de vegetação nativa remanescente dentro de cada propriedade particular, e das áreas de vegetação nativa dentro dos buffers de APP customizados para chegar ao nível de conformidade. Nós definimos como resultado positivo o excedente ambiental e como resultado negativo o déficit ambiental.

Incertezas nas estimativas do CF surgem de sobreposições de propriedades e diferentes bases de dados de drenagem, bem como da acurácia dos mapeamentos.

Dados de entrada



Dados por propriedade rural e por município.

Fig. 1: Fluxograma do modelo de análise de conformidade do Código Florestal indicando os principais dados de entrada, cálculos e resultados.

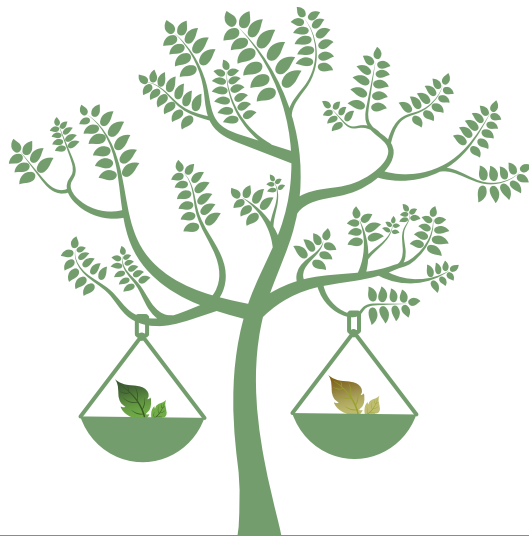


A plataforma SeloVerde

Para fins de rastreabilidade, os resultados por propriedade são integrados aos mapas anuais de desmatamento^{9,10}, mapas de cultivo de soja (Mapbiomas, coleção 7), e documentos GTA (Guia de Trânsito Animal). As análises do CF nos permite mapear o desmatamento potencialmente legal ou ilegal pós 2008 (em APP ou abaixo de um mínimo de RL) - o prazo de anistia para os antigos desmatadores³ - assim como conectar desmatamento ao fornecimento de gado e soja de cada fazenda pecuária e fazenda de soja na Plataforma SeloVerde.

CAR 2.0

Por sua vez, o CAR 2.0 utiliza de mapeamentos e modelos espacialmente explícitos baseados em imagens de alta resolução para analisar automaticamente a conformidade ambiental de cada propriedade rural através dos métodos descritos acima. Propriedades sem sobreposição e sem déficits de RL e APP significativos são direcionados ao Canal Verde, um processo simplificado de adesão ao PRA com base no auto-relato do proprietário, sem a necessidade de retificação de características de RL, hidrografia, uso da terra e outras características inseridas pelo proprietário.



Referências

1. Brasil (2012) Lei Federal Nº. 12,727 (17 de outubro de 2012). Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12727.htm>.
2. Rajão R, Soares-Filho B, Nunes F, Borner J, Machado L, Assis D, Oliveira A, Pinto L, Ribeiro V, Rausch L, Gibbs H, Figueira D (2020) The rotten apples of Brasil's agribusiness. *Science*, 369(6501), 246-248.
3. Soares-Filho BS, Rajão R, Macedo M, Carneiro A, Costa WLS, Coe M, Rodrigues HO, Alencar A (2014) Cracking Brasil's Forest Code. *Science* 344, 363-364.
4. Ministério Público Federal - MPF (2020) Protocolo de monitoramento de fornecedores de gado da Amazônia. Disponível em: <<https://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/dados-da-atuacao/grupos-de-trabalho/amazonia-legal/Protocolodemonitoramentodegadov.12.05.2020.pdf/view>>.
5. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA (2013) Módulos fiscais por município do Brasil. Brasil: INCRA. Disponível em: <<https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/modulo-fiscal>>.
6. Centro de Sensoriamento Remoto da Universidade Federal de Minas Gerais - CSR/UFMG (2021) Áreas protegidas. Belo Horizonte, Brasil: CSR/UFMG. Disponível em: <www.csr.ufmg.br/maps>.
7. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2020) Limites da Amazônia Legal. Brasil: IBGE. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15819-amazonia-legal.html?edicao=30963&t=acesso-ao-produto>>.
8. Agência Nacional de Águas - ANA (2017) Base Hidrográfica Ottocodificada 1:250.000 (BHO250). Brasília: ANA. Disponível em: <<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/0f57c8a0-6a0f-4283-8ce3-114ba904b9fe>>.
9. Agência Nacional de Águas - ANA (2019) Massas d'água - versão 2019. Brasília: ANA. Disponível em: <<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search;jsessionid=2D7CA1AA9B2C516E7BA71AE6BF8A65B0#/metadata/7d054e5a-8cc9-403c-9f1a-085fd933610c>>.
10. Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil - MapBiomas (2021) Mapas de uso da terra - coleção 6.0 (base digital georreferenciada). Disponível em: <https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR>.
11. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (2022) Projeto Prodes - Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite. Disponível em: <<http://terrabrazilis.dpi.inpe.br/downloads/>>.
12. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (2022) Projeto Prodes - Monitoramento de Desmatamento no Cerrado. Disponível em: <<http://terrabrazilis.dpi.inpe.br/downloads/>>.
13. Soares-Filho BS, Rodrigues HO, Follador M (2013) A hybrid analytical-heuristic method for calibrating land-use change models. *Environmental Modelling & Software* 43, 80-87.
14. Argemiro T. Leite-Filho, Britaldo S. Soares-Filho, Juliana L. Davis, Hermann O. Rodrigues (2020). Guidebook 2.0 Dinamica EGO. Disponível em: <https://www.csr.ufmg.br/dinamica/dokuwiki/doku.php?id=guidebook_start>.
15. Rana S. (1993) A distributed solution of the distributed termination problem. *Information Processing Letter* 17, 43-46.
16. Blumofe R., Leiserson C. (1999) Scheduling multithreaded computations by work stealing. *Journal of Association for computing Machinery* 46, 720-748.
17. Soares-Filho BS, Rajão R, Merry F, Rodrigues H, Davis J, Lima L, Macedo M, Coe M, Carneiro A, S7ntiago L (2016) Brasil's Market for trading forest certificates. *Plos One* 11(4), e0152311.
18. Centro de Sensoriamento Remoto da Universidade Federal de Minas Gerais (CSR/UFMG). Disponível em: <www.csr.ufmg.br>.

Panorama do Código Florestal Brasileiro

Policy brief
Julho de 2023



CSR

CENTRO DE SENSORIAMENTO REMOTO



LAGESA

laboratório de gestão
de serviços ambientais

UFMG

UNIVERSIDADE FEDERAL
DE MINAS GERAIS



CIT

Centro de Inteligência Territorial



OBSERVATÓRIO
DO CÓDIGO
FLORESTAL



NICFI

Norway's International Climate and Forest Initiative

