

RELATÓRIO

**RELATÓRIO DO PRODUTO TRÊS**  
MODELAGEM DE UTILIZAÇÃO DE COTAS  
DE RESERVA AMBIENTAL (CRA)

BRITALDO SOARES-FILHO

TRABALHO PRODUZIDO PELO CENTRO DE SENSORIAMENTO REMOTO –  
CSR/UFMG PARA A AGROICONE

JUNHO 2015

---

TEMAS

CÓDIGO FLORESTAL, PROTEÇÃO AMBIENTAL

PROJETO

CENÁRIOS DE OTIMIZAÇÃO DA ADEQUAÇÃO AMBIENTAL

---

*O projeto **Iniciativa para o Uso da Terra (INPUT)** é composto por uma equipe de especialistas que trazem ideias inovadoras para conciliar a produção de alimentos com a proteção ambiental. O INPUT visa avaliar e influenciar a criação de uma nova geração de políticas voltadas para uma economia de baixo carbono no Brasil. O trabalho produzido pelo INPUT é financiado pela Children's Investment Fund Foundation (CIFF), através do Climate Policy Initiative. [www.inputbrasil.org](http://www.inputbrasil.org)*

# Relatório do Produto Três

## Modelagem de utilização de cotas de reserva ambiental (CRA)

Realizado por

Britaldo Soares-Filho  
Centro de Sensoriamento Remoto – CSR/UFMG



Para



Junho de 2015

## Preâmbulo

Se a revisão do Código Florestal trouxe uma grande perda em áreas a serem recompostas, por outro lado, a nova lei aprimora mecanismos que facilitam sua viabilização. Um desses mecanismos é a Cota de Reserva Ambiental (CRA). CRA é um título nominativo representativo de área com vegetação nativa existente ou em processo de recuperação excedente ou não à Reserva Legal. CRA de uma propriedade pode ser utilizada para a compensação do déficit de Reserva Legal de outra, desde que tenha equivalência em área e esteja situada no mesmo bioma e, de preferência, no mesmo estado. Vislumbra-se que, com a operacionalização da CRA por meio do Sistema de Cadastro Ambiental Rural, um mercado de crédito monetário para terras florestadas possa se consolidar, agregando, com isso, valor às florestas nativas. Com esse escopo, esta análise provê a dimensão geográfica, indicando o potencial de um mercado de CRA. Pretende-se, assim, apontar soluções para que a implementação do novo Código Florestal venha a se somar a políticas de conservação de nossas florestas. Aproximadamente 53% dos remanescentes de vegetação nativa (281 Mha) do Brasil se encontram em propriedades privadas. Estima-se que o ativo florestal possa alcançar  $92\pm 10$  Mha. Em relação ao passivo ambiental, ou seja, a área desmatada ilegalmente e que pela lei deveria ser recomposta, houve uma redução de  $\approx 58\%$  com a revisão da lei, diminuindo o passivo ambiental de  $50\pm 5$  para  $21-24$  Mha. Desse total,  $17-19$  Mha correspondam ao déficit de Reserva Legal e  $4,5-5$  Mha ao déficit de Área de Preservação Permanente (APP) ripária. Por sua vez, a nova definição de APP de topo de morro reduziu essas áreas em até 87%. Os remanescentes de vegetação nativa em áreas privadas contêm  $105\pm 22$  GtCO<sub>2</sub>e. O Código Florestal protege  $84\pm 17$  GtCO<sub>2</sub>e, restando  $21\pm 4$  GtCO<sub>2</sub>e em ativo florestal. Já, a recomposição do passivo ambiental em sua totalidade tem o potencial de sequestrar em longo prazo  $9,1\pm 2$  GtCO<sub>2</sub>e. Esses números apontam para a necessidade de esforços de conservação em larga escala dessa vasta cobertura de vegetação nativa que se encontra dispersa em fragmentos através de uma miríade de propriedades privadas. Nesse sentido, áreas prioritárias para a recuperação da Reserva Legal identificadas neste trabalho poderiam atuar como corredores entre paisagens com maior integridade ambiental, complementando, desse modo, uma estratégia de conservação em escala nacional. É importante destacar que o cenário modelado de mudança no uso da terra até 2030, não somente demonstra a viabilidade da expansão agrícola sem novos desmatamentos, mas também o potencial para projetos de recuperação florestal. Títulos de CRA poderiam abater em até 74% (14 Mha) o déficit de Reserva Legal. No entanto, a modelagem do mercado de transação aponta para um mercado efetivo de 4,2 Mha, a um valor total de R\$ 16,4 $\pm$ 4,3 bilhões. Para esse mercado, estima-se um valor médio de CRA de R\$ 3,5 $\pm$ 0,8 mil. Em termos de volume negociável há destaque para o Mato Grosso (Amazônia e Cerrado) e São Paulo (Mata Atlântica) e, em termos de valor de venda e deságio, para São Paulo (Mata Atlântica), Rio Grande do Sul (Mata Atlântica e Pampa) e Mato Grosso do Sul (Cerrado). O mercado de CRA emerge, portanto, como um mecanismo adicional de valoração florestal, visando fomentar o amplo desenvolvimento de mercados de pagamento para serviços ambientais.

## Sumário

<b>Introdução</b> .....	1
<b>Código Florestal e a conservação da vegetação nativa no Brasil</b> .....	1
<b>Recuperação da vegetação nativa pelos PRAs</b> .....	2
<b>Mercado de Cotas de Reservas Ambientais</b> .....	4
<b>Modelagem do Mercado efetivo de CRA</b> .....	8
<b>Resultados</b> .....	11
<b>Desafios e oportunidades</b> .....	15

## **Introdução**

Na próxima década, vamos saber se o Brasil vai garantir o seu lugar como a única economia emergente a conciliar o desenvolvimento com o meio ambiente ou se perderá esta oportunidade histórica. O país demonstrou recentemente o seu potencial para a redução do desmatamento na Amazônia, mas políticas de desenvolvimento conflitantes com as metas de conservação e a crescente demanda por produtos agrícolas ameaçam a permanência desse sucesso. Essa pressão resultou num embate político para a revisão da legislação do código florestal, o instrumento brasileiro mais importante de conservação ambiental em propriedades privadas. Se a revisão do Código Florestal trouxe uma grande perda em áreas a serem recuperadas com vegetação nativa, por outro lado, a nova lei aprimora mecanismos que facilitam sua viabilização, com a possibilidade de pagamento de serviços ambientais relacionados ao carbono armazenado pela vegetação e manutenção dos recursos hídricos. Talvez, o mais importante desses mecanismos é a Cota de Reserva Ambiental (CRA). CRA é um título nominativo representativo de área com vegetação nativa existente ou em processo de recuperação excedente ou não à Reserva Legal. CRA de uma propriedade pode ser utilizada para a compensação do déficit de Reserva Legal de outra, desde que tenha equivalência em área e esteja situada no mesmo bioma e, de preferência, no mesmo estado. Vislumbra-se que, com a operacionalização da CRA e consolidação dos Programas de Regularização Ambiental (PRA) por meio do Sistema de Cadastro Ambiental Rural, um mercado de crédito monetário para terras florestadas possa se consolidar, agregando, com isso, valor às matas nativas. Aqui apontamos as áreas a serem recuperadas sob os PRAs em conjunto com o potencial e a geografia do mercado de CRA, indicando soluções para a viabilização desses programas que venham a somar com políticas públicas de desenvolvimento rural e estratégias de conservação de nosso patrimônio ambiental.

## **Código Florestal e a conservação da vegetação nativa no Brasil**

Apesar de muitos séculos de apropriação, 62% do Brasil é ainda coberto por vegetação nativa. São 530 milhões de hectares (Mha) que representam alguns dos maiores e mais biodiversos biomas do mundo. A Floresta Amazônica hospeda cerca de 20% das espécies terrestres conhecidas e é vital para manutenção do clima regional, incluindo o regime de chuvas de regiões como o sudeste brasileiro. O Cerrado, o segundo bioma em extensão na América do Sul, consiste em uma das mais ricas e extensas savanas do mundo. A Mata Atlântica, antes a segunda mais extensa floresta dos Neotrópicos, possui hoje apenas de 12 a 16% de cobertura de vegetação nativa. Apesar disso, esse bioma abriga mais 20 mil espécies de plantas e mil vertebrados dos quais 40% são endêmicos—só ocorrem aí. Além disso, os outros biomas, Caatinga, Pantanal e Pampas, contêm 63 Mha de uma enorme variedade de vegetação nativa. Essa vasta área de vegetação nativa provém uma série de serviços ambientais ou ecossistêmicos, incluindo a manutenção da biodiversidade, polinização, controle de pestes, conservação do solo e redução da erosão, ciclagem de nutrientes, sequestro e armazenamento de carbono e manutenção do padrão de chuvas e regime hidrológico. A esse respeito, 70% da população brasileira habita a região do bioma Mata Atlântica, utilizando recursos hídricos que seus remanescentes florestais provêm para

abastecimento de água e geração de energia hidroelétrica. Portanto, há necessidade de conservação em larga escala dessa vasta cobertura de vegetação nativa da qual a população brasileira tanto depende.

Em relação ao carbono armazenado nas matas nativas, estima-se que os remanescentes brasileiros armazenem o total de 245 GtCO<sub>2</sub>e (bilhões de toneladas em CO<sub>2</sub> equivalente)<sup>1</sup>. Desse total, 117 GtCO<sub>2</sub>e estão armazenados nas áreas protegidas brasileiras<sup>2</sup> e 105 GtCO<sub>2</sub>e em 281 Mha de vegetação nativa em propriedades privadas, representando 53% dos remanescentes de vegetação do Brasil, dado que destaca a importância de planos de conservação com enfoque nas propriedades privadas. Do total de 281 Mha, o código florestal<sup>3</sup> protege 189 Mha, totalizando um conteúdo de carbono de 84 GtCO<sub>2</sub>e. Contudo, 92 Mha poderiam ser desmatadas legalmente, liberando para atmosfera 21 GtCO<sub>2</sub>e que estão armazenados na biomassa vegetal. Essa quantidade de vegetação nativa que excede o requerido pela lei é conhecida como ativo florestal ou ambiental.

### **Recuperação da vegetação nativa pelos PRAs**

O Código Florestal estabelece que as áreas que foram desmatadas ilegalmente no passado precisam ser recuperadas à custa do proprietário rural. Isto é conhecido como passivo florestal ou ambiental. Estima-se que com a revisão do Código Florestal (lei no. 12.651, 25/05/2012), houve uma redução de 58% do passivo ambiental, constituído por reserva legal (RL) e áreas de preservação permanente adjacentes aos rios e nascentes (APP ripária). Por sua vez a APP de topo de morro foi reduzida em até 87%<sup>4</sup>. Mesmo assim, hoje o passivo totaliza ≈24 Mha, dos quais 19 Mha correspondam ao déficit de Reserva Legal e 5 Mha ao déficit de Área de Preservação Permanente (APP) ripária. Caso haja a recomposição de todo o passivo ambiental, seriam sequestrados em longo prazo 9,1 GtCO<sub>2</sub>e. Esses números têm implicações para a mitigação das mudanças climáticas, posto que quantificam o esforço do Brasil para a redução das emissões dos gases de efeito estufa, quer seja como componente do Plano Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC) ou através de iniciativas paralelas. Além disso, a recuperação do passivo e preservação do ativo florestal poderão tornar-se elementos centrais para as políticas de conservação dos recursos hídricos e manutenção da biodiversidade.

O conflito entre a demanda por terras para o setor agropecuário e a necessidade de conservação ou recuperação de florestas traz à tona a necessidade de criação de instrumentos capazes de facilitar a conciliação de interesses tão divergentes, de forma a transformá-los em estratégias complementares. Com esse objetivo, foi desenvolvida a plataforma OTIMIZAGRO<sup>5</sup>. Como um modelo de otimização do uso da terra, OTIMIZAGRO pode ser utilizado para analisar cenários de planejamento de expansão e de melhoramento

---

<sup>1</sup> Dados de carbono possuem incerteza em torno de ±20%, enquanto estimativas de área de ±10%.

<sup>2</sup> Incluem-se como áreas protegidas, terras indígenas e unidades de conservação de uso sustentável e de proteção integral.

<sup>3</sup> Oficialmente, o novo código florestal é denominado de Lei de Proteção da Vegetação Nativa.

<sup>4</sup> Soares-Filho, B. et al. Cracking Brazil's Forest Code. Science, v. 344, 2014.

<sup>5</sup> Plataforma de modelagem de mudanças no uso da terra, custos de oportunidade e emissões de CO<sub>2</sub>, desenvolvida pelo Centro de Sensoriamento Remoto da UFMG, ver [www.csr.ufmg.br/simbrasil](http://www.csr.ufmg.br/simbrasil)

agrícola, como apoio à agricultura de baixo carbono, para desenhar melhores estratégias de conciliação entre uma crescente demanda de produtos agrícolas e ações necessárias para se atingir as metas nacionais de mitigação de mudanças climáticas, fornecer subsídios à implementação do código florestal, bem como apontar potenciais conflitos entre políticas de uso da terra. O uso do OTIMIZAGRO objetiva, desse modo, resolver uma equação territorial que busque o equilíbrio entre o desenvolvimento rural com conservação ambiental no território brasileiro. Para tanto, nós simulamos a expansão agrícola através do território brasileiro sob um cenário de demandas nacional e internacional por alimentos e biocombustíveis.

O cenário modelado de mudança no uso da terra até 2030, não somente demonstra a viabilidade da expansão agrícola sem novos desmatamentos, mas também o potencial para projetos de recuperação da vegetação nativa demandada pelos Programas de Regularização Ambiental. Chave para a solução dessa equação territorial é o entendimento do futuro da pecuária<sup>6</sup>. A pecuária ocupa aproximadamente 220 milhões de hectares, sendo 70 milhões nos estados da Amazônia. E à expansão da pecuária tem se atribuído a culpa pelo desmatamento, talvez por este ser o meio mais barato de se ocupar a terra que foi desbravada. No entanto, este quadro mudou e a pecuária se encontra diante de uma nova realidade ambiental e de novas condições econômicas. Sua expansão está limitada por políticas mais rigorosas de combate ao desmatamento e ela passa também a competir com o avanço da soja e de outras culturas. Tudo isso está pressionando a pecuária para que ela se torne uma opção de produção economicamente e ambientalmente sustentável, em vez de ser apenas um meio barato para se garantir a posse da terra. Caso essas condições sejam garantidas, a intensificação da pecuária poderia, como resultado, ceder terras já abertas para a expansão agrícola e recuperação florestal.

As áreas prioritárias para recuperação da vegetação nativa identificadas pela nossa análise se concentram ao longo do arco de desmatamento da Amazônia, pelo litoral do sudeste e nordeste, principalmente no sul da Bahia e norte do Espírito Santo e sul do Rio de Janeiro, sobre a porção da Mata Seca pelo interior da Bahia, e faixas marginais às principais áreas agrícolas na Mata Atlântica pelos estados de São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul. Em Minas Gerais, destacam-se o vale do Rio Doce, porção do Triângulo Mineiro e zona oeste da Mantiqueira no sudoeste do estado. Totalizando 10,5 Mha, essas áreas prioritárias para a recuperação de Reserva Legal poderiam atuar como corredores entre paisagens prioritárias para conservação, onde a integridade da paisagem florestal é maior, complementando, desse modo, uma estratégia de conservação em escala nacional. A recuperação da Reserva Legal teria também importantes implicações para conservação de *hotspots* de biodiversidade, notadamente, na Mata Atlântica.

A materialização do cenário modelado depende de uma geopolítica que inclua uma expansão cuidadosamente planejada e socioambientalmente responsável para a cana-de-açúcar, soja e outros cultivos e florestas plantadas em terras já abertas para pastagens, juntamente com um programa de baixo carbono que enfatize investimentos nas soluções

---

<sup>6</sup> Para maiores detalhes acesse [www.csr.ufmg.br/pecuaria](http://www.csr.ufmg.br/pecuaria).

para o desenvolvimento de melhores práticas de manejo da terra. Esses esforços devem ser também acompanhados de políticas de mitigação de possíveis impactos ambientais da intensificação da pecuária. Além, disso, é fundamental valorizar o esforço de recomposição e conservação florestal, posto que os custos de recuperação da vegetação nativa são elevados. A título de ilustração, os custos médios de recuperação da vegetação nativa, sem considerar cercamento, vão de R\$ 1,2 mil por ha para técnicas de semeadura<sup>7</sup> a R\$ 4,1 mil por ha para os métodos que envolvem plantio de mudas<sup>8,9</sup>. Soma-se a isso o custo de cercamento. Por exemplo, o custo de instalação de cerca de arame liso no Brasil está entre R\$ 7,2 a 10,7 mil por km linear<sup>10</sup>. Já a implantação de cercas elétricas pode ter um custo até 47% menor. Adicionando ambos os custos, a recuperação de um hectare de APP ripária com largura média de 10 metros, considerando o cercamento apenas de um lado (normalmente, cursos d'água são divisores de propriedades) poderá variar de R\$ 5 mil a até R\$ 15 mil. Isso sem considerar o custo de oportunidade da terra, que é o rendimento que o produtor poderia estar obtendo daquela parcela de terra. Portanto, é impensável atingir metas de recuperação da vegetação nativa em larga escala sem a ajuda de programas de pagamento de serviços ambientais (PSA), incentivos econômicos ou oportunidades de negócio florestal que busquem valorizar o esforço de recomposição da vegetação nativa.

### **Mercado de Cotas de Reservas Ambientais**

O artigo 44 da lei no. 12.651 especifica que “Cota de Reserva Ambiental (CRA) é um título nominativo representativo de área com vegetação nativa existente ou em processo de recuperação”. Em seu parágrafo 4 permite a criação de CRAs na totalidade de Reservas Legais em imóveis rurais de até quatro módulos fiscais (o tamanho do módulo fiscal varia de estado para estado e vai de 5 ha no Sudeste a 110 ha na Amazônia). A lei também admite a possibilidade de CRAs em Unidades de Conservação (UCs) para fins de desapropriação de propriedades privadas existentes antes da criação das UCs, cuja indenização não tenha sido paga.

Como resultado, estima-se que 147 Mha de áreas de vegetação nativa podem tornar-se CRAs (1 CRA = 1 hectare). Desse total, 92 Mha são de ativos florestais e 55 Mha representam Reserva Legal em propriedades com até quatro módulos fiscais. No entanto, somente uma fração deste total tem potencial de transformar-se em título de CRA: A obrigatoriedade de titularidade exclui 21% da área inicial de 147 Mha. Outros 12 Mha em ativos florestais encontram-se em áreas com alta aptidão para agricultura, próximas às regiões de expansão de culturas mecanizadas (Figura 1), como a soja e a cana-de-açúcar e seu custo de oportunidade de uso da terra estaria acima de um valor viável para o mercado de CRAs. Após estas deduções, chega-se a uma oferta provável de 103 Mha, distribuída

---

<sup>7</sup> Cury RTS; Carvalho O. 2011. Manual para Restauração Florestal, Florestas de Transição, IPAM, Canarana.

<sup>8</sup> Rodrigues RR, Gandolfi S, Nave AG. 2003. Programa de adequação ambiental de estações experimentais do Instituto Florestal. Piracicaba: FEALQ: USP/ESALQ-LSN. 64p.

<sup>9</sup> Chabaribery D, Monteiro AVVM, Silva JR, Ramos SF. 2008. Avaliação do processo de implantação de projetos demonstrativos para a recuperação de matas ciliares. São Paulo: IEA/SAA/SMA.

<sup>10</sup> Informa Economics FNP. 2013. Anuário da Agricultura Brasileira - AGRIANUAL. São Paulo: Informa Economics FNP.



principalmente no bioma Amazônia, nos estados do Amazonas e Pará e biomas Cerrado e Caatinga, nos estados da Bahia e Piauí. Todavia, em um cenário regulatório que aceite CRA de unidades de conservação (16,9 Mha) e de assentamentos rurais do INCRA (10 Mha), a oferta potencial pode chegar a 129,6 Mha em todo território nacional (Figura 2).

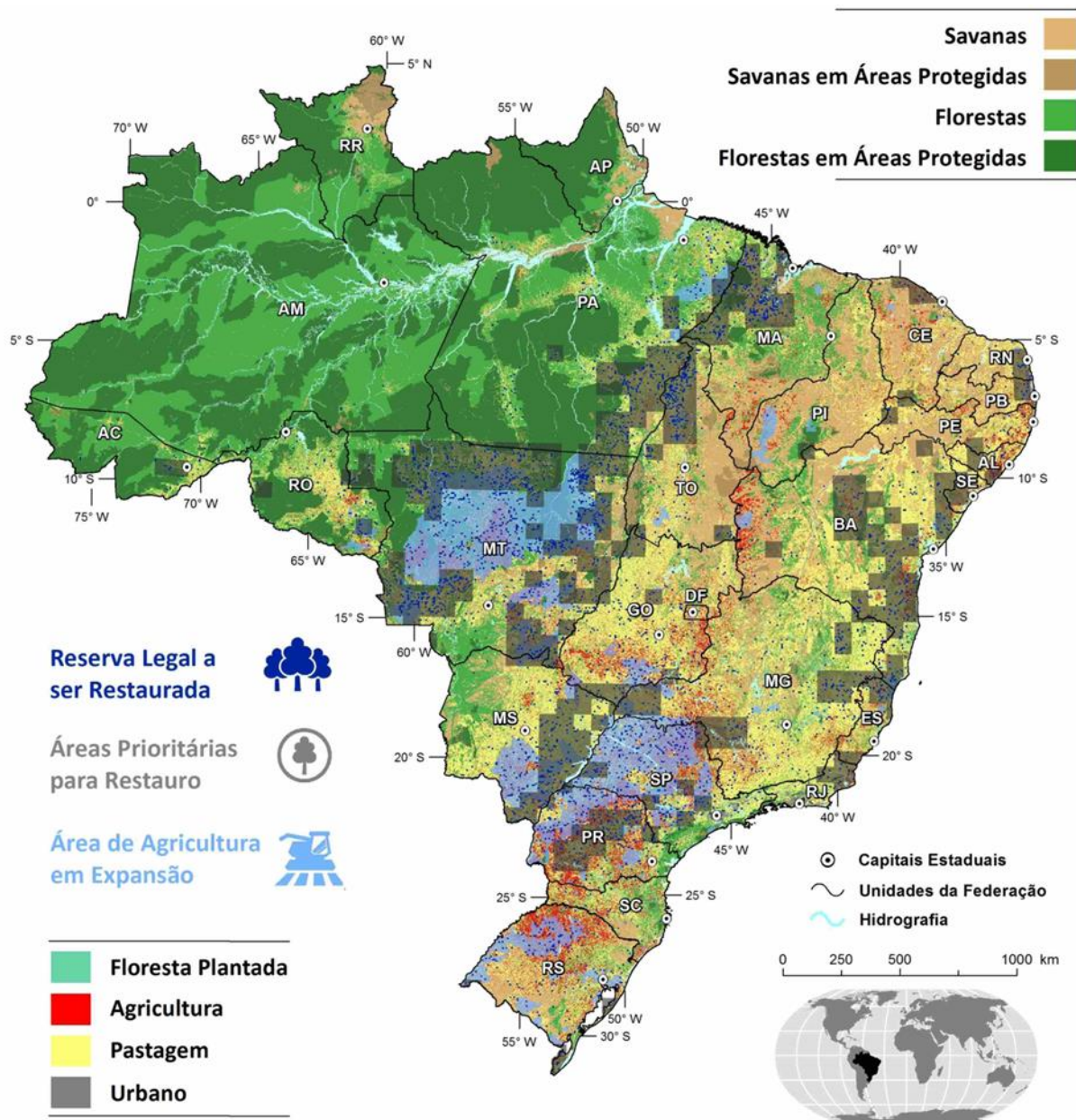


Figura 1. Áreas prioritárias para restauro e regiões de expansão agrícola modeladas pelo OTIMIZAGRO. Os débitos de reserva legal nas áreas de agricultura em expansão representariam os compradores efetivos de CRA.

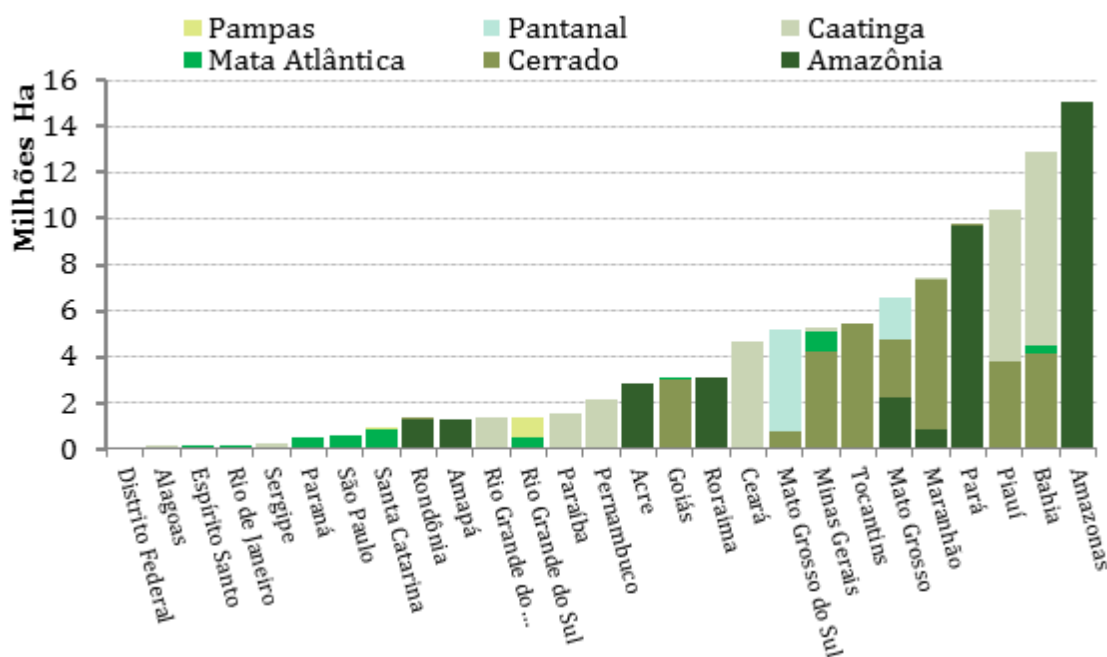


Figura 2. Oferta total de CRA por bioma e estado

Considerando-se somente a oferta e demanda total dentro do mesmo estado e bioma, estima-se que a negociação de títulos de CRA poderia abater em até 74% (14 Mha) o déficit total de Reserva Legal. Cerca de 8,7 Mha poderiam ser abatidos com CRAs de ativo florestal e 5,3 Mha com CRAs de Reserva Legal em propriedades de até quatro módulos fiscais. Porém esse último número tem como pressuposto que quaisquer proprietários rurais poderão compensar seus déficits em Reserva Legal com a compra de CRA. Com uma rentabilidade média de cerca R\$ 100/ha por ano, dificilmente a maioria dos pecuaristas teria condições financeiras (fluxo de caixa) para adquirir títulos de CRA, preferindo, em grande monta, separar uma porção da sua terra para recuperação ambiental ou mesmo correr o risco da ilegalidade.

Há, portanto, uma escassez de propriedades com alto custo de oportunidade do uso da terra, dedicadas ao agronegócio com alta rentabilidade. Estas são os maiores candidatos em cancelar seu passivo ambiental, compensando-o com a compra de CRAs de outras propriedades menos aptas à agricultura. A demanda por CRAs estaria então limitada às propriedades com alto custo de oportunidade da terra. Em consequência, estimamos a partir da modelagem do OTIMIZAGRO (Figura 3) que esse mercado provável ou efetivo de CRAs totalize 4,67 Mha (Figura 4). Nesse contexto, os biomas com maior demanda efetiva por CRA são Amazônia (1,9 Mha), Cerrado (1,3 Mha) e Mata Atlântica (1,2 Mha). Os estados com demanda mais significativa são Mato Grosso (2,7 Mha), São Paulo (890 mil ha) e Paraná (318 mil ha).

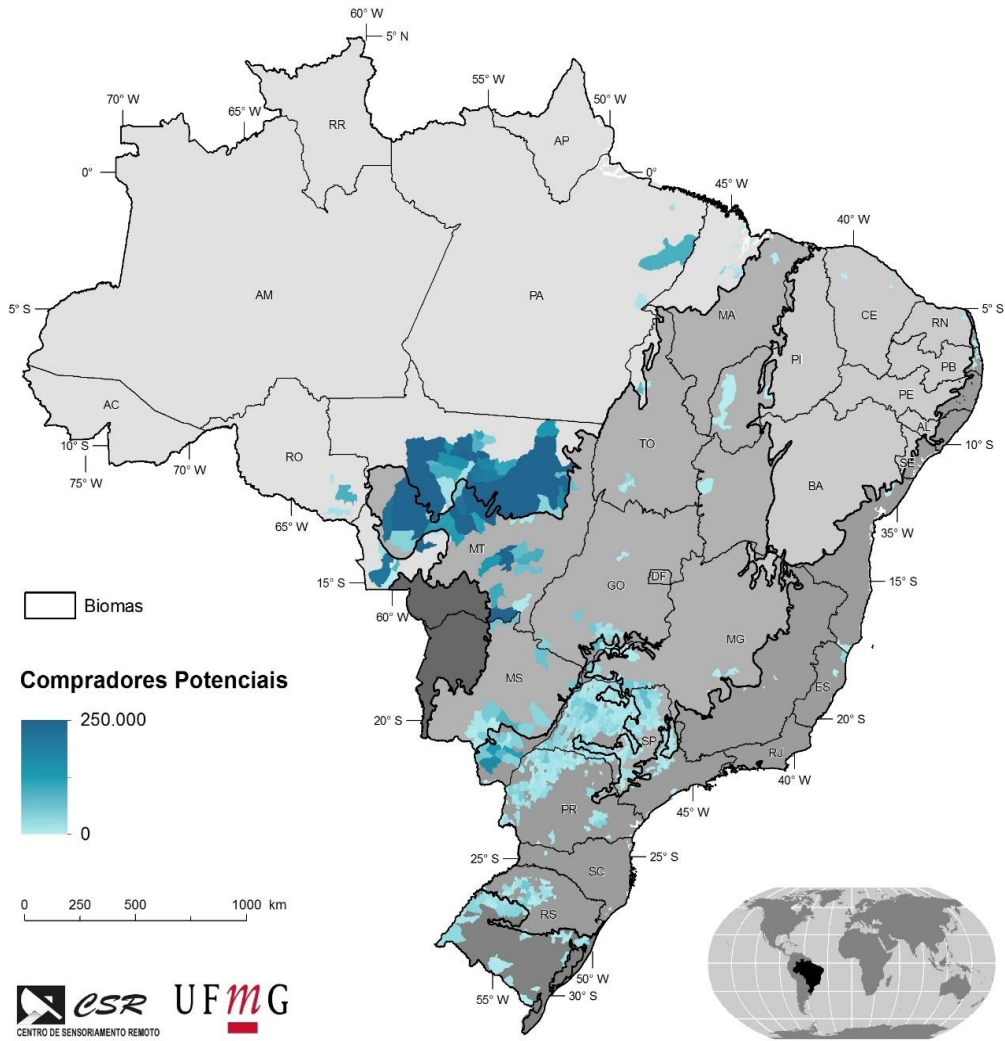


Figura 3. Regiões com maiores concentrações (ha) de prováveis compradores de CRA.

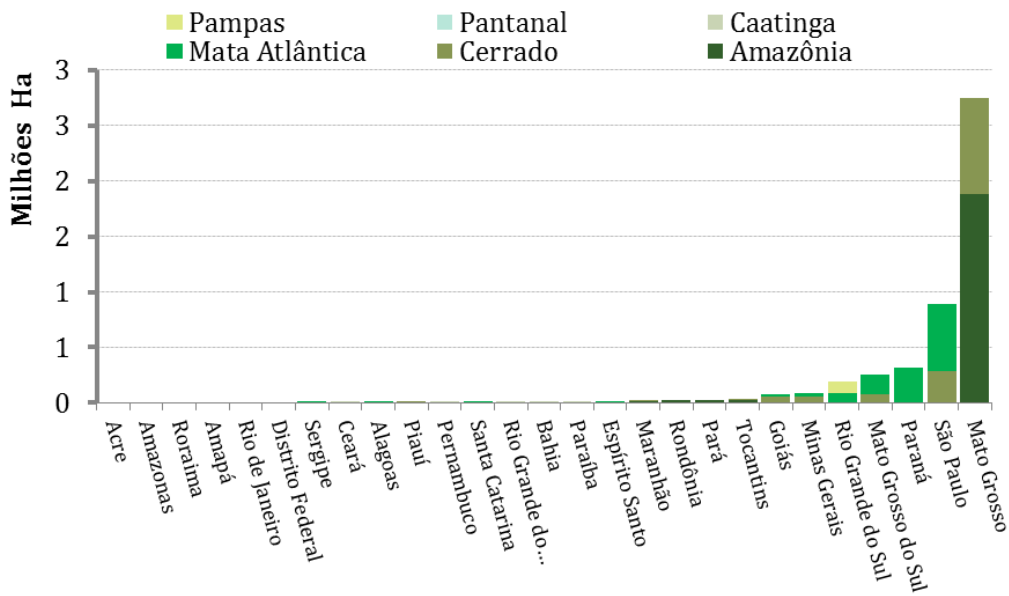


Figura 4. Demanda efetiva de CRA por bioma e estado.

Mesmo que haja consolidação efetiva do Código Florestal no curto prazo, a oferta potencial de CRA é substancialmente maior do que a demanda em todos os biomas exceto na Mata Atlântica, onde o mercado é equilibrado. Em relação entre a oferta e a demandas efetiva, a sobreoferta se agrava sendo 18 vezes maior do que a demanda na Amazônia, 22 vezes no Cerrado, 3 vezes maior na Mata Atlântica, 8 vezes nos Pampas e 10 mil vezes maior na Caatinga. Com a inclusão de CRAs de unidades de conservação e assentamentos a oferta de CRA no Cerrado, Amazônia e Mata Atlântica superam, respectivamente, em 26, 28 e 3,8 vezes a demanda nesses biomas (Figuras 2 e 3 e Tabela 1).

Tabela 1. Composição da oferta e demanda de CRA

OFERTA DE CRA (Mil Ha)	Amazônia	Caatinga	Cerrado	Mata Atlântica	Pampa	Pantanal	Total
Excedente florestal	12.654	25.798	39.902	3.384	3.043	7.275	92.059
Reserva Legal até 4 MF	38.311	6.248	7.421	2.826	351	278	55.438
<b>Total potencial de CRA</b>	<b>50.966</b>	<b>32.047</b>	<b>47.323</b>	<b>6.211</b>	<b>3.394</b>	<b>7.554</b>	<b>147.497</b>
- Ativo Florestal em Posses	12.776	6.745	9.214	1.118	613	1.243	31.711
<b>Oferta poten. de CRA com titularidade</b>	<b>38.189</b>	<b>25.301</b>	<b>38.109</b>	<b>5.093</b>	<b>2.781</b>	<b>6.310</b>	<b>115.786</b>
- Ativo florestal com alto custo de op.	1.802	46	7.733	1.143	1.904	50	12.681
<b>Oferta efetiva de CRA</b>	<b>36.386</b>	<b>25.255</b>	<b>30.375</b>	<b>3.950</b>	<b>877</b>	<b>6.260</b>	<b>103.104</b>
+ CRA em assentamentos	4.733	1.933	2.889	312	171	381	10.422
+ CRA em Unidades de conservação	14.069	253	2.031	559	0	0	16.913
<b>Oferta expandida de CRA</b>	<b>55.189</b>	<b>27.441</b>	<b>35.296</b>	<b>4.821</b>	<b>1.049</b>	<b>6.641</b>	<b>130.439</b>
<b>DEMANDA DE CRA (Mil Ha)</b>							
Déficit de reserva legal	7.963	630	4.624	5.178	409	66	18.872
Déficit em RL em áreas de baixa rentabil.	5.996	627	3.273	3.932	301	66.	14.198
<b>Demanda efetiva de CRA</b>	<b>1.967</b>	<b>2.42</b>	<b>1.350</b>	<b>1.245</b>	<b>107</b>	<b>0</b>	<b>4.674</b>
<b>RAZÃO OFERTA E DEMANDA</b>							
<b>Oferta / Demanda potencial</b>	<b>4,80</b>	<b>40,15</b>	<b>8,24</b>	<b>0,98</b>	<b>6,79</b>	<b>95</b>	<b>6,14</b>
<b>Oferta / Demanda efetiva</b>	<b>18,49</b>	<b>10426</b>	<b>22,49</b>	<b>3,17</b>	<b>8,15</b>	<b>-</b>	<b>22,06</b>
<b>Oferta exp./Demanda efetiva</b>	<b>28,05</b>	<b>11329</b>	<b>26,13</b>	<b>3,87</b>	<b>9,75</b>	<b>-</b>	<b>27,91</b>

### Modelagem do Mercado efetivo de CRA

No estudo foi utilizado um modelo de equilíbrio parcial que tem como entrada os valores da terra agrícola, de pastagem, e florestada para as regiões compradoras e vendedoras de CRA como meio para estimar os valores que os proprietários estão dispostos a pagar e a receber pelos contratos de 30 anos. O uso do preço de terra como proxy do valor da CRA baseia-se na percepção que uma CRA de 30 anos equivaleria a vender a terra sem passar o título, visto que o uso direto desse recurso poderá ocorrer somente em um futuro distante ou pelas próximas gerações.

Os dados de preços de terra são baseados no AGRIANUAL 2013 que contém os preços de terras, em R\$/ha, em 133 microrregiões brasileiras, incluindo todos os vinte e seis Estados mais o Distrito Federal. Dentro de cada microrregião, o preço de terra é categorizado de acordo com seu uso como as terras agrícolas, terras de pasto nativo ou cultivado para criação de gado e terras ocupadas com vegetação nativa. Para cada uma dessas três categorias, a base contém preços máximos e mínimos. Nesse estudo foi utilizada uma metodologia para espacialização dessa base, pela qual, valores ausentes foram interpolados usando-se as médias dos vizinhos imediatos. Figura 5 mostra, respectivamente, o mapa das médias de preços de terras agrícolas, de pastagem e florestadas. A terra agrícola varia de R\$ 2 mil a R\$ 40 mil por ha com os maiores preços em São Paulo, Paraná, sudoeste de Goiás e zonas de soja no Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Bahia e Piauí. Os valores de terras de pastagem variam de R\$ 20 mil por ha a R\$ 1 mil, com maiores preços no centro-oeste, sul, sudeste e litoral do nordeste. Por fim, os preços de terras de florestadas (entenda aqui com alta proporção de vegetação nativa) variam de R\$ 10 mil por ha a R\$ 300. Os maiores valores são encontrados no sudeste, Bahia e região sul.

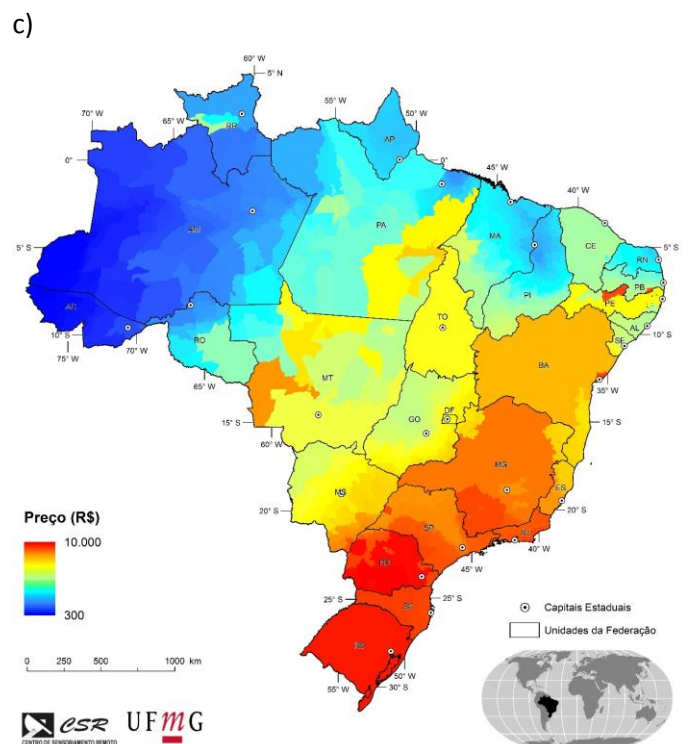
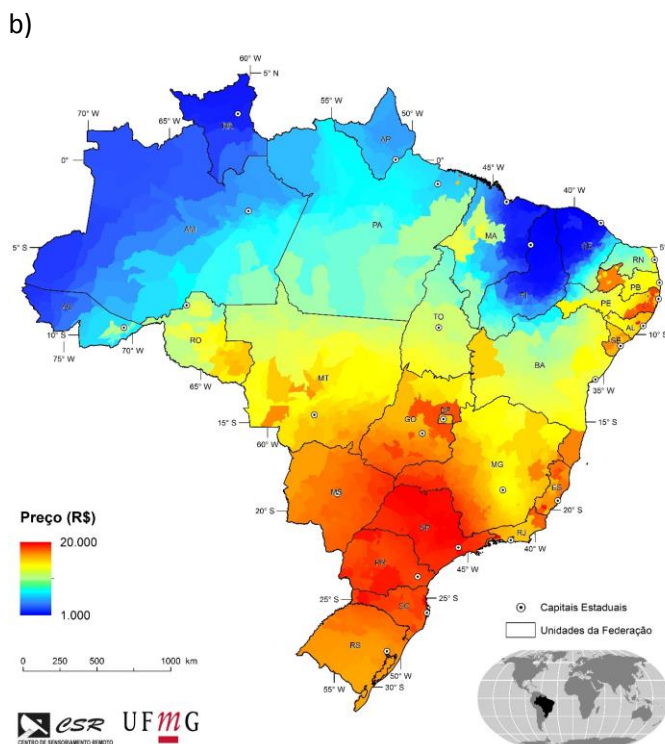
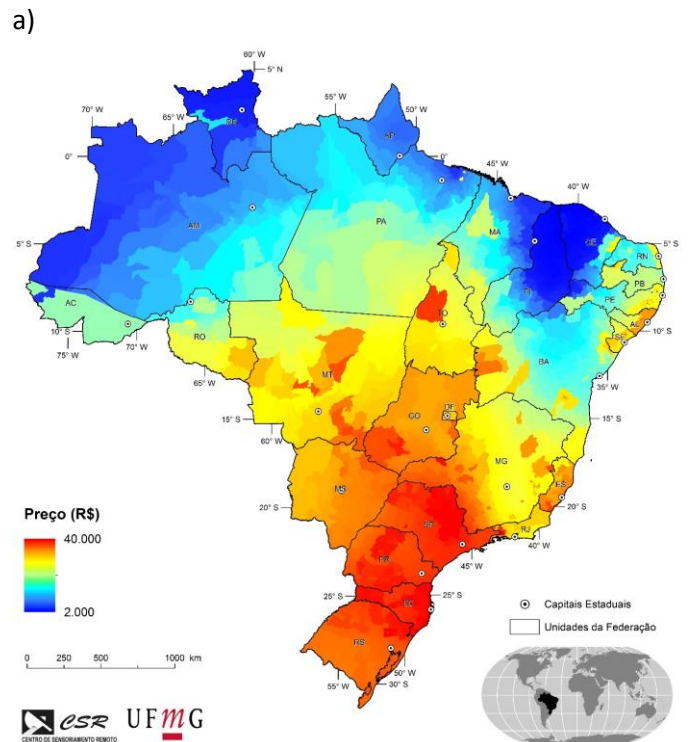
O modelo de equilíbrio parcial calcula o preço da CRA a partir da interseção das curvas agregadas de demanda e oferta. A interseção entre as curvas da oferta (WTA- *willingness to accept*) e da demanda (WTP- *willingness to pay*) é chamada de ponto de equilíbrio parcial de mercado. O termo parcial é colocado porque outras variáveis que eventualmente possam impactar a oferta e a demanda não estão sendo consideradas, apenas o WTP e WTA da CRA, sendo que a preferência pelos seus substitutivos diretos (recuperação e uso agropecuário das áreas) são representados pelo volume de CRA que deixa de ser transacionado a um dado preço. Além dos valores atribuídos aos ativos ambientais, foram somados às curvas de oferta e demanda também o custo de transação e cercamento (para os vendedores).

A Figura 6 ilustra de modo esquemático o modelo de equilíbrio parcial. São construídas duas curvas, as dos compradores (linha vermelha) assume uma função acumulativa preço/área decrescente e a dos vendedores (linha verde) uma função acumulativa preço/área crescente a partir da metodologia de valoração descrita na sessão anterior. O tamanho do mercado viável (nesse caso em hectares de CRA) fica sempre à esquerda do ponto de equilíbrio de mercado (ponto E), também chamado de *break-even*, sendo que a curva de oferta à direita do ponto de equilíbrio representa as quantidades não vendidas (excedente de produção). São calculados também o preço ( $P_e$ ) e volume ( $Q_e$ ) de equilíbrio, e o tamanho do mercado termos monetários (área delimitada pela origem,  $P_e$ ,  $Q_e$ , E). Nos casos no qual as curvas não se encontram mas que o WTP é sempre superior ao WTA, considera-se o preço de equilíbrio o preço de venda máximo no ponto em que se exaure a demanda. A figura também indica como um triângulo verde a economia obtida pelos proprietários de ativos através da venda de CRAs em comparação com outros usos do solo (excedente do vendedor – *producer surplus*), e como um triângulo vermelho a economia alcançada pelos produtores com déficit de reserva legal ao se regularizar através da compra de CRAs em vez de recuperar as áreas de reserva legal (excedente do comprador total – *consumer surplus*). Para calcular o valor total do mercado multiplicou-se o preço de equilíbrio pelo volume de equilíbrio ( $P_e * Q_e$ ). Por sua vez, para obter o excedente dos compradores é necessário subtrair da integral da



curva dos compradores o valor total do mercado. De modo similar, o excedente dos vendedores foi calculado subtraindo a área sob a curva dos vendedores do valor total do mercado (integral da curva).

Figura 5. Preços médios de terra no Brasil. a) terras agrícolas, b) terras de pastagens, c) terras com alta proporção de vegetação nativa.



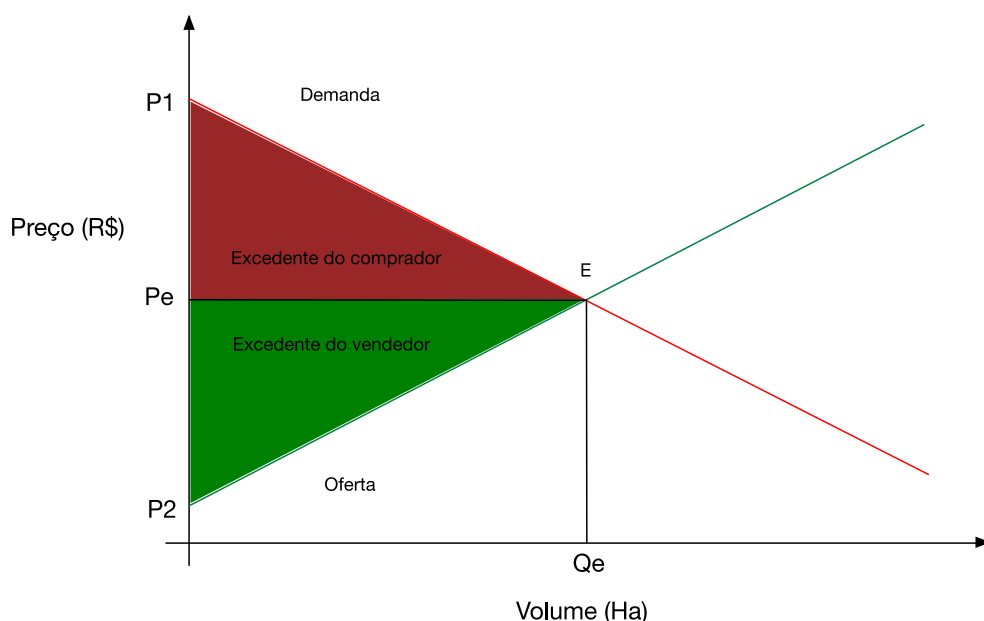


Figura 6. Modelo esquemático de oferta e demanda de CRAs.

Embora a lei estabeleça que CRAs possam ser negociadas entre unidades da federação, em áreas identificadas como prioritárias pela União ou pelos estados, como no exemplo de compensação por desapropriação em Unidades de Conservação, aqui somente se analisa a possibilidade de um mercado que funcione por unidade da federação e sua respectiva interseção com os biomas. Neste caso, apresentamos a dimensão dos mercados regionais, seus graus de viabilidade e potencial econômico.

## Resultados

Considerando-se somente a oferta e demanda total dentro do mesmo estado e bioma estima-se que a negociação de títulos de CRA poderia abater em até 74% (14 Mha) o total do déficit de Reserva Legal. Desse total, 8,7 Mha poderiam ser abatidos com CRAs de ativo florestal e 5,3 Mha com CRAs de reserva legal de propriedades de até 4 módulos fiscais.

Todavia um mercado provável ou efetivo de CRAs totaliza 4,67 Mha (Figura 4). O mercado com mais restrição de transação é o que permite somente negociação dentro do estado e bioma e restrito às CRAs provindas de áreas privadas com título de propriedade, porém com contratos de 30 anos. Para esse cenário, o modelo de equilíbrio parcial resultou em volume total de CRA a ser transacionado de 4,18 Mha, correspondendo a 89% da demanda efetiva. Nessas condições, o mercado alcançou um valor total do mercado de  $16,4 \pm 4,3$  bilhões de Reais, com um preço de médio de CRA ponderado de  $R\$ 3,5 \pm 0,89$  mil.

Há formação de mercados de CRA em 22 dos 27 entes federativos; os mercados estaduais com maior volume transacionado são o de Mato Grosso (1,9 Mha no bioma floresta Amazônica, e 864 mil ha no cerrado), São Paulo (494 mil ha na Mata Atlântica e 75 mil ha no cerrado), Paraná (318 mil ha na Mata Atlântica), Rio Grande do Sul (107 mil ha nos Pampas). Em termos de preço, há destaque para São Paulo (R\$ 7,6 a 9,5 mil) e Paraná ( $\approx R\$ 7$  mil). Veja dados dos mercados regionais na tabela 2.

Apesar do valor elevado da CRA em diversas regiões, os ganhos dos vendedores de CRA em comparação com outros usos da terra alcançaram em média R\$ 3,3 bilhões, porém, tendo em vista as incertezas ligadas ao excedente do vendedor nesse cenário de baixa demanda não foi possível estabelecer um ganho real provindo da venda de títulos de CRA para esse grupo. Por outro lado, a compensação através do mercado de CRA trouxe uma economia aos produtores com déficit de reserva legal (*i.e.* excedente dos compradores) de R\$ 30.7±2,6 bilhões em comparação com o preço da terra agrícola que seria perdida para a recomposição da reserva legal.

As Figuras 7 e 8 mostram a distribuição espacial dos vendedores e compradores de CRA, respectivamente. É possível observar pelos mapas que há vendedores de CRA em quase toda a extensão dos estados com mercados viáveis, porém as áreas com grande volume de CRA (*i.e.* acima de 10 mil ha) se concentram em porções limitadas dos principais mercados: leste do Paraná, norte de Minas Gerais, sul de São Paulo, centro e nordeste para o cerrado e noroeste para a floresta Amazônica em Mato Grosso.

Ao mesmo tempo, os compradores de CRA estão restritos a áreas bem precisas dos estados que não se sobrepõem às principais regiões vendedores de CRA. Isso indica a tendência para o mercado de buscar, dentro do mesmo estado/bioma, CRAs com menor custo em regiões com a agricultura menos desenvolvida ou cuja paisagem seja dominada pela vegetação nativa e pecuária. Apesar dessa tendência, com a restrição do mercado no nível do bioma/estado os compradores de CRA têm também de adquirir cotas na sua mesma região a um preço superior.



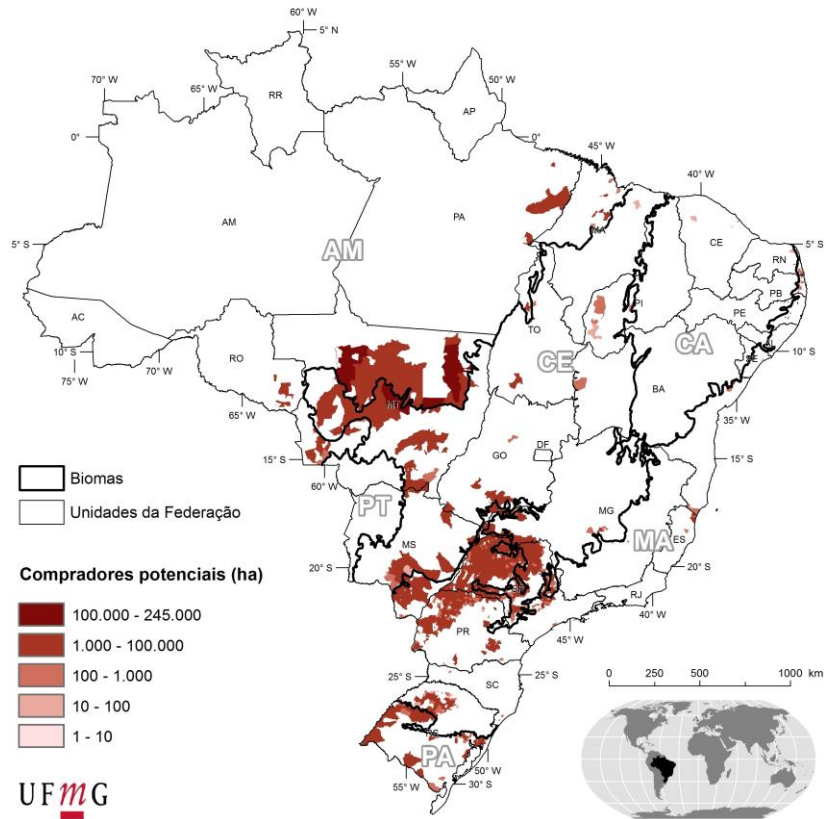


Figura 7. Mapa de compradores potenciais de CRA.

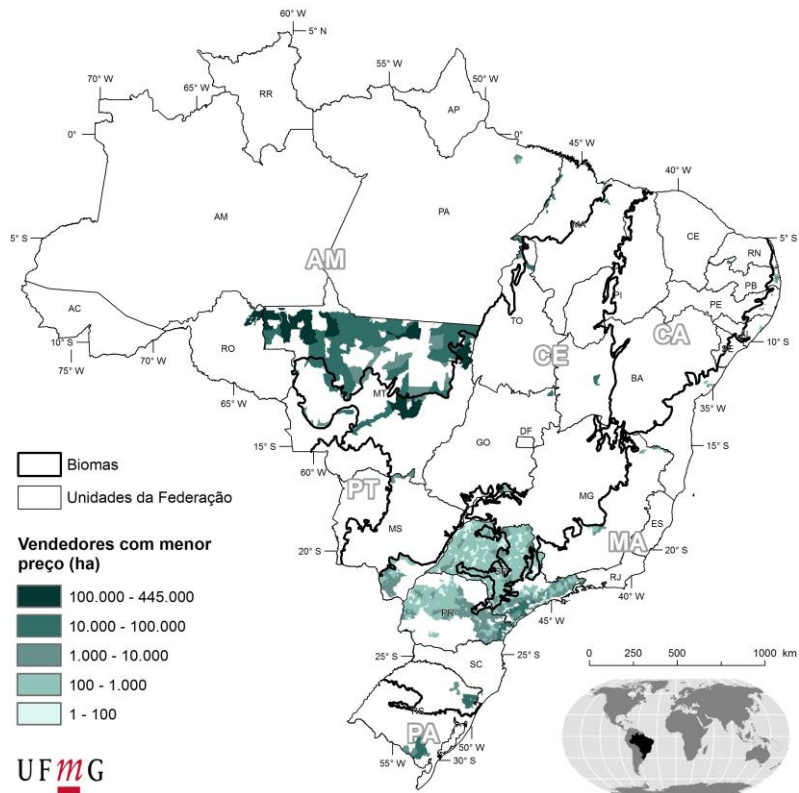


Figura 8. Mapa de vendedores de CRA de menor preço e que satisfazem a demanda.

Tabela 2. Sumário do mercado de CRA de anos restrito ao bioma e estado e sem CRAs de UCs e assentamentos.

Estado	Bioma	Área Compensada (ha)	Valor médio do mercado (R\$)	Preço médio da CRA (R\$)	Varição ± do preço da CRA (R\$)
Rondônia	Amazônia	22,168	51.7E+6	2,331	600
Pará	Amazônia	22,795	28.3E+6	1,240	64
Tocantins	Amazônia	24,455	50.0E+6	2,043	275
	Cerrado	10,685	16.9E+6	1,578	159
Maranhão	Amazônia	17,898	27.1E+6	1,514	289
	Cerrado	61	62.0E+3	1,015	132
Mato Grosso	Amazônia	1,880,096	5.1E+9	2,708	678
	Cerrado	864,466	2.5E+9	2,903	783
Ceará	Caatinga	138	143.7E+3	1,040	76
Rio Grande do Norte	Caatinga	913	1.5E+6	1,690	495
	Mata Atlântica	1,781	3.8E+6	2,117	666
Paraíba	Caatinga	379	986.1E+3	2,600	693
	Mata Atlântica	4,083	14.5E+6	3,549	1,083
Pernambuco	Caatinga	766	1.8E+6	2,310	324
	Mata Atlântica	116	402.0E+3	3,464	1,089
Bahia	Caatinga	225	545.8E+3	2,427	280
	Cerrado	625	1.6E+6	2,511	411
	Mata Atlântica	3,074	8.2E+6	2,667	519
Piauí	Cerrado	498	509.3E+3	1,022	137
Minas Gerais	Cerrado	56,561	166.6E+6	2,945	657
	Mata Atlântica	27,764	95.6E+6	3,445	682
São Paulo	Cerrado	75,253	716.9E+6	9,526	3,372
	Mata Atlântica	494,816	3.8E+9	7,636	2,281
Paraná	Cerrado	72	483.6E+3	6,719	3,372
	Mata Atlântica	318,666	2.3E+9	7,080	1,443
Mato Grosso do Sul	Cerrado	81,649	336.2E+6	4,118	1,713
	Mata Atlântica	13,621	74.4E+6	5,460	1,451
Goiás	Cerrado	51,724	138.8E+6	2,683	1,797
	Mata Atlântica	4,374	23.8E+6	5,450	690
Alagoas	Mata Atlântica	457	1.6E+6	3,507	1,803
Sergipe	Mata Atlântica	104	325.0E+3	3,141	1,259
Espírito Santo	Mata Atlântica	5,940	25.8E+6	4,345	1,037
Santa Catarina	Mata Atlântica	1,289	7.4E+6	5,726	1,187
Rio Grande do Sul	Mata Atlântica	83,041	468.2E+6	5,638	1,241
	Pampas	107,573	552.1E+6	5,133	703
TOTAL/Média		<b>4,178,126</b>	<b>16.4E+9</b>	<b>3,522</b>	<b>886</b>

## **Desafios e oportunidades**

O mercado de CRA só se tornará viável se de fato o código florestal for cobrado. Para tanto, o SICAR (sistema eletrônico do CAR—Cadastro Ambiental Rural) precisa se tornar operacional e são enormes os desafios para implementação do SICAR, no qual cerca de 5,4 milhões de propriedades brasileiras deverão estar cadastradas durante os próximos meses. Apesar desse pouco tempo que falta para que todos os imóveis rurais entrem no sistema, muitos estados ainda não se preparam para fazer o CAR—o cronograma de execução de programas no Brasil sempre vai muito além do previsto. Alguns sistemas já desenvolvidos são extremamente complicados de se usar além de darem margem a várias interpretações sobre as especificações do código, sobretudo quando visualizados sobre imagens de satélites. Além disso, falta uma cartografia detalhada, com resolução espacial fina, não somente da cobertura da terra, mas também da hidrografia e feições topográficas, que permita a verificação e validação das informações do CAR, que são autodeclarações. Não há método de validação automática disponível e nem haverá em curto prazo, posto que para isso será necessária muita pesquisa em classificação automática de imagens. Por outro lado, não há técnicos suficientes para validação visual, muito menos para fiscalização em campo. E note que o registro no sistema é apenas o passo inicial, o mais importante vai ser o desenvolvimento do Programa de Recuperação Ambiental para aqueles que estão em débito com a lei. Tudo isso tem um custo (não só do proprietário, mas também dos órgãos fiscalização) que talvez esteja além daquilo que a nossa sociedade pode ou gostaria de bancar. Nesse aspecto, a demora ou mesmo a não implementação efetiva do SICAR junto com a falta de cobrança para iniciar a recuperação da vegetação nativa, poderá induzir os produtores rurais a perceberem que o risco econômico da ilegalidade continua sendo baixo e, assim, continuarem a desmatar, pois poderão ser novamente anistiados no futuro. Juntam-se a isso às incertezas jurídicas aportadas pela revisão do novo código e pela ausência de detalhamento ou regulamentação, gerando margem a várias interpretações. Por exemplo, a Lei N. 15684/2015 do Estado de São Paulo sugere uma interpretação do Código Florestal que exime os produtores que desmataram no cerrado antes de 1989 a recompor a reserva legal, o que poderá levar a desaparecer 500 mil ha de débito de reserva legal na porção desse bioma no estado. De forma similar, contrariando o entendimento do governo federal, no qual o CAR deve ser realizado por imóvel rural de área contígua, a resolução nº 22 da SEMAC do estado de Mato Grosso do Sul estabelece que os produtores rurais podem optar por realizar um registro no CAR por matrícula em cartório mesmo nos casos onde as áreas fazem parte da mesma unidade produtiva. Dessa forma o estado pode estender aos imóveis rurais médios e grande a anistia oferecida pelo código florestal aos imóveis de até 4 módulos fiscais.

Nessa perspectiva, há necessidade de maior regulamentação, com a lei federal se impondo às estaduais. O Brasil precisa fortemente investir em monitoramento e comando e controle. Sistemas de monitoramento, como o PRODES, devem ser constantemente aperfeiçoados,

adaptados e expandidos para outros biomas visando incluir não somente o desmatamento, mas mudanças no uso da terra, como a expansão agrícola e regeneração florestal. Esses sistemas devem ser integrados ao SICAR e a registros fundiários como o Terra Legal, senão somente produzirão mais incertezas.

Mesmo com tudo isso, o mercado de CRA tem uma dimensão limitada, não evitando desmatamento legal, sobretudo no cerrado, onde o código florestal possibilita o desmatamento legal de 40 Mha, dos quais 12 Mha são aptos à agricultura mecanizada. Não obstante, ele tem um forte apelo à valoração dos serviços ambientais. Nesse sentido, o mercado de CRA abre uma oportunidade inédita em escala nacional para servir como plataforma unificada de pagamentos de serviços ambientais. Esse conceito que denominamos de XCRA. O “X” indica a capacidade de multiplicar os benefícios ambientais da CRA ao utilizar o mercado para além da compensação de débito de reserva legal. Em particular, esse mercado tem a vantagem de fornecer uma plataforma que reduz muitas incertezas como é caso das metodologias sem fundamento de estimativas de emissões evitadas que minaram a credibilidade dos projetos REDD, pois o CRA é medido em hectares apenas, apesar de poder ter múltiplos valores em termos de biodiversidade, estoque carbono ou regulação hídrica.

Nesse aspecto, programas de pagamentos de serviços ambientais, que já se iniciam em pequenas escalas locais no Brasil estão fadados ao insucesso, pois não há garantia de continuidade em longo prazo de desembolso de pagamentos aos produtores. A título de ilustração, Minas Gerais desenvolveu o Bolsa Verde que pagava R\$ 200 por ha ao ano a proprietários que conservassem expressiva parcela de suas terras em vegetação nativa. Após dois anos apenas, o projeto foi descontinuado por falta de verbas.

O mercado de CRA pode ser tornar uma grande oportunidade para expansão de vários programas de pagamentos de serviços ambientais com múltiplas finalidades e regiões de atuação, bastando para isso identificar e promover a compra de títulos de CRA dessas regiões de interesse. Essa ampliação da finalidade do mercado é chave para o seu sucesso, porquanto à medida que se aumentam os compradores, a oferta passa a ser suprida, pois o estoque potencial de CRA é elástico—basta apenas cercar e deixar regenerar— e assim virtualmente infinito. Por último, o mercado de CRA poderá ser usado também para compensação ambiental de grandes empreendimentos. A esse propósito, a Hidrelétrica de Belo Monte poderia aplicar parte do seu recurso compensatório de até 5 bilhões de reais para a compra de CRA a montante da represa, assegurando assim a manutenção da vazão do Rio Xingu—consequentemente geração de energia—que em muito depende da conservação da Floresta Amazônica<sup>11</sup>. Tudo isso, enfim, precisa ser detalhado e aperfeiçoado, sobretudo no que tange à regulamentação que facilite esse mercado, temporalidade do título, e formas de negociação e de desembolso que devem ser parceladas para assegurar o interesse do vendedor em manter a integridade ambiental da área de CRA.

---

<sup>11</sup> Stickler, C. et al. Dependence of hydropower energy generation on forests in the Amazon Basin at local and regional scales. PNAS. Online, 2013.

O mercado de CRA emerge, portanto, como um mecanismo adicional de valoração florestal, visando fomentar o amplo desenvolvimento de mercados de pagamento para serviços ambientais no Brasil. Isso hoje é vital, notadamente, para a conservação dos recursos hídricos, um serviço ambiental cada dia mais escasso. Não é a toa que o código florestal está sendo chamado de código das águas. Em suma, a efetivação dessa visão multifuncional do mercado de CRA forneceria ao Brasil uma singular oportunidade para assegurar sua posição, não apenas como um líder de produção de commodities agrícolas, mas a nação mais proeminente do mundo em conservação ambiental. Por fim, isso tudo vai requerer um forte compromisso do Brasil, junto com investimentos continuados, para superar os muitos desafios adiante.