

# MERCADO DE COTAS DE RESERVA AMBIENTAL NO MATO GROSSO E PARÁ



RAONI RAJÃO, BRITALDO SOARES-FILHO E RAYANE PACHECO

© 2018 Universidade Federal de Minas Gerais

**Realização:**

Laboratório de Gestão de Serviços Ambientais da UFMG  
www.lagesa.org / +55 31 3409-1776 / lagesa@dep.ufmg.br  
Centro de Sensoriamento Remoto da UFMG  
www.csr.ufmg.br / +55 31 3409-5449 / csr@csr.ufmg.br

Rajão, Raoni

Mercado de Cotas de Reserva Ambiental (CRA) no Mato Grosso e Pará/ Raoni Rajão, Britaldo Silveira Soares Filho e Rayane Pacheco. 1. ed – Belo Horizonte: Ed. IGC/UFMG, 2018. 52 p.

Inclui bibliografia.

ISBN: 978-85-61968-17-5

1. Cota de reserva ambiental. 2. Regularização ambiental. 3. Pagamento por serviços ambientais.

Editora IGC/UFMG

Av. Antônio Carlos, 6.627 - Instituto de Geociências - Pampulha - CEP: 31270-901, Belo Horizonte - MG.

## **Estudo**

Mercado de Cotas de Reserva Ambiental (CRA) no Mato Grosso e Pará

### **Coordenação geral do estudo**

Raoni Rajão, LAGESA, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Britaldo Silveira Soares-Filho, CSR, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

### **Equipe de pesquisa**

#### Centro de Sensoriamento Remoto (CSR/UFMG)

Prof. Britaldo Silveira Soares Filho  
(Coordenador)

William Leles Souza Costa

Letícia Santos de Lima

Amanda Ribeiro de Oliveira

Hermann Oliveira Rodrigues

Tales Gonçalves Maciel

Isabella Lorenzini da Silva Teixeira

Christiane Martins dos Santos

Damaceno

Welisson Wendel Eufrásio Gomes

André Carvalho Silveira

Danilo da Silveira Figueira

Juliana Leroy Davis

Bruno Morais Ferreira

Rômulo Fernandes Machado Leitão

#### Laboratório de Gestão de Serviços Ambientais (LAGESA/UFMG)

Prof. Raoni Rajão (Coordenador)

Prof. Marcelo Costa

Camilla Marcolino

Richard van der Hoff

Rayane Pacheco

Jussara Cardoso

Clara Nina Nunes

André Tanure

Hugo Lealdini

### **Agradecimento**

Agradecemos à equipe do Serviço Florestal Brasileiro e membros do Observatório do Código Florestal pelas valiosas contribuições durante a elaboração deste estudo, e à CLUA (Climate and Land Use Alliance) pelo apoio.

### **Aviso**

O conteúdo apresentado neste estudo é de responsabilidade da equipe da UFMG e não representa necessariamente a posição oficial do Ministério do Meio Ambiente ou da CLUA sobre o tema.

# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>Introdução .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Metodologia de pesquisa .....</b>	<b>9</b>
2.1	Estimativa de Oferta e Demanda de CRA .....	10
2.1.1	Preço da terra.....	11
2.1.2	Variáveis complementares .....	14
2.2	Demanda por regularização .....	15
2.3	Opções regulatórias.....	18
2.4	Modelagem do Mercado de CRA .....	19
2.4.1	Valoração de Ativos em Mercados Hipotéticos .....	20
2.4.2	Custo de Cercamento .....	24
2.4.3	Custo de Transação .....	25
2.4.4	Modelo de Equilíbrio Parcial.....	30
2.4.5	Coleta de Dados Primários .....	33
<b>3</b>	<b>Resultados e Discussão.....</b>	<b>36</b>
3.1	Disposição de Pagar a Dívida Florestal.....	37
3.2	Oferta e Demanda de CRA.....	38
3.2.1	Cenário 1: BAU x Todas as CRAs .....	38
3.2.2	Cenário 2: BAU x CRAs de excedente de RL .....	40
3.2.3	Cenário 3: Gov+Mer x Todas as CRAs .....	41
3.2.4	Cenário 4: Gov+Mer x CRAs de excedente de RL.....	43
<b>4</b>	<b>Conclusão.....</b>	<b>45</b>
<b>5</b>	<b>Referências bibliográficas .....</b>	<b>48</b>

# 1 INTRODUÇÃO

---

## COTAS DE RESERVA AMBIENTAL (CRA)

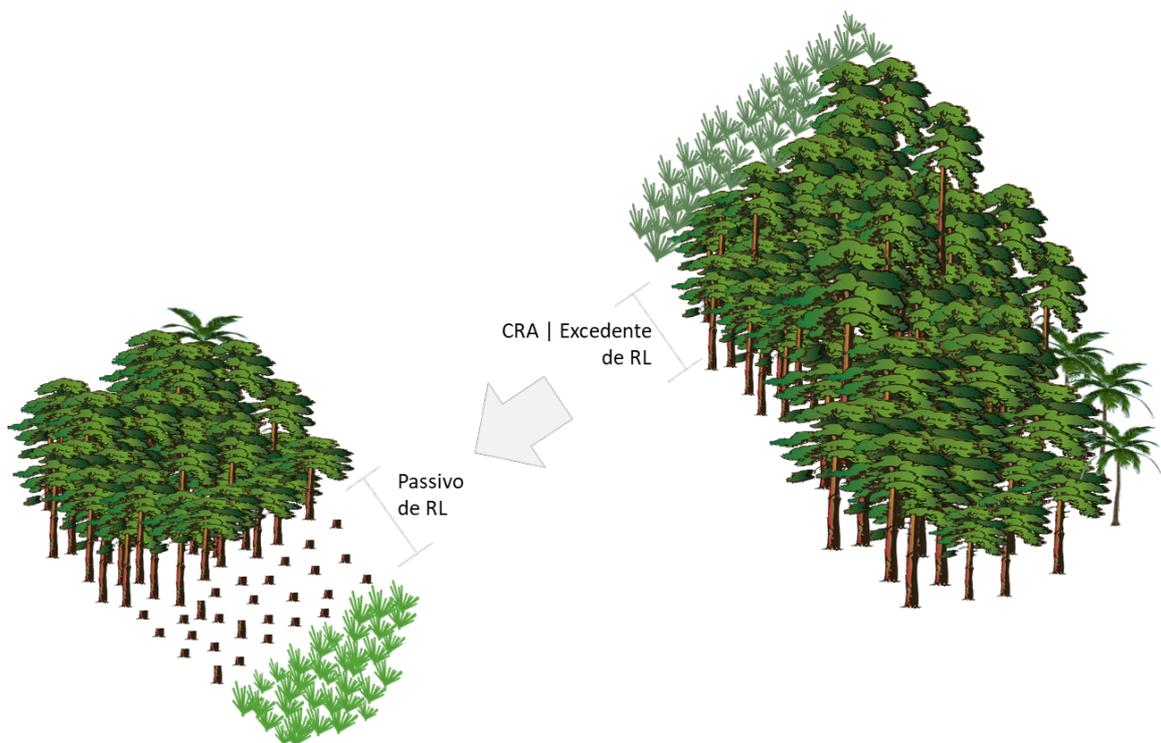
---

A vegetação nativa cobre 62% do Brasil – totalizando aproximadamente 530 milhões de hectares (Mha). Embora as unidades de conservação e terras indígenas protejam 40% dessa área, as áreas mais vulneráveis estão em propriedades privadas e terras públicas não consolidadas. As florestas nativas e savanas alojam  $125 \pm 25$  GtCO<sub>2</sub>e (bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes) e desempenham um papel vital na manutenção de uma ampla gama de serviços ecossistêmicos. A boa gestão ambiental das terras privadas do Brasil será fundamental para o sucesso da contribuição brasileira aos esforços globais para mitigar as alterações climáticas. O novo Código Florestal (CF) instituído pela Lei n.º 12.651/2012 é a peça central da legislação que regulamenta o uso e manejo da terra em propriedades privadas, e por isso a sua implementação nos próximos anos terá relevância global.

A revisão do Código Florestal (Lei n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965 e modificações posteriores) introduziu novos mecanismos para facilitar seu cumprimento, como os que tratam de gestão de incêndios, carbono florestal e pagamento por serviços ecossistêmicos. Talvez o mecanismo mais importante seja a Cota de Reserva Ambiental (CRA). A CRA é um título legal negociável representativo de áreas com vegetação nativa intacta ou em regeneração que excedem os requisitos da Reserva Legal (RL), podendo, no caso de pequena propriedade ou posse rural familiar, incluir a RL. No contexto do novo Código Florestal, as propriedades rurais com áreas consolidadas (i.e., desmatadas até 22 de julho de 2008) e que precisam restaurar a vegetação nativa de modo a atender os requisitos mínimos da RL, podem optar em manter a sua área produtiva e compensar a sua RL. Essa compensação pode ser feita através de uma das seguintes opções: (i) arrendamento de área sob regime de servidão ambiental ou RL; (ii) compra e doação ao poder público de área localizada no interior de Unidade de Conservação de domínio público pendente de regularização fundiária; (iii) cadastramento de outra área equivalente e excedente à RL, em imóvel de mesma titularidade ou adquirida em imóvel de terceiro, com vegetação nativa estabelecida, em regeneração ou recomposição, desde que localizada no mesmo bioma; ou (iv) através de contratos de CRA no mesmo bioma e estado, ou em área definida como prioritária em outro estado. A CRA se difere da compensação provinda da compra de terras florestadas pois trata-se de um tipo de servidão ambiental na qual o vendedor do contrato da CRA se compromete em manter a cobertura vegetal da área durante o período de vigência do contrato.

A implementação da CRA pode criar um mercado para negociação das terras cobertas com vegetação nativa, agregando valor monetário à conservação ambiental. Esse mercado de CRA poderá diminuir significativamente o déficit de RL a um custo reduzido (Soares-Filho, Rajão et al. 2014a). Dado que os

custos de oportunidade da conservação da vegetação nativa são muito mais baixos do que os custos de restauração, a troca de CRAs poderia se tornar um mecanismo de baixo custo para facilitar o cumprimento da lei, protegendo simultaneamente excedentes florestais que poderiam ser legalmente desmatados (Figura 1). Nesse mercado, os proprietários com ativo florestal (Figura 1, direita) podem disponibilizar essas áreas através de contratos de CRA que podem ser adquiridos por proprietários ou posseiros com passivo em alternativa à recuperação da vegetação da área de passivo (Figura 1, esquerda).



**Figura 1 - Esquema de compensação utilizando CRA de excedente de Reserva Legal.**

Enquanto a transação de CRA poderá facilitar a implementação do Código Florestal, é incerto se ela ofereça uma alternativa baseada no mercado economicamente viável ao desmatamento legal. A CRA e demais mecanismos de compensação são instituídas no capítulo do Código Florestal relativo ao “Programa de Apoio e Incentivo à Preservação e Recuperação do Meio Ambiente”, o que sugere que esse mecanismo visa contribuir para a preservação da vegetação nativa. Porém, ao contrário de outros mecanismos de pagamento por serviços ambientais, os mecanismos de compensação do Código Florestal não exigem a presença de uma “adicionalidade ambiental”, isso é, a comprovação que o mecanismo contribuiu para a conservação de um recurso natural, o que não ocorreria na ausência do mesmo. Essa questão fica

---

## COTAS DE RESERVA AMBIENTAL (CRA)

---

clara na possibilidade de se compensar o déficit de reserva legal por meio da compra de títulos de terras privadas em unidades de conservação e CRAs de áreas florestadas em reserva legal de pequenas propriedades, onde a conversão já é proibida por lei. Isso significa que a implementação exitosa da CRA do ponto de vista ambiental irá exigir aos estados e ao governo Federal a elaboração de regulamentações que busquem salvaguardar o espírito da Lei de proteção da vegetação nativa para além das contradições contidas na Lei 12651/2012.

Modelos de uso da terra espacialmente explícitos têm sido cada vez mais utilizados em estudos que visam avaliar de modo *ex-ante* o potencial e possíveis resultados em esquema de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) em diferentes cenários regulatórios. Por exemplo, Nelson (2009) modelou o *tradeoff* entre conservação e agricultura em paisagens complexas, enquanto Busch et al. (2013) mostrou como diferentes modalidades de implementação do REDD (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal) podem induzir a preservação de florestas tropicais na Indonésia. Mais especificamente no caso do Brasil, alguns estudos já analisaram em âmbito nacional e subnacional o passivo de reserva legal, o custo de recuperação e a disponibilidade de áreas para compensação florestal e emissão de cotas de reserva ambiental (Spavorek, et al, 2012; Soares, Rajão et al, 2014a; Bernasconi, 2013; Micol et al, 2013; Stickler et al, 2013). Mais recentemente alguns estudos examinaram também a composição da oferta de CRA com base nos dados do CAR no Pará (Brito et al, 2017; Nunes et al, 2016), e as expectativas dos proprietários rurais com relação ao mercado (Giannichi et al (2017). Porém, até o momento nenhum estudo avaliou conjuntamente a viabilidade econômica do mercado de CRA levando em consideração os custos de transação, os valores que os produtores estão dispostos a vender e comprar os títulos de CRA, o impacto de opções regulatórias que incorporam ou não as diferentes possibilidades de emissão e negociação de CRA e a demanda por regularização de diferentes perfis de produtores rurais.

A fim de contribuir para esta literatura e assistir ao processo de regulamentação ambiental, busca-se aqui expandir os estudos anteriores sobre o balanço do Código Florestal (Soares-Filho, Rajão et al, 2014), viabilidade econômica do CRA em escala nacional (Rajão e Soares-Filho, 2015) e as implicações ambientais das opções regulatórias do mercado dentro do bioma ou só no bioma/estado (Soares-Filho e Rajão, 2016). Para isso, esse estudo estima para os estados de Pará e Mato Grosso a demanda e oferta potenciais de CRA com base nos dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR) de modo a obter uma imagem mais precisa da situação ambiental e fundiária

das propriedades. Além disso, foram considerados separadamente a oferta de CRA de excedente de (Reserva Legal) RL, de dentro de RL de pequenas propriedades e na área entre 50-80% da RL das demais propriedades constituídas antes de 2001. Finalmente, consideramos a demanda por regularização de produtores com déficit de RL em diferentes cenários de implementação do Código Florestal. O presente relatório apresenta os resultados do estudo com indicações de algumas recomendações voltadas aos tomadores de decisão nos Estados e no Governo Federal. Para isso, será delineada na próxima seção a abordagem metodológica utilizada nesse estudo, partindo da estimativa de oferta/demanda, métodos de valoração econômica e mostrando as escolhas metodológicas utilizadas para coletar e processar os dados primários e secundários. Em seguida, serão mostrados os principais resultados da simulação do mercado de CRA em quatro cenários regulatórios e de implementação. A última parte do relatório apresentará algumas considerações finais e recomendações voltadas aos tomadores de decisão governamentais e agentes econômicos com o intuito de contribuir para o processo regulatório da CRA e o desenvolvimento desse mercado.

# **2 METODOLOGIA DE PESQUISA**

A abordagem de pesquisa deste estudo visa estimar: i) a demanda e a oferta de CRA a partir da decisão do produtor rural quanto à regularização do passivo e uso do ativo de RL em diferentes cenários de implementação do Código Florestal; ii) valoração da CRA; iii) estimativa da curva de oferta de CRA (volume/preço) considerando o custo de transação e de cercamento; iv) estimativa da curva de demanda por CRA considerando o custo de recuperação como alternativa de regularização; v) cálculo do preço de equilíbrio e volume transacionado a partir da interseção das curvas de oferta e demanda; vi) tamanho do mercado e excedente para compradores e vendedores a partir das curvas integralizadas de demanda e oferta.

### **2.1 Estimativa de Oferta e Demanda de CRA**

Inicialmente, foram obtidos o excedente e o déficit de RL (Tabela 8) que constituem a base de cálculo da oferta e demanda por CRA, respectivamente. Para tal, utilizou-se da base de dados do CAR (262.328 imóveis rurais no Pará e Mato Grosso) e informações de vegetação fornecida pela Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS) e uma integração das bases do PRODES e MAPBIOMAS e quando da ausência dos dados da FBDS. A análise foi rodada em 5 metros de resolução incorporando todas as regras do código, incluindo-se aí a regra de escadinha para recuperação da Área de Preservação Permanente de curso e nascente d'água. Foi estimada a disponibilidade de CRA nas propriedades com até 4 módulos fiscais como sendo igual ao ativo contido nessas propriedades como previsto pelo CF. Para os demais tamanhos de propriedades, foi descontada do ativo florestal a exigência de RL de acordo com o bioma. É necessário notar que o Código Florestal permite a emissão de CRA também nas áreas em “qualquer estágio de regeneração” (Art. 46, I) sugerindo que áreas com vegetação secundária ou até mesmo com uso agrícola recente poderia ser convertida em CRA caso seja comprovada a viabilidade da recuperação da área pelo órgão ambiental competente. Porém, esse estudo optou por restringir a oferta de CRA às áreas com vegetação nativa, tendo em vista o menor custo de oportunidade das áreas florestadas em comparação às áreas com uso agrícola e/ou em pousio. Logo, é razoável supor que o mercado deverá transacionar as áreas com florestas antes de alcançar as demais.

A oferta de CRA foi estimada assumindo que os possuidores de imóveis rurais identificados com excedente de RL e/ou ativo de RL utilizarão essas áreas para fins de constituição de CRA. A partir da verificação da decisão dos produtores rurais em adotar medidas de regularização do passivo de RL (Pacheco, 2016; Pacheco et al., 2017) dado um conjunto de condições, estimou-se a demanda

---

## COTAS DE RESERVA AMBIENTAL (CRA)

---

provável de CRA assumindo que os possuidores de passivo adotariam essa alternativa de compensação como medida de regularização. Para tal, fez-se necessário preparar os dados de preço da terra, renda, idade e atividade em nível de propriedade, conforme descrito nas próximas subseções.

### 2.1.1 Preço da terra

Os dados de preços da terra são importantes para a estimativa de demanda por regularização do passivo de RL e para o cálculo do preço de equilíbrio da oferta e demanda de CRA. Uma vez que os preços do mercado de CRA tendem a se aproximar do preço da terra na medida em que a duração do contrato aumenta. No entanto, os preços de terras tradicionalmente divulgados pela FNP Consultoria & Comércio (FNP) são por tipo de uso da terra em 133 microrregiões brasileiras<sup>1</sup>, incluindo todos os vinte e seis Estados e o Distrito Federal. Diante da ausência de preços da terra disponíveis em nível de imóveis rurais e tendo em vista a demanda pela informação, fez-se necessária realizar uma operação que distribuía espacialmente os preços máximos e mínimos por tipo de uso da terra (agrícola, pastagem e floresta) por município. Para tanto, realizou-se uma análise multicritério que utiliza pesos de variáveis que influenciam na variação do preço da terra verificados a partir do ajuste de um modelo de regressão linear múltipla. A proposta metodológica é desenvolvida em três fases, sendo: i) preparação dos dados; ii) ajuste do modelo de regressão; e iii) análise multicritério.

Para a identificação das variáveis que influenciam no preço da terra foi realizado um levantamento bibliográfico e consulta a especialistas<sup>2</sup>, obtendo uma série de variáveis econométricas relacionadas às características físicas de imóveis rurais. Desse conjunto de variáveis foram selecionadas aquelas disponíveis para toda área estudada com característica espacial (Tabela 1). As informações em nível de célula (pixel do raster) foram transformadas para o nível de município (usando a média ou classe mais frequentes) formando o conjunto de variáveis independentes ( $x_1, x_2, \dots, x_{12}$ ). As variáveis dependentes correspondem o valor central dos extremos de preços da terra por tipo de uso em nível de município transformado em logaritmo natural<sup>3</sup> para as 285 unidades amostrais (municípios do Pará e Mato Grosso). Foram ajustados os

---

<sup>1</sup> Essas microrregiões são formadas por municípios, sendo o preço de terra 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.

<sup>2</sup> Agentes imobiliários, especuladores e compradores de terras nos últimos três anos no sudeste do Pará.

<sup>3</sup> Esse tipo de transformação é uma das mais comumente utilizadas.

modelos univariados para verificar a capacidade de explicação de cada variável independente em relação a dependente. Em seguida, foi ajustado um modelo de regressão linear múltipla, sendo preservadas as quatro variáveis mais significativas (Tabela 2).

**Tabela 1 - Variáveis selecionadas para ajustar o modelo de regressão do preço da terra.**

Variável	Descrição	Und.	Fonte	Transformação
densidade_CAR_prop	Área total dos imóveis declarados no CAR como propriedade / Área do município	ha/ha	SFB (2016) IBGE (2013)	-
densidade_CAR	Área total dos imóveis no CAR / Área do município	ha/ha	SFB (2016)	-
distancia_estrada	Distância de estradas	km	DNIT (2015)	média
distancia_urbana	Distância de áreas urbanas	km	IBGE (2014)	média
interacao_urbana	Interação potencial de áreas urbanas	-	IBGE (2014)	média
distancia_energia	Distância de rede elétrica	km	ANEEL (2016)	média
densidade_mineracao	Área total de processos minerários / Área do município	ha/ha	SIGMINE (2017)	-
declividade	Declividade	%	Embrapa (2000)	média
aptidao_agri	Potencial agrícola	-	IBGE (2002)	categoria mais representativa
cs_past_pot	Capacidade potencial de suporte das pastagens	AU/ha	LAPIG (2017)	-
distancia_antena	Distância de antenas de celular	km	TELEBRASIL (2017)	média
interacao_antena	Interação potencial de antenas	-		média
[uso]_max/min	Preço da terra por tipo de uso (agrícola, pastagem e floresta)	R\$/ha	FNP (2013)	(máx + mín)/ 2

Unidade Animal (UA = 450 kg); SFB - Serviço Florestal Brasileiro; IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes; Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; SIGMINE - Sistema de Informações Geográficas da Mineração; LAPIG - Laboratório de Processamento de Imagens e

## COTAS DE RESERVA AMBIENTAL (CRA)

Geoprocessamento da UFG; FNP - FNP Consultoria & Comércio (Agrianual); ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica; TELEBRASIL - Associação Brasileira de Telecomunicações.

**Tabela 2 - Parâmetros dos modelos de regressão linear múltipla.**

Variável	Agrícola R <sup>2</sup> = 0.726		Pastagem R <sup>2</sup> = 0.653		Floresta R <sup>2</sup> = 0.559	
	Coef.	p valor	Coef.	p valor	Coef.	p valor
densidade_CAR_prop	0.583	3.23e-14 ***	0.449	2.1e-09 ***	0.636	< 2e-16 ***
declividade	0.031	8.02e-06 ***	0.019	0.00386 **	0.026	1.29e-05 ***
interacao_urbana	0.019	< 2e-16 ***	0.017	< 2e-16 ***	0.004	0.00181 **
interacao_antena	- 0.112	< 2e-16 ***	- 0.092	< 2e-16 ***	- 0.040	6.00e-07 ***

Coef. – coeficiente de regressão

A análise multicritério para a distribuição de preços da terra utilizou o coeficiente de regressão para o cálculo do *score*. Denominamos *score* o resultado da álgebra de mapas que empregou o somatório do produto das variáveis pelo seu coeficiente:

$$\text{Score} = \sum_{i=1}^4 [x_i * \text{coeficiente}_{(x)}]$$

onde,

x – variável independente/explicativa ( $x_1, \dots, x_4$ );

coeficiente<sub>(x)</sub> – coeficiente de regressão da variável x.

O *score* foi normalizado linearmente entre [0, 1] utilizando os valores máximos e mínimos de cada município por meio da equação:

$$\text{Score}' = \frac{\text{Score}_{ij} - \text{Score}_{\text{MÍN}j}}{\text{Score}_{\text{MÁX}j} - \text{Score}_{\text{MÍN}j}}$$

onde,

i – célula (pixel do raster);

j – município (1, 2, ..., 285).

Após a normalização da superfície de *score* os preços da terra foram distribuídos utilizando a equação:

$$P(u)_{ij} = P(u)_{\text{MÁX}j} * \text{Score}'_{ij} + P(u)_{\text{MÍN}j} * (1 - \text{Score}'_{ij})$$

onde,

- P – preço da terra;
- u – uso da terra;
- i – célula (pixel do raster);
- j – município (1, 2, ..., 285).

Foi executada uma operação para cada tipo de uso (agrícola, pastagem e floresta) resultando em uma superfície de preços distribuídos espacialmente, conforme demonstrado na Figura 2. Posteriormente, foram obtidas as estatísticas (e.g., máximo, mínimo, média, desvio padrão) de preços por propriedades.

### **2.1.2 Variáveis complementares**

A renda dos imóveis rurais foi obtida a partir do preço de arrendamento de terras agrícolas e pastagem do Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas (IBRE/FGV, 2012). Sendo adotado o valor médio dessas áreas produtivas identificadas nos imóveis por meio do uso do solo de 2013 integrado pelo Otimizagro (Soares-Filho et al., 2016), que também permitiu a identificação da atividade produtiva predominante em área nos imóveis.

Em seguida, obteve-se a renda e o preço da terra por passivo de RL dividindo uma variável por outra, ou seja, divisão da renda e do preço da terra pela área de déficit de cada imóvel. A idade dos produtores rurais foi obtida a partir da data de nascimento disponível no banco de dados de perguntas do CAR fornecido pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB, 2017). As datas de nascimento inconsistente (e.g., ano 1900, 2048) ou faltante foram imputadas utilizando a idade média da população rural do município de localização do imóvel (IBGE, 2010).

## COTAS DE RESERVA AMBIENTAL (CRA)

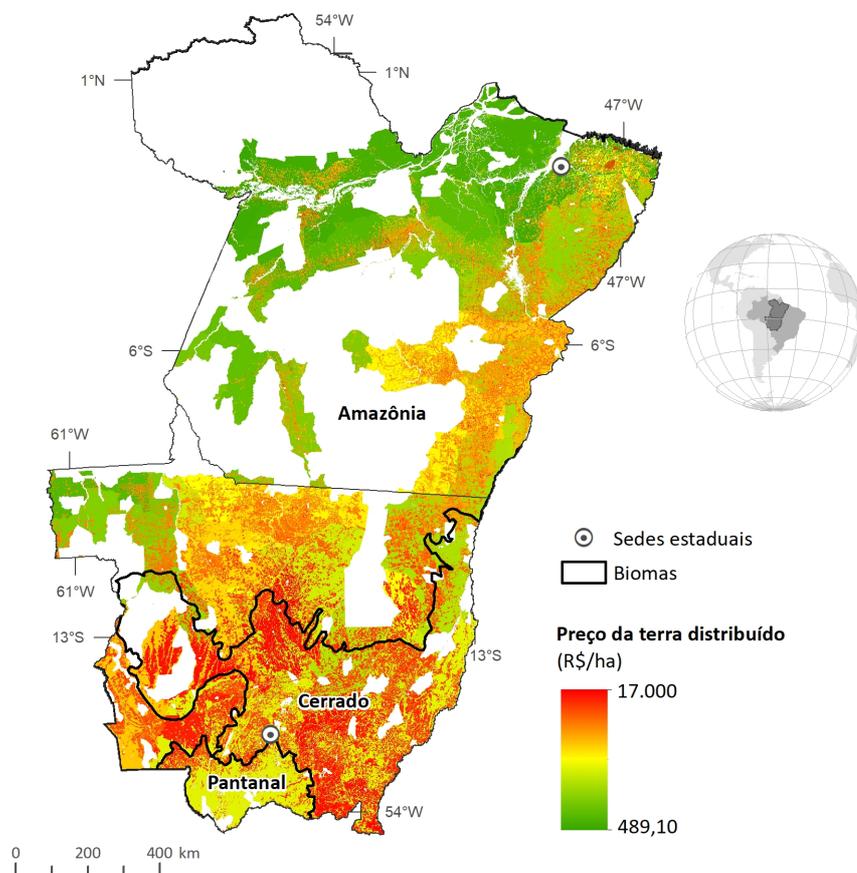


Figura 2 - Preços de terras nos estados do Pará e Mato Grosso.

### 2.2 Demanda por regularização

Ao equacionar todas as áreas com passivo ambiental como compradores de CRA, e as áreas com ativos como vendedores de títulos de CRA, parte-se do pressuposto que o Código Florestal será implementado de forma integral. Apesar de desejável, é necessário reconhecer que podem haver obstáculos à implementação completa do Código Florestal no curto e no médio prazo. Além disso, deve-se levar em conta que há uma escassez de proprietários com alto custo de oportunidade do uso da terra, logo compradores, haja vista que o uso dominante é a pecuária.

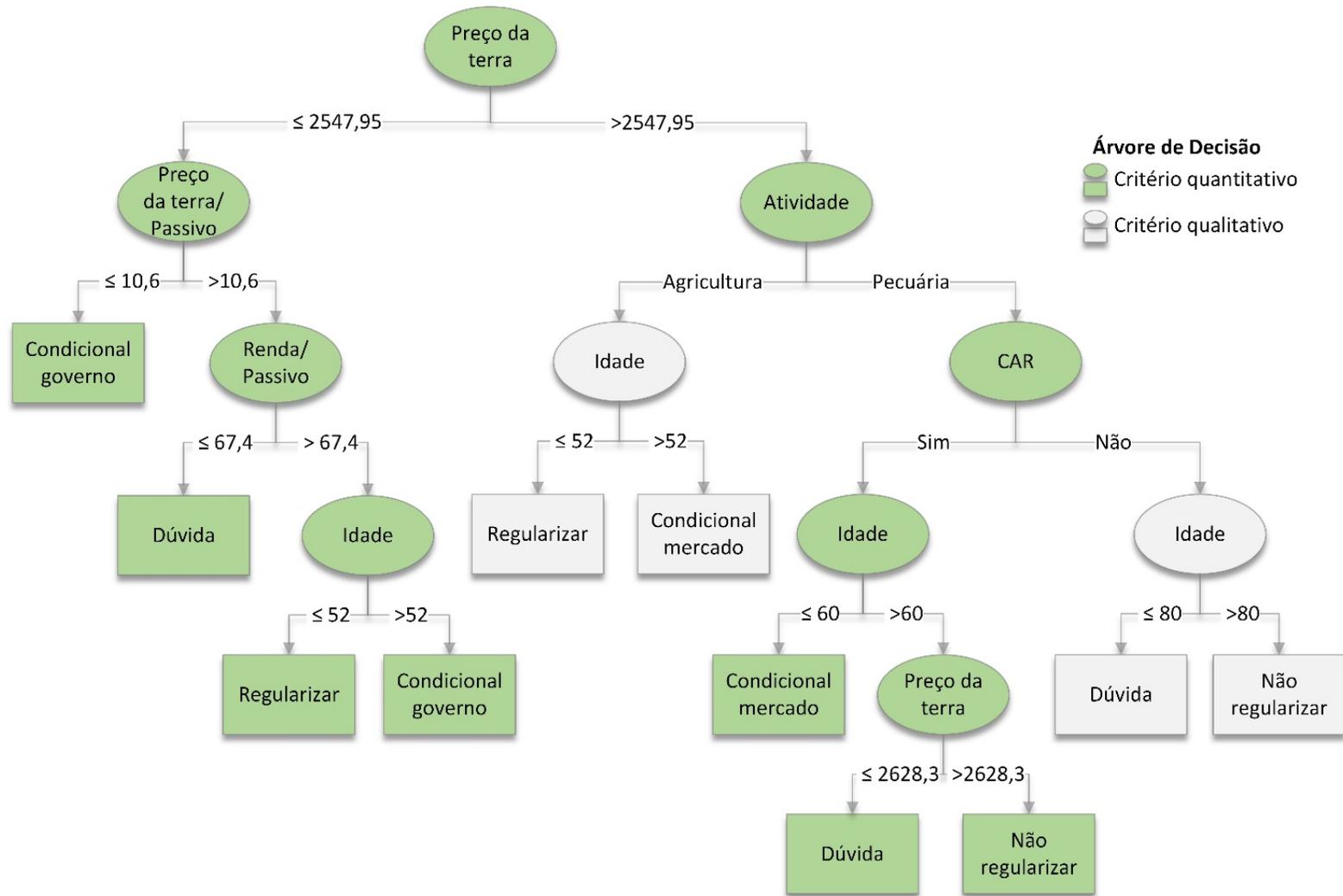


Figura 3 - Árvore de decisão dos produtores rurais com passivo de RL.

Diante do exposto, torna-se interessante modelar o funcionamento do mercado CRA levando em consideração o conjunto de prioritários e possuidores rurais com déficit de reserva legal que potencialmente buscarão se regularizar ambientalmente no curto prazo. Para isso, foram realizadas 77 entrevistas estruturadas face-a-face com produtores rurais (34 com passivo) de 17 municípios no Pará e Mato Grosso em 2014-15. A partir disso foi implementada uma árvore de decisão (Figura 3) construída por meio de critérios quantitativos (algoritmo de classificação J48) e qualitativos (modelagem etnográfica de árvores e literatura — e.g., Gibbs et al. 2014, 2015). Essa árvore mostra a decisão dos proprietários de terras rurais em pagar a dívida florestal utilizando dados do CAR, uso da terra, vegetação e modelagem de preço da terra (para mais detalhes veja Pacheco, 2016 e Pacheco et al., 2017).

**Tabela 3 - Composição da oferta e demanda de CRA.**

Oferta de CRA (Mha)	Amazônia PA	Amazônia MT	Cerrado MT	Pantanal MT	Total
Excedente RL	15,463	1,365	2,620	2,132	21,579
RL até 4 MF	3,932	1,039	0,615	0,089	5,675
RL entre 50-80%	8,245	1,373	0,045	0,547	10,210
Total potencial de CRA	27,640	3,776	3,280	2,767	37,463
- CRA potencial em posses	15,913	0,676	0,386	0,102	17,077
Oferta CRA com titularidade	11,727	3,100	2,894	2,665	20,386
Oferta viável CRA de excedente	9,434	1,171	2,351	2,057	15,012
Demanda de CRA (Mha)					
Déficit de RL	0,145	2,142	0,844	0,012	3,144
Demanda BAU de CRA	0,026	0,193	0,133	0,001	0,352
Demanda Gov+Mer de CRA	0,110	1,498	0,632	0,008	2,247
Relação entre oferta e demanda (ha)					
Oferta viável / Demanda total	81	1	3	214	300
Oferta viável / Demanda BAU	449	16	22	4.434	4.921
Oferta viável de ativo / Demanda BAU	361	6	18	3.422	3.807
Oferta viável / Demanda Gov+Mer	107	2	5	332	446
Oferta viável de ativo / Demanda Gov+Mer	86	1	4	257	261

### **2.3 Opções regulatórias**

Esse estudo combina dois cenários para demanda e dois para a oferta de CRA (Tabela 4). O cenário de implementação “BAU” representa a demanda por regularização de RL calculada com base na resposta dos proprietários em um cenário tendência (i.e. sem ações adicionais do governo ou mercado). Já o cenário “Gov+Mer” representa a resposta dos produtores em um cenário de implementação no qual o governo tomará medidas mais vigorosas (ex. multas, restrições para licenciamento etc.) juntamente com ações restritivas de agentes de mercado (ex. proibição da compra de soja e carne das propriedades irregulares). Esses cenários de implementação foram combinados com dois cenários regulatórios: um que considera somente as CRAs provindas de excedente de RL e outro que considera as CRAs de todas as fontes (i.e. inclui também a RL dentro das pequenas propriedades entre 50-80% para as demais). Desse modo o estudo considerou quatro opções:

- i. BAU x todas as CRAs;
- ii. BAU x CRAs de excedente de RL;
- iii. Gov+Mer x todas as CRAs;
- iv. Gov+Mer x CRAs de excedente de RL.

Em todos os cenários é considerado o mercado de CRA limitado ao estado/bioma e venda restrita às propriedades tituladas (excluindo as posses) e fora de UCs (excluindo oferta de CRAs provindas de unidades de conservação), ou seja, o cenário regulatório mais restritivo como considerado por Rajão e Soares-Filho (2015).

A demanda por regularização foi estimada a partir da análise de dois cenários de implementação do CF (Tabela 4) para entender a tomada de decisão dos produtores rurais em diferentes níveis de exigência pela regularização, partindo-se de um cenário menos exigente do ponto de vista regulatório e de implementação até o mais restrito (Pacheco, 2016). Na análise dos cenários, foi estimado se o produtor regulariza o déficit de RL dentro de um intervalo de confiança utilizando a classe ‘dúvida’ para definir o limite inferior (mínima) e superior (máxima) na estimativa de variação da demanda por regularização no bioma e estado. Para isto, foi considerado:

- i. Regularização mínima ( $R_{\min}$ ) — soma de decisões em ‘regularizar’ no cenário;
- ii. Regularização média ( $R_{\text{méd}}$ ) — soma de decisões em ‘regularizar’ e metade das ‘dúvidas’;

- iii. Regularização máxima ( $R_{m\acute{a}x}$ ) — soma de decisões em ‘regularizar’ e ‘dúvidas’.

**Tabela 4 - Cenários analisados.**

Categoria	Cenário	Descrição	Análise
Demanda	<i>Business as Usual</i> (BAU)	Considera que os produtores rurais tomarão suas decisões sem pressão adicional direta, ou seja, não é a ausência de pressão, mas sim as ações já submetidas aos produtores	$R_{m\acute{i}n} = R$ $R_{m\acute{e}d} = \frac{D}{2} + R$ $R_{m\acute{a}x} = D + R$
	Governo e Mercado (Gov+Mer)	Combina a cobrança de governo e mercado para a regularização do passivo de RL	$R_{m\acute{i}n} = R + G + M$ $R_{m\acute{e}d} = \frac{D}{2} + R + G + M$ $R_{m\acute{a}x} = D + R + G + M$
Oferta	CRA de excedente de RL	Restrito aos proprietários de terras com vegetação fora da RL e presente em área para uso alternativo do solo, ou seja, permite o desmatamento legal	$O = E$
	Todas as CRA	Considera vegetação dentro e fora da RL formando todas as CRA dos imóveis rurais, sendo: o excedente de RL (>80%, >35% ou >20%); o índice de RL que excede 50% (50-80%) das propriedades anteriores a 2001 e que continuam na família; e a vegetação em imóveis de até 4 MF (excluindo a APP)	$O = E + C + P$

D – dúvida; R – regularizar; G – governo e M – mercado; O – oferta; E – excedente; C – consolidada e P – pequenas propriedades.

Durante o processo de regulamentação e implementação da CRA, o Governo Federal e os estados deverão estabelecer regras que poderão restringir ou ampliar o mercado de CRA de diferentes modos. Com o objetivo de avaliar o impacto dessas diferentes opções regulatórias e guiar a tomada de decisão, este estudo considerou dois cenários para o funcionamento da oferta de CRA. Sendo um mais restrito e outro amplo, conforme descrito na Tabela 4.

## 2.4 Modelagem do Mercado de CRA

Para verificar o funcionamento do mercado de CRA nas opções regulatórias descritas acima, é necessário valorar a CRA e implementar um modelo de análise ex-ante do mercado. Para isso, as próximas subseções apresentam o processo de valoração de ativos, os custos que podem influenciar na variação

do preço de oferta das cotas e o modelo econométrico adotado para avaliar o comportamento do mercado.

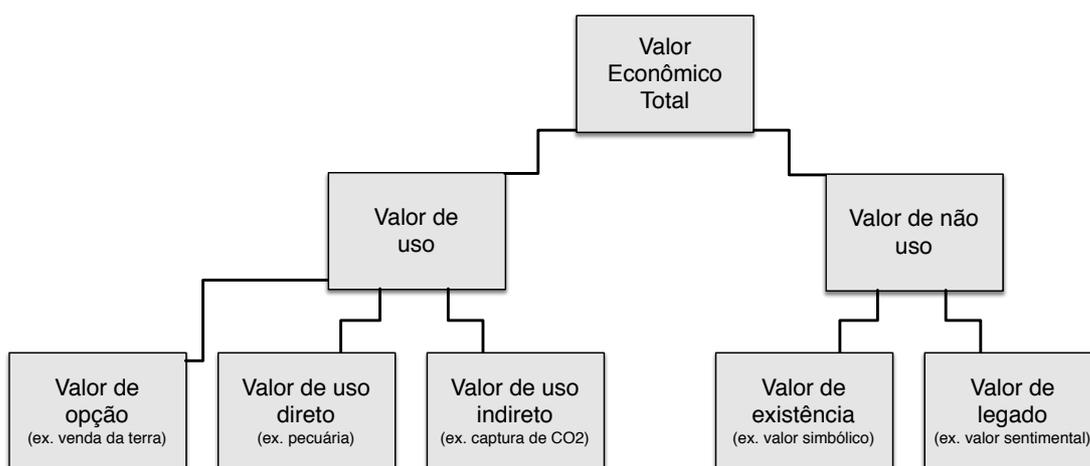
#### **2.4.1 Valoração de Ativos em Mercados Hipotéticos**

A valoração econômica de mercados hipotéticos busca atribuir valores monetários a produtos e serviços atualmente não comercializados e que por isso não apresentam dados históricos sobre a compra e venda desses ativos. Esse conjunto de métodos encontra aplicação em áreas como a gestão da tecnologia (Santiago, 2008) e seguros agrícolas (Sherrick et al, 2004). Porém, o exemplo de aplicação da valoração que mais se aproxima do objeto desse estudo é o dos mercados hipotéticos de ativos ambientais. Muitas vezes esses ativos ambientais também são ativos legais, visto que apesar de ter como base (i.e., lastro) um recurso natural, a compra desse ativo gera direitos legais por parte do comprador (ex. offset de emissões de gases de efeito estufa, direito de exploração minerária) e obrigações por parte do vendedor (ex. remoção de gases de efeito estufa, preservação do ativo florestal). Há diversos métodos utilizados para avaliação de recursos naturais e ambientais, sendo que as principais abordagens são baseadas no custo e no valor econômico total (Pearce, Özdemiroglu et al. 2002, Zhang e Li 2005).

O custo de oportunidade é uma das alternativas mais diretas de se estimar o valor de um recurso natural ou ambiental. Custo de oportunidade refere-se a uma comparação entre alternativas econômicas, como por exemplo, conservar a floresta em pé ou desmatá-la para uso agrícola. Para estimar o custo de oportunidade de determinado ativo (ex. floresta, lago, oceano) avalia-se a diferença entre a opção mais rentável (ex. pecuária) e a renda obtida a partir do uso sustentável do recurso (ex. manejo florestal). A estimativa de custo de oportunidade já foi amplamente utilizada em estudos sobre o potencial de redução de gases de efeito estufa (Kuik, Brander et al, 2009), sobre o papel de incentivos econômicos na redução do desmatamento (Nepstad, Soares-Filho, et al, 2009; Stern, 2007), fornecendo atualmente a principal base para avaliação da viabilidade econômica de projetos de REDD (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação evitados) para mercados voluntários (Börner e Wunder, 2008). Apesar da popularidade dessa abordagem, as estimativas de custo de oportunidade tendem a subestimar o valor dos ativos ambientais em relação a formas de valoração. Em particular, diferentes estudos apontam que, ao equalizar o valor de um ativo ambiental como a diferença entre os usos mais e menos rentáveis do recurso, considera-se somente o montante monetário associado à utilização direta do recurso, ignorando outros benefícios (utilidade) que tais ativos fornecem ao usuário (Brander, et al. 2006). Também a comparação entre oportunidades econômicas não leva em conta o risco

associado à mudança de atividade ou estratégia, como no exemplo da decisão de um pecuarista em intensificar a produção ou não.

Abordagens alternativas propõem a noção de valor econômico total como forma de obter valorações mais holísticas de produtos atualmente não transacionados no mercado (Pearce, Özdemiroglu et al. 2002). O valor econômico total de um recurso natural ou ambiental pode ser interpretado como um montante monetário que engloba os valores associados tanto à sua utilização direta e indireta, quanto à sua não utilização. No caso de valores associados ao uso de um certo recurso, esses podem ser diretos (benefícios obtidos com um certo recurso natural) ou indiretos (benefícios obtidos pela preservação uma área ambiental). Além disso, o valor associado ao uso desse recurso pode ser associado a um uso atual ou a uma opção ou benefício futuro a ser alcançado. Já os valores associados ao "não uso", também conhecidos como valores pelo uso passivo, incluem montantes monetários que indivíduos estejam dispostos a pagar mesmo que não recebam benefícios diretos nem indiretos com desse bem – também conhecido como valor de “existência” (Figura 4).



**Figura 4 - Componentes do valor econômico total (baseado em OCDE, 2006).**

Nas últimas décadas foi desenvolvida uma ampla gama de métodos para estimar os diferentes elementos que compõem o valor econômico total. No caso do valor econômico total associado ao uso, esse pode ser estimado com base na preferência revelada em mercados convencionais ou referência/proxy (e.g. preço de venda de terras). Entre as abordagens que utilizam a preferência revelada, a precificação hedônica é um dos métodos utilizados para se estimar o valor de mercado de propriedades ou do mercado de trabalho. Nesse caso, a premissa básica é que o valor de mercado de um bem deve-se às características intrínsecas dos serviços que ele propicia (e.g. área interna de uma casa, proximidade de um parque etc.), e que a partir disso é possível

individualizar o valor econômico de uma dessas características (e.g. presença de um parque no bairro) (Pearce, Özdemiroglu et al. 2002).

Porém, muitas vezes não é possível encontrar nos mercados convencionais transações que revelam a preferência com relação ao ativo ambiental em análise. Por esse motivo, foram desenvolvidos métodos de preferência declarada que utilizam questionários para capturar a preferência de fornecedores e compradores em situações hipotéticas bem definidas (Diamond & Jerry, 1994). A técnica de preferência declarada mais utilizada para ativos ambientais é a *contingent valuation* (valoração contingencial) e seu objetivo é mensurar qual o valor máximo que os agentes econômicos pagariam por um produto (*willingness to pay* - WTP) ou qual é o valor mínimo que eles aceitariam vender um produto ou realizar um serviço (*willingness to accept* - WTA). Para isso, são realizadas perguntas hipotéticas: Até quanto você estaria disposto a pagar por um produto/serviço? Você venderia um produto/serviço por no mínimo quanto? Em alguns estudos a valoração contingencial é acompanhada por questionamentos que buscam compreender como os atores econômicos calculam o WTP e WTA de modo a relacionar essas informações com outras fontes de dados primários e secundários (Schkade e Payne, 1994).

Apesar de ser amplamente utilizada, é necessário notar as limitações da valoração contingencial. Dentre as críticas apontadas por diversos pesquisadores estão os vieses estratégicos, de projeto de questionário e das informações coletadas (Zhang e Li 2005, Arrow, Solow et al. 1993). Outra crítica associada à valoração contingencial é a possibilidade do questionário não captar a diferença entre a oferta e a demanda do mercado hipotético. Além disso, quando as perguntas dos questionários não são bem formuladas ou o ativo ambiental delineado de modo preciso (ex. área verde no seu bairro), os respondentes têm a tendência de incluir outros ativos em seus cálculos (e.g. todas as áreas verdes do planeta). Por esses motivos, enquanto os estudos baseados no custo de oportunidade tendem a subestimar o valor dos ativos ambientais, aqueles baseados na valoração contingencial tendem a superestimá-los (Brander et al, 2006; Kahneman et al, 1990; Cacho et al, 2015).

De modo a lidar com essas questões, o presente estudo busca estimar as curvas de demanda e oferta da CRA a partir da valoração contingencial do WTP e WTA dos proprietários rurais conjuntamente com fontes de dados secundárias. Em particular, o estudo desenvolveu um questionário voltado para os produtores rurais baseado no método de valoração contingencial de modo a obter uma primeira estimativa dos valores de compra (WTP) e venda (WTA) do título de CRA, e compreender as estratégias de valoração utilizadas pelos agentes econômicos (Schkade and Payne, 1994). Em linha com as recomendações metodológicas indicadas pela literatura, o questionário define

de modo detalhado o ativo ambiental a ser vendido ou comprado. Além disso, foram direcionadas perguntas específicas para os produtores que deverão recuperar ou compensar suas propriedades (no caso do WTP) ou poderão vender o excedente florestal como CRA (no caso do WTA).

É importante reconhecer que os valores de compra e venda do contrato de CRA obtidos através do questionário não podem ser generalizados para toda a área de estudo (Pará e Mato Grosso), tendo em vista a relação entre a população estabelecimentos rurais e o  $n$  amostral de somente 77 produtores. Devido essa limitação e os vieses relativos aos valores informados nos questionários, optou-se por utilizar as indicações sobre formas de valoração dos agentes para guiar a escolha de dados secundários na construção dos modelos de valoração de CRA (Schkade and Payne, 1994). As perguntas nessa direção são importantes pois é possível notar que, ao contrário do prescrito pela teoria econômica convencional de valoração de ativos financeiros, o valor presente (PV) do retorno anual (A) obtido pelo arrendamento de terras em perpetuidade (i.e.  $PV = A/r$ , com taxa de desconto  $r=10\%$ ) não coincide com o preço de venda das terras no Brasil. Isso pode ser constatado ao compararmos o valor presente do pagamento do arrendamento de terras para agricultura e pecuária em perpetuidade, com o valor de venda das terras para os mesmos fins em Mato Grosso. Desse modo o valor da venda é 42% (pecuária em Mato Grosso) mais alto que o arrendamento da terra no estado. Vai além do escopo desse trabalho identificar os fatores que geram essa discrepância<sup>4</sup>, porém esses resultados mostram que *proxy* utilizado pelos atores econômicos para valorar a CRA tem um impacto importante na simulação do mercado, visto que eles determinarão os valores que os atores econômicos estarão dispostos a pagar ou a vender o contrato de CRA.

Observou-se através dos questionários a presença de uma relação entre o aumento do prazo dos contratos de CRA, o número de vezes que os proprietários informaram que utilizaram preços ligados ao valor patrimonial da terra (ganho ao investir na terra e preço de venda da terra) para balizar o cálculo do preço que estão dispostos a pagar ou a receber pelo contrato da CRA. De forma similar, com o aumento do prazo do contrato de CRA, o parâmetro de precificação deste ativo deixa de ser o valor produtivo da terra (arrendamento e renda da pecuária e agricultura) e passa a ser o valor de mercado da terra. Essa tendência foi confirmada nas entrevistas por diferentes produtores que

---

<sup>4</sup> De acordo com Plata (2006), essa discrepância pode ser explicada se considerarmos que está incluído no valor de venda da terra não só o valor presente líquido da renda produtiva da terra, mas também, as expectativas de ganho patrimonial através da valorização especulativa das terras.

afirmaram que “alugar a terra por 30 anos é a mesma coisa que vendê-la sem passar o título”, visto que o uso desse recurso poderá ocorrer somente em um futuro distante ou pelas próximas gerações.

Apesar de ser somente indicativo, esse resultado permite que sejam selecionados como *proxy* para a valoração do WTP (*willingness to pay*) e WTA (*willingness to accept*) da CRA preços de mercados que se aproximam mais dos valores das cotas de CRA no mercado efetivo. Em particular, para a valoração das cotas foram calculados o WTA e o WTP dos vendedores/compradores a partir do valor de venda da terra, considerando a média dos preços da terra distribuídos espacialmente (Figura 2). Dessa forma, a valoração parte do princípio que os compradores de CRA estão dispostos a pagar um valor pela cota inferior ao valor da terra dentro da sua propriedade que deveria ser recuperado de modo a cumprir o Código Florestal.

### 2.4.2 Custo de Cercamento

O Código Florestal estabelece que os fornecedores de contratos de CRA têm a “responsabilidade plena pela manutenção das condições de conservação da vegetação nativa da área que deu origem ao título” (Art. 49). Para isso, os ofertantes de contratos de CRA terão de construir cercas e tomar outras medidas protetivas principalmente nas áreas adjacentes à pecuária. Para calcular o custo da construção de cercas para abrigar as CRAs (Tabela 5), foram consideradas a existência de demais benfeitorias e a relação entre área total e a extensão da cerca (para o levantamento do preço das cercas veja Soares-Filho, Rajão et al, 2014b).

Em particular, adotou-se a hipótese que essas áreas têm forma de um quadrilátero, sendo necessário cercar três lados do quadrilátero, tendo em vista a provável presença de cercas e rios no local que possam ser utilizados para definição de um dos lados da área. Além disso, considerou-se que quanto maior for a área cercada, menor é a relação entre a extensão da cerca e os hectares cercados, observando que o perímetro de um quadrado é igual a quatro vezes a raiz quadrada de sua área. Dessa forma, ao considerar o metro de cerca tem custo de R\$ 7,66, estima-se um custo de cercamento por hectare que varia entre R\$ 363/ha (para as propriedades de 0 até 20 ha) e R\$ 32/ha (para as propriedades acima de 2500 ha).

**Tabela 5 - Custo da construção de cerca para manutenção de área vinculada à CRA.**

Área total de CRA	Perímetro da cerca (m)	Custo total (R\$)	Custo por ha (R\$)
De 0 a 20 ha	948,68	7.266,91	726,69
De 20 a menos de 50 ha	1.774,82	13.595,15	388,43
De 50 a menos de 100 ha	2.598,08	19.901,26	265,35
De 100 a menos de 200 ha	3.674,23	28.144,64	187,63
De 200 a menos de 500 ha	5.612,49	42.991,64	122,83
De 500 a menos de 1000 ha	8.215,84	62.933,32	83,91
De 1000 a 2500 ha	12.549,90	96.132,24	54,93
Acima de 2500	18.371,17	140.723,19	37,53

### **2.4.3 Custo de Transação**

Para emitir a CRA, proprietários de terras devem se engajar em um processo complexo que envolve múltiplos atores. Sendo assim, o custo de transação da CRA (ou seja, os custos incorridos na definição de uma mercadoria ou serviço, a fim de fazer uma troca econômica) deverão influenciar na dinâmica do mercado das cotas (veja Figura 5).

De forma sintética, o processo de compra/venda de contratos de CRA tem início com a entrega de uma proposta de emissão de cota de reserva ambiental de uma propriedade com ativo florestal já registrada no Cadastro Ambiental Rural (1). Essa proposta deverá conter uma cópia dos documentos da propriedade e dos documentos pessoais do proprietário da terra, comprovante de pagamento do Imposto Territorial Rural (ITR) e um mapa e memorial descritivo (descrição detalhada do imóvel) realizado pelo proprietário ou por um profissional de geoprocessamento (engenheiro agrimensor, florestal, agrônomo, etc.), indicando a área para a finalidade.

Em seguida, o órgão estadual de meio ambiente (OEMA) analisa esses documentos e realiza uma inspeção presencial ou por imagens de satélite da área a ser instituída a CRA para a emitir o laudo que valide a criação da cota (2). De modo a tornar a CRA válida, a OEMA deverá registrar em até 30 dias a CRA em uma bolsa ou sistema de registro de ativos autorizado pelo Banco Central (3). Na sequência, o proprietário deverá averbar a CRA na escritura do imóvel (4) e poderá negociar um contrato que possibilita o uso da CRA para fins de compensação em outra propriedade (5). Após concretizar a venda do contrato de CRA, a transação deverá ser comunicada ao OEMA que por sua vez irá registrar a transação em um sistema único de controle (6).

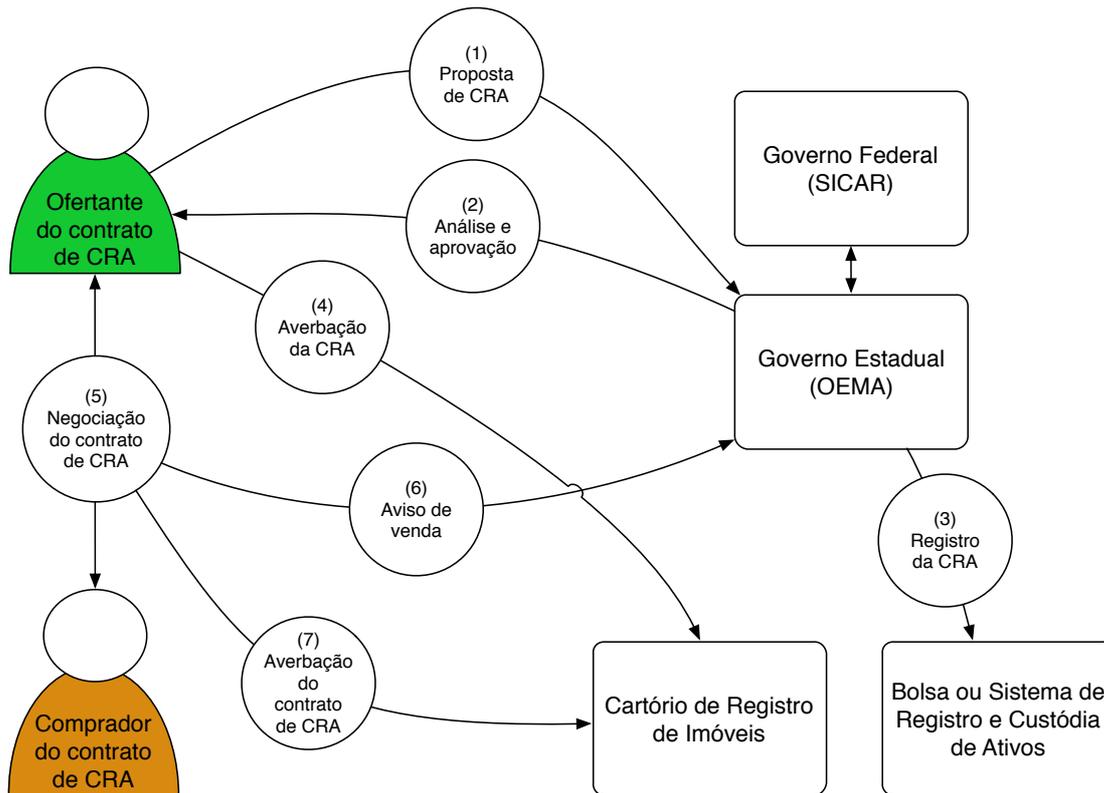


Figura 5 - Processo de emissão e compra/venda do contrato de CRA.

Finalmente, tanto o comprador quanto o vendedor do contrato de CRA deverão averbar a transação em suas respectivas escrituras (7)<sup>5</sup>. Em todas as etapas citadas acima, os dados nos sistemas desenvolvidos pelos Órgãos Estaduais de Meio Ambiente serão sincronizados com o Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR) do Governo Federal.

Em consequência do caráter descentralizador da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº. 6.938/1981) e das normas gerais de emolumentos dos serviços de registro de imóveis (Lei nº. 10.169/2000), cabe aos entes federativos estabelecer os custos de transação. Por esse motivo, cada Estado e o Distrito Federal definiu um critério diferente para a cobrança das taxas. De modo a possibilitar a estimativa do custo de transação de emissão e transação de contratos de CRA, foram definidos tamanhos típicos de propriedade calculadas a partir da classificação fundiária dos imóveis rurais definida pelo art. 4º da Lei nº 8.629/1993 em termos de seus módulos fiscais (MF).

<sup>5</sup> Além dos custos relacionados aos procedimentos listados acima, a CRA poderá ser passível de pagamento imposto de renda sobre ganho de capital, porém no presente estudo não foi considerado esse custo tendo em vista que caso o valor seja reinvestido há isenção do imposto.

#### **2.4.3.1 Taxas cartoriais**

Visto que o mercado de CRA ainda não foi implementado, foram necessários considerar procedimentos que já foram realizados como ponto de referência para estimar o valor das futuras taxas cartoriais. Foi escolhido o procedimento de averbação de reserva legal tendo em vista a sua similaridade com a CRA no que concerne à necessidade de se averbar a localização de reserva em cartório (substituída pela inscrição no CAR no novo código). Para estimar o valor dessas taxas foram analisadas as tabelas de emolumentos publicadas em anexo às Leis Estaduais que regulamentam a atuação dos cartórios de registros de imóveis. Foram também feitas consultas a especialistas do Instituto de Registro Imobiliário do Brasil (IRIB), uma entidade de que representa os oficiais de registro de imóveis do Brasil.

Somente Mato Grosso possui nas tabelas de emolumentos cartoriais, taxas específicas para “reserva florestal” ou “termo celebrado com IBAMA”. Na ausência de indicações explícitas foi considerado que a CRA será interpretada como uma “averbação sem valor econômico”, a mesma forma legal tomada pela averbação de reserva legal e servidão ambiental. Em todos os casos, foram considerados também os custos para emissão de cópias de registro de imóveis, arquivamento, busca e prenotação quando previstos em lei.

#### **2.4.3.2 Taxas de inspeção do órgão ambiental**

O Código Florestal especifica que a emissão da CRA só poderá ser realizada após a avaliação da área pelo órgão estadual do meio ambiente (OEMA). Para estimar o valor a ser cobrado por esse serviço foram feitas consultas à legislação estadual vigente e realizadas entrevistas pelo telefone a servidores dos órgãos ambientais. Visto que os estados ainda não possuem legislação específica para a CRA, foram consideradas as taxas de vistoria ligadas à aprovação de reserva legal quando presente explicitamente na tabela de emolumento dos estados. Na ausência de taxa específica ligada à reserva legal, foram consideradas as taxas de vistoria e elaboração de pareceres técnicos (ex. Mato Grosso). Quando a taxa de inspeção também não era prevista foi utilizado como referência o custo do licenciamento ambiental rural, tendo como base a pecuária como atividade potencialmente “poluidora” (ex. Pará). Os servidores de alguns estados informaram por telefone que não existe uma taxa de vistoria, sugerindo que esse serviço seria executado de forma gratuita ou por um valor ainda não determinado. Em todos os casos, foi calculado o valor das taxas em três faixas distintas, tendo como referência a área em hectares das propriedades típicas em cada estado.

### **2.4.3.3 Custo de elaboração de projeto de CRA**

Enquanto as taxas cartoriais e dos órgãos estaduais seguem tabelas de preço pré-estabelecidos, o custo de serviço para realização do projeto de CRA pode variar de acordo com o profissional especializado em geoprocessamento contratado. De modo a estimar esse custo, foi necessário obter dados primários a partir da aplicação de questionários com profissionais de geoprocessamento. Com o objetivo de identificar com precisão o escopo do serviço de realização de um projeto de CRA considera que o imóvel em questão já foi georreferenciado e possui CAR. Além disso, considerando que os projetos podem ter diferentes níveis de complexidade de acordo com o tamanho da propriedade e características do terreno, é pedido ao profissional de geoprocessamento para informar a moda, e o custo máximo e mínimo considerando os três tamanhos de propriedades (em hectares) calculados para cada estado. A aplicação dos questionários com os profissionais de geoprocessamento nos municípios selecionados teve um retorno menor do que o esperado. Apesar dessa limitação, foi possível estimar a ordem de grandeza do preço desse serviço. Para isso, foi calculada a média dos preços mínimos e máximos do serviço para cada faixa de tamanho de propriedade no Pará e Mato Grosso.

### **2.4.3.4 Custos de registro e custódia**

Finalmente, foram considerados os valores a serem cobrados pelo registro e custódia da CRA em uma bolsa de mercadorias autorizada pelo Banco Central do Brasil. Como não existe ainda CRA, não há uma definição clara sobre a estrutura de preços para registro e custódia desse título por parte das instituições que poderão prestar esse serviço, nos termos do disposto no art. 47 da Lei nº 12.651/2012. Em função disso, optou-se por consultar uma dessas instituições, a CETIP (Central de Custódia e de Liquidação Financeira de Títulos), a qual indicou que a CRA tem semelhanças com os Certificados de Depósito Agropecuário (CDA), títulos representativos de ativos agrícolas (ex. estoque de soja). Seguindo a mesma estrutura de preços, o custo do registro da CRA seria R\$ 38,45, com uma taxa de custódia mensal de R\$ 19,23 independentemente do tamanho da propriedade e do valor do título. Com base nessa estrutura de preço, o valor da custódia do título de CRA por 30 anos seria de R\$ 6.961,25.

Ao mesmo tempo, em consulta ao Ministério da Fazenda, ponderou-se que um contrato de CRA com uma duração de 30 anos teria semelhança com uma debênture, um título de longo prazo cujo preço do serviço de custódia na CETIP é proporcional ao valor do título. Para os títulos com contrato de 30 anos, foi

calculado o valor do serviço de custódia de debênture extra-grupo com mais de 357 dias como 0,004664% do valor do ativo (calculado a partir do valor de equilíbrio de pacotes de CRA no estado).

A estimativa do custo de transação foi integrada ao modelo de valoração de CRA utilizando um cálculo do custo de transação por hectare, considerados o estado e o tamanho do contrato de CRA. Dessa forma, buscou-se inserir na análise o fato que o custo de transação da CRA deverá ser substancial principalmente para os pequenos produtores, enquanto os grandes produtores poderão se beneficiar do ganho de escala proveniente da alocação de áreas maiores dentro do mesmo contrato de CRA (

Tabela 7).

**Tabela 6 - Sumário dos custos de transação médios para emissão de títulos de CRA por faixa de tamanho de propriedade.**

Media custo Brasil (R\$)	Pequena	Media	Grande
Taxa cartorial	116	116	116
Taxa de inspeção do órgão ambiental	241	560	1.688
Custo de elaboração de projeto de CRA	727	1.769	2.484
Custo de registro e custódia (30 anos)	1.192	1.203	3.388
TOTAL por contrato de CRA:	2.272	3.648	7.676
Fração do valor total (%)			
Taxa cartorial	5%	3%	2%
Taxa de inspeção do órgão ambiental	10%	16%	23%
Custo de elaboração de projeto de CRA	39%	45%	31%
Custo de registro e custódia (30 anos)	47%	35%	45%

**Tabela 7 - Custo de transação por hectare para contratos de CRA de 30 anos.**

Custo de transação por tamanho de pacote de CRA	CRA 30 anos R\$/ha	±
De 0 a 20 ha	430,49	215,75
De 20 a menos de 50 ha	205,72	142,63
De 50 a menos de 100 ha	97,51	65,05
De 100 a menos de 200 ha	53,08	28,34
De 200 a menos de 500 ha	27,07	5,73
De 500 a menos de 1000 ha	15,00	1,55
De 1000 a menos de 2500 ha	6,47	0,63
Acima de 2500 ha	3,02	0,29

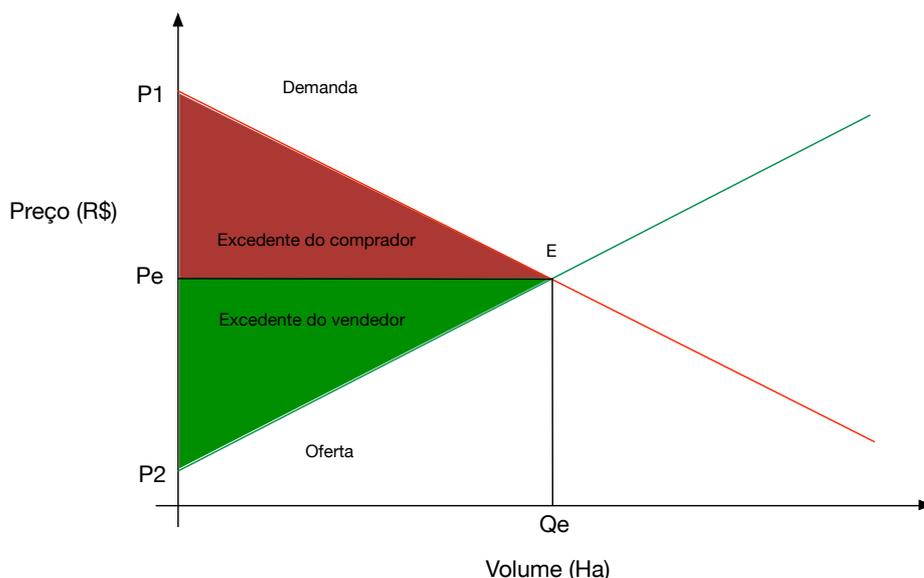
A partir da coleta de dados e pressupostos explicitados acima, foi possível estimar que o custo de transação representa em média 7,5% do preço total da CRA, sendo que o custo de cercamento e a valoração da terra por seu preço de venda contribuem com 13,6% e 78,9% do custo total da CRA, respectivamente.

A valoração da CRA foi constituída com base no preço médio do hectare de cada propriedade somando os custos de cercamento e transação baseados no pacote de hectares a ser ofertado para calcular o WTA. Enquanto o WTP considera somente o preço médio do hectare de cada imóvel rural (conforme descrito na seção 2.4.1).

### **2.4.4 Modelo de Equilíbrio Parcial**

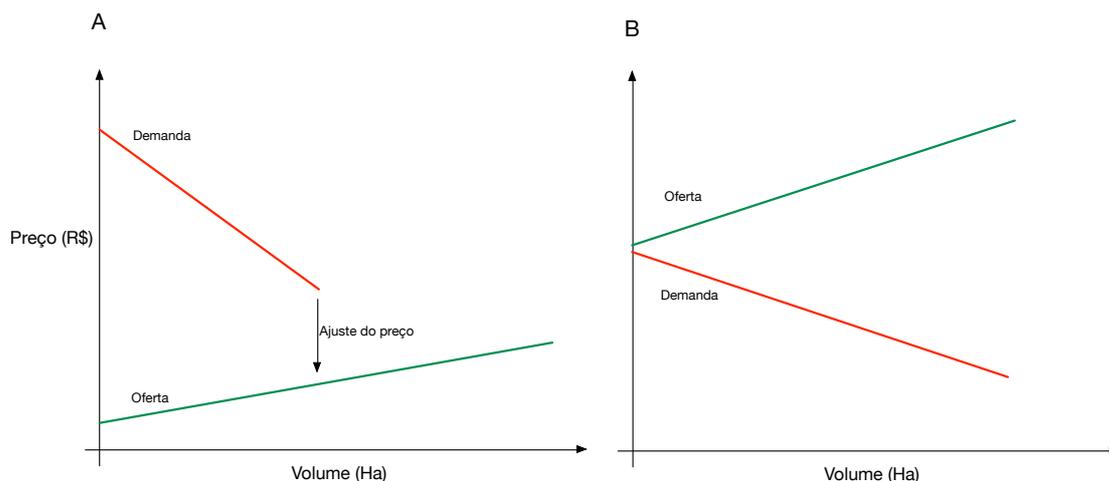
Após valorar a CRA e considerar o valor que os agentes econômicos estão dispostos a pagar e vender, é necessário calcular o preço de mercado de equilíbrio da CRA para cada cenário. Para isso, é preciso reconhecer a diferença entre o valor e o preço de mercado dos ativos ambientais (Zhang e Li 2005). Ao estimar o valor de um ativo do ponto de vista dos fornecedores do serviço ambiental (ex. proprietário de uma área com floresta) obtemos uma estimativa do WTA daquele indivíduo. Porém, para que haja uma transação efetiva no mercado precisamos também encontrar um comprador disposto a pagar aquela quantia pelo ativo florestal, ou seja, ter uma situação onde o WTP do comprador é igual ou superior ao WTA do vendedor. Além disso, é necessário considerar que agentes econômicos valoram os seus ativos (WTA) e estão dispostos a pagar por esses bens (WTP) quantias diferentes, de acordo com o seu contexto institucional e socioeconômico (ex. pressão do mercado e governo pela regularização ambiental, renda disponível, acesso a crédito etc.).

Logo, para compreender o mercado de CRA de modo mais preciso é necessário realizar um modelo de equilíbrio parcial que calcula o preço da CRA a partir da interseção das curvas agregadas de demanda e oferta. A interseção entre as curvas da oferta (WTA) e da demanda (WTP) 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 na transação da CRA, sendo que 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 (Schotter, 2008). 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) (veja abaixo).



**Figura 6 - Modelo esquemático das curvas de oferta e demanda de CRAs em um mercado em equilíbrio.**

A Figura 6 ilustra de modo esquemático o modelo de equilíbrio parcial utilizado nesse estudo. 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 seção 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 em termos monetários (área delimitada pela origem,  $P_e$ ,  $Q_e$ , E). A figura também indica com um triângulo verde a economia obtida pelos proprietários de ativos através da venda de contratos de CRA em comparação com outros usos do solo (excedente do vendedor – *producer surplus*), e com um triângulo vermelho a economia alcançada pelos produtores com déficit de reserva legal ao se regularizar através da compra de contratos de CRA no lugar 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 ( $P_e \cdot Q_e$ ). Por sua vez, para obter o excedente dos compradores é necessário subtrair da área abaixo da curva dos compradores o valor total do mercado. De modo similar, o excedente dos vendedores foi calculado ao subtrair do valor total do mercado da área sob a curva dos vendedores (integral da curva).



**Figura 7 - Modelo esquemático das curvas de oferta e demanda de CRAs em mercados em situação de desequilíbrio.**

Nos casos nos quais as curvas não se encontram, mas que o WTP é sempre superior ao WTA, considerou-se que as transações foram realizadas com base no preço de venda (WTA) máximo no ponto em que se exaure a demanda (Figura 7, A). Foi assumida a hipótese da redução do preço de mercado na direção da curva de oferta (em vez do incremento dos preços na direção no valor mínimo que os compradores estão dispostos a pagar) tendo em vista a provável situação de sobreoferta de CRA no mercado. Já na situação na qual o WTA dos vendedores é superior ao WTP dos compradores não haverá transação no mercado tendo devido à sua inviabilidade econômica (Figura 7, B). Nesse caso partiu-se do pressuposto que não deverá haver ajuste da curva de oferta já que a diminuição do preço da CRA acarretaria em uma perda econômica para o vendedor em relação a outras alternativas de uso do solo (ex. desmatamento legal, venda, arrendamento etc.).

O modelo de equilíbrio parcial foi implementado usando o *software* Dinamica EGO por intermédio de tabelas discriminadas por interseção entre estados e biomas, levando em consideração as quantidades de unidade de área de compradores e vendedores e seus respectivos preços de negociação. O modelo visa então otimizar um mercado competitivo perfeito no qual os compradores com maior custo adquirem CRAs de vendedores com menor preço viável.

Visto que as CRAs só podem ser emitidas a partir de áreas com títulos de propriedade registrados em cartório, foi necessário considerar a situação fundiária dos imóveis rurais do país. Para isso, tomou-se como ponto de partida as informações contidas na base dados de perguntas do CAR fornecida pelo SFB, eliminando da estimativa de oferta as CRAs oriundas de posses. Uma limitação importante dos dados do SFB é o seu caráter declaratório, o que pode

levar alguns produtores rurais a reportarem seus imóveis rurais como sendo propriedades quando de fato são posses sem titulação definitiva.

É preciso enfatizar que tendo em vista as limitações das fontes de dados, os resultados do presente estudo contêm três vieses relevantes:

- i. Em primeiro lugar, é importante destacar as limitações da amostra usada na construção da árvore de decisão, haja vista o  $n$  amostral relativamente pequeno, a atividade predominante (pecuária) e grupos relevantes não entrevistados (e.g., grandes agricultores, especuladores/grileiros). Isso, limita o cálculo do grau de confiabilidade desses dados para serem replicados em outro conjunto de dados, ainda assim, essas observações nos trazem considerável conhecimento acerca das percepções e possíveis comportamentos dos produtores quanto à regularização ambiental.
- ii. Em segundo lugar, a base do CAR utilizada no estudo foi obtida em novembro de 2016 pelo site do Serviço Florestal Brasileiro, isso significa que os imóveis rurais inseridos após aquisição da base não estão incluídos nas análises.
- iii. Em quarto terceiro lugar, adotou-se o pressuposto econômico que os atores econômicos irão se regularizar por meio da compra de CRA tendo em vista o seu menor custo e a maior segurança jurídica, em comparação com outras alternativas. Esse pressuposto, porém, vai de encontro aos dados coletados em campo que mostram que há muitos proprietários que possuem falta de conhecimento sobre a CRA e conseqüente baixa confiança em mercados anônimos (i.e. assimetria informacional). Sendo assim, partiu-se da hipótese que os agentes econômicos possuem informações completas e irão agir de modo estritamente racional do ponto de vista econômico.
- iv. Finalmente, não foram consideradas nesse estudo barreiras operacionais. Logo, partiu-se do pressuposto que os órgãos governamentais, profissionais de geoprocessamento e operadores do mercado de CRA serão capazes de atender toda a demanda necessária para o funcionamento do mercado.

#### **2.4.5 Coleta de Dados Primários**

Como mencionado acima, foi necessário coletar dados primários de modo a obter os custos de elaboração da proposta de CRA (a ser submetida ao órgão ambiental responsável pela emissão desse título); estimar a forma com que os proprietários irão calcular o valor que estão dispostos a pagar e receber pelo contrato de CRA (WTP e WTA); e compreender o contexto institucional. Para isso, foram desenvolvidos dois questionários. O objetivo principal do

questionário voltado para os profissionais de geoprocessamento é o de estimar a média e intervalo de confiança do custo de elaboração do projeto de CRA para os três tamanhos de propriedades típicas calculados para cada estado. Baseando-se na valoração contingencial e preferência declarada, o questionário indaga primeiramente a estimativa de custo para o serviço de geoprocessamento da área, obtenção dos documentos perante os órgãos competentes e envio do projeto de CRA para o órgão ambiental competente.

Dessa forma, buscou-se definir melhor o escopo do serviço a ser precificado (i.e., WTA pelo serviço) e evitar vieses decorrentes da falta de informação (Pearce, Özdemiroglu et al. 2002). Em segundo lugar, avaliaram-se a partir da perspectiva dos profissionais de geoprocessamento, a capacidade institucional do estado e a oferta de profissionais da área para atender a demanda para realização de laudos e projetos de CRA, respectivamente.

O questionário voltado aos produtores rurais teve como objetivo principal embasar as escolhas metodológicas do SimBrasil/OTIMIZAGRO de modo a melhor retratar o WTP e WTA dos produtores rurais com relação às CRAs. Para isso, o questionário pergunta explicitamente o valor mínimo pelo qual eles estariam dispostos a negociar o contrato de compensação de CRA e o valor máximo que estariam dispostos a pagar por uma CRA, a partir do método de valoração contingencial e preferência declarada. Em seguida, o questionário buscou capturar a forma pela qual os produtores rurais chegaram nesses valores, perguntando se eles consideraram outros preços de mercado ao realizar esse cálculo. Dessa forma, buscou-se verificar empiricamente em quais condições os valores de mercado de arrendamento da terra, valorização a partir da terra pelo desmatamento, necessidade de realizar pousio e venda da terra tornam-se mais ou menos relevantes na composição do preço da CRA. Essas respostas, por outra vez, permitem o uso de dados secundários sobre preços de mercado que são mais confiáveis do que os de valoração, tendo em vista a tendência desse último de sobrevalorizar os ativos ambientais (Brander et al, 2006). Além de perguntas voltadas diretamente ao valor das CRAs, o questionário buscou capturar também alguns elementos do contexto institucional no qual esse mercado irá se inserir. Para isso, foram avaliados o nível de conhecimento dos produtores com relação ao Código Florestal e a intenção desse grupo de efetivamente se regularizar perante a lei.

Tendo em vista o número de propriedades rurais dos estados analisados, não foi possível obter uma amostra que represente estatisticamente toda a população. De qualquer forma, buscou-se adotar uma estratégia de amostragem para aplicação dos questionários que reduza a introdução de vieses sistemáticos. Em termos metodológicos, foi adotada uma estratégia (semi) aleatória estratificada tendo o estado como nível de referência para o

cálculo das médias e dos intervalos de confiança. Existe a possibilidade de que o mercado de CRA seja limitado no nível do estado. Considerando a diferença entre os custos de transação das CRAs provindas de diferentes municípios dos estados e que esta diferença oscile em torno do preço de equilíbrio de mercado, torna-se conveniente calcular tanto a média quanto o intervalo de confiança para o custo de transação em função do estado.

Para estabelecer os municípios envolvidos na coleta de dados foi realizada uma amostragem aleatória selecionando dez municípios em cada estado (cinco para oferta e cinco para a demanda). Para isto, optou-se pela metodologia de amostragem sequencial proporcional à probabilidade (ou PPSS, da sigla em inglês) pela qual a probabilidade é definida pelo potencial de venda/compra de contratos de CRA de cada município (Lohr, 2009). Essa abordagem tem a vantagem de permitir que municípios com uma maior área de excedente/déficit florestal, e que por isso deverão fornecer/consumir um número maior de CRAs, tenham uma probabilidade maior de serem sorteados (ver mais detalhes em Pacheco et al., 2017). Os participantes da pesquisa foram identificados por intermédio dos Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia (CREAs) estaduais, no caso dos profissionais de geoprocessamento, e das associações e sindicatos rurais, no caso dos produtores. No total, foram realizadas 24 entrevistas com profissionais de geoprocessamento e 77 entrevistas com produtores rurais.

# 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos dados primários e secundários e na metodologia delineada acima, foi realizada a simulação do mercado de CRA para os estados do Pará e Mato Grosso sob quatro cenários regulatórios, conforme apresentado no item 2.3. Os cenários foram organizados de modo a refletir o efeito de regulações com graus de restrição jurisdicional e de oferta diferentes, indo do cenário mais amplo ao mais restrito. Para cada um dos cenários foram simulados os mercados no nível do estado e bioma considerando contratos de compensação com CRA de 30 anos, sendo realizadas as seguintes estimativas:

- Curva de oferta e demanda de CRA em função do preço;
- Mapa mostrando a distribuição espacial do volume agregado por município;
- Preço de equilíbrio da CRA;
- Volume e valor total do mercado viável de CRA.

Nas próximas subseções serão apresentados os sumários dos resultados do modelo de equilíbrio parcial para cada cenário regulatório, enfatizando o efeito da ampliação jurisdicional e da oferta de CRAs na dinâmica do mercado.

### **3.1 Disposição de Pagar a Dívida Florestal**

A demanda por regularização sob condições de *Business as Usual* demonstra que o déficit pago sem exigências extras para a regularização é cerca de 9% (216 mil ha) na Amazônia (PA, MT), 16% (133 mil ha) no Cerrado (MT) e 3% (364 ha) no Pantanal (MT). Ou seja, a decisão dos produtores rurais em regularizar o passivo de RL sem considerar a introdução de outros fatores motivadores seria relativamente baixa.

Por outro lado, considerando a inserção de medidas de cunho governamental e mercadológica, a demanda por regularização cresce para 70% (1,6 Mha) do passivo na Amazônia (PA, MT), 75% (632 mil ha) no Cerrado (MT) e 62% (8 mil ha) no Pantanal (MT). Resultando no aumento percentual de 642% na Amazônia, 375% no Cerrado e mais de 2000% no Pantanal. Isso significa que a ampliação de ações de governo combinadas às restrições de mercado eleva consideravelmente a demanda por regularização do que somente ações direcionadas aos produtores. Entre os produtores rurais que se mostraram dispostos a regularizar, aproximadamente 34% e 100% possuem a agricultura como atividade econômica principal, enquanto 4% e 63% são pecuaristas no cenário menos exigente e mais restrito, respectivamente.

**Tabela 8 - Distribuição do déficit de reserva legal.**

Estados	Amostra CAR	Com déficit	95% da área com déficit	50% da área com déficit
Pará	163.792	1.933	1.249 (65%)	117 (6%)
Mato Grosso	98.536	10.278	6.937 (67%)	1.052 (10%)
Total	262.328	12.211	8.186 (67%)	1.169 (10%)

Ao mesmo tempo é possível notar uma grande concentração do passivo de RL em um número reduzido de propriedades (Tabela 8). Com a regularização de somente 117 propriedades no Pará e 1169 no Mato Grosso seria possível reduzir em 50% o passivo total de RL nos dois estados. Isso indica que as estratégias de implementação do Código Florestal por meio de ações adicionais do governo e mercados poderiam ser realizadas a um custo baixo focalizando um número reduzido de atores.

### **3.2 Oferta e Demanda de CRA**

#### **3.2.1 Cenário 1: BAU x Todas as CRAs**

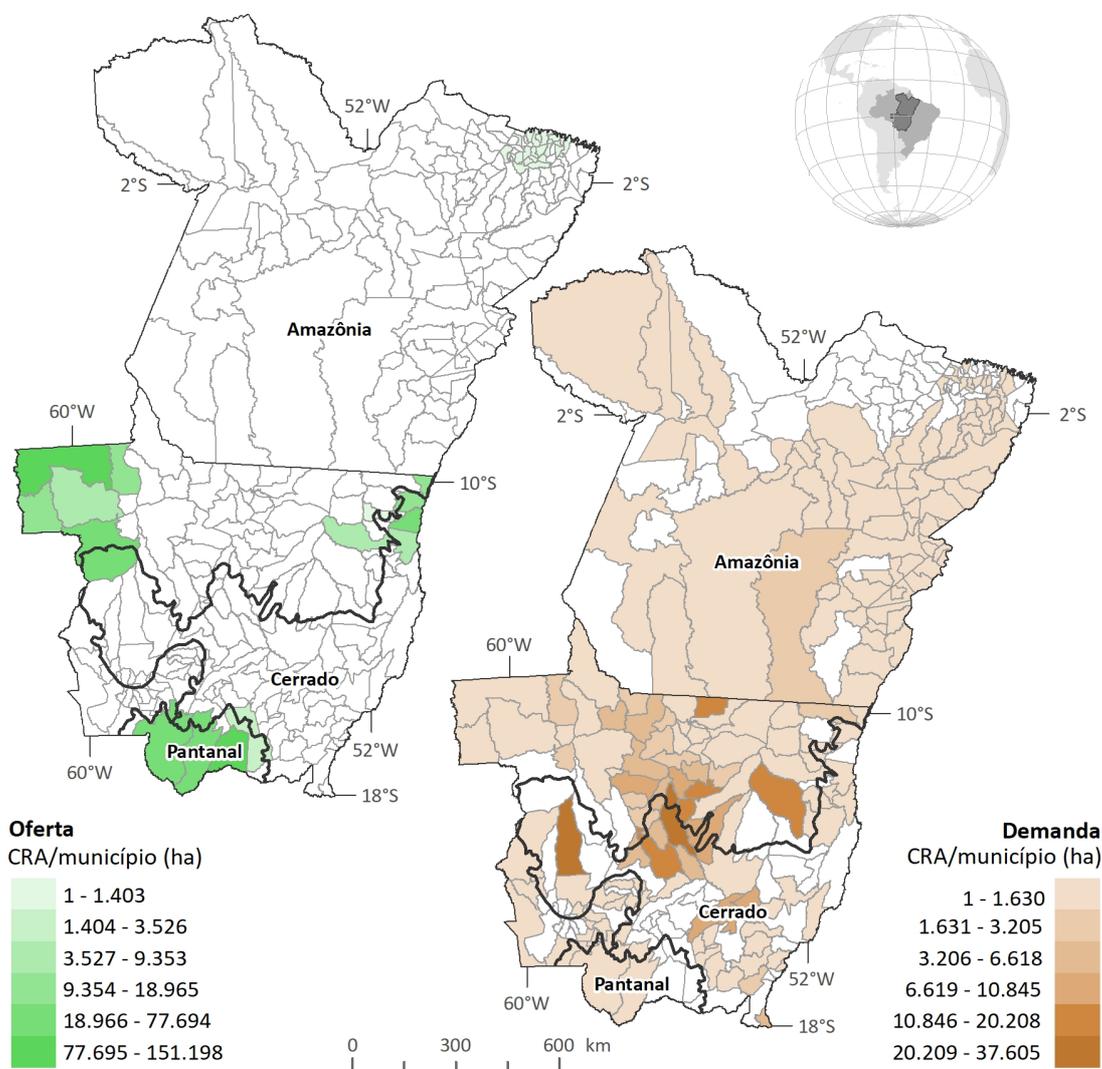
O primeiro cenário, caracterizado como mais amplo, analisou o mercado de CRA considerando o déficit dos produtores que decidiram regularizar no atual contexto e a oferta de todas as CRA. O volume total de CRA a ser transacionado nesse cenário é estimado em cerca 352 mil hectares. Aproximadamente 92% dessa área abatida está concentrada no Mato Grosso, sendo 59% na Amazônia e a outra parte no Cerrado (Tabela 9). Em termos de valor do mercado, calcula-se que cerca de R\$ 260 milhões sejam negociados em cotas, cujos os preços mais baratos estão concentrados na Amazônia (especialmente no Pará), o que abateriam mais de 218 mil hectares de passivo. Por sua vez, os preços mais altos encontram-se no Pantanal no cerrado mato-grossense.

O arranjo da oferta de CRA nesse cenário é composto por 76% de excedente de RL, 23% de RL com percentual de 50-80% e somente um 1% em pequenas propriedades. A pequena presença de pequenas propriedades é explicada em grande parte pelo alto custo das transações que envolvem um número pequeno de cotas. Apesar da exclusão das CRAs de RL de pequenas propriedades, 23% das CRAs transacionadas ocorrem em áreas já protegidas pela RL. Quando consideramos os estados e biomas individualmente, é possível notar que no Mato Grosso, a maior contribuição provém da área entre 50-80% de RL com 40% da oferta. Por outro lado, no Pará as áreas de RL em pequenas propriedades tem um peso muito maior (26% da oferta). Somando-se a oferta

de 31% das áreas de RL entre 50-80%, chega-se a uma situação que a maior parte da oferta de CRA no estado será de áreas já protegidas por lei.

**Tabela 9 - Mercado BAU x Todas as CRAs.**

Estado	Bioma	Área abatida (ha)	Valor do mercado (mi R\$)	Preço de equilíbrio (R\$/ha)	Volume até 4 MF	Volume 50-80%
PA	Amazônia	26.138	14,073	543	26%	31%
MT	Amazônia	192.610	129,214	712	1%	40%
MT	Cerrado	132.747	116,177	924	3%	0%
MT	Pantanal	601	0,659	1.096	0%	22%
Total	-	352.096	260,122	-	-	-



**Figura 8 - Volume provável de oferta/demanda de CRA transacionável agregado por município.**

As áreas ofertantes estão concentradas nos municípios do extremo sul, noroeste e nordeste do Mato Grosso e em menor intensidade em alguns municípios do nordeste paraense. Os prováveis compradores desses ativos neste cenário estão distribuídos ao longo dos dois estados, com maior concentração no Mato Grosso (Figura 8).

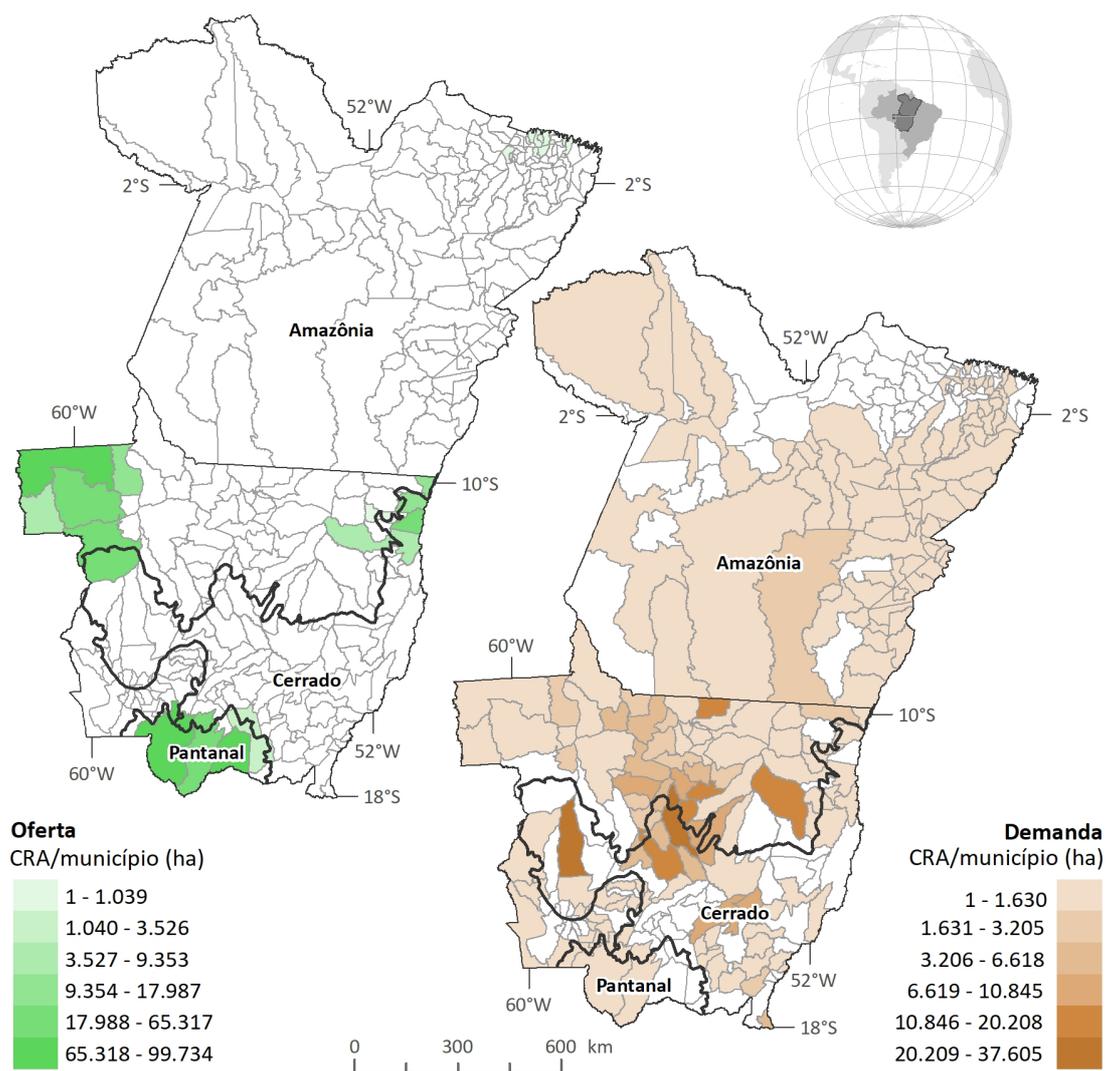
### **3.2.2 Cenário 2: BAU x CRAs de excedente de RL**

O modelo de equilíbrio parcial implementado nesse cenário restringe a oferta de CRA ao excedente de RL passíveis de autorização de desmatamento. Nestas condições, o mercado não apresentou mudança significativa em seu volume (Tabela 10, Figura 9), porém, o valor do mercado teve um aumento de 2% (R\$ 4,5 milhões) em relação ao primeiro cenário. Isso ocorre devido ao fato da retirada das ofertas de ativos de RL de pequenos ( $\leq 4$  MF) e o aumento do preço de equilíbrio (ainda que leve) no Cerrado (MT). Esse resultado indica que é possível aumentar o ganho ambiental do mercado de CRA a um baixo custo, quando consideramos o cenário tendência de implementação do Código Florestal.

**Tabela 10 - Mercado BAU x CRAs de excedente de RL.**

Estado	Bioma	Área abatida (ha)	Valor do mercado (mi R\$)	Preço de equilíbrio (R\$/ha)
PA	Amazônia	26.138	14,169	543
MT	Amazônia	192.587	133,335	736
MT	Cerrado	132.747	116,470	924
MT	Pantanal	601	0,659	1.096
Total	-	352.073	392,158	-

O baixo volume de CRA transacionável nos cenários BAU reflete a necessidade de intervenções estratégicas por parte do Estado para a implementação de normas e exigências de mercado. Bem como o apoio e incentivo à regularização do déficit de RL a fim de conservar a vegetação nativa, especialmente dos excedentes de RL que podem ser desmatados legalmente, dado o indicativo de menor área abatida sem pressão de governo e mercado.



**Figura 9 - Volume provável de oferta/demanda de CRA transacionável agregado por município.**

### 3.2.3 Cenário 3: Gov+Mer x Todas as CRAs

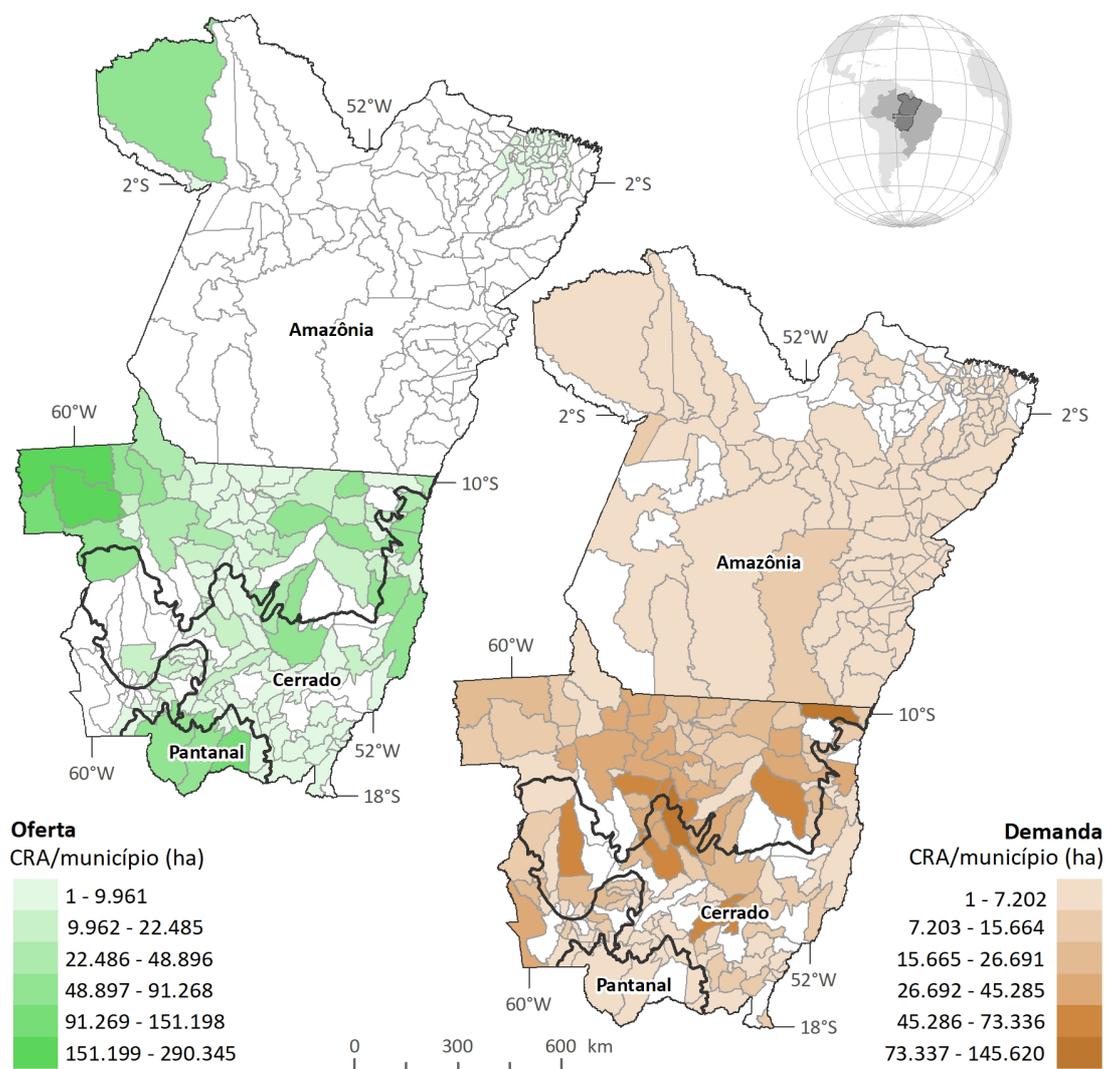
Este cenário introduz medidas restritivas por parte do governo e mercado que pressionam a regularização aos possuidores de passivo, consequentemente impulsionam a demanda de CRA no mercado. Para esse cenário, o modelo de equilíbrio parcial resultou em volume total de CRA a ser transacionado de 2,2 Mha (Tabela 11), correspondendo a 98,6% da demanda provável dos produtores rurais com passivo sob pressão de governo e mercado. Nessas condições, o mercado alcançou um valor total de 2 bilhões de reais, com um preço de equilíbrio que varia entre R\$ 563 a R\$ 1.338, no qual os valores mais altos foram observados no Mato Grosso em área do bioma Amazônia e Cerrado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição da oferta provável de ativo mudou nesse cenário em relação ao primeiro. Ocorreu um aumento de 3% para 11% na oferta provinda de ativo de propriedades de até 4 MF no Cerrado (MT) e na Amazônia (MT) foi de 1% para 7%. Por outro lado, essa mesma categoria reduziu de 26% para 6% no Pará.

**Tabela 11 - Mercado de CRA no cenário Gov+Mer x Todas as CRAs.**

Estado	Bioma	Área abatida (ha)	Valor do mercado (mi R\$)	Preço de equilíbrio (R\$/ha)	Volume até 4 MF	Volume 50-80%
PA	Amazônia	109.619	59,751	563	6%	11%
MT	Amazônia	1.472.751	1.393,878	1.338	7%	42%
MT	Cerrado	623.517	632,982	1.158	11%	0.1%
MT	Pantanal	7.706	8,444	1.096	0%	22%
Total	-	2.213.593	2.095,056	-	-	-



**Figura 10 - Volume provável de oferta/demanda de CRA transacionável agregado por município.**

A partir da distribuição espacial da oferta/demanda de CRA agregada por município (Figura 10), verifica-se que a oferta fica concentrada principalmente no Mato Grosso e uma porção menor em alguns municípios do extremo nordeste e noroeste paraense. Por outro lado, a demanda por CRA está localizada em mais municípios, tendo maior concentração na Amazônia e Cerrado mato-grossense.

### **3.2.4 Cenário 4: Gov+Mer x CRAs de excedente de RL**

O último cenário, considerado o mais restrito do ponto de vista regulatório, tem de um lado a demanda pressionada pelo o governo e o mercado, e de outro a exclusão da oferta de CRAs de pequenas propriedades e no interior de RL, permanecendo a vegetação fora de RL (excluída as APPs) para negociações no mercado de CRA.

Devido às restrições de oferta, a área abatida reduziu em 18% em relação ao cenário anterior, resultando num volume de 1,8 Mha. Já o valor do mercado é estimado em torno de R\$ 1,9 bilhões (Tabela 12), uma queda de 6% em relação ao cenário com oferta ampliada. O preço de equilíbrio aumentou 1% no Pará, cerca de 89% e 6% no Mato Grosso (Amazônia e Cerrado) e se manteve no Pantanal (em todos os cenários analisados).

**Tabela 12 - Mercado de CRA no cenário Gov+Mer x CRAs de excedente de RL.**

Estado	Bioma	Área abatida (ha)	Valor do mercado (mi R\$)	Preço de equilíbrio (R\$/ha)
PA	Amazônia	109.619	60,203	569
MT	Amazônia	1.061.459	1.251,083	2.533
MT	Cerrado	623.088	642,939	1.231
MT	Pantanal	7.706	8,444	1.096
Total		1.801.872	1.962,670	-

As restrições refletiram na redução da oferta e conseqüentemente na intensidade da oferta provável agregada por município, conforme apresenta a Figura 11.

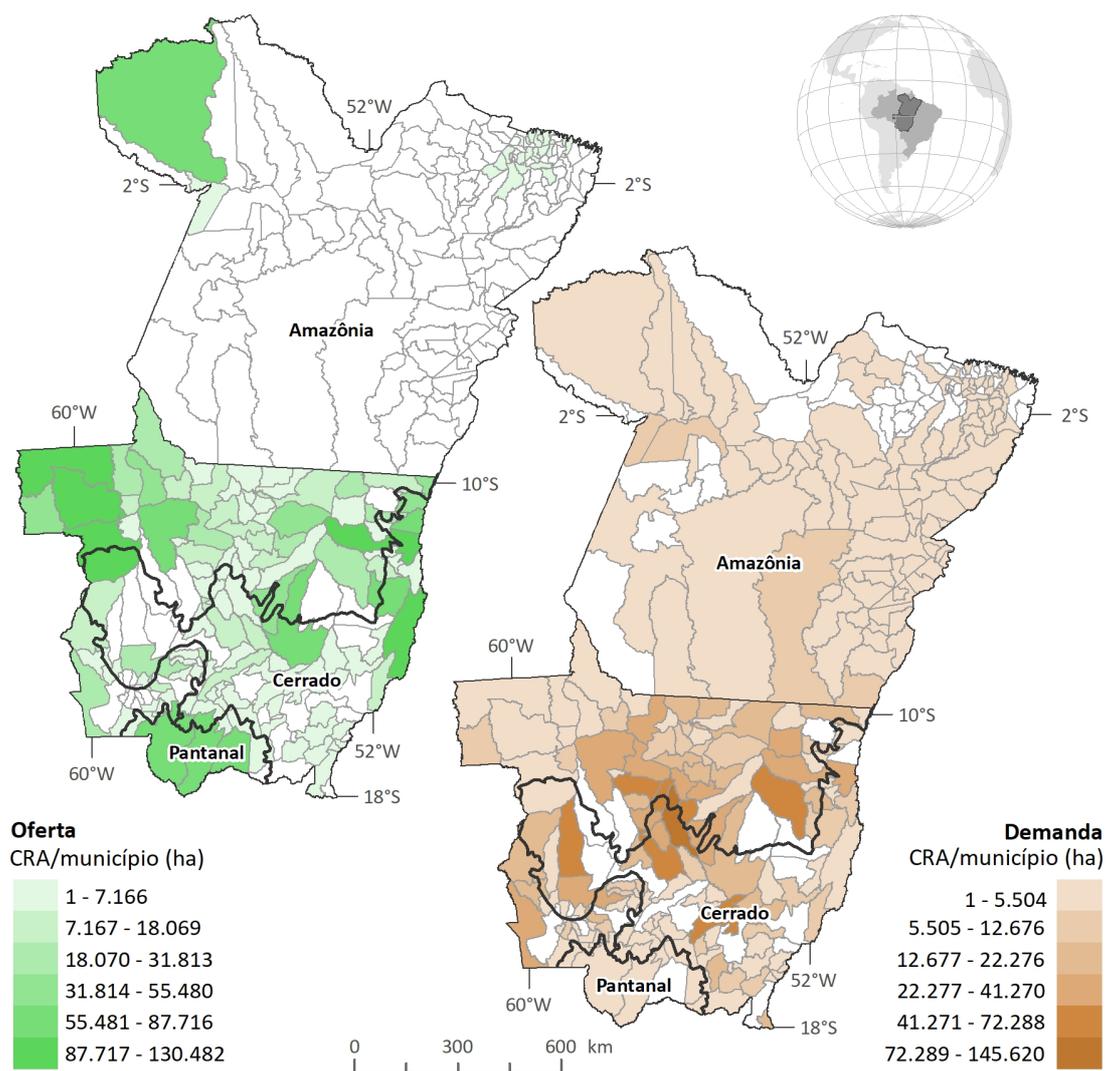


Figura 11 - Volume provável de oferta/demanda de CRA transacionável agregado por município.

## **4 CONCLUSÃO**

O presente estudo aponta para o papel primordial da estratégia de implementação do Código Florestal e da inclusão/exclusão de cotas provindas de reservas legais (RL) na formação do mercado de CRA nos estados do Pará e Mato Grosso. A partir dessa análise estima-se que o mercado de CRA poderá ter um volume de transações entre 352 mil ha e 2,2 Mha, atingindo um montante de R\$ 260 milhões a R\$ 2 bilhões de reais dependendo do cenário regulatório considerado.

O cenário tendencial (BAU) é preocupante, porquanto somente 9% do déficit de RL seria compensado, resultando em um mercado de CRA fraco. Isso demonstra que o aumento da pressão de governo e mercados para regularização ambiental é crucial. Por outro lado, os cenários que combinam a implementação de governo (e.g., multas, restrição de crédito rural, fiscalização etc.) e mercado (e.g., exigência de regularização ambiental para comercializar produtos agropecuários — moratória da soja/carne) teriam maior participação dos produtores com déficit, o que aumenta a demanda e conseqüentemente o preço da CRA. Com a elevação dos preços, mais proprietários com ativo florestal ofertam CRA, ocorrendo assim mais transações. A inclusão de ações que mobilizam os produtores rurais por meio de exigências/restrições aqui demonstrados por meio de modelagem, já foram observadas por Gibbs et al. (2014) e Gibbs et al. (2015) em relação à exigência do CAR e ao combate ao desmatamento ilegal.

O Mato Grosso possui a maior área abatida no mercado de CRA em todos os cenários, considerando juntos a Amazônia e o Cerrado. Seu potencial vai de 92% (cenário 1 e 2), 93% (cenário 3) até 95% (cenário 4). As principais razões levantadas para tal resultado, são: i) o Mato Grosso possui cerca de 2,8 Mha de déficit contra 144 mil ha no Pará, ou seja, enquanto um estado possui 95% do déficit analisado o outro tem 5%; ii) o número de imóveis identificados com déficit no Pará é aproximadamente 1/5 dos imóveis com déficit no Mato Grosso (10.015 imóveis); iii) conseqüentemente, a relação de déficit por imóveis no Mato Grosso é cerca de 4x maior do que no Pará; iv) o valor da terra agrícola no Mato Grosso é bem maior e com maior distribuição espacial do que o do Pará.

As CRAs emitidas na porção entre 50-80% da RL, em toda área de RL das pequenas propriedades são um problema, uma vez que representam quase que metade da oferta sem que a compra dessas áreas enquanto CRA gere nenhuma proteção ambiental adicional. Além de serem ineficazes do ponto de vista ambiental, o estudo sugere que a entrada dessas cotas não adicionais também não exercer um papel social ao financiar a preservação a RL em pequenas propriedades. Visto que o custo de transação é fortemente ligado ao tamanho do “pacote” de CRAs, os pequenos imóveis serão excluídos da maior

parte das transações por terem preços pouco competitivos. Em particular, em todas as simulações os pacotes menores que 20 ha representam menos que 3% da oferta transacionada total. Por sua vez, as propriedades médias e grandes por meio da negociação de RL entre 50-80% poderão oferecer grandes pacotes de CRA a um custo mais baixo que as CRAs de excedentes por causa do menor custo de oportunidade e de transação. Por esses motivos recomenda-se ao governo federal e aos estados que limitem o uso de CRAs para fins de compensação de reserva legal somente às cotas providas de excedente florestal.

# 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA (2008) Manual de construção da base hidrográfica Ottocodificada: fase 1 – construção da base topológica de hidrografia e ottobacias conforme a codificação de bacias hidrográficas de Otto Pfafstetter. Brasília: ANA/SGL.
- Arrow, Kenneth; Robert Solow et al. (1993) Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation. Damage Assessment, Remediation, and Restoration Program, National Oceanic and Atmospheric Administration.
- Bernasconi, P. (2013) Custo-efetividade ecológica da compensação de reserva legal entre propriedades no estado de São Paulo. Master's Thesis, Instituto de Economia da Universidade de Campinas (UNICAMP), Campinas, São Paulo, Brazil.
- Börner, J., & Wunder, S. (2008). Paying for avoided deforestation in the Brazilian Amazon: from cost assessment to scheme design. *International Forestry Review*, 10(3), 496-511.
- Bowman MS, Soares-Filho BS, Merry FD, Netstad DC, Rodrigues HO, Almeida OT (2012) Persistence of cattle ranching in the Brazilian Amazon: A spatial analysis of the rationale for beef production. *Land Use Policy* 29:558–568.
- Brander, L. M., Florax, R. J., & Vermaat, J. E. (2006). The empirics of wetland valuation: a comprehensive summary and a meta-analysis of the literature. *Environmental and Resource Economics*, 33(2), 223-250.
- Busch, J., Lubowski, R. N., Godoy, F., Steininger, M., Yusuf, A. A., Austin, K., et al. (2012). Structuring economic incentives to reduce emissions from deforestation within Indonesia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(4), 1062-1067.
- Chomitz, K. M. (2004) Transferable Development Rights and Forest Protection: An Exploratory Analysis. *International Regional Science Review*, v. 27, n. 3, p. 348–373, 1 jul.
- Costa, R. P. Estimativa da demanda por regularização do passivo de reserva legal nos estados do Pará e Mato Grosso. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2016.
- Cury, R. T. S.; Carvalho Jr., (2007) O. Manual para restauração florestal: florestas de transição. Brasília: IPAM. (Série Boas Práticas 5). Ferreira ME, Ferreira LG, Miziara F, Soares-Filho BS (2012) Modeling landscape dynamics in the central Brazilian savanna biome: future scenarios and perspectives for conservation. *Journal of Land Use Science* 1:1-19.
- Diamond, Peter A.; Jerry A. Hausman. Contingent Valuation: Is Some Number Better than No Number? *Journal of Economic Perspectives* 8 (4) Fall 1994 45-64
- GIBBS, H. K. et al. Brazil's Soy Moratorium. *Science - Policy Forum: Environment and Development*, v. 347, n. 6220, p. 377–378, 2014.
- GIBBS, H. K. et al. Did Ranchers and Slaughterhouses Respond to Zero-Deforestation Agreements in the Brazilian Amazon? *Conservation Letters*, v. 9, n. 1, p. 32–42, 2015.
- Giudice R, Soares-Filho BS, Merry FD, Rodrigues HO, Bowman M (2012) Timber concessions in Madre de Dios: Are they a good deal? *Ecological Economics* 77:158–165.
- Kahneman, D., Knetsch, J. L., & Thaler, R. H. (1990). Experimental tests of the endowment effect and the Coase theorem. *Journal of political Economy*, 1325-1348.
- Kuik, O., Brander, L., & Tol, R. S. (2009). Marginal abatement costs of greenhouse gas emissions: A meta-analysis. *Energy policy*, 37(4), 1395-1403.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Lohr, S. (2009). Sampling: design and analysis. Cengage Learning.
- Merry F, Soares-Filho BS, Nepstad DC, Amacher G, Rodrigues H (2009) Balancing Conservation and Economic Sustainability: The Future of the Amazon Timber Industry. *Environmental Management* 44:395-407.
- Micol, L. Abad, R., Bernasconi, P. (2013) Potencial de aplicação da Cota de Reserva Ambiental em Mato Grosso, ICV: Cuiabá.
- Micol, L.; Abad, R.; Bernasconi, P. (2013) Potencial de aplicação da Cota de Reserva Ambiental em Mato Grosso. Instituto Centro de Vida - ICV: Cuiabá.
- Nelson, E., Mendoza, G., Regetz, J., Polasky, S., Tallis, H., Cameron, D., ... & Shaw, M. (2009). Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(1), 4-11.
- Nepstad D, Soares-Filho BS, Merry F, Lima A, Moutinho P, Carter J, Bowman M, Cattaneo A, Rodrigues H, Schwartzman S, McGrath DG, Stickler CM, Lubowski R, Piris-Cabezas P, Rivero S, Alencar A, Almeida O, Stella O (2009) The end of deforestation in the Brazilian Amazon. *Science* 326(5958):1350-1351.
- Nepstad, D., Soares-Filho, B. S., Merry, F., Lima, A., Moutinho, P., Carter, J., ... & Stella, O. (2009). The end of deforestation in the Brazilian Amazon. *Science*, 326(5958), 1350-1351.
- Nunes F, Soares-Filho BS, Giudice R, Rodrigues HO, Bowman MS, Silvestrini R, Mendoza E (2012) Economic benefits of forest conservation: assessing the potential rents from Brazil nut concessions in Madre de Dios, Peru, to channel REDD+ investments. *Environmental Conservation* 39(2):132-143.
- Nunes, S., Gardner, T., Barlow, J., Martins, H., Salomão, R., Monteiro, D., & Souza, C. (2016). Compensating for past deforestation: Assessing the legal forest surplus and deficit of the state of Pará, eastern Amazonia. *Land use policy*, 57, 749-758.
- Pacheco, R. (2016). Estimativa da demanda por regularização do passivo de reserva legal nos estados do Pará e Mato grosso, Dissertação de Mestrado, Programa de Pós Graduação em Análise e Modelagem Ambiental, UFMG: Belo Horizonte.
- Pacheco, R., Rajão, R., Soares-Filho, B., & Hoff, R. V. D. (2017). Regularization of legal reserve debts: perceptions of rural producers in the state of Pará and Mato grosso in Brazil. *Ambiente & Sociedade*, 20(2), 181-200.
- Pearce, David; Ece Özdemiroglu et al. (2002) Economic Valuation with Stated Preference Techniques. Department for Transport, Local Government and the Regions: London.
- Plata, L. (2006) Dinâmica do preço da terra rural no Brasil: uma análise de co-integração IN: Mercados de terras no Brasi: Estrutura e Einâmica (Eds) Bastiaan Philip Reydon e Francisca Neide Maemura Cornélio. MDA/NEAD:Brasília, pg. 125-151
- Rajão, R. (2013). Representations and discourses: the role of local accounts and remote sensing in the formulation of Amazonia's environmental policy. *Environmental Science & Policy*, 31, 60-71.
- Rajão, R., & Vurdubakis, T. (2013). On the pragmatics of inscription: detecting deforestation in the Brazilian Amazon. *Theory, Culture & Society*, 30(4), 151-177.

- Rajão, R., Azevedo, A., & Stabile, M. C. C. (2012). Institutional subversion and deforestation: learning lessons from the system for the environmental licensing of rural properties in Mato Grosso. *Public Administration and Development*, 32(1), 229-244.
- Santiago, L. P. (2008). An empirical investigation on the appropriateness of flexibility approach to the product portfolio selection." *International Journal of Technology Management* 44.1: 251-268.
- Sherrick, B. J., Zanini, F. C., Schnitkey, G. D., & Irwin, S. H. (2004). Crop insurance valuation under alternative yield distributions. *American Journal of Agricultural Economics*, 86(2), 406-419.
- Schotter, A. (2008). *Microeconomics: a modern approach*. Cengage Learning.
- Shono, K. et al. (2007) Application of assisted natural regeneration to restore degraded tropical forestlands. *Restoration Ecology* [S.I.], v. 15, n. 4, p. 620-626
- Soares-Filho B, Alencar A, Nepstad D, Cerqueira G, Vera Diaz M, Rivero S, Solórzano L, Voll E (2004) Simulating the Response of Land-Cover Changes to Road Paving and Governance Along a Major Amazon Highway: The Santarém-Cuiabá Corridor. *Global Change Biology* 10(5):745-764.
- Soares-Filho BS, Lima L, Bowman M, Viana L, Gouvello C (2012a) Challenges for a low carbon agriculture and forest conservation in Brazil. Sustainability Report. IADB. Washington. Available at: <http://www.iadb.org/sustainability/soares>. Accessed in: August, 2012.
- Soares-Filho BS, Moutinho P, Nepstad D, Anderson A, Rodrigues H, Garcia R, Dietzsch L, Merry F, Bowman M, Hissa L, Silvestrini R, Maretti C (2010) Role of Brazilian Amazon protected areas in climate change mitigation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 107(24):10821-10826.
- Soares-Filho BS, Nepstad DC, Curran LM, Cerqueira GC, Garcia RA, Ramos CA, Voll E, McDonald A, Lefebvre P, Schlesinger P (2006) Modelling conservation in the Amazon basin. *Nature* 440(7083):520-523.
- Soares-Filho BS, Pennachin CL, Cerqueira G (2002) DINAMICA – a stochastic cellular automata model designed to simulate the landscape dynamics in an Amazonian colonization frontier. *Ecological Modelling* 154(3):217-235.
- Soares-Filho, B., Rajão, R., Costa, W. et al. (2014b) Impacto de Políticas Públicas Voltadas à Implementação do Novo Código Florestal, MMA: Brasília
- Soares-Filho, B., Rajão, R., Macedo, M., Carneiro, A., Costa, W., Coe, M., ... & Alencar, A. (2014a). Cracking Brazil's Forest Code. *Science*, 344(6182), 363-364.
- Rajão, R., & Soares-Filho, B. (2015). Cotas de reserva ambiental (CRA): potencial e viabilidade econômica do mercado no Brasil. *Belo Horizonte*.
- Soares-Filho, B., Rajão, R., Merry, F., Rodrigues, H., Davis, J., Lima, L., ... & Santiago, L. (2016). Brazil's market for trading forest certificates. *PLoS one*, 11(4), e0152311.
- Sparovek, G.; Berndes, G.; Barretto, A.G.O.P.; Klug, I.L.F. (2012) The revision of the Brazilian Forest Act: increased deforestation or a historic step towards balancing agricultural development and nature conservation? *Environmental Science & Policy* 16: 65–72.
- Stern, N. (2007). *The economics of climate change: the Stern report*. Cambridge, UK.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

Stickler, C. M.; Nepstad, D. C.; Azevedo, A. A.; Mcgrath, D. G. (2013) Defending public interests in private lands: compliance, costs and potential environmental consequences of the Brazilian FC in Mato Grosso. *Phil Trans R Soc B* 368: 20120160.

Zhang, Yaoqi; Yiqing Li (2005) Valuing or pricing natural and environmental resources? *Environmental Science & Policy* 8 179–186

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-61968-17-5



9 788561 968175