

## A ADICIONALIDADE DO MECANISMO DE COMPENSAÇÃO DE RESERVA LEGAL DA LEI Nº 12.651/2012: UMA ANÁLISE DA OFERTA E DEMANDA DE COTAS DE RESERVA AMBIENTAL

Flávio Luiz Mazzaro de Freitas  
Gerd Sparovek  
Marcelo Hiromiti Matsumoto

### 1 INTRODUÇÃO

A alteração do Código Florestal brasileiro, por meio da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, introduziu mudanças importantes na regulamentação do uso da terra em propriedades privadas (Brasil, 2012). Destacamos os arts. 13,<sup>1</sup> 15,<sup>2</sup> 61<sup>3</sup> e 67<sup>4</sup> da referida lei, que reduziram as exigências de reserva legal (RL) e de áreas de preservação permanente (APPs), o que, por consequência, exime da necessidade de restauração da maior parte das áreas desmatadas irregularmente antes de 22 de julho de 2008. Estudos recentes, de abrangência nacional, sobre o uso e a cobertura da terra demonstram que aproximadamente 194 milhões de hectares de vegetações nativas estão protegidas na forma de APP e RL (Soares-Filho *et al.*, 2014; Sparovek *et al.*, 2015), cerca de 35% dos remanescentes de vegetação nativa (VN) do território brasileiro. Além disso, é estimado que, com a nova lei, a necessidade de restauração ambiental foi reduzida de 50 milhões de hectares para 21 milhões de hectares (Soares-Filho *et al.*, 2014).

Outro elemento importante na Lei nº 12.651/2012 foi a institucionalização, por meio do art. 44, da cota de reserva ambiental (CRA), mecanismo que permite que o *deficit* de reserva legal (DefRL) de uma propriedade seja compensado em outras propriedades rurais de mesmo bioma, e cuja vegetação natural exceda os percentuais mínimos exigidos pela lei. Ademais, é permitida a compensação em área de RL de pequenas propriedades rurais familiares. O sistema de CRA é amplamente considerado um importante mecanismo para facilitar o processo de

---

1. Dispositivo que permite ao poder público reduzir a exigência de RL de 80% para até 50% da propriedade rural localizada em florestas da Amazônia Legal, exclusivamente para fins de regularização de área rural consolidada.

2. Dispositivo que permite computar as APPs no cálculo da RL, desde que isso não implique a conversão de novas áreas de vegetação natural.

3. Dispositivo que reduz a exigência mínima de áreas de preservação permanente para áreas rurais consolidadas antes de 22 de julho de 2008, exclusivamente para atividades agrosilvipastoris e ecoturismo em áreas rurais.

4. Dispositivo que isenta da necessidade de restauração de RL as propriedades de tamanho inferior a quatro módulos fiscais.

adequação ambiental de produtores rurais, permitindo a expansão de áreas protegidas sem, todavia, reduzir áreas de produção agrícola, garantindo um equilíbrio entre produção e conservação (Bernasconi, 2014; Silva e Ranieri, 2014; Soares-Filho *et al.*, 2014; May *et al.*, 2015). A efetividade das CRAs, no entanto, dependerá da maneira como o sistema será implementado e monitorado (May *et al.*, 2015).

A Lei nº 12.651/2012 permite a emissão de CRA para vegetações naturais desprotegidas, aquelas que podem ser desmatadas legalmente. É importante pontuar, no entanto, que a lei também permite a emissão de CRA para vegetações naturais protegidas na forma de RL de pequenas propriedades rurais de agricultores familiares. Adicionalmente, é permitido a emissão de CRA para vegetações nativas protegidas pela Lei de Mata Atlântica, que excedem o mínimo exigido pela Lei nº 12.651/2012. Ou seja, a compensação do DefRL poderá ocorrer em vegetações nativas desprotegidas, o que configuraria adicionalidade de proteção de vegetação natural, mas também permite a compensação em VN já protegida, o que não resulta na ampliação das áreas protegidas pela legislação vigente. Logo, existem dúvidas a respeito da adicionalidade de proteção de vegetação natural resultante dos mecanismos de compensação do mercado de CRA (Bernasconi, 2014; May *et al.*, 2015).

Os estudos prévios de cobertura nacional não apresentam resolução espacial precisa o suficiente para a análise detalhada de alguns mecanismos de compensação de APP e RL uma vez que o tamanho dos imóveis é um elemento fundamental na avaliação do cumprimento das exigências previstas na Lei nº 12.651/2012. A delimitação espacial precisa das propriedades é essencial para que a sua avaliação seja feita aplicando as condicionantes que se alteram conforme o seu tamanho.

Este estudo apresenta uma nova versão de análise nacional recente da Lei nº 12.651/2012 (Sparovek *et al.*, 2015), com aprimoramentos importantes na precisão espacial das bases de dados utilizadas, localizando de maneira precisa, geograficamente, os principais mecanismos legais vigentes relacionados ao uso produtivo e conservacionista do espaço rural brasileiro. Além disso, este estudo tem como objetivo analisar quantitativamente e geograficamente a oferta e demanda de CRA sob a ótica da adicionalidade de proteção da vegetação natural existente, com o intuito de instruir mecanismos de governança que visem garantir a efetividade na implementação do mercado de CRA, de forma que assegure a ampliação da natureza conservada sem comprometer o desenvolvimento agropecuário.

## 2 METODOLOGIA

O modelo utilizado neste estudo foi construído sobre modelos geograficamente explícitos de uso da terra propostos anteriormente (Sparovek *et al.*, 2012; Sparovek *et al.*, 2015), promovendo atualizações e melhorias importantes no aumento de resolução espacial nas estimativas. Uma nova malha fundiária foi produzida integrando diversos

bancos de dados existentes, como o cadastro ambiental rural (CAR), instituído pela nova Lei Florestal brasileira (Brasil, 2012); o certificado de cadastro de imóvel rural (CCIR) (Brasil, 2001); limites de assentamentos rurais e quilombolas; terras indígenas (Brasil, 1973); áreas militares; unidades de conservação (Brasil, 2000); e outras bases com limites de imóveis rurais. Mesmo após a compilação dessas bases de dados, os limites dos imóveis rurais são desconhecidos para uma importante parcela do território brasileiro. Assim, para que a análise do cumprimento das exigências da Lei nº 12.651/2012 fosse feita de maneira a contabilizar a situação mais próxima do real, técnicas de geoprocessamento, associada a dados do Censo Agropecuário de 2006, foram aplicadas com a finalidade de simular os limites dos imóveis rurais para as regiões não cobertas pelas bases de dados existentes. O detalhamento desse procedimento pode ser encontrado no apêndice A.

Numa segunda etapa de processamento, as condicionantes previstas na legislação vigente foram aplicadas com o objetivo de evidenciar especialmente os principais mecanismos de proteção de vegetação natural. O algoritmo utilizado se baseia na proposta de Sparovek *et al.* (2015), com aprimoramentos que permitiram desagregar os efeitos dos principais dispositivos de redução de RL.

O território brasileiro foi dividido em classes fundiárias relevantes para o estudo da Lei nº 12.651/2012. São elas: terras destinadas a conservação pública; e terras privadas menores e maiores que quatro módulos fiscais (4 MF).<sup>5</sup> Foram consideradas como de conservação pública as terras indígenas, as unidades de conservação da natureza (Brasil, 2000) e terras militares. Áreas de assentamentos rurais, quilombolas, imóveis presentes na base CAR ou simulados são classificadas como terras privadas.

Terras públicas localizadas em áreas da União, dentro da Amazônia Legal são atualmente objeto do processo de regularização fundiária pelo programa Terra Legal, que visa combater a grilagem de terras, facilitar o processo de regularização e titulação e fortalecer políticas públicas de conservação da natureza nessas terras (Brasil, 2009). Com o intuito de prever os resultados do programa Terra Legal, as terras públicas não destinadas foram reclassificadas como *terra legal titulada* (aquelas que receberão o título da terra, sendo tratadas para efeito de análise como terra privada) ou como *terra legal conservada* (aquelas cujo destino será a conservação pública). Essa reclassificação foi realizada com base no percentual de cobertura de VN, onde propriedades com cobertura de VN inferior a 95% da área total do imóvel (ÁreaTot), foram reclassificadas como terra legal titulada. Entretanto,

---

5. Módulo Fiscal é uma unidade de medida do tamanho da propriedade rural, institucionalizada pela Lei 4.504, de 30 de novembro de 1964. O MF é calculado com base no valor da terra, área do imóvel, grau de utilização e distribuição das terras do país por proprietário e tem como função central ser a referência para fixação do imposto sobre o imóvel rural (Brasil, 1964). No entanto, o MF também é utilizado para definir o tamanho máximo das propriedades familiares (<=4MF), propriedades de tamanho médio (4-15 MF) e grandes propriedades (>15MF).

imóveis com cobertura de VN igual ou maior que 95% foram reclassificadas como terra legal conservada. O limite de 95% foi estabelecido com base na correlação entre a porção observada das terras públicas destinadas para a conservação da natureza e a cobertura por VN (Sparovek *et al.*, 2015). Áreas urbanas, rodovias, estradas e superfícies de água foram excluídas da análise, sendo reclassificadas como *não processadas*.

As classes fundiárias foram cruzadas com o mapa de remanescentes de VN. As APPs foram obtidas utilizando a mesma metodologia descrita por Sparovek *et al.* (2010), atualizada em Sparovek *et al.* (2015), utilizando a base de dados da Agência Nacional de Águas (ANA) modificada.

A análise da RL foi realizada em duas fases: primeiro, a reserva legal exigida (RLe) foi calculada com base no art. 12 da Lei nº 12.651/2012; posteriormente, foram quantificados os dispositivos de redução da RL, previstos nos arts. 13, 15 e 67 dessa mesma lei, onde Rart13 representa a redução da RL prevista no art. 13, Rart15, redução da RL prevista no art. 15 e Rart67, a redução de RL prevista no art. 67. Os procedimentos de cálculo e espacialização dos dispositivos de redução de RL estão detalhados no apêndice B.

Após quantificar as reduções na RLe mencionadas nos art. 13, 15 e 67 da Lei nº 12.651/2012, elas foram subtraídas da porção de RLe não coberta por VN. A porção remanescente de RLe não coberta por VN foi considerado como DefRL. Neste estudo, partimos do pressuposto que todo DefRL será compensado por meio do mercado de CRA. Logo, o valor de compensação de reserva legal (ComRL) foi igual ao DefRL.

Por fim, os valores de reduções de RL previstas nos arts 13, 15 e 67 e os valores de compensação foram subtraídos da RLe, resultando na reserva legal necessária (RLn), podendo ser compreendida como a área total de VN no território brasileiro, protegido na forma de RL. É importante salientar que as estimativas realizadas neste estudo não contemplam o dispositivo de redução de RL previsto no art. 68 da Lei nº 12.651/2012, pela incerteza de previsão de como esse mecanismo será acionado pelos proprietários rurais e de como o sistema judiciário irá responder, assim como os § 4º e 5º, inciso I, do art. 12 da Lei nº 12.651/2012, pelo fato de a redução prevista de 80% para 50% nestes dois parágrafos depender da manifestação dos programas de regularização ambiental (PRAs) (Brasil, 2014) dos estados envolvidos, manifestação que ainda não ocorreu. Consideramos que qualquer pressuposto sobre o desenrolar desses mecanismos não tem ainda evidências empíricas suficientes, sendo, assim, especulativas. Visando evitar especulação, processamos o art. 68 como não incidente e os § 4º e 5º, inciso I, do art. 12 da Lei nº 12.651/2012 como não reduzindo a exigência de RL de 80% para 50%. Procedimento semelhante

foi adotado para os diversos mecanismos da Lei nº 12.651/2012 que permitem aumentar as exigências de proteção nos PRAs estaduais.

A oferta potencial de CRA é constituída pelas áreas cobertas por VN que excedem a RLe, sendo dividida em vegetação nativa desprotegida (VNdesp), aquelas localizadas fora do bioma Mata Atlântica, e oferta de CRA em Mata Atlântica (Of\_CRA\_LeiMA), aquelas localizadas no bioma Mata Atlântica. Adicionalmente, a oferta de CRA em reserva legal protegida (Of\_CRA\_RLprot) foi estimada como sendo igual a RLn das propriedades menores que 4 MF.

Finalmente, as terras privadas sem obrigações legais (PRnoOB), onde não incide legislação de comando e controle quanto ao uso do solo, foram determinadas por meio da subtração da APP e RLn da área total da propriedade privada.

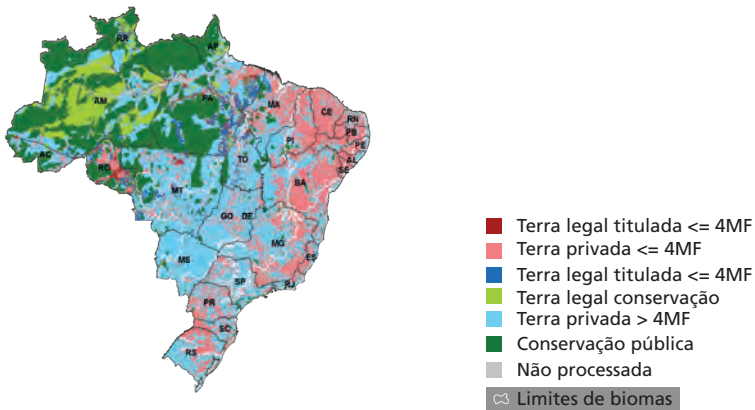
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As figuras 1 e 2 apresentam a distribuição das classes fundiárias e dos remanescentes de VN, respectivamente. A tabela 1 apresenta a área das classes fundiárias nos biomas e a situação específicas das APPs em relação ao seu uso. No apêndice D está apresentado um infográfico com o resumo dos resultados em nível nacional.

No Brasil, a propriedade rural privada ocupa 524 milhões de hectares, 62% do território analisado, sendo que 169 milhões de hectares abrigam 3,3 milhões de pequenos produtores rurais ( $\leq 4$  MF), e outros 355 milhões de hectares abrigam 685 mil médios e grandes produtores rurais ( $> 4$  MF). A contagem das propriedades rurais neste estudo foi inferior ao total de propriedades segundo o Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2006). A razão principal dessa diferença ocorre pela eliminação dos polígonos de área inferior a 1,0 ha. Logo, imóveis rurais menores que 1,0 ha foram agregadas ao vizinho mais próximo.

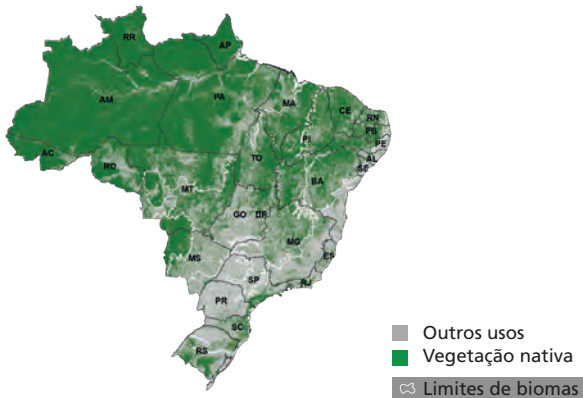
Estimamos que 33 milhões de hectares, hoje em terras da União, serão tituladas por intermédio do programa Terra Legal. Desse total, 8,3 milhões de hectares em pequenos produtores e cerca de 25 milhões de hectares em médios e grandes produtores rurais, valores significativos que demonstram que os resultados do programa Terra Legal, são fundamentais para a análise da nova Lei Florestal. Terras destinadas a conservação pública atualmente ocupam 207 milhões de hectares, aumentando para 267 milhões de hectares quando incluídas as áreas da união estimadas para serem destinadas a conservação pública através do programa Terra Legal. Em sua maioria as áreas de conservação pública estão localizadas no bioma Amazônico, somando 245 milhões de hectares.

FIGURA 1  
Classes fundiárias de interesse para este estudo



Elaboração dos autores.

FIGURA 2  
Distribuição espacial das áreas de VN



Elaboração dos autores.

TABELA 1  
**Número de imóveis rurais, VN dentro e fora de APP e área consolidada em APP em relação às classes fundiárias e biomas**

Classes fundiárias de interesse	Bioma	Área (milhões de hectares)	Número de imóveis rurais (mil)	VN fora de APP (milhões de hectares)	VN em APP (milhões de hectares)	Área consolidada em APP (milhões de hectares)
Privada <= 4 MF	Amazônia	21,94	271	12,06	1,08	0,29
	Cerrado	38,04	462	19,34	1,05	0,79
	Mata Atlântica	47,69	1.302	7,46	0,83	3,60
	Pantanal	0,43	4	0,24	0,03	0,01
	Pampas	3,42	79	1,25	0,07	0,11
	Caatinga	57,84	1.178	35,55	1,88	1,07
Privada > 4 MF	Amazônia	107,81	58	81,66	4,33	0,77
	Cerrado	143,94	249	67,39	3,98	1,98
	Mata Atlântica	55,64	282	11,08	1,48	3,52
	Pantanal	13,26	4	11,30	0,37	0,02
	Pampas	12,35	43	5,36	0,25	0,30
	Caatinga	22,07	51	15,39	0,63	0,26
Conservação pública	Amazônia	185,67	0	176,99	7,86	0,05
	Cerrado	16,10	0	14,61	0,60	0,04
	Mata Atlântica	3,28	0	2,22	0,28	0,06
	Pantanal	0,53	0	0,47	0,04	0,00
	Pampas	0,06	0	0,05	0,00	0,00
	Caatinga	1,01	0	0,79	0,02	0,01
Titulada <= 4 MF	Amazônia	7,54	82	3,24	0,20	0,16
	Cerrado	0,74	6	0,25	0,03	0,02
	Pantanal	0,02	0	0,01	0,00	0,00
	Caatinga	0,00	0	0,00	0,00	0,00
TL - Titulada > 4 MF	Amazônia	21,03	22	12,08	0,57	0,33
	Cerrado	3,78	4	1,55	0,13	0,04
	Pantanal	0,13	0	0,06	0,00	0,00
	Caatinga	0,00	0	0,00	0,00	0,00
TL - Conservação	Amazônia	59,32	0	56,31	2,87	0,01
	Cerrado	0,48	0	0,45	0,03	0,00
	Pantanal	0,05	0	0,05	0,00	0,00
	Caatinga	0,00	0	0,00	0,00	0,00
Não processado		28,5	35	0,48	0,13	0,08
<b>Total</b>		<b>852,7</b>	<b>4.129</b>	<b>537,7</b>	<b>28,70</b>	<b>13,50</b>

Elaboração dos autores.

O Brasil tem 65% do seu território (566 milhões de hectares) coberto por VN, dos quais 302 milhões de hectares (53%) estão localizadas em terras privadas e 264 milhões de hectares (47%), em áreas de conservação pública. Esses números evidenciam a importância relativa da Lei nº 12.651 (principal lei de proteção ambiental em propriedades privadas) na proteção dos remanescentes de VN no território brasileiro. É notável a diferença de estrutura fundiária nos diferentes biomas brasileiros (tabela 1). O bioma caatinga, cujos remanescentes de VN ocupam 85 milhões de hectares, está abrigado principalmente em imóveis rurais menores que 4 MF, ao passo que os biomas Amazônico, Cerrado, Pampas e Pantanal estão abrigados predominantemente em propriedades maiores que 4 MF. No caso do bioma Mata Atlântica, existe um equilíbrio na distribuição de VN entre as propriedades menores que 4 MF e maiores que 4 MF, como apresentado na tabela 1.

### 3.1 APP e RL

As APPs ripárias ocupam 42,3 milhões de hectares, sendo que 28,7 milhões de hectares estão cobertos por sua VN natural. Cerca de 30,2 milhões de hectares estão presentes em propriedades privadas, dos quais 13,3 milhões de hectares não apresentam cobertura por VN (tabela 1).

A Lei nº 12.651/2012 exige 218 milhões de hectares de RL (tabela 2), considerando todas as terras privadas, incluindo as terras estimadas para titulação por meio do programa Terra Legal. As reduções de RL previstas nos arts. 13, 15 e 67 somaram aproximadamente 40 milhões de hectares de áreas desmatadas em não conformidade com o Código Florestal anterior (Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965) (Brasil, 1965), que foram isentas da obrigação de restauração na Lei nº 12.651/2012 (tabela 2). Mais de 50% (22 milhões de hectares) dessa redução de RL ocorre no bioma Amazônico, 21% (8,3 milhões de hectares) no bioma Mata Atlântica, 17% (6,7 milhões de hectares) no bioma Cerrado. As isenções nos biomas Caatinga e Pampas foram de 4% (1,7 milhão de hectares) e 1% (0,5 milhão de hectares) do total.

As reduções previstas no art. 13 (tabela 2 e figura 3) – aquele que permite reduzir a RL de 80% para até 50% da área total da propriedade localizada em florestas da Amazônia Legal – reduzem a necessidade de restauração de VN em 13 milhões de hectares, dos quais 10 milhões de hectares estão localizados nos estados de Mato Grosso e Pará, na zona de fronteira agrícola (figura 3). As reduções de RL previstas no art. 15 – que permite utilizar as áreas de APP no cômputo da RL – somam 5,6 milhões de hectares, ocorrendo principalmente no bioma Mata Atlântica e Cerrado, destacando-se os estados do Paraná, São Paulo, Minas Gerais e o leste sul-mato-grossense (apêndice C e figura 4). A isenção de restauração da RL para pequenos produtores que desmataram antes de 22 de julho de 2008, prevista no art. 67, resulta numa redução da necessidade de restauração de RL



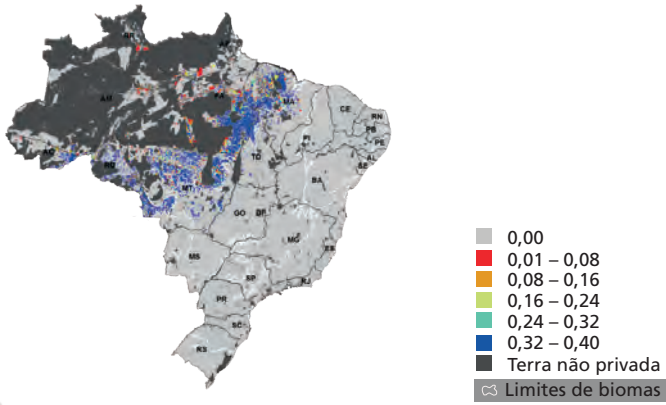
de aproximadamente 20 milhões de hectares, os quais ocorrem principalmente nos estados do Sudeste e Nordeste, em valores relativos (percentual, apêndice C e figura 5). Em valores absolutos, essas reduções impactam principalmente os estados localizados na região Amazônica (apêndice C e figura 6). As isenções da necessidade de restauração beneficiam em grande parte 1,76 milhão de pequenos produtores rurais, que tiveram em média as áreas de RL reduzidas em 36%, 20,3 milhões de hectares (tabela 2) e também é bastante importante para 320 mil médios produtores e 59 mil grandes produtores rurais, para os quais a RL exigida foi reduzida a uma proporção média de 15% (8,5 milhões de hectares) e 16% (10,7 milhões de hectares), respectivamente (tabela 2).

TABELA 2  
Análise da RL em relação ao tamanho de imóvel e bioma

	Tamanho de imóvel	Biomas						Brasil
		Amazônia	Cerrado	Mata Atlântica	Pantanal	Pampas	Caatinga	
RLe (milhões de hectares)	Pequeno	23,06	12,21	9,54	0,13	0,68	11,57	57,2
	Médio	25,63	19,63	7,35	0,33	1,25	3,07	57,3
	Grande	72,62	22,31	3,78	2,88	1,22	1,34	104,2
	<b>Total</b>	<b>121,31</b>	<b>54,15</b>	<b>20,67</b>	<b>3,34</b>	<b>3,16</b>	<b>15,98</b>	<b>218,6</b>
Redução de RL, Rart13 (milhões de hectares)	Médio	4,36	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	5,2
	Grande	7,59	0,84	0,00	0,01	0,00	0,00	8,4
	<b>Total</b>	<b>11,95</b>	<b>1,65</b>	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>13,6</b>
Redução de RL, Rart15 (milhões de hectares)	Médio	0,49	0,89	1,81	0,00	0,11	0,05	3,4
	Grande	0,70	0,71	0,70	0,00	0,11	0,01	2,2
	<b>Total</b>	<b>1,19</b>	<b>1,60</b>	<b>2,51</b>	<b>0,01</b>	<b>0,22</b>	<b>0,06</b>	<b>5,6</b>
Redução de RL, Rart67 (milhões de hectares)	Pequeno	9,18	3,44	5,79	0,03	0,30	1,61	20,3
Deficit de RL = compensação (milhões de hectares)	Médio	2,20	2,61	2,04	0,01	0,29	0,11	7,3
	Grande	2,27	2,42	0,84	0,01	0,26	0,02	5,8
	<b>Total</b>	<b>4,47</b>	<b>5,03</b>	<b>2,88</b>	<b>0,02</b>	<b>0,55</b>	<b>0,13</b>	<b>13,1</b>
RLn (milhões de hectares)	Pequeno	13,88	8,77	3,75	0,11	0,38	9,96	36,8
	Médio	18,60	15,32	3,51	0,31	0,85	2,91	41,5
	Grande	62,06	18,35	2,23	2,86	0,85	1,31	87,7
	<b>Total</b>	<b>94,53</b>	<b>42,43</b>	<b>9,49</b>	<b>3,27</b>	<b>2,08</b>	<b>14,18</b>	<b>166,0</b>
Redução (RLe-RLn)/ RLe (%)	Pequeno	40	28	61	20	44	14	36
	Médio	27	22	52	6	32	5	28
	Grande	15	18	41	1	30	2	16
	<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>54</b>	<b>2</b>	<b>34</b>	<b>11</b>	<b>24</b>

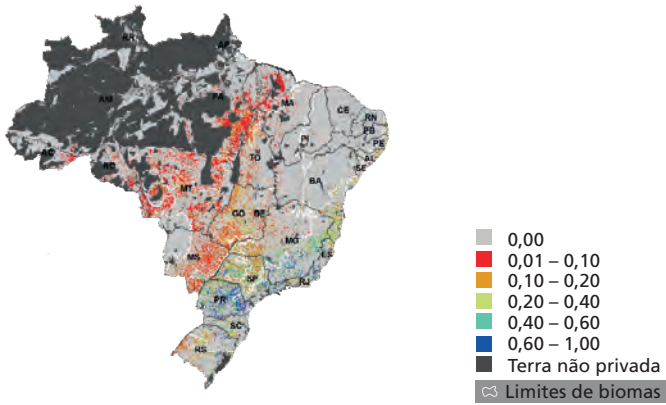
Elaboração dos autores.

FIGURA 3  
Razão entre a Rart13 e a RLe



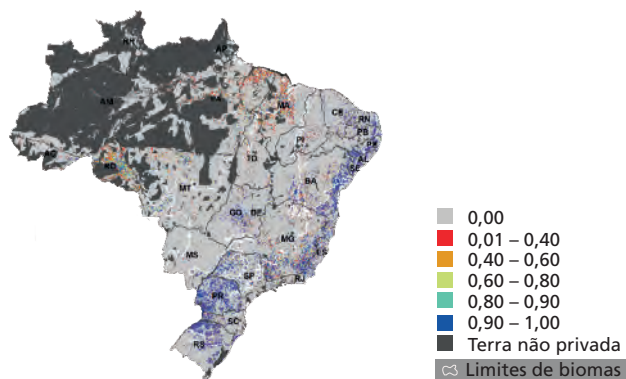
Elaboração dos autores.

FIGURA 4  
Razão entre a Rart15 e a RLe



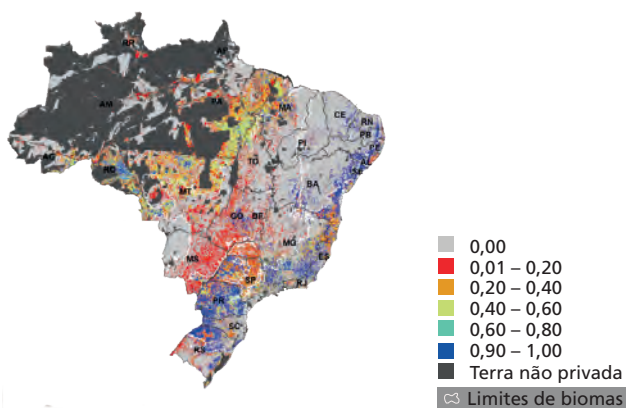
Elaboração dos autores.

FIGURA 5  
Razão entre a Rart67 e a RLe



Elaboração dos autores.

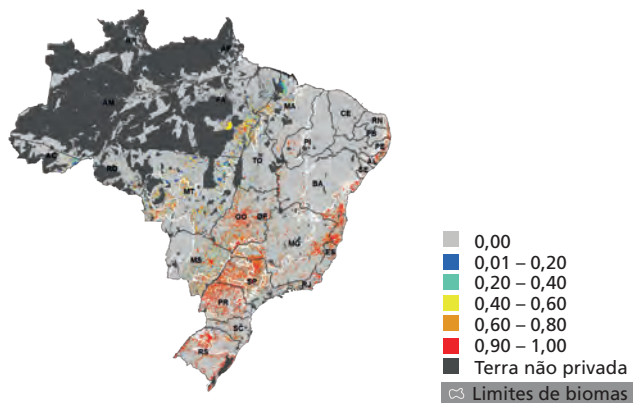
FIGURA 6  
Razão entre a soma das Rarts 13, 15 e 67 (Rtotal) e a RLe



Elaboração dos autores.

Após o cômputo dos dispositivos de redução de RL, foi observado ainda um DefRL de aproximadamente 13,1 milhões de hectares, concentrados predominantemente nos biomas Cerrado (5 milhões de hectares), Amazônico (4,5 milhões de hectares) e Mata Atlântica (2,9 milhões de hectares) (tabela 2 e figura 7). O DefRL apresenta forte densidade na região de Ribeirão Preto, região tradicionalmente produtora de cana-de-açúcar. O oeste paranaense e a Zona da Mata também apresentam alta ocorrência de DefRL.

FIGURA 7  
Razão entre o DefRL e a RLe



Elaboração dos autores.

### 3.2 Oferta e demanda potencial de CRA

Nossos resultados permitem conhecer a dimensão do mercado de CRA nas diferentes regiões do território brasileiro. Constatamos que a demanda por CRA (DefRL) está distribuída desigualmente entre médio e grandes produtores rurais. Cerca de 280 mil imóveis rurais apresentam DefRL, dos quais aproximadamente 240 mil são imóveis de médio porte (4-15 MF) que acumulam 7,3 milhões de hectares de DefRL. Grandes imóveis rurais (>15 MF) somam 43 mil, acumulando 5,8 milhões de hectares de DefRL.

O DefRL é substancialmente inferior à oferta de áreas disponíveis para compensação (156 milhões de hectares), como adiante será mais bem tratado. Dessa forma, assumimos como pressuposto para a continuidade da modelagem de alocação que todas as áreas com DefRL serão compensadas por meio do mercado de CRA, logo, podemos afirmar que 13,1 milhões de hectares de RLe serão compensados em outras áreas.

Considerando os dispositivos de redução e compensação da RL, estimamos que a RL exigida será reduzida de 218 milhões de hectares para 166 milhões de hectares, redução total de 52 milhões de hectares (24% da RLe), como apresentado na tabela 2.

Como descrito anteriormente, as VNs que podem ser utilizadas para a emissão de CRA no processo de compensação de RL da propriedade privada foram agrupadas em três categorias: *i*) VN protegida na forma de RL de propriedades rurais menores que 4 MF (Of\_CRA\_RLprot); *ii*) VN que excede a RL exigida

em propriedades privadas dentro do bioma Mata Atlântica (Of\_CRA\_LeiMA), protegida pela Lei de Mata Atlântica (Brasil, 2006); e *iii*) e VNdesp, que são aquelas que excedem a RL exigida fora do bioma Mata Atlântica. Ou seja, as duas primeiras categorias estão protegidas na forma de RL e por meio da Lei da Mata Atlântica, respectivamente. Com isso, a emissão de CRA para essas categorias de VN não resulta na ampliação das áreas protegidas pela legislação vigente, isto é, não há adicionalidade de proteção de VN pelo mecanismo de CRA. Por outro lado, no caso da VNdesp, a emissão de CRA resulta no aumento das áreas protegidas.

De acordo com os resultados deste estudo, existe um potencial de oferta de CRA de aproximadamente 156 milhões de hectares, dos quais, 46 milhões de hectares ocorrem em VN protegidas (37 milhões de hectares são Of\_CRA\_RLprot e 9 milhões de hectares de Of\_CRA\_LeiMA) e 110 milhões de hectares em VN desprotegida (tabela 3). A oferta potencial de CRA é desproporcionalmente superior a demanda potencial de CRA (13 milhões de hectares), fato que dificulta ou mesmo impossibilita o estabelecimento de um mercado eficiente de CRA que de fato remunere a atividade de manutenção da VN na propriedade privada.

Analisando a distribuição espacial da Of\_CRA\_RLprot (tabela 3 e figura 9), nota-se uma maior ocorrência em valores absolutos nos biomas Amazônico (13,9 milhões de hectares), Caatinga (10 milhões de hectares) e Cerrado (8,8 milhões de hectares). Menor ocorrência de Of\_CRA\_RLprot é observada nos biomas Mata Atlântica (3,8 milhões de hectares), Pampas (0,4 milhão de hectare) e Pantanal (0,1 milhão de hectare). A Of\_CRA\_RLprot apresenta concentração na parte norte do estado do Maranhão e Pará, que abrigam cerca de 5,6 milhões de hectares (3,5 milhões de hectares de cerrado e 2 milhões de hectares no bioma Amazônico) e 5 milhões de hectares (bioma Amazônico), respectivamente. A Of\_CRA\_RLprot no bioma Mata Atlântica está concentrada na região Sudeste, com destaque para o norte de Minas Gerais. No caso do bioma Caatinga, a Of\_CRA\_RLprot está presente em todos os estados que compartilham esse bioma, com destaque para Bahia, que abriga cerca de 3,3 milhões de hectares; Ceará, com 2,2 milhões de hectares; e Piauí, com 2 milhões de hectares. A Of\_CRA\_LeiMA ocorre principalmente nas regiões Sul e Sudeste (tabela 3 e figura 8), que, juntas, abrigam quase 90% (7,9 milhões de hectares) da Of\_CRA\_LeiMA, concentrados principalmente no norte de Minas Gerais, estado que detém 2,3 milhões de hectares (25%) de Of\_CRA\_LeiMA. Cerca de 1,6 milhão de hectare (18%) da Of\_CRA\_LeiMA está localizada no meio leste de Santa Catarina, 1,2 milhão de hectares (14%) no Rio Grande do Sul, concentrados principalmente no nordeste rio-grandense, e cerca de 1 milhão de hectares (11%), no estado de São Paulo, concentrados em grande parte na região do Vale do Ribeira.

TABELA 3  
Quantificação da oferta e demanda de CRA por Unidades Federativas (UFs) e biomas

	DefRL (milhões de hectares)					Of_CRA_Rtprot (milhões de hectares)					Of_CRA_LeiMA (milhões de hectares)					VNdesp (milhões de hectares)					
	AM	CE	MA	PA	PM	CA	Total	AM	CE	MA	PA	PM	CA	Total	AM	CE	MA	PA	PM	CA	Total
RO	0,345	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>0,345</b>	2,575	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>2,575</b>	0,380	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>0,384</b>
AC	0,113	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>0,113</b>	0,920	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>0,920</b>	0,974	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>0,974</b>
AM	0,036	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>0,036</b>	0,996	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>0,996</b>	5,087	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>5,087</b>
RR	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>0,005</b>	0,136	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>0,136</b>	1,434	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>1,434</b>
PA	1,472	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>1,472</b>	5,030	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>5,032</b>	3,667	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>3,669</b>
AP	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>0,001</b>	0,035	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>0,035</b>	0,510	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>0,510</b>
TO	0,222	0,290	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>0,512</b>	0,168	1,135	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>1,303</b>	0,047	5,527	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>5,574</b>
MA	0,520	0,227	0,000	0,000	0,000	0,001	<b>0,748</b>	2,045	3,530	0,000	0,000	0,000	0,037	<b>5,612</b>	0,356	7,449	0,000	0,000	0,000	0,122	<b>7,927</b>
PI	0,000	0,072	0,000	0,000	0,000	0,029	<b>0,101</b>	0,000	0,409	0,000	0,000	0,000	1,975	<b>2,384</b>	0,000	4,874	0,000	0,000	0,000	7,841	<b>12,715</b>
UF CE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	<b>0,006</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,194	<b>2,194</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	7,517	<b>7,517</b>
RN	0,000	0,000	0,015	0,000	0,000	0,020	<b>0,035</b>	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,421	<b>0,425</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,688	<b>1,688</b>
PB	0,000	0,000	0,023	0,000	0,000	0,004	<b>0,027</b>	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,720	<b>0,722</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,375	<b>2,375</b>
PE	0,000	0,000	0,040	0,000	0,000	0,005	<b>0,044</b>	0,000	0,000	0,040	0,000	0,000	1,016	<b>1,056</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	4,052	<b>4,052</b>
AL	0,000	0,000	0,059	0,000	0,000	0,001	<b>0,060</b>	0,000	0,000	0,024	0,000	0,000	0,146	<b>0,170</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,347	<b>0,347</b>
SE	0,000	0,000	0,013	0,000	0,000	0,001	<b>0,014</b>	0,000	0,000	0,031	0,000	0,000	0,114	<b>0,144</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,251	<b>0,251</b>
BA	0,000	0,168	0,460	0,000	0,000	0,037	<b>0,666</b>	0,000	0,644	0,265	0,000	0,000	3,269	<b>4,178</b>	0,000	6,774	0,000	0,000	0,000	12,487	<b>19,261</b>
MG	0,000	0,556	0,352	0,000	0,000	0,027	<b>0,936</b>	0,000	1,404	1,427	0,000	0,000	0,068	<b>2,899</b>	0,000	6,725	0,000	0,000	0,000	0,084	<b>6,809</b>
ES	0,000	0,000	0,080	0,000	0,000	0,000	<b>0,080</b>	0,000	0,000	0,255	0,000	0,000	0,000	<b>0,255</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>0,000</b>
RJ	0,000	0,000	0,083	0,000	0,000	0,000	<b>0,083</b>	0,000	0,000	0,111	0,000	0,000	0,000	<b>0,111</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>0,000</b>

(Continua)

(Continuação)

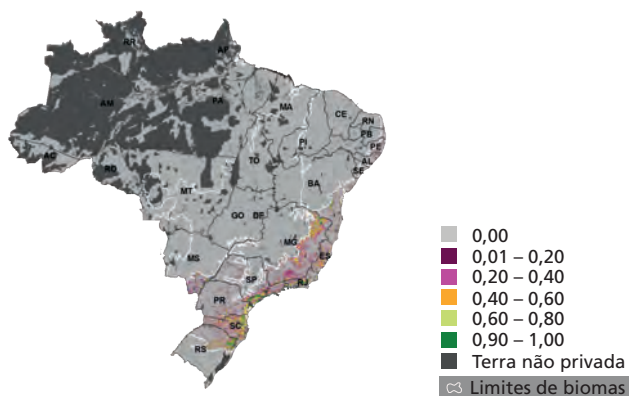
	DefRL (milhões de hectares)						Of_CRA_RLprot (milhões de hectares)						Of_CRA_LeiMA (milhões de hectares)						VNdesp (milhões de hectares)					
	AM	CE	MA	PA	PM	CA	AM	CE	MA	PA	PM	CA	AM	CE	MA	PA	PM	CA	AM	CE	PA	PM	CA	Total
	AM	CE	MA	PA	PM	CA	AM	CE	MA	PA	PM	CA	AM	CE	MA	PA	PM	CA	AM	CE	PA	PM	CA	Total
SP	0,000	0,544	0,597	0,000	0,000	0,000	0,000	0,070	0,272	0,000	0,000	0,000	0,000	0,144	1,038	0,000	0,000	0,000	0,000	0,144	0,000	0,000	0,000	0,144
PR	0,000	0,016	0,516	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,318	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,662	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001
SC	0,000	0,000	0,117	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,498	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,626	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
RS	0,000	0,000	0,196	0,000	0,555	0,000	0,000	0,000	0,457	0,000	0,381	0,000	0,000	0,000	1,227	0,000	0,000	4,531	0,000	0,000	0,000	4,531	0,000	4,531
MS	0,000	0,705	0,228	0,007	0,000	0,000	0,000	0,101	0,044	0,011	0,000	0,000	0,000	2,469	0,323	0,000	5,539	0,000	0,000	2,469	5,539	0,000	0,000	8,008
MT	1,753	1,202	0,000	0,012	0,000	0,000	1,973	0,883	0,000	0,095	0,000	0,000	0,000	6,168	0,000	2,798	0,000	0,000	2,051	6,168	2,798	0,000	0,000	11,018
GO	0,000	1,215	0,102	0,000	0,000	0,000	0,000	0,589	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	5,912	0,026	0,000	0,000	0,000	0,000	5,912	0,000	0,000	0,000	5,912
DF	0,000	0,032	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,059	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,059	0,000	0,000	0,000	0,059
<b>Brasil</b>	<b>4,47</b>	<b>5,03</b>	<b>2,880</b>	<b>0,020</b>	<b>0,550</b>	<b>0,130</b>	<b>13,880</b>	<b>8,770</b>	<b>3,750</b>	<b>0,110</b>	<b>0,380</b>	<b>9,960</b>	<b>14,510</b>	<b>46,110</b>	<b>9,050</b>	<b>8,340</b>	<b>4,530</b>	<b>36,760</b>	<b>14,510</b>	<b>46,110</b>	<b>8,340</b>	<b>4,530</b>	<b>36,760</b>	<b>110,250</b>

Elaboração dos autores.

Obs.: 1. AM = Amazonas, CE = Cerrado, MA = Mata Atlântica, PA = Pantanal, PM = Pampas, CA = Caatinga.

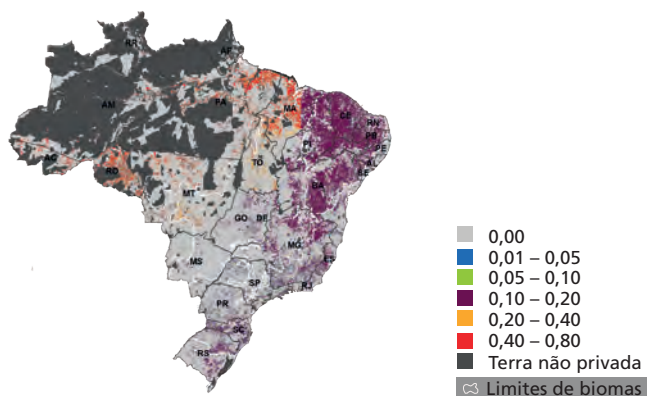
2. A oferta de CRA é composta por três categorias: i) Of\_CRA\_RLprot, oferta de em reserva legal de propriedades menores que 4MF; ii) Of\_CRA\_LeiMA; e iii) VNdesp.

FIGURA 8  
Razão entre a Of\_CRA\_LeiMA e a ÁreaTot



Elaboração dos autores.

FIGURA 9  
Razão entre a Of\_CRA\_RLprot e a ÁreaTot



Elaboração dos autores.

A tabela 3 apresenta a oferta e a demanda de CRA por unidade federativa e bioma, onde a demanda por CRA está traduzida como o DefRL, permitindo a comparação de diferentes opções de compensação do DefRL. Podemos observar que, considerando apenas a oferta de CRA em áreas protegidas (Of\_CRA\_RLprot e Of\_CRA\_LeiMA), e desconsiderando a Oferta de CRA em VNdesp, ou seja, sem adicionalidade à proteção legal existente, provavelmente gerando um mercado de CRA de baixo custo por não haver oportunidade de uso alternativo das terras destinadas à CRA nestas opções, é possível compensar o DefRL de quase todos os



biomas brasileiros. A exceção é o bioma Pampas, onde a oferta seria suficiente para compensar apenas 70% do DefRL existente. Nesse mesmo cenário, a oferta de CRA em VN protegida é 3,1 vezes maior que o DefRL para o bioma Amazônico, 1,7 vezes maior para o bioma Cerrado, 4,4 vezes maior para o bioma Mata Atlântica, 5,4 vezes maior para o bioma Pantanal e 76,2 vezes maior para o bioma Caatinga (tabela 4). Vale ressaltar que esse cenário só é possível caso os PRAs (Brasil, 2014) dos estados autorizem a compensação de RL fora dos estados.

TABELA 4  
Razão entre a oferta e demanda de CRA por UF e bioma

	Razão (Of_CRA_RLprot + Of_CRA_LeiMA)/DefRL						Razão (Of_CRA_RLprot + Of_CRA_LeiMA+VNdesp)/DefRL					
	AM	CE	MA	PA	PM	CA	AM	CE	MA	PA	PM	CA
RO	7,5	-	-	-	-	-	8,6	-	-	-	-	-
AC	8,2	-	-	-	-	-	16,8	-	-	-	-	-
AM	27,6	-	-	-	-	-	168,7	-	-	-	-	-
RR	26,0	-	-	-	-	-	301,2	-	-	-	-	-
PA	3,4	-	-	-	-	-	5,9	-	-	-	-	-
AP	53,5	-	-	-	-	-	835,5	-	-	-	-	-
TO	0,8	3,9	-	-	-	-	1,0	23,0	-	-	-	-
MA	3,9	15,6	-	-	-	40,4	4,6	48,4	-	-	-	173,6
PI	-	5,7	-	-	-	68,8	-	73,2	-	-	-	342,0
CE	-	-	-	-	-	342,0	-	-	-	-	-	1.514,0
RN	-	-	1,3	-	-	20,7	-	-	1,3	-	-	103,5
PB	-	-	0,6	-	-	189,7	-	-	0,6	-	-	815,7
PE	-	-	2,6	-	-	222,4	-	-	2,6	-	-	1.109,7
AL	-	-	1,2	-	-	193,1	-	-	1,2	-	-	650,9
SE	-	-	5,1	-	-	132,0	-	-	5,1	-	-	423,8
BA	-	3,8	1,8	-	-	87,6	-	44,1	1,8	-	-	422,3
MG	-	2,5	10,5	-	-	2,5	-	14,6	10,5	-	-	5,6
ES	-	-	9,2	-	-	-	-	-	9,2	-	-	-
RJ	-	-	9,3	-	-	-	-	-	9,3	-	-	-
SP	-	0,1	2,2	-	-	-	-	0,4	2,2	-	-	-
PR	-	0,0	1,9	-	-	-	-	0,1	1,9	-	-	-
SC	-	-	18,1	-	0,1	-	-	-	18,1	-	0,1	-
RS	-	-	8,6	-	0,7	-	-	-	8,6	-	8,9	-
MS	-	0,1	1,6	1,5	-	-	-	3,6	1,6	776,5	-	-
MT	1,1	0,7	-	7,7	-	-	2,3	5,9	-	234,0	-	-
GO	-	0,5	0,3	-	-	-	-	5,4	0,3	-	-	-
DF	-	0,0	-	-	-	-	-	1,8	-	-	-	-
<b>Brasil</b>	<b>3,1</b>	<b>1,7</b>	<b>4,4</b>	<b>5,4</b>	<b>0,7</b>	<b>76,2</b>	<b>6,4</b>	<b>10,9</b>	<b>4,4</b>	<b>432,7</b>	<b>8,9</b>	<b>357,4</b>

Elaboração dos autores.

Obs.: 1. AM = Amazonas, CE = Cerrado, MA = Mata Atlântica, PA = Pantanal, PM = Pampas, CA = Caatinga, em diferentes cenários de compensação.

2. A oferta de CRA é composta por três categorias: i) Of\_CRA\_RLprot, oferta de em reserva legal de propriedades menores que 4MF; ii) Of\_CRA\_LeiMA; e iii) VNdesp.

No cenário onde a compensação deva ser feita dentro do mesmo estado, podemos constatar que a maioria dos estados brasileiros apresenta oferta de CRA em VN protegida superior aos DefRL existentes. Os estados da região Norte, por exemplo, apresentam Oferta de CRA em VN protegida (desconsiderando VNdesp) ao menos 3,4 vezes maior que o DefRL, com exceção para o estado do Tocantins, onde essa oferta de CRA é 80% do DefRL existente em bioma Amazônico (tabelas 3 e 4).

No caso do Cerrado, observa-se que os estados localizados na região Centro-Oeste apresentam DefRL superior a Of\_CRA\_RLprot (tabela 3), sendo, dessa forma, necessário buscar títulos de CRA em VNdesp no mesmo estado, ou, o mais provável, em Of\_CRA\_RLprot de outros estados que compartilham o mesmo bioma e que apresentam excedente de Of\_CRA\_RLprot, como por exemplo os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia.

Considerando ainda o cenário, onde toda a compensação deva ocorrer no mesmo estado (tabela 4), podemos observar que é possível os PRAs dos estados serem elaborados utilizando os estoques de VN para compensar os DefRL de RL existentes dentro do mesmo estado, com exceção para os casos em que a oferta de CRA seja insuficiente para atender a sua demanda, na qual restauração será a única opção. Essas exceções são:

- bioma Amazônico no estado do Tocantins, onde a razão entre oferta e demanda de CRA (0,22 milhão de hectares) no mesmo estado está próxima de 1;
- bioma Mata Atlântica, no estado da Paraíba, onde a oferta por CRA atenderia apenas 60% da demanda existente (23 mil hectares);
- bioma Cerrado, no estado de São Paulo, onde a oferta existente atende apenas 40% da demanda por CRA (0,5 milhão de hectares);
- bioma Cerrado, no estado do Paraná, onde a oferta existente supre apenas 10% da demanda por CRA (16 mil hectares); e
- bioma Mata Atlântica, no estado de Goiás, onde a oferta de CRA é apenas 30% do DefRL existente (0,1 milhão de hectares).

Como demonstrados em nossos resultados, existe um DefRL de aproximadamente 13 milhões de hectares, que pode ser compensado por meio do mercado de CRA, uma vez que os custos associados a restauração florestal, além do custo de oportunidade das terras a serem restauradas, podem ser elevados. Por isso, esse mecanismo não deve ser o predominante. A oferta de CRA composta por VN protegida pela legislação vigente (Of\_CRA\_RLprot + Of\_CRA\_LeiMA) é suficiente para compensar, no mesmo bioma ou estado, praticamente todo o DefRL existente,

como constatado neste estudo. Assim, podemos inferir que a criação do mercado de CRA nas regras atuais não resultará necessariamente, e não provavelmente, na ampliação das áreas de proteção de VN. É esperado que as áreas de oferta de CRA localizadas em áreas já protegidas, onde a exploração agrícola é limitada, tenderão a apresentar valores monetários menores em relação às áreas de VNdesp que podem ser legalmente desmatadas para a exploração agrícola, salvo aquelas áreas de VNdesp localizadas em regiões cujas condições edafoclimáticas não propiciam a exploração agropecuária. Logo, podemos alegar que a demanda por CRA será suprida principalmente por Of\_CRA\_RLprot, Of\_CRA\_LeiMA ou por VNdesp localizadas em áreas não aptas a exploração agropecuária. Esse raciocínio se torna ainda mais robusto se recordarmos que o DefRL considerado em nossa análise (13,1 milhões de hectares) não leva em consideração o dispositivo de redução de reserva legal previsto no art. 68 da Lei nº 12.651/2012,<sup>6</sup> o qual poderá resultar em significativas reduções de RL em regiões consolidadas há mais tempo, como nos casos do Sul, Sudeste e Zona da Mata.

### 3.3 PRnoOB e a VNdesp

As PRnoOB ocupam 41% do território brasileiro, 353 milhões de hectares, dos quais, imóveis rurais pequenos, médios e grandes representam, 126 milhões de hectares, 108 milhões de hectares e 119 milhões de hectares, respectivamente (tabela 5). Desse total, aproximadamente 110 milhões de hectares estão cobertos por VNdesp, podendo ser suprimidas legalmente. Essas áreas de VNdesp, em grande parte, estão localizadas nos biomas Cerrado (46 milhões de hectares) e Caatinga (37 milhões de hectares). As VNdesp nos biomas Amazônico, Pantanal e Pampas, apresentam 14,5 milhões de hectares, 8,4 milhões de hectares e 4,5 milhões de hectares, respectivamente.

---

6. Dispositivo da Lei nº 12.651/2012 que isenta da necessidade de restauração florestal os imóveis rurais onde a VN foi suprimida respeitando o percentual exigido pela legislação vigente na época em que a supressão ocorreu.

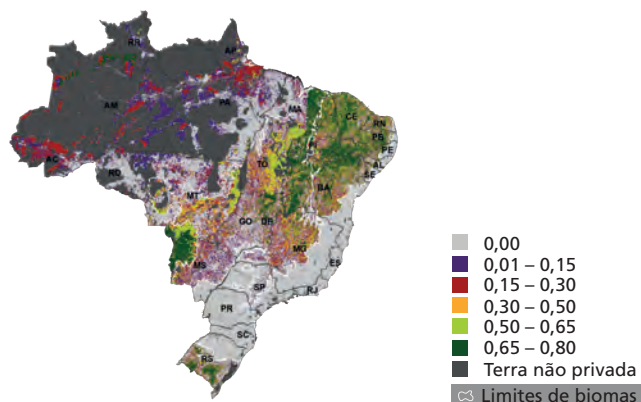
TABELA 5  
Distribuição das VNdesp e PRnoOB por UF e bioma

	VNdesp (milhões de hectares)				Imóveis com VNdesp (mil)				PRnoOB (milhões de hectares)				
	P	M	G	Total	P	M	G	Total	P	M	G	Total	
RO	0,11	0,11	0,16	<b>0,38</b>	11	2	1	<b>13</b>	4,08	1,07	1,30	<b>6,46</b>	
AC	0,12	0,36	0,50	<b>0,97</b>	5	3	1	<b>9</b>	0,58	0,64	1,09	<b>2,31</b>	
AM	0,12	0,34	4,63	<b>5,09</b>	6	3	2	<b>11</b>	0,28	0,56	5,20	<b>6,04</b>	
RR	0,01	0,04	1,38	<b>1,43</b>	1	0	0	<b>1</b>	0,06	0,16	1,61	<b>1,83</b>	
PA	0,61	0,81	2,25	<b>3,67</b>	40	10	3	<b>54</b>	3,63	4,53	9,07	<b>17,23</b>	
AP	0,01	0,05	0,45	<b>0,51</b>	0	0	0	<b>1</b>	0,01	0,06	0,50	<b>0,57</b>	
TO	0,64	2,65	2,28	<b>5,57</b>	13	13	3	<b>29</b>	2,19	6,76	4,81	<b>13,76</b>	
MA	4,01	2,29	1,63	<b>7,93</b>	112	11	1	<b>124</b>	8,11	4,64	3,55	<b>16,29</b>	
PI	6,71	3,72	2,29	<b>12,72</b>	163	14	2	<b>179</b>	10,00	5,22	3,31	<b>18,53</b>	
CE	6,21	0,75	0,55	<b>7,52</b>	226	5	0	<b>232</b>	8,90	1,06	0,72	<b>10,68</b>	
RN	0,94	0,55	0,20	<b>1,69</b>	33	4	0	<b>37</b>	2,22	1,17	0,45	<b>3,85</b>	
PB	1,96	0,35	0,06	<b>2,37</b>	75	3	0	<b>78</b>	3,41	0,56	0,20	<b>4,18</b>	
PE	2,85	0,85	0,35	<b>4,05</b>	106	5	0	<b>111</b>	5,35	1,34	0,64	<b>7,34</b>	
UFs	AL	0,33	0,01	0,01	<b>0,35</b>	21	0	0	<b>22</b>	1,51	0,35	0,33	<b>2,19</b>
SE	0,23	0,01	0,02	<b>0,25</b>	15	0	0	<b>15</b>	1,41	0,13	0,11	<b>1,64</b>	
BA	9,20	5,25	4,81	<b>19,26</b>	295	23	4	<b>321</b>	22,87	11,18	8,62	<b>42,68</b>	
MG	2,13	2,82	1,86	<b>6,81</b>	76	30	5	<b>111</b>	16,79	17,10	7,90	<b>41,78</b>	
ES	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>	0	0	0	<b>0</b>	1,50	1,05	0,36	<b>2,91</b>	
RJ	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>	0	0	0	<b>0</b>	0,86	0,94	0,56	<b>2,35</b>	
SP	0,02	0,07	0,05	<b>0,14</b>	3	3	1	<b>8</b>	4,38	7,73	5,45	<b>17,56</b>	
PR	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>	0	0	0	<b>0</b>	6,70	5,47	2,38	<b>14,55</b>	
SC	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>	0	0	0	<b>0</b>	2,55	1,72	0,92	<b>5,18</b>	
RS	0,87	1,97	1,69	<b>4,53</b>	33	19	5	<b>56</b>	7,74	6,74	5,53	<b>20,01</b>	
MS	0,14	0,81	7,06	<b>8,01</b>	4	7	6	<b>18</b>	1,08	5,40	20,70	<b>27,19</b>	
MT	0,76	2,35	7,91	<b>11,02</b>	22	13	7	<b>41</b>	5,17	9,59	22,93	<b>37,69</b>	
GO	0,87	2,81	2,23	<b>5,91</b>	24	23	5	<b>52</b>	4,50	12,71	10,09	<b>27,30</b>	
DF	0,00	0,00	0,05	<b>0,06</b>	0	0	1	<b>1</b>	0,00	0,03	0,31	<b>0,35</b>	
Biomás	AM	1,42	2,32	10,77	<b>14,51</b>	98	24	10	<b>132</b>	13,87	12,87	29,30	<b>56,05</b>
CE	10,83	16,45	18,83	<b>46,11</b>	265	104	29	<b>398</b>	28,13	50,55	57,38	<b>136,05</b>	
MA	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>	0	0	0	<b>0</b>	35,79	26,78	12,79	<b>75,36</b>	
PA	0,14	0,49	7,70	<b>8,34</b>	3	1	2	<b>6</b>	0,31	0,77	9,05	<b>10,13</b>	
PM	0,87	1,97	1,69	<b>4,53</b>	33	19	5	<b>56</b>	2,86	5,11	4,99	<b>12,96</b>	
CA	25,59	7,75	3,43	<b>36,76</b>	884	42	3	<b>930</b>	44,93	11,83	5,14	<b>61,90</b>	
<b>Brasil</b>	<b>38,90</b>	<b>29,00</b>	<b>42,40</b>	<b>110,20</b>	<b>1.283</b>	<b>191</b>	<b>49</b>	<b>1.523</b>	<b>125,90</b>	<b>107,90</b>	<b>118,70</b>	<b>352,50</b>	

Elaboração dos autores.

A figura 10 apresenta a distribuição espacial da densidade de VNdesp sobre o território brasileiro. Os maiores valores de densidade são evidenciados na região Nordeste, devido as extensas áreas desprotegidas ocupadas por Cerrado e Caatinga, ocupando um montante de 56 milhões de hectares. Alta concentração de VNdesp também pode ser observada na região pantaneira, localizada ao oeste do estado do Mato Grosso do Sul e na metade sul do estado do Rio Grande do Sul, no bioma Pampas, onde cerca de 4,5 milhões de hectares de VN estão desprotegidos. Mais de 60% das áreas de VNdesp estão nas mãos de pequenos e médios produtores rurais, onde 39 milhões de hectares e 29 milhões de hectares de VNdesp são encontrados, respectivamente. Aproximadamente 42 milhões de hectares das VNdesp estão localizadas em imóveis de grande porte, compostas predominantemente por Cerrado (19 milhões de hectares) e floresta Amazônica (11 milhões de hectares).

FIGURA 10  
Razão entre a VNdesp e a ÁreaTot



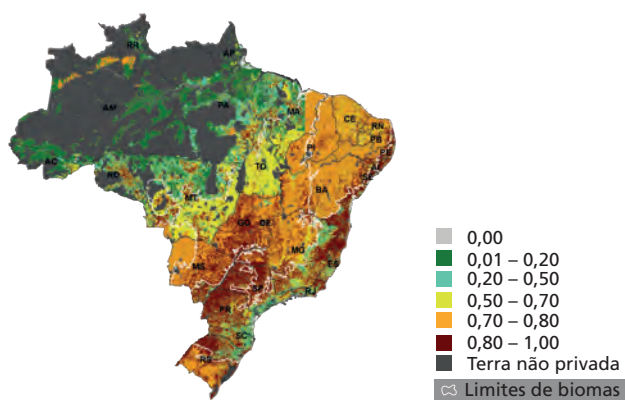
Elaboração dos autores.

As áreas de VNdesp, em grande parte, estão localizadas em áreas remotas ou que apresentam condições flocimáticas que inviabilizam a exploração do uso agropecuário. Por meio do desenvolvimento tecnológico e da infraestrutura logística, no entanto, muitas dessas áreas poderão se tornar viáveis para a exploração agropecuária e, eventualmente, serão convertidas em agricultura (Sparovek *et al.*, 2015), ameaçando áreas de alto valor para a biodiversidade, onde grandes quantidades de carbono estão estocadas.

Parte dessas VNdesp já está em processo de conversão, especialmente sobre áreas de Cerrados localizadas na região conhecida como Matopiba, acrônimo que representa a região geográfica formada pela metade sul e nordeste do Maranhão, pelo estado do Tocantins e o oeste dos estados do Piauí e da Bahia. Nessa região,

a expansão agrícola se intensificou nos últimos anos provendo desenvolvimento econômico e social. Esse desenvolvimento, no entanto, resulta na supressão de vastas extensões de vegetações nativas, processo em andamento que será expandido e intensificado em futuro próximo, como fruto dos novos projetos de infraestrutura logística e portuária, em fase de implantação.

FIGURA 11  
Razão entre a PRnoOB e a ÁreaTot



Elaboração dos autores.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Lei nº 12.651/2012, nos dispositivos que tratam da regularização ambiental das propriedades rurais em não conformidade com as novas regras, reduziu a necessidade de restauração em APP<sup>7</sup> e de RL e, ao mesmo tempo, ampliou a oferta de ativos de VN para compensação de RL via CRA.

A oferta de CRA para compensação (156 milhões de hectares) é desproporcionalmente superior a demanda potencial de CRA (13,1 milhões de hectares), fato que poderá inviabilizar a criação de um mercado CRA eficiente e coibir o objetivo central desse mecanismo, de atribuir valor monetário à atividade de proteção da vegetação natural. Além disso, importante parcela da oferta de CRA para compensação de RL não gera adicionalidade de conservação, pelo fato de essas áreas já estarem protegidas na forma de RL ou pela Lei da Mata Atlântica. Com isso, ocorre oferta de VN para compensação via CRA sem adicionalidade de proteção ambiental cobrindo praticamente todo o DefRL. Nesse caso, haverá um custo de transação

7. A redução de exigência de restauração em APP (art. 61-A, 61-B e 61-C da Lei nº 12.651/2012) não foram calculados neste estudo pela falta da resolução espacial necessária e pelo fato de a estratégia de modelagem adotada não abrigar soluções de base probabilística (com base em estatística), priorizando o modelo de algoritmos espacialmente explícitos.

no mercado de CRA, assim como alguma remuneração para a oferta de CRA, provavelmente pouca, pelo fato de as áreas de VN já protegidas ofertadas como CRA não terem uso alternativo de conversão. Ou seja, elas já estão protegidas e, com ou sem o mercado de CRA, precisam ser conservadas. Nesse caso, o custo que incide sobre o comprador das CRAs não levaria a adicionalidade de conservação, podendo, assim, também ser considerado como uma forma de tributação, por ser deslocado do objetivo de contribuir com o aumento da conservação de VN na regularização, nos moldes da Lei nº 12.651/2012.

A adicionalidade de conservação de regularização ficou restrita às APPs, situação na qual os investimentos feitos diretamente na restauração em si, assim como os custos de transação, monitoramento e controle, representarão ganhos diretos na conservação (adicionalidade). A adicionalidade de conservação da regularização das APPs se somará ao efeito geral esperado de implementação da Lei nº 12.651/2012 e das consequências dadas ao CRA de aumentar o controle sobre a conversão de novas áreas, restringindo àquelas legalmente autorizadas, diminuindo assim a pressão de desmatamento e assegurando a preservação das áreas atualmente protegidas em RL.

Considerando que a regularização da Lei nº 12.651/2012 levará a pouca adicionalidade na proteção dos estoques de VN existentes fora de APP, bem como a pouca restauração restrita às situações de APP, os mecanismos de incentivo passam a ser o principal mecanismo de governança no contexto da conservação ou restauração.

Como os mecanismos de incentivo atuam mais próximo do mercado, por serem de adoção voluntária, isso implica a necessidade de uma ampla redefinição de estratégias e arranjo institucional quando comparado às estratégias atuais que têm nas ações de comando e controle a base de seu funcionamento.

Existem diversas iniciativas de mecanismos de incentivo de governança pública e privada atuando próximo ao mercado, como o art. 41 da Lei nº 12.651/2012, o Projeto de Lei de Serviços Ambientais (Brasil, 2007), a iniciativa de eliminação do desmatamento nas cadeias fornecedoras de *commodities* até 2020 por parte de *tradings* e grandes varejistas (Azevedo *et al.*, 2015), os créditos de carbono e os mecanismos de desmatamento evitado – Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação florestal (REDD+). O sucesso disso, no entanto, vai depender de sua abrangência e velocidade de implementação. Diante da quantidade de ativos de VN não protegidos e da necessidade de restauração, visando garantir biodiversidade, contribuir para a redução de emissões de gases do efeito estufa e assegurar o adequado funcionamento hidrológico das bacias hidrográficas, na situação presente, estes mecanismos são insuficientes em ambos casos, tanto em abrangência quanto em implementação.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, A. *et al.* **Produção de commodities no Brasil**: desmatamento zero e ilegalidade zero. Manaus: Ipaam, 2015. Disponível em: <<http://www.ipam.org.br/download/livro/Producao-de-commodities-no-Brasil/762>>.

BERNASCONI, P. **Custo-efetividade ecológica da compensação de Reserva Legal entre propriedades no estado de São Paulo**. I Prêmio Serviço Florestal Brasileiro em Estudos de Economia e Mercado Florestal - 2013/2014. Brasília: SFB, 2014.

BRASIL. Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964. Dispõe sobre o Estatuto da Terra, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 17 dez. 1964.

\_\_\_\_\_. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Revogada pela Lei nº 12.651, de 2012. Instituiu o novo Código Florestal. **Diário Oficial da União**, Brasília, 16 set. 1965.

\_\_\_\_\_. Lei nº 6.001, de 19 de dezembro de 1973. Dispõe sobre o Estatuto do Índio. **Diário Oficial da União**, Brasília, 21 dez. 1973.

\_\_\_\_\_. Lei 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 19 jul. 2000.

\_\_\_\_\_. Lei 10.267 de 28 de agosto de 2001. Altera dispositivos das Leis nºs 4.947, de 6 de abril de 1966, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 6.739, de 5 de dezembro de 1979, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 29 ago. 2001.

\_\_\_\_\_. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 dez. 2006.

\_\_\_\_\_. CÂMARA DOS DEPUTADOS. PL 792/2007 Dispõe sobre a definição de serviços ambientais e dá outras providências. Brasília: Câmara dos deputados, 2007.

\_\_\_\_\_. Lei nº 11.952, de 25 de junho de 2009. Dispõe sobre a regularização fundiária das ocupações incidentes em terras situadas em áreas da União, no âmbito da Amazônia Legal; altera as Leis nºs 8.666, de 21 de junho de 1993, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 jun. 2009.

\_\_\_\_\_. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 28 maio 2012.



\_\_\_\_\_. Decreto nº 8.235, de 5 de maio de 2014. Estabelece normas gerais complementares aos Programas de Regularização Ambiental dos estados e do Distrito Federal, de que trata o Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012, institui o Programa Mais Ambiente Brasil, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 5 maio 2014.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

MAY, P. H. *et al.* **Environmental reserve quotas in Brazil's new forest legislation: An ex ante appraisal**. Bogor: Cifor, 2015. ISBN 978-602-387-004-2. Disponível em: <<http://www.cifor.org/nc/online-library/browse/view-publication/publication/5609.html>>.

SILVA, J. S. D.; RANIERI, V. E. L. O mecanismo de compensação de reserva legal e suas implicações econômicas e ambientais. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, p. 115-132, 2014. ISSN 1414-753X. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-753X2014000100008&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2014000100008&nrm=iso)>.

SOARES-FILHO, B. *et al.* Cracking Brazil's Forest Code. **Science**, v. 344, n. 6182, p. 363-364, Apr. 25, 2014. Disponível em: <<http://www.sciencemag.org/content/344/6182/363.short>>.

SPAROVEK, G. *et al.* Brazilian agriculture and environmental legislation: status and future challenges. **Environmental Science & Technology**, v. 44, n. 16, p. 6046-6053, 15 Aug. 2010. ISSN 0013-936X.

\_\_\_\_\_. The revision of the Brazilian forest act: increased deforestation or a historic step towards balancing agricultural development and nature conservation? **Environmental Science & Policy**, v. 16, p. 65-72, 2012. ISSN 1462-9011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1462901111001687>>.

\_\_\_\_\_. Effects of governance on availability of land for agriculture and conservation in Brazil. **Environmental Science & Technology**, v. 49, n. 17, p. 10285-10293, 4 Aug. 2015. ISSN 0013-936X. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1021/acs.est.5b01300>>.

#### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

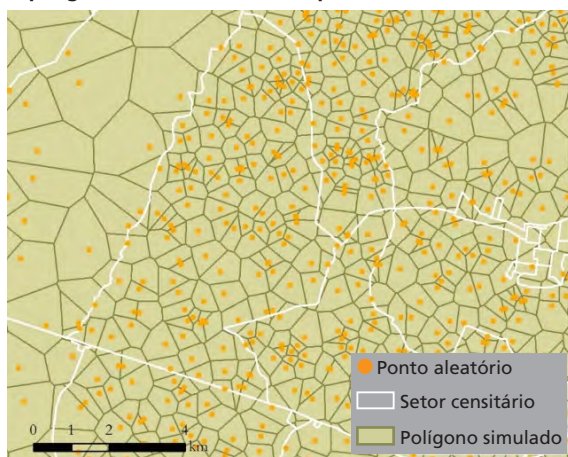
SILVA, J. A. A. N. *et al.* **O Código Florestal e a ciência**. São Paulo: SBPC/ABC, 2011. ISBN 978-85-86957-16-1.

## APÊNDICE A

**DETALHAMENTO DA METODOLOGIA UTILIZADA PARA SIMULAR A MALHA FUNDIÁRIA BRASILEIRA**

Com a exigência do Cadastro Ambiental Rural (CAR) pela Lei nº 12.651/2012 (Brasil, 2012), associado ao Certificado de Cadastro de Imóvel Rural (CCIR), (Brasil, 2001), houve um aumento importante no total de propriedades identificadas espacialmente. Este incremento, no entanto, não foi suficiente para possibilitar a cobertura total do território nacional, com a delimitação correta dos limites de cada imóvel. Assim, para que a análise do cumprimento das exigências da referida lei fosse feita de maneira a contabilizar a situação mais próxima do real, técnicas de geoprocessamento foram aplicadas, com a finalidade de simular os limites dos imóveis rurais para as regiões não cobertas pelas bases CAR e CCIR. Para esse fim, os limites dos setores censitários utilizados no Censo Agropecuário do IBGE de 2006 (316.574 setores), foram associados ao número de imóveis recenseados em cada setor. Dessa maneira, cada divisão do setor censitário apresentou o total de estabelecimentos para sua área de abrangência. Foram gerados pontos aleatórios para cada estabelecimento rural dentro da área de abrangência de cada setor censitário. A partir disso, empregando técnicas de geoprocessamento, foram gerados os polígonos de *Thiessen* para cada ponto gerado aleatoriamente onde cada polígono representa um imóvel rural. A figura A.1 mostra o resultado do processamento onde cada ponto originou um polígono, que pode apresentar diferentes tamanhos e formatos, de acordo com o perfil fundiário.

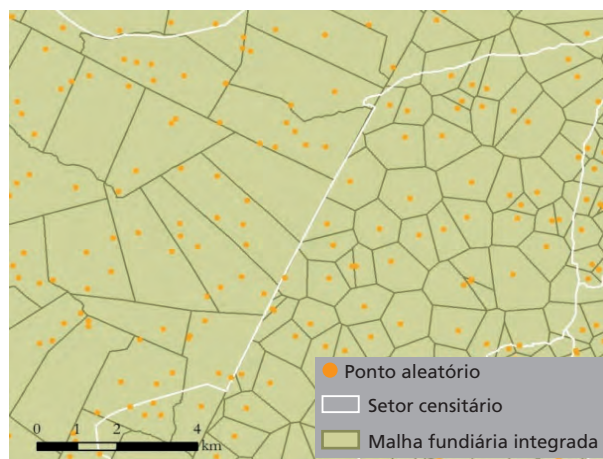
FIGURA A.1

**Geração dos polígonos de acordo com os pontos aleatórios sorteados**

Elaboração dos autores.

FIGURA A.2

**Compilação final da malha fundiária simulada e combinada com os dados reais das bases CAR e CCIR**



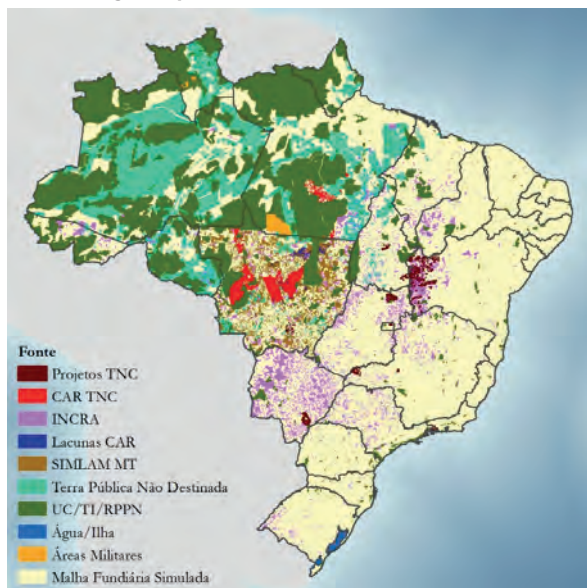
Elaboração dos autores.

O resultado da geração desses polígonos foi integrado com os limites de assentamentos rurais e quilombolas; os limites conhecidos de imóveis rurais; as terras indígenas (Brasil, 1973); as áreas militares; e as unidades de conservação (Brasil, 2000). O processo de edição consistiu na sobreposição dos limites reais sobre a malha simulada, sendo que, onde houve sobreposição, os polígonos da malha simulada foram eliminados. Além disso, foram feitos ajustes pontuais nessas bases para evitar inconsistências no processamento.

Os limites da parte esquerda da figura A.2 representam os limites reais dos estabelecimentos, enquanto a parte à direita foram simulados. A camada integrada da malha fundiária consiste de um total de 4,2 milhões de polígonos (figura A.3). A última estimativa informa que aproximadamente 59% da área cadastrável do país já se encontra inserida no Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (Sicar), no entanto, esta base não estava disponível até o final da compilação da malha fundiária descrita neste artigo (Brasil, 2015).

Na malha fundiária compilada utilizada neste estudo, algumas regiões apresentaram um número reduzido de propriedades georeferenciadas (por exemplo, a região Nordeste), ao passo que, em outras, esse número foi mais elevado, por apresentar áreas públicas extensas, legalmente protegidas ou em terra pública não destinada, ou, ainda, por motivos como os vistos no Mato Grosso do Sul, onde se observa uma extensa cobertura das propriedades privadas inseridas na base CCIR.

FIGURA A.3  
Malha fundiária integrada para o Brasil



Elaboração dos autores.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 6.001, de 19 de dezembro de 1973. Dispõe sobre o Estatuto do Índio. **Diário Oficial da União**, Brasília, 21 dez. 1973.

\_\_\_\_\_. Lei 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 19 jul. 2000.

\_\_\_\_\_. Lei 10.267 de 28 de agosto de 2001. Altera dispositivos das Leis nos 4.947, de 6 de abril de 1966, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 6.739, de 5 de dezembro de 1979, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 29 ago. 2001.

\_\_\_\_\_. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 28 maio 2012.

\_\_\_\_\_. **Cadastro Ambiental Rural (CAR)**. Brasília: CAR, 2015. Disponível em: <<http://www.car.gov.br/#/>>. Acesso em: 28 ago. 2015.

## APÊNDICE B

### DETALHAMENTO DO ALGORITMO UTILIZADO PARA O CÁLCULO DAS REDUÇÕES DE RESERVA LEGAL PREVISTAS NOS ARTS. 13, 15 E 67 DA LEI Nº 12.651/2012 E DETALHAMENTO METODOLÓGICO PARA O CÁLCULO DE DEMANDA E OFERTA POTENCIAL DA COTA DE RESERVA AMBIENTAL

#### 1 REDUÇÕES DE RESERVA LEGAL

As reduções em reserva legal (RL) previstas no art. 13 (Rart13) foram calculadas apenas para as propriedades privadas que apresentam tamanho superior a quatro módulos fiscais (MF) localizadas na Amazônia Legal com floresta como tipo de vegetação. O valor de Rart13 foi obtido pela diferença em área da vegetação nativa (VN) fora de área de preservação permanente (VNnoAPP) e a reserva legal exigida (RLe), para as propriedades cuja cobertura por VNnoAPP seja entre 50% e 80%; e de 30% da área total da propriedade (ÁreaTot), quando a cobertura por VNnoAPP seja inferior ou igual a 50%.

##### BOX B.1

#### Estrutura de decisão empregada para estimar a redução de RL prevista no art. 13 da Lei nº 12.651/2012

```
`Rart13` =  
SE('classe Fundiária' = 'terra privada > 4 MF'  
& `tipologia de vegetação` = 'floresta em Amazônia Legal',  
  SE (('VNnoAPP'-`RLe`)<0  
    & (VNnoAPP'-`AreaTot` *0,5)>0,  
      `RLe`-`VNnoAPP`,  
    SE((VNnoAPP`-`AreaTot`*0,5)<=0,  
      `AreaTot`*0,3,0)),0)
```

Elaboração dos autores.

O cálculo da redução de RL prevista no art. 67 (Rart67) foi aplicado para todas as propriedades privadas de tamanho menor ou igual a 4 MF onde a cobertura por VNnoAPP seja inferior a RLe. A Rart67 foi obtida pela diferença entre as áreas de RLe e a VNnoAPP existente.

##### BOX B.2

#### Estrutura de decisão empregada para o cálculo da redução de RL prevista no art. 67 da Lei nº 12.651/2012

```
`Rart67` =  
SE('classe fundiária' = 'terra privada <= 4 MF' & (VNnoAPP'-`RLe`)<0,  
  `RLe`-`VNnoAPP`,0)
```

Elaboração dos autores.

As reduções de RL previstas no art. 15 foram estimadas como sendo: *i*) a diferença entre a RLe e a VNnoAPP, quando a propriedade está localizada fora de

regiões de florestas na Amazônia Legal, apresentando cobertura por VNnoAPP inferior a RLe, mas superior quando a Área de Preservação Permanente (APP) foi somada a VNnoAPP; *ii*) a área total da APP, quando a propriedade está localizada fora de florestas na Amazônia Legal, apresentando cobertura de VNnoAPP, somada a área total de APP, inferior a RLe; *iii*) a diferença entre 50% da área total de propriedade e a área de VNnoAPP, quando a propriedade estava localizada em florestas da Amazônia Legal, apresentando cobertura por VNnoAPP inferior a 50% da área da propriedade, mas superior quando somada a área de APP; e *iv*) área total de APP, quando a propriedade estava localizada em florestas da Amazônia Legal, apresentando cobertura por VNnoAPP, somada a APP, inferior a 50% da área total da propriedade.

### BOX B.3

#### Estrutura de decisão empregada para o cálculo da redução de RL prevista no art. 15 da Lei nº 12.651/2012

```

`Rart15` =
SE(`classe fundiária` = 'Terra Privada > 4 MF',
SE(`tipologia de vegetação` <> 'floresta em Amazônia Legal'
&(`VNnoAPP`-'RLe')<0
&((`VNnoAPP`+'APP`-'RLe')>0,
`RLe`-'VNnoAPP`-,
SE(`tipologia de vegetação` <> 'floresta em Amazônia Legal'
&((`VNnoAPP`+'APP`-'RLe')<=0,
`APP`,
SE(`tipologia de vegetação` = 'floresta em Amazônia Legal'
& (`VNnoAPP`-'AreaTot'*0,5)<0
& ((`APP`+'VNnoAPP`-'AreaTot'*0,5)>0,
`AreaTot`*0,5-'VNnoAPP`,
SE(`tipologia de vegetação` = 'floresta em Amazônia Legal'
&((`VNnoAPP`+'APP`-'AreaTot'*0,5)<=0,
`APP`,0))))),0)

```

Elaboração dos autores.

## 2 DEMANDA POTENCIAL DE COTA DE RESERVA AMBIENTAL

Após quantificar as reduções na RLe mencionadas nos art. 13, 15 e 67 da Lei nº 12.651/2012, essas foram subtraídas da porção de RLe não coberta por vegetação nativa (VN). A porção remanescente de RLe não coberta por VN foi considerado como *deficit* de reserva legal (DefRL). Neste estudo, adotamos o pressuposto que todo o DefRL será compensado por meio das cotas de reserva ambiental (CRA), instituída no art. 44 da Lei nº 12.651/2012. Logo, o valor de compensação de reserva legal (ComRL) foi igual ao DefRL.

#### BOX B.4

##### Estrutura de decisão empregada para o cálculo do DefRL existente

```
`ComRL`= `DefRL` =  
SE('classe fundiária' = 'Terra Privada > 4 MF',  
  SE(((`VNnoAPP`+`APP`)-`RLe`)<0  
    & `tipologia de vegetação` <> 'Floresta em Amazônia Legal',  
      `RLe`-(`VNnoAPP`+`APP`),  
    SE(`tipologia de vegetação` = 'Floresta em Amazônia Legal'  
      & ((`APP`+`VNnoAPP`)-`AreaTot`*0,5)<0,  
        `AreaTot`*0,5 - (`APP`+`VNnoAPP`),0)),0)
```

Elaboração dos autores.

### 3 OFERTA POTENCIAL DE CRA

A oferta potencial de CRA é constituída pelas áreas cobertas por VN que excedem a RLe, sendo dividida em Vegetação Nativa desprotegida (VNdesp), aquelas localizadas fora do bioma Mata Atlântica, e Oferta de CRA em Mata Atlântica (Of\_CRA\_LeiMA), aquelas localizadas no bioma Mata Atlântica. Adicionalmente, a Oferta de CRA em reserva legal (Of\_CRA\_RLprot) foi estimada como sendo igual a RLn das propriedades menores que 4 MF.

#### BOX B.5

##### Estrutura de decisão empregada para estimativa da oferta potencial de CRA, composta por VNs protegidas e desprotegidas

```
`VNdesp`=  
SE('classe fundiária' = 'Terra Privada > 4 MF',  
  SE((`VNnoAPP`-`RLe`)>0  
    & `bioma` <> 'Mata Atlântica',  
      `VNnoAPP`-`RLe`,0),0)  
  
`Of_CRA_LeiMA`=  
SE('classe fundiária' = 'Terra Privada > 4 MF',  
  SE((`VNnoAPP`-`RLe`)>0  
    & `bioma` <> 'Mata Atlântica',  
      `VNnoAPP`-`RLe`,0),0)  
  
`Of_CRA_RLprot`=  
SE('classe fundiária' = 'terra privada > 4 MF',  
  SE((`VNnoAPP`-`RLe`)>=0,  
    `RLe`,`VNnoAPP`),0)
```

Elaboração dos autores.

## APÊNDICE C

TABELA C.1

## Resultados da análise da reserva legal (RL) em relação ao tamanho de imóvel e Unidades Federativas (UFs)

	RL exigida (milhões de hectares)			Dispositivos de redução da RL (milhões de hectares)						Compensação (milhões de hectares) DefRL=ComRL			RL necessária (milhões de hectares) RLn			Redução percentual (RL-RLn)/RLe (%)			Total			
	P	M	G	Rart13		Rart15		Rart67		Total	P	M	G	Total	P	M	G	Total				
				M	G	M	G	P	M											G	P	M
RO	5,44	1,99	2,67	10,11	0,40	0,47	0,87	0,02	0,03	0,05	2,87	0,18	0,16	0,34	2,57	1,38	2,01	5,97	53	31	25	41
AC	1,25	2,30	3,59	7,14	0,10	0,26	0,36	0,01	0,02	0,03	0,33	0,05	0,06	0,11	0,92	2,13	3,25	6,30	26	7	9	12
AM	1,22	2,30	17,07	20,59	0,12	0,15	0,27	0,01	0,00	0,01	0,23	0,02	0,02	0,04	1,00	2,15	16,90	20,04	18	6	1	3
RR	0,17	0,44	2,93	3,54	0,05	0,05	0,10	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,14	0,39	2,88	3,40	20	13	2	4
PA	7,28	9,22	24,89	41,39	1,61	2,93	4,54	0,20	0,29	0,49	2,24	0,74	0,74	1,47	5,03	6,67	20,94	32,64	31	28	16	21
AP	0,04	0,15	1,61	1,80	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,14	1,60	1,78	14	4	0	1
TO	1,82	5,17	3,52	10,51	0,44	0,29	0,73	0,16	0,09	0,25	0,52	0,35	0,16	0,51	1,30	4,21	2,99	8,51	28	19	15	19
MA	7,98	4,51	3,74	16,23	0,70	0,66	1,36	0,06	0,04	0,10	2,37	0,47	0,28	0,75	5,61	3,28	2,76	11,66	30	27	26	28
PI	2,55	1,33	0,85	4,73	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,16	0,07	0,04	0,10	2,38	1,26	0,81	4,45	6	5	4	6
CE	2,39	0,28	0,19	2,86	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,19	0,01	0,00	0,01	2,19	0,27	0,19	2,66	8	5	0	7
UFs RN	0,58	0,31	0,12	1,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,15	0,03	0,01	0,04	0,43	0,26	0,11	0,79	26	16	10	21
PB	0,89	0,15	0,05	1,09	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,17	0,02	0,01	0,03	0,72	0,13	0,03	0,88	19	15	35	19
PE	1,35	0,35	0,17	1,87	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,04	0,29	0,03	0,01	0,04	1,06	0,29	0,14	1,49	22	16	17	20
AL	0,36	0,08	0,08	0,53	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,19	0,04	0,02	0,06	0,17	0,03	0,05	0,25	53	59	43	52
SE	0,34	0,03	0,03	0,40	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,20	0,01	0,00	0,01	0,14	0,02	0,02	0,18	58	53	29	55
BA	5,74	2,83	2,20	10,77	0,00	0,00	0,00	0,19	0,07	0,26	1,56	0,45	0,21	0,67	4,18	2,19	1,91	8,28	27	23	13	23
MG	4,60	4,53	2,09	11,22	0,00	0,00	0,00	0,62	0,16	0,79	1,70	0,69	0,24	0,94	2,90	3,21	1,68	7,80	37	29	20	30
ES	0,46	0,30	0,11	0,87	0,00	0,00	0,00	0,07	0,02	0,09	0,20	0,06	0,02	0,08	0,25	0,17	0,07	0,50	44	43	35	43

(Continua)



(Continuação)

	RL exigida (milhões de hectares)			Dispositivos de redução da RL (milhões de hectares)						Compensação (milhões de hectares) DefRL=ComRL			RL necessária (milhões de hectares) RLn			Redução percentual (RLe-RLn)/RLe (%)				
	P	M	G	Rart13			Rart15			Rart67			P	M	G	Total	P	M	G	Total
				M	G	Total	M	G	Total	P	M	G								
RJ	0,24	0,29	0,22	0,00	0,00	0,00	0,06	0,02	0,08	0,13	0,06	0,02	0,08	0,11	0,17	0,17	0,17	0,40	21	39
SP	1,06	1,93	1,48	0,00	0,00	0,00	0,47	0,29	0,76	0,72	0,69	0,45	1,14	0,34	0,76	0,74	0,68	60	50	59
PR	1,66	1,41	0,68	0,00	0,00	0,00	0,59	0,25	0,84	1,34	0,40	0,13	0,53	0,32	0,43	0,29	0,81	70	57	72
SC	0,80	0,63	0,32	0,00	0,00	0,00	0,07	0,03	0,10	0,30	0,08	0,04	0,12	0,50	0,49	0,25	0,38	23	23	30
RS	1,95	1,76	1,41	0,00	0,00	0,00	0,19	0,13	0,33	1,11	0,44	0,31	0,75	0,84	1,12	0,97	0,57	36	31	43
MS	0,27	1,34	5,16	0,00	0,00	0,00	0,05	0,15	0,20	0,11	0,28	0,66	0,94	0,16	1,01	4,35	0,41	25	16	18
MT	5,68	10,53	26,41	1,73	3,64	5,37	0,27	0,46	0,73	2,73	1,27	1,70	2,97	2,95	7,26	20,62	0,48	31	22	28
GO	1,07	3,09	2,50	0,00	0,00	0,00	0,23	0,13	0,36	0,48	0,82	0,50	1,32	0,59	2,04	1,87	0,45	34	25	32
DF	0,00	0,01	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00	0,04	0,62	61	44	46
<b>Brasil</b>	<b>57,20</b>	<b>57,30</b>	<b>104,20</b>	<b>8,40</b>	<b>13,60</b>	<b>5,20</b>	<b>3,40</b>	<b>2,20</b>	<b>5,60</b>	<b>20,30</b>	<b>7,30</b>	<b>5,80</b>	<b>13,10</b>	<b>36,80</b>	<b>41,50</b>	<b>87,70</b>	<b>36</b>	<b>28</b>	<b>16</b>	<b>24</b>

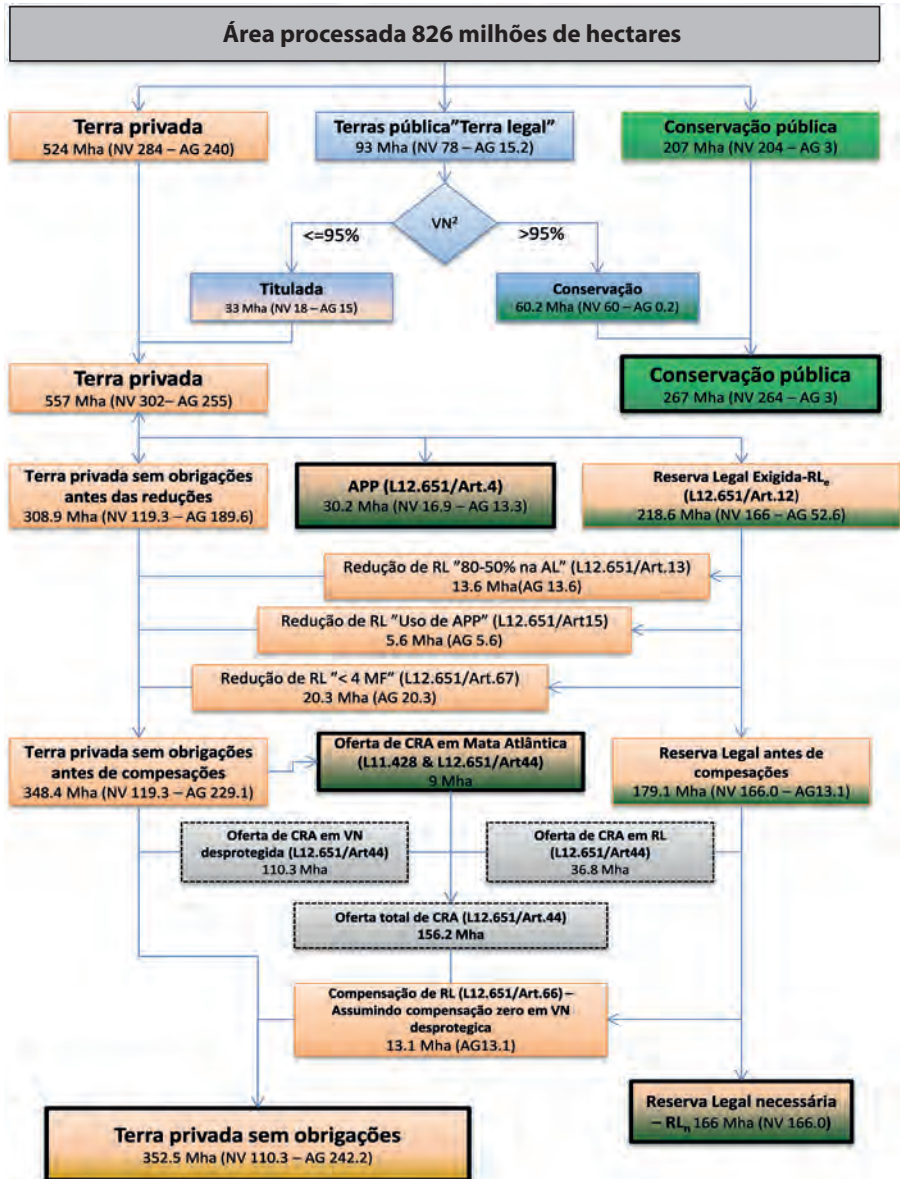
Elaboração dos autores.

Obs.: P = pequeno, M = médio, G = grande.

## APÊNDICE D

FIGURA D.1

Resumo dos resultados em nível nacional



Elaboração dos autores.

Obs.: Mha = milhões de hectare.

Imagem cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtudes das condições técnicas dos originais disponibilizados pelos autores para publicação (nota do Editorial).