COTAS DE RESERVA AMBIENTAL (CRA):

POTENCIAL E VIABILIDADE ECONÔMICA DO MERCADO NO BRASIL

UFMG

CSR
CENTRO DE SENSORIAMENTO REMOTO

LAGESA
laboratório de gestão de serviços ambientais

RAONI RAJÃO E BRITALDO SOARES-FILHO

COTAS DE RESERVA AMBIENTAL (CRA):

POTENCIAL E VIABILIDADE ECONÔMICA DO MERCADO NO BRASIL

UFMG

CSR
CENTRO DE SENSORIAMENTO REMOTO

LAGESA
laboratório de gestão de serviços ambientais

RAONI RAJÃO E BRITALDO SOARES-FILHO

© 2015 Centro de Sensoriamento Remoto da Universidade Federal de Minas Gerais

Realização:
Laboratório de Gestão de Serviços Ambientais da UFMG
www.lagesa.dep.ufmg.br / +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.
Cotas de reserva ambiental (CRA): viabilidade econômica e potencial do mercado no Brasil/ Raoni Rajão, Britaldo Silveira Soares Filho, et al. 1. ed. - Belo Horizonte: Ed. IGC/UFMG, 2015. 72 p.

Inclui bibliografia.
ISBN: 978-85-61968-03-8

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

Estudo de viabilidade econômica do potencial mercado de Cotas de Reserva Ambiental (CRA) no Brasil

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. Leonardo Santiago
Camilla Marcolino
Richard van der Hoff
Rayane Pacheco
Jussara Cardoso
Clara Nina Nunes
André Tanure
Hugo Lealdini

Agradecimento

Agradecemos à equipe da Secretaria de Política Econômica do Ministério da Fazenda especialmente a Aloísio Lopes Pereira de Melo e Ana Luiza Oliveira Champloni 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 da Fazenda ou da CLUA sobre o tema.

ÍNDICE

1 Introdução 4

2 Metodologia de pesquisa 8

2.1 Estimativa de Oferta e Demanda de CRA 10
2.2 Opções regulatórias 19
2.3 Valoração de Ativos em Mercados Hipotéticos 23
2.4 Modelo de Equilíbrio Parcial 32
2.5 Custo de Cercamento 35
2.6 Custo de Transação 36
2.6.1 Taxas cartoriais: 38
2.6.2 Taxas de inspeção do órgão ambiental: 38
2.6.3 Custo de elaboração de projeto de CRA: 39
2.6.4 Custo de registro e custódia 39
2.7 Coleta de Dados Primários 41

3 Resultados 45

3.1 Cenário 1: Mercado de CRA em contrato de 5 anos no estado/bioma (sem UC e assentamentos) 47
3.2 Cenário 2: Mercado de CRA em contrato de 30 anos no estado/bioma (sem UC e assentamentos) 50
3.3 Cenário 3: Mercado de CRA em contrato de 30 anos no estado/bioma com áreas prioritárias (sem UC e assentamentos) 54
3.4 Cenário 4: Mercado de CRA em contratos de 30 anos no estado/bioma (com UC e assentamentos) 56
3.5 Cenário 5: Mercado de CRA em contratos de 30 anos no bioma (sem UCs e assentamentos) 58
3.6 Cenário 6: Mercado de CRA em contrato de 30 anos no bioma (com UCs e assentamentos) . 60

4 Discussão 61

5 Recomendações 65

6 Referências bibliográficas 68

1 INTRODUÇÃO

A vegetação nativa cobre 62% do Brasil – uma área 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 ±25 GtCO2e (bilhões de toneladas de CO_2 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 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 nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 e modificações posteriores) introduziu novos mecanismos para facilitar sua regulamentação, 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 áreas rurais 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 onde 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 deve criar um mercado para negociação das terras florestadas, agregando valor monetário à vegetação nativa. Este 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 floresta

são muito mais baixos do que os custos de restauração, a troca de CRAs poderia se tornar uma maneira de baixo custo para facilitar o cumprimento da lei, protegendo simultaneamente excedentes florestais que poderiam ser legalmente desmatadas (Figura 1). Enquanto CRA poderá facilitar a implementação do Código Florestal, é incerto se ela oferece 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 contrario 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 que não ocorreria na ausência do mesmo. Essa questão fica 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 mudança do uso do solo é já é proibida por e lei.

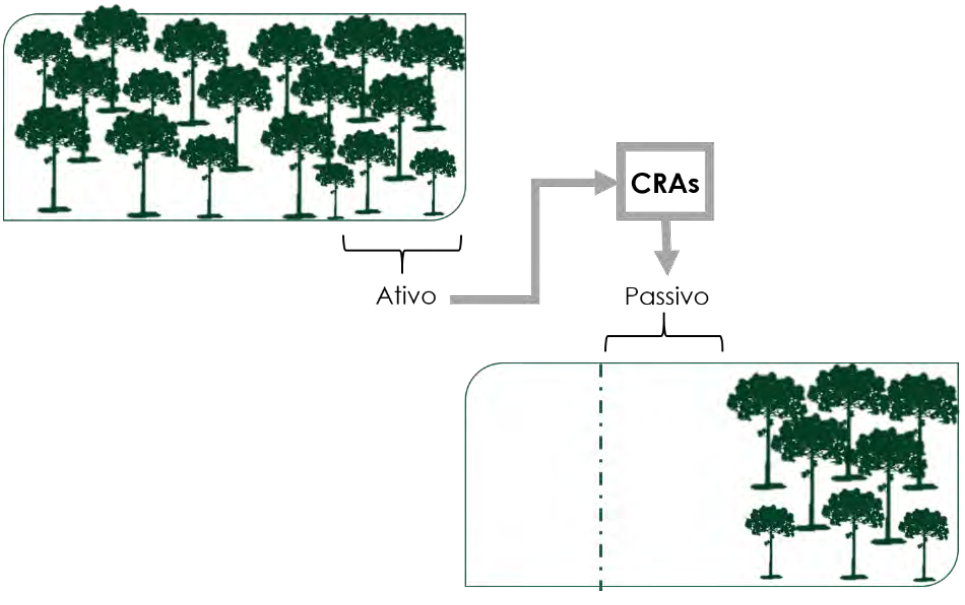

Figura 1 Esquema de compensação utilizando CRA de excedente de Reserva Legal. Nesse mercado os proprietários com ativo florestal (esquerda) podem disponibilizar essas áreas através de contratos de CRA que podem ser adquiridos por proprietários ou posseiros com passivo em alternativa à recuperação da área (direita).

Modelos de uso da terra espacialmente explícitos têm sido cada vez mais utilizados em estudos que visam avaliar *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 floresta, 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). Porém, até o momento nenhum estudo avaliou a viabilidade econômica do mercado de CRA levando em consideração os custos de transação e os valores que os produtores estão dispostos a vender e comprar os contratos de cotas.

A fim de contribuir para esta literatura e assistir no processo de regulamentação do Código Florestal, o presente estudo tem por objetivo analisar a viabilidade econômica de um mercado potencial CRA, quantificando os resultados potenciais desse mercado. Para isso esse estudo estima o volume de transações e o preço de contratos de compensação de Reserva Legal com Cotas de Reserva Ambiental sob diferentes cenários regulatórios. 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 sessão a abordagem metodológica utilizada nesse estudo, partindo dos 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 seis cenários regulatórios que estabelecem diferentes tipos de restrição de oferta e demanda de CRA. 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 utilizada nesse estudo busca estimar o preço de equilíbrio e volume de CRA a ser transacionado em um futuro mercado sob diferentes cenários regulatórios ligados à implementação do Código Florestal instituído pela Lei Nº 12.651, de 25 de maio 2012[1]. Para isso, a plataforma de simulação de uso da terra SimBrasil/OTIMIZAGRO foi alimentada com dados secundários e primários obtidos a partir de questionários aplicados nas cinco regiões do país. De modo resumido, o estudo realiza para seis cenários regulatórios as seguintes estimativas: a) cálculo do excedente/déficit de reserva legal; b) valoração da CRA ; c) estimativa da curva de oferta de CRA (volume/preço) considerando o custo de transação e de cercamento; d) estimativa da curva de demanda por CRA considerando o custo de recuperação como alternativa de regularização; e) cálculo do preço de equilibro e volume transacionado a partir da interseção das curvas de oferta e demanda; f) tamanho do mercado e excedente para compradores e vendedores a partir das curvas integralizadas de demanda e oferta. No restante desse capítulo, serão detalhados os elementos da metodologia de pesquisa adotada para a realização do estudo, conforme ilustração abaixo (Figura 2).

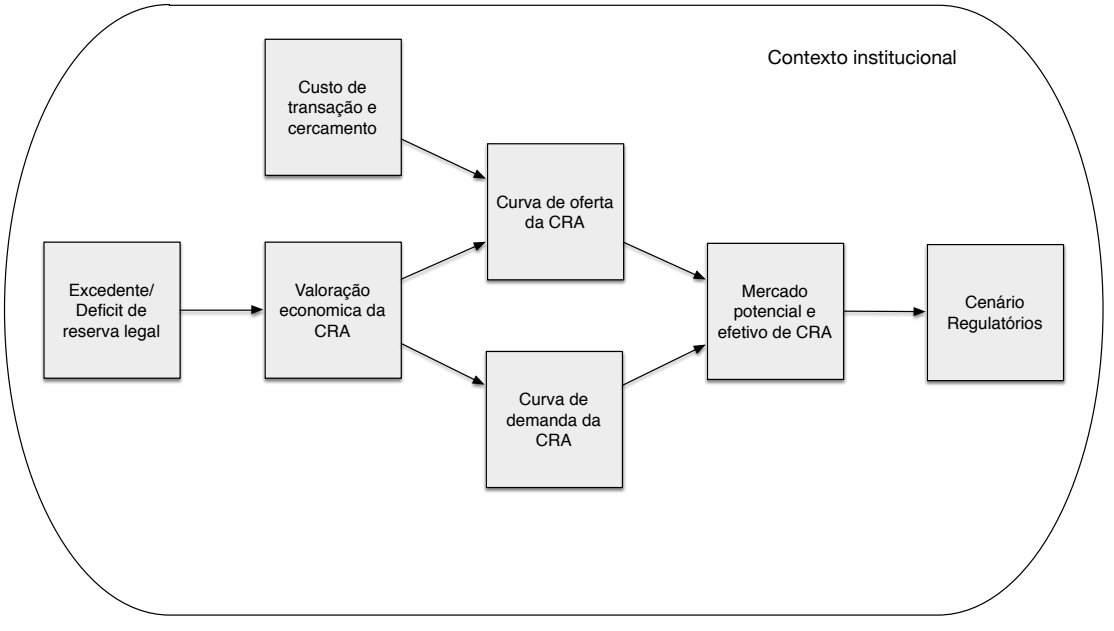

Figura 2 Esquema da metodologia de pesquisa para a simulação do mercado de CRA.

[1] Por questões metodológicas foram desconsideradas nesse estudo as Leis Estaduais que regulamentam o Código Florestal federal e que contêm interpretações diferentes das adotadas por esse estudo (ex. Art. 27 da Lei 15.684 do Estado de São Paulo de 14 de Janeiro de 2015).

2.1 Estimativa de Oferta e Demanda de CRA

Um dos principais desafios do presente estudo é calcular o excedente/déficit de reserva legal no nível da propriedade rural, como definido pelo Código Florestal (CF), na ausência de uma malha fundiária de abrangência nacional. Para isso o presente estudo utiliza a plataforma de simulação de uso da terra SimBrasil /OTIMIZAGRO desenvolvida no contexto do projeto para o Ministério do Meio Ambiente e Secretaria de Assuntos Estratégicos com apoio da GIZ (Soares, Rajão, et al, 2014b). Através dessa plataforma foram utilizados dados de sensoriamento remoto sobre uso da terra e dados sócio-econômico-ambientais de diferentes fontes para estimar a situação das propriedades individuais com relação ao Código Florestal. A Tabela 1 lista as fontes de dados secundários utilizados para a realização desse estudo, com seus respectivos anos de publicação e escala.

Como ponto de partida para a estimativa do excedente/déficit de reserva legal optou-se pelo uso das Ottobacias[2] da ANA (Agência Nacional de Águas) de ordem 12 como *proxy* da distribuição espacial das propriedades rurais no território. Essas bacias constituem um total de 166 mil unidades com tamanho médio de área útil (onde o CF é aplicável) de 3,6 mil hectares. De modo a estimar a acurácia desse método foram comparados os resultados obtidos através das Ottobacias e da base de propriedades georreferenciadas do INCRA (que possui abrangência restrita), corrigida para a estrutura fundiária do Brasil através dos dados do Censo Agropecuário do IBGE de 2006. Essa comparação indicou a presença de um desvio de somente 6% entre as bases, o que indica a confiabilidade desse método (Soares-Filho, Rajão et al, 2014a). De modo a considerar as condições especiais previstas no Código Florestal para às pequenas propriedades foram utilizados os microdados do Censo Agropecuário do IBGE. A partir dessa base foi estimada a disponibilidade de CRA nas propriedades com até 4 módulos fiscais como sendo igual ao ativo contido nessas propriedades com previsto pelo CF. Para os demais tamanhos de propriedade, foi descontada do ativo florestal a exigência de reserva legal de acordo com o bioma, calculando dessa forma o excedente e déficit de reserva legal, que constituem a base de cálculo da oferta e demanda por CRA, respectivamente. 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 com uso agrícola poderia ser convertida em CRA caso seja comprovada a viabilidade da recuperação da

[2] Definição dos limites geográficos das bacias hidrográficas obtidas através de um método hierárquico de codificação desenvolvido por Otto Pfafstetter e adotado pela Agencia Nacional de Águas (ANA, 2008).

área pelo órgão ambiental competente. Porém, esse estudo optou por restringir a oferta de CRA às áreas com vegetação nativa por dois motivos. Em primeiro lugar, tendo em vista o menor custo de oportunidade das áreas florestadas em comparação à com uso agrícola e/ou em pousio, é razoável supor que o mercado deverá transacionar as áreas com florestas antes de alcançar as demais. Em segundo lugar, enquanto existem dados sobre a localização das áreas com vegetação nativa em todo o país, o dado relativo à presença de vegetação secundária (em regeneração) limita-se à região Amazônica.

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, tomamos como ponto de partida as informações contidas no Censo Agropecuário do IBGE, eliminando da estimativa de oferta as CRAs oriundas de posses. Uma limitação importante dos dados do IBGE é o seu caráter declaratório, o que pode levar a alguns produtores rurais a reportarem seus imóveis rurais como sendo propriedades quando são de fato posses sem titulação definitiva[3]. De modo a corrigir esse dado, comparamos a área total dos estabelecimentos rurais declarados como sendo posses no Censo Agropecuário de 2006 (7% da área total) com o dado agregado fornecido pelo Sistema Nacional de Cadastro Rural do INCRA em 2012 sobre a área total de posses no país (21% da área total). Partindo do pressuposto que o dado do INCRA é mais preciso do que o do IBGE, ajustamos o dado do IBGE no nível do município a partir do dado agregado do INCRA para o país, de forma a equalizar a área total de posses de acordo com a indicação desse último. No caso da oferta de CRAs provindas de áreas privadas dentro de unidades de conservação optou-se por utilizar a estimativa das áreas potencialmente tituladas realizada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

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

1. Em primeiro lugar, mesmo com a ampliação da estimativa das áreas com posses com uso dos dados do INCRA, é provável que a área total de posses no país supere os 21%, o que indica que estudo apresenta uma oferta potencial de CRA acima do valor real, principalmente nas regiões do país pendentes de regularização fundiária.

[3] Outra fonte de dado analisada foi a base de dados do Imposto Territorial Rural (ITR), porém esse não foi utilizado pois tanto posses quanto propriedades com título podem ser tributadas.

2. Em segundo lugar, é preciso destacar que a metodologia adotada nesse estudo tende a retratar a malha fundiária com um número maior de propriedades grandes do que o IBGE. Ao assumir que as propriedades são maiores, obtém-se no modelo pacotes de CRA com um maior número de hectares, o que por sua vez, diminui o custo de transação e aumenta o potencial de oferta de CRA no mercado viável (veja abaixo). De qualquer forma, esse viés não influencia de forma expressiva o resultado final do estudo tendo em vista o baixo impacto do custo de transação no mercado com CRAs de 30 anos. A superestimativa do potencial de oferta de CRA também não influencia significativamente a estimativa do volume do mercado viável visto que existe uma superoferta de CRA em todos os biomas. Por exemplo, de acordo com a metodologia descrita acima estima-se que 25% dos ativos florestais na Amazônia encontram-se em posses. Mesmo se considerarmos uma percentual de posses superior a 90%, ainda temos uma oferta de CRA superior à demanda provável nesse bioma (veja Tabela 3).
3. Finalmente, não foram consideradas nesse estudo barreiras de tipo informacional e operacional. Sendo assim partiu-se da hipótese que os agentes econômicos possuem informações completas e que os órgãos governamentais, profissionais de geoprocessamento e operadores do mercado de CRA serão capazes de atender toda a demanda operacional necessária para o funcionamento do mercado.

Tema	Mapa	Fonte	Data	Escala
Infraestrutura	Malha Ferroviária Brasileira	PNLT	2009	1:1.000.000
	Malha Rodoviária Brasileira	PNLT		1:1.000.000
Limites administrativos Áreas protegidas	Malha municipal, estadual e urbana	IBGE	2010	1:100.000
	Amazônia Legal Brasileira	MMA	2011	1:5.000.000
	Áreas protegidas, incluindo terras indígenas, uso sustentável e proteção integral	CSR	2012	1:100.000
	Área de proteção especial de domínio privado	CSR	2012	1:100.000
ZEE Hidrografia	Zoneamento ecológico econômico	MMA	2007	1:5.000.000
	Ottobacias em ordem até 12	ANA	2010	
	Rede Hidrográfica	ANA	2010	
	Rios permanentes de margem dupla, lagos, lagoas e represas	IBGE	2006	1:1.000.000
Fisiografia	Principais classes de cobertura vegetal do Brasil	IBGE	2002	1:5.000.000
	Biomas do Brasil	IBGE	2011	1:5.000.000
	Biomassa potencial da vegetação original	Leite et al. 2012	2012	1:5.000.000
	Mapa de Solos do Brasil, segundo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da EMBRAPA	IBGE	1999	1:5.000.000
Remanescentes de vegetação nativa	Remanescentes no bioma Cerrado, Pampa, Caatinga e Pantanal	PMDBBS	2009	1:250.000
	Remanescentes florestais no bioma Amazônia	PRODES	2012	1:250.000
	Remanescentes florestais no bioma Mata Atlântica	SOS	2009	1:250.000
	Vegetação secundária na Amazônia	TERRACLASS	2012	1:100.000
	Desmatamento no Cerrado entre 2009 e 2010	PMDBBS	2011	1:250.000
Dados censitários Dados fundiários	Censo Agropecuário	IBGE	2006	NA
	Sistema Nacional de Cadastro Rural	INCRA	2012	NA
	Terras não designadas	SFB/IPAM	2007	1:5.000.000
	Imóveis Certificados	INCRA	2013	1:100.000
Dados econômicos	Anuário da Agricultura Brasileira	FNP	2013	NA
	Preços Agrícolas - Arrendamento de Terras	IBRE/FGV	2012	NA
	BVTrade - Mercado de compensação em UC	BVRio	2014	NA
	Produção Agrícola Municipal – PAM	IBGE	2011	NA

Tabela 1 Bases de dados utilizadas no estudo. PNLT: Plano Nacional de Logística e Transportes, IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, MMA: Ministério do Meio Ambiente, CSR: Centro de Sensoriamento Remoto da UFMG, ANA: Agência Nacional de Águas, PRODES: Programa de calculo do desmatamento na Amazônia, PMDBBS: Projeto de Monitoramento do Desmatamento dos Biomas Brasileiros por Satélite, SOS: SOS Mata Altântica, INCRA: Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, IPAM: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, IBRE/FGV: Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas, BVRio: Bolsa Verde do Rio de Janeiro

Estima-se que exista no Brasil uma oferta potencial de 147,4 milhões de hectares (Mha) de ativos florestais que poderiam lastrear a emissão de CRA. Desse total, 92 Mha provem de excedente à RL e 55,4 Mha das áreas de RL em propriedades de até 4 módulos fiscais, que pelo CF podem também ser vendidos como contratos de CRA. Para chegar a oferta potencial de CRAs devemos subtrair desse total as áreas irregulares do ponto de vista fundiário. Considerando os dados do Censo Agropecuário (IBGE, 2006) ajustados pelos dados do INCRA, estima-se que a área total de ativos em

posses no país seja 31,7 Mha. Dessa forma, chega-se a um total 115,7 Mha de ativos em terras privadas que poderiam ser vendidos como contratos de CRA. É preciso considerar que 12,6 Mha de ativo florestal encontram-se em regiões com alta aptidão para agricultura próximas às regiões de culturas mecanizadas, logo, com custo de oportunidade de uso da terra acima de um valor viável para o mercado de título de CRA. Após essas subtrações, chegamos a uma oferta provável de CRA de 103,1 Mha, distribuídos principalmente no bioma Amazônia, nos estados do Amazonas e Pará, e biomas Cerrado e Caatinga, nos estados da Bahia e Piauí (veja Figura 3 e Figura 4). De acordo com o cenário regulatório considerado, pode-se somar a esse total 16,9 Mha provindos de unidades de conservação e 10 Mha de assentamentos rurais do INCRA, totalizando 129,6 Mha de oferta provável de CRA em todo território nacional.

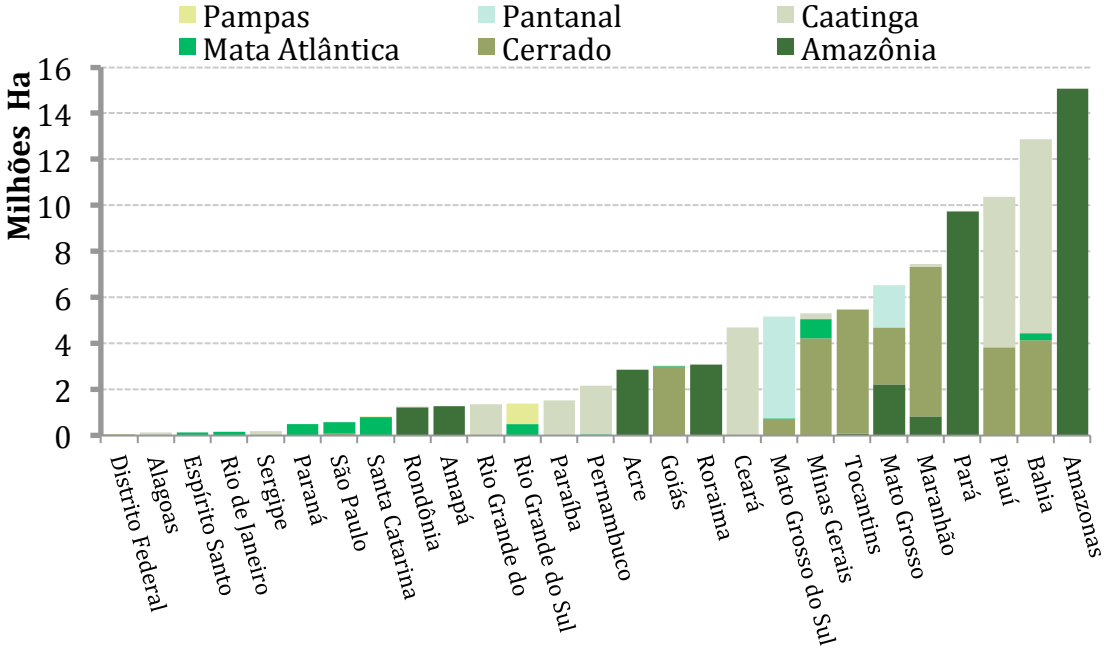

Figura 3 Oferta provável de CRA por bioma e estado

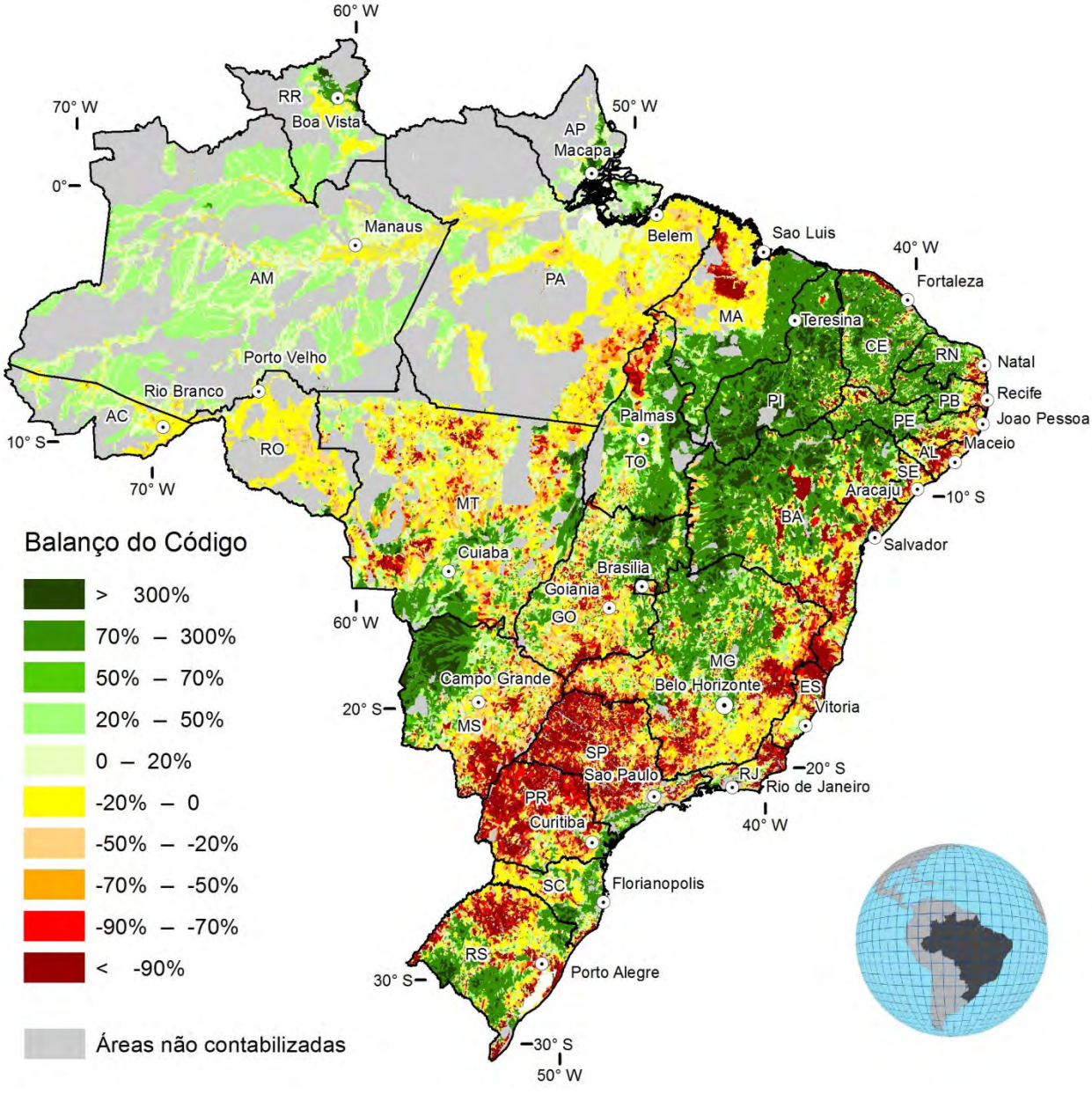

Figura 4 Balanço do Código Florestal por microbacias de ordem até 12 da Agência Nacional de Águas (ANA), de acordo com o novo Código Florestal. Valores em percentuais à área de cobertura florestal determinada para o cumprimento do Código Florestal. Valores positivos indicam ativo e negativos, passivos.

Em relação ao passivo ambiental, ou seja, área desmatada ilegalmente em Reserva Legal até julho de 2008 e que, pela lei, pode ser compensada, abrange uma área de 18,9 Mha no país (Soares-Filho, Rajão et al. 2014a). O passivo ambiental se concentra nas bordas da Amazônia, por quase toda a extensão da Mata Atlântica e no sul do Cerrado, onde a ocupação agrícola é maior. Biomas com maior passivo ambiental são Amazônia (7,9 Mha), Mata Atlântica (5,1 Mha) e Cerrado (4,6 Mha). Em extensão absoluta, estados com maiores áreas a serem recuperadas são Mato Grosso, São Paulo, Minas Gerais e Pará (veja Figura 4 e Tabela 3). Considerando a compensação

somente no mesmo bioma e estado, a CRA teria o potencial de abater 14 Mha, ou seja, 74% do déficit de reserva legal, sendo que 8,7 Mha desse total poderiam ser abatidos com CRAs de ativo florestal excedente à RL e 5,3 Mha com CRAS de reserva legal de propriedades de até 4 módulos fiscais. Do total de 14 Mha de potenciais títulos de CRA, 6 Mha ocorrem no bioma Amazônia, 4,1 no Cerrado e 2,9 na Mata Atlântica. Estados com maior quantidade potencial são Mato Grosso, Pará e Minas Gerais.

Ao equacionar todas as áreas com passivo ambiental como compradores de CRA, e as áreas com ativos como vendedores de contratos de CRA, parte-se do pressuposto que o Código Florestal será implementado de forma integral em todo território nacional. Apesar de desejável, é necessário reconhecer que pode 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, haja vista que o uso dominante é a pecuária. Essa questão também foi confirmada através dos 99 questionários aplicados em produtores rurais nas cinco regiões do país (veja Sessão 2.7 abaixo). Por meio desses questionários 63% dos produtores informaram que sabem nada ou muito pouco sobre as exigências do Código Florestal, enquanto 91% disseram saber nada ou muito pouco sobre Cota de Reserva Ambiental. Entre os produtores com déficit, 47% afirmaram que só irão compensar ou recuperar a reserva legal quando forem exigidos pelo mercado ou pelo governo através de multas, enquanto 29% afirmaram que nunca irão regularizar tendo em vista os altos custos envolvidos.

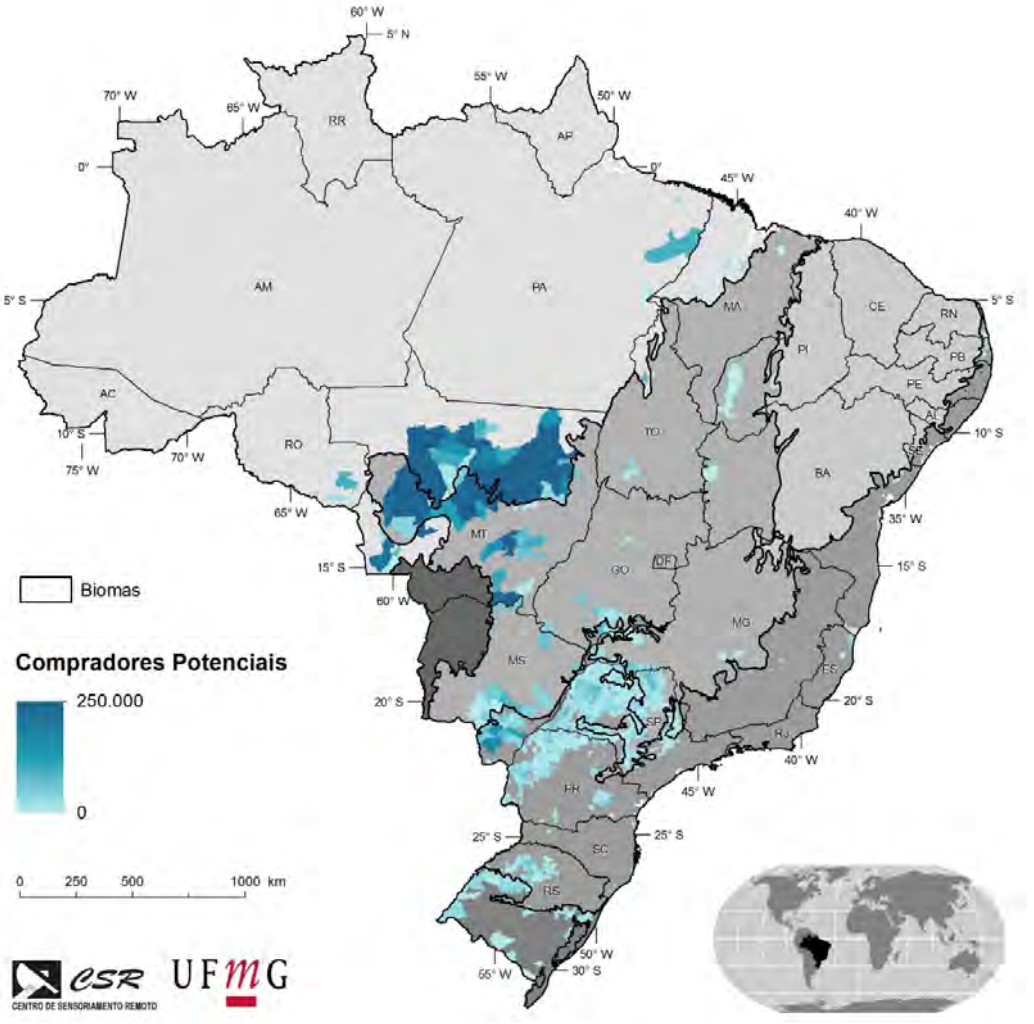

Figura 5 Regiões com maiores concentrações (ha) de prováveis compradores de CRA.

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: 1) irão se manter irregulares perante o Código Florestal, 2) irão se regularizar ambiental no curto prazo por meio da recuperação de áreas com baixo custo de oportunidade; ou 3) irão adquirir CRAs de modo a manter suas áreas produtivas a compensar o déficit de reserva legal. Como um primeiro passo na direção dessa modelagem, o presente estudo considera que os títulos de CRA serão demandados primordialmente por grandes agricultores com alta rentabilidade da terra, como no exemplo do agronegócio de grãos e biocombustíveis, tendo em vista a disponibilidade de renda para a compra dos contratos e pressões mercadológicas para a regularização ambiental (para mais detalhes sobre a metodologia de definição das áreas de alta rentabilidade veja Soares, Rajão et al, 2014b). Dessa forma partiu-se do pressuposto que os produtores em áreas com baixo custo de oportunidade irão ou recuperar suas áreas ou manter-se irregulares perante o Código Florestal, mantando-

se em ambos os casos fora do mercado de CRA. A partir desses pressupostos, estimamos que a demanda provável de CRA poderá ser de 4,67 Mha de hectares, sendo que os biomas com maior demanda provável por CRA são Amazônia (1,9 Mha), Cerrado (1,3 Mha) e Mata Atlântica (1,2 Mha). Os estados com demanda mais significativa são Mato Grosso (2,7 Mha), São Paulo (890 mil ha) e Paraná (318 mil ha) (veja Tabela 2).

Estado / Bioma	Amazônia	Caatinga	Cerrado	Mata Atlântica	Pampas	Pantanal
Acre	-	-	-	-	-	-
Amazonas	-	-	-	-	-	-
Roraima	-	-	-	-	-	-
Amapá	-	-	-	-	-	-
Rio de Janeiro	-	-	-	-	-	-
Distrito Federal	-	-	-	-	-	-
Sergipe	-	-	-	104	-	-
Ceará	-	138	-	-	-	-
Alagoas	-	-	-	457	-	-
Piauí	-	-	498	-	-	-
Pernambuco	-	766	-	116	-	-
Santa Catarina	-	-	-	1.289	-	-
Rio Grande do Norte	-	913	-	1.781	-	-
Bahia	-	225	625	3.074	-	-
Paraíba	-	379	-	4.083	-	-
Espírito Santo	-	-	-	5.940	-	-
Maranhão	17.898	-	61	-	-	-
Rondônia	22.168	-	-	-	-	-
Pará	22.795	-	-	-	-	-
Tocantins	24.455	-	10.685	-	-	-
Goiás	-	-	51.724	22.969	-	-
Minas Gerais	-	-	56.561	27.764	-	-
Rio Grande do Sul	-	-	-	83.041	107.573	-
Mato Grosso do Sul	-	-	81.649	170.640	-	-
Paraná	-	-	72	318.666	-	-
São Paulo	-	-	284.556	605.958	-	-
Mato Grosso	1.880.096	-	864.466	-	-	-
TOTAL	**1.967.412**	**2.422**	**1.350.898**	**1.245.882**	**107.573**	**-**

Tabela 2 Demanda provável de CRA por bioma e estado (Soares-Filho, Rajão et al, 2014b).

A partir das considerações metodológicas explicitadas acima, e assumindo-se a hipótese de inexistência de barreiras informacionais e operacionais, estima-se que a oferta provável de CRA em todo território nacional alcança 102,3 Mha, sendo que esse total pode ser expandido a 130,4 Mha se considerarmos as CRAs provindas de assentamentos e áreas privadas dentro de unidades de conservação. De forma similar, estima-se que a demanda provável de CRA totalize 4,7 Mha, o que corresponde a 25%

da área do déficit em reserva legal no país (Figura 5). (frase quase igual à seguinte) Ao consideramos a implementação integral do Código Florestal no curto prazo, a oferta de CRA é substancialmente maior do que a demanda potencial em todos os biomas exceto a Mata Atlântica, onde o mercado é equilibrado. Ao considerarmos a relação entre oferta e demandas prováveis, a potencial superoferta se agrava com uma oferta 18 vezes maior do que a demanda na Amazônia, 22 vezes no Cerrado, 3 vezes maior na Mata Atlântica, 8 vezes nos Pampas e 10 mil vezes maior na Caatinga. Com a inclusão de CRAs de unidades de conservação e assentamentos a oferta de CRA no Cerrado, Amazônia e Mata Atlântica superam, respectivamente, em 26, 28 e 3,8 vezes a demanda nesses biomas (veja Figura 3 e Tabela 3). De qualquer forma, é necessário enfatizar que a situação de superoferta refere-se a um cenário onde todos os potenciais vendedores vão emitir cotas, o que dificilmente ocorrerá na vida real em função de uma série de custos de transação, desconhecimento sobre o instrumento e perspectiva de baixa demanda.

Oferta de CRA (Mil Hectares)	Amazônia	Caatinga	Cerrado	M. Atlântica	Pampas	Pantanal	Total
Excedente florestal	12.654	25.798	39.902	3.384	3.043	7.275	92.059
Reserva Legal até 4 MF	38.311	6.248	7.421	2.826	351	278	55.438
Total potencial de CRA	**50.966**	**32.047**	**47.323**	**6.211**	**3.394**	**7.554**	**147.497**
- Ativo Florestal em Posses	12.776	6.745	9.214	1.118	613	1.243	31.711
Oferta potencial com titularidade	**38.189**	**25.301**	**38.109**	**5.093**	**2.781**	**6.310**	**115.786**
- Ativo de alto custo de oportunidade	1.802	46	7.733	1.143	1.904	50	12.681
Oferta provável de CRA	**36.386**	**25.255**	**30.375**	**3.950**	**877**	**6.260**	**103.104**
+ CRA em assentamentos	4.733	1.933	2.889	312	171	381	10.422
+ CRA em Unidades de conservação	14.069	253	2.031	559	0	0	16.913
Oferta expandida de CRA	55.189	27.441	35.296	4.821	1.049	6.641	130.439
Demanda de CRA (Mil Hectares)							
Déficit de reserva legal	7.963	630,19	4.624	5.178	409	66	18.872
- Déficit em RL de baixa rentabilidade	5.996	627,77	3.273	3.932	301	66	14.198
Demanda provável de CRA	**1.967**	**2,42**	**1.350**	**1.245**	**107**	**0**	**4,674**
Relação entre oferta e demanda							
Oferta / Demanda potencial	**4,80**	**40,15**	**8,24**	**0,98**	**6,79**	**95,01**	**6,14**
Oferta / Demanda provável	**18,49**	**10426,79**	**22,49**	**3,17**	**8,15**	**-**	**22,06**
Oferta expandida / Demanda provável	**28,05**	**11329,62**	**26,13**	**3,87**	**9,75**	**-**	**27,91**

Tabela 3 Composição da oferta e demanda de CRA

2.2 Opções regulatórias

Durante o processo de regulamentação e implementação do Código Florestal, 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 estima o funcionamento da CRA em cenários alternativos. Para isso, partiremos de um cenário

mais restritivo do ponto de vista jurisdicional que considera o mercado de CRA limitado ao estado/bioma e com áreas críticas, chegando ao mercado no nível do bioma. De forma similar, serão considerados cenários com e sem a oferta de CRAs provindos de unidades de conservação e assentamentos do INCRA, e com e sem limitação de demanda de áreas críticas e com contratos de durações diferentes (5 e 30 anos). Em particular foram considerados os seguintes cenários:

Cenário	Duração do contrato (anos)	Abrangência	Oferta Adicional de CRA	
			UCs e Assentamentos	Áreas Prioritárias
1	5	Estado	Não	Não
2	30	Estado	Não	Não
3	30	Estado	Não	Sim
4	30	Estado	Sim	Não
5	30	Bioma	Não	Não
6	30	Bioma	Sim	Não

Tabela 4 Cenários para estimativa do mercado de CRA

Esses cenários foram implementados a partir dos seguintes entendimentos sobre as implicações das opções regulatórias:

Área prioritária: O Art. 66 § 6º III do Código Florestal define que somente as áreas definidas como prioritárias podem fornecer CRAs para outros estados dentro do mesmo bioma. Já o Art. 16 do Decreto 8.235/2014 especifica que as áreas prioritárias são aquelas definidas como tal pelo Ministério do Meio Ambiente por meio do Programa da Biodiversidade (PROBIO), sendo que os estados e a União têm a possibilidade de incluir outras áreas nessa definição. No Cenário 3, foi utilizada essa definição do MMA de modo a expandir a demanda por CRAs provenientes de áreas prioritárias para além dos mercados internos dos estados.

Figura 6 Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira (Fonte: PROBIO/MMA).

Áreas críticas: O Art. 61-A § 17 especifica que em bacias hidrográficas consideradas críticas o Poder Executivo poderá estabelecer metas e diretrizes de recuperação. Um dos possíveis desdobramentos desse artigo é a proibição da compensação de reserva legal em áreas tidas como críticas, tendo em vista a sua importância ecológica e/ou nível de degradação ambiental. No contexto desse estudo, foram consideradas áreas críticas as áreas prioritárias para regeneração informadas pelo estudo realizado para o MMA com apoio do GIZ (Soares-Filho, Rajão, et al, 2014b). As áreas críticas identificadas pela análise de paisagem se concentram ao longo do arco de desmatamento da Amazônia, pelo litoral do sudeste e nordeste, principalmente no sul da Bahia e norte do Espírito Santo e sul do Rio de Janeiro, sobre a porção da Mata Seca pelo interior da Bahia, e faixas marginais às principais áreas agrícolas na Mata Atlântica pelos estados de São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul. Em Minas Gerais, se destacam o vale do Rio Doce, porção do Triângulo Mineiro e zona oeste da

Mantiqueira no sudoeste do estado. No estudo, foi avaliado o efeito da eliminação das áreas críticas no mercado de CRA, porém, essa restrição da demanda não influenciou o mercado, pois essas áreas se localizam fora das áreas de demanda provável de CRA. Por isso a restrição da demanda de áreas críticas não foi considerada explicitamente na formação dos cenários.

Unidades de Conservação (UC): Refere-se a presença/ausência de oferta de CRAs provindas de propriedades privadas e com títulos que se encontram dentro de Unidades de Conservação federais. O Código Florestal estabelece a possibilidade de compensação de reserva legal através da "doação ao poder público de área localizada no interior de Unidade de Conservação de domínio público pendente de regularização fundiária" (Art. 66, III, § 5o), independente do bioma. Sendo assim, a compensação de RL através da oferta de áreas provindas de UCs poderá ocorrer independente da formação de um mercado de CRA. Por isso, nesse estudo consideramos que o custo da CRA de UCs por 30 anos equivale à doação da terra, tornando equivalentes essas duas modalidades de compensação. Além disso, visto que toda oferta de CRA provinda dessas áreas pode ser vendida para outros estados para fins de compensação, não foi considerada a restrição por estado, somente por bioma.

Para estimar o volume da oferta de CRA dessas áreas, tomamos por base a tabela fornecida pelo ICMBio com o total de hectares de terras privadas que demandam por compensação. Visto que o ICMBio considera que essas áreas fornecem uma estimativa da oferta de área de UCs para compensação de reserva legal, pressupõe-se que essas propriedades possuem título. Apesar disso, é preciso ressaltar que, como a maior parte dessas áreas se encontram em regiões deficitárias de regularização fundiária, a oferta de terras privadas dentro de UCs deve ser substancialmente menor. Por causa da ausência de dados mais precisos sobre a efetiva situação fundiária dessas propriedades, foram consideradas duas situações extremas. Nos Cenários 4 e 6, partiu-se do pressuposto que todas as propriedades que demandaram compensação o ICMBio tem o título da terra e por isso poderão compensar RL através da venda da terra ou de contratos de CRA. Já nos Cenários 1, 2, 3 e 5, considerou-se que nenhuma propriedade dentro de UCs federais está habilitada para emitir CRAs, e por isso a oferta provinda dessas áreas foi excluída do mercado. Para valorar as CRAs provindas dessas áreas foi utilizado a valor médio de venda de terras em UCs para compensação atualmente em negociação na plataforma da BVRio, divididas por bioma.

Assentamentos do INCRA: Refere-se à presença/ausência da oferta de CRAs provindas de assentamentos rurais do INCRA. Para estimar a oferta de CRA, foi

utilizado o mapa das áreas com assentamentos rurais no país, que foram considerados áreas com títulos de terra para fins de venda de contratos de CRA.

Após obter o volume de oferta e demanda de CRA em cada cenário regulatório, é necessário avaliar a viabilidade econômica do mercado, ao considerar o valor que produtores envolvidos em diferentes atividades econômicas irão atribuir à cota. Na próxima sessão, apresentamos um breve panorama dos desafios conceituais envolvidos na valoração de ativos que ainda não possuem um valor de mercado.

2.3 Valoração de Ativos em Mercados Hipotéticos

A valoração econômica de mercados hipotéticos busca atribuir valores monetários a produtos e serviços atualmente não comercializados no mercado 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 que 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 associados à utilização direta do recurso, ignorando outros benefícios (utilidade) que tais ativos fornecem ao usuário (Brander, et al. 2006).

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, estes 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 deste 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 este bem – também conhecido como valor da “existência” (Figura 7).

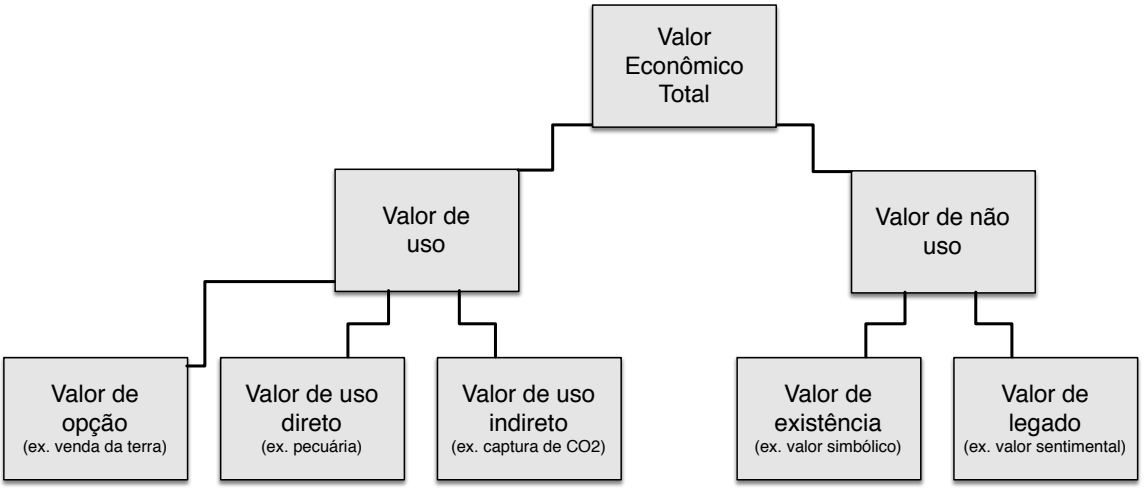

Figura 7 Componentes do valor econômico total (baseado em OCDE, 2006).

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, este pode ser estimado com base na preferência revelada em mercados convencionais ou referência/*proxy* (ex. 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. Neste 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 individuar 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 estratégico, de projeto de questionário e das informações coletadas (Zhang e Li 2005, Arrow, Solow et al. 1993). Outra crítica associada à valoração contingencial está associada à possibilidade do questionário não captar a diferença entre a oferta e a demanda deste 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 (ex. 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 contingente de modo a obter uma primeira estimativa dos valores de compra (WTP) e venda (WTA) do contrato 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) para contratos de diferentes períodos.

É importante reconhecer que os valores de compra e venda do contrato de CRA obtidos através do questionário não podem ser generalizados para todo o país tendo em vista a relação entre a população de 5,4 milhões de estabelecimentos rurais (IBGE, 2006) e o *n* amostral de somente 99 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 Roraima, Mato Grosso, Minas Gerais e São Paulo (Figura 8). Desse modo o valor da venda é entre 42% (pecuária em Mato Grosso) e 161% (agricultura em São Paulo) mais alto que o arrendamento da terra no estado. Vai além do escopo desse trabalho identificar os fatores que levaram a essa discrepância[4], porém esses resultados mostram que *proxy* utilizado pelos atores econômicos para valorar a CRA tem um impacto importante na dinâmica do mercado visto que eles determinarão os valores que os atores econômicos estarão dispostos a pagar ou a vender o contrato de CRA.

[4] 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.

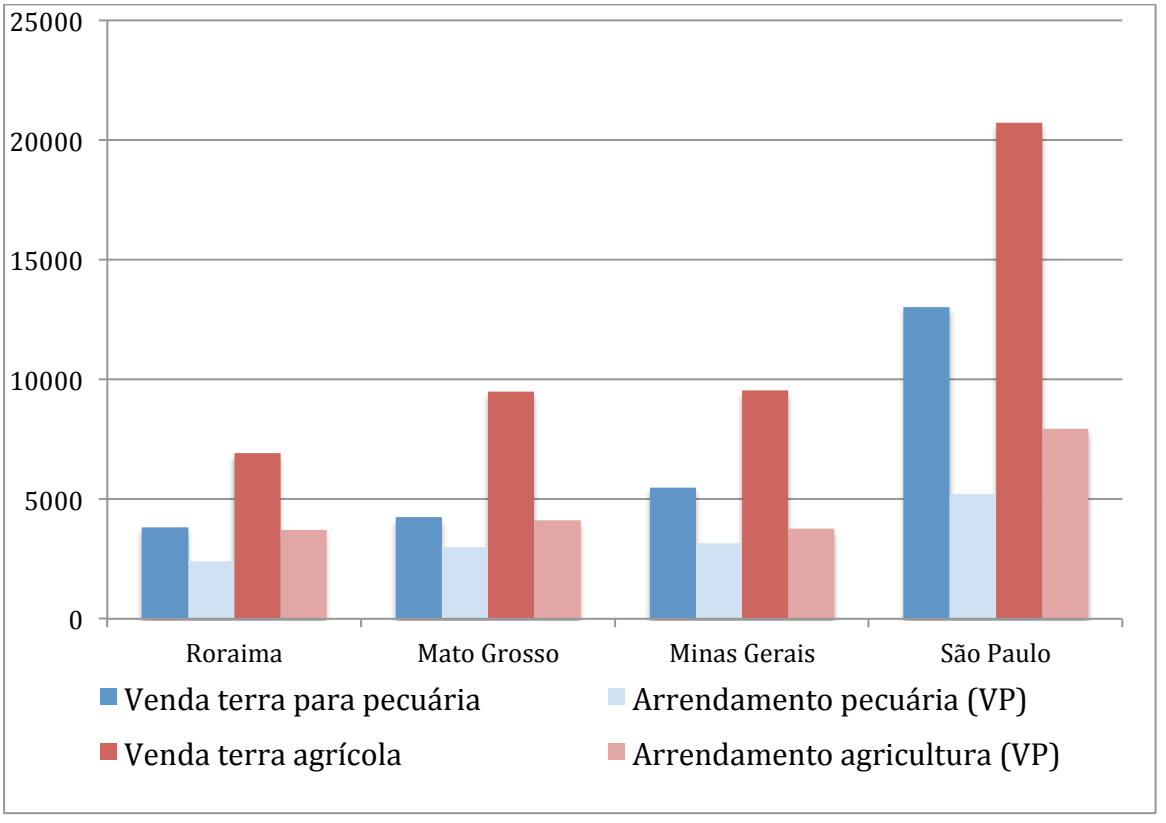

Figura 8 Comparação entre o valor médio da terra e do arrendamento para a pecuária e agricultura em quatro estados (Fonte: AgriAnual, 2013; IBRE/FVG, 2012).

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. (veja Figura 9). Essa tendência foi confirmada nas entrevistas por diferentes produtores que afirmaram que “alugar a terra por 30 anos é a mesma coisa que vendê-la sem passar o título”, visto que o uso direito desse recurso poderá ocorrer somente em um futuro distante ou pelas próximas gerações.

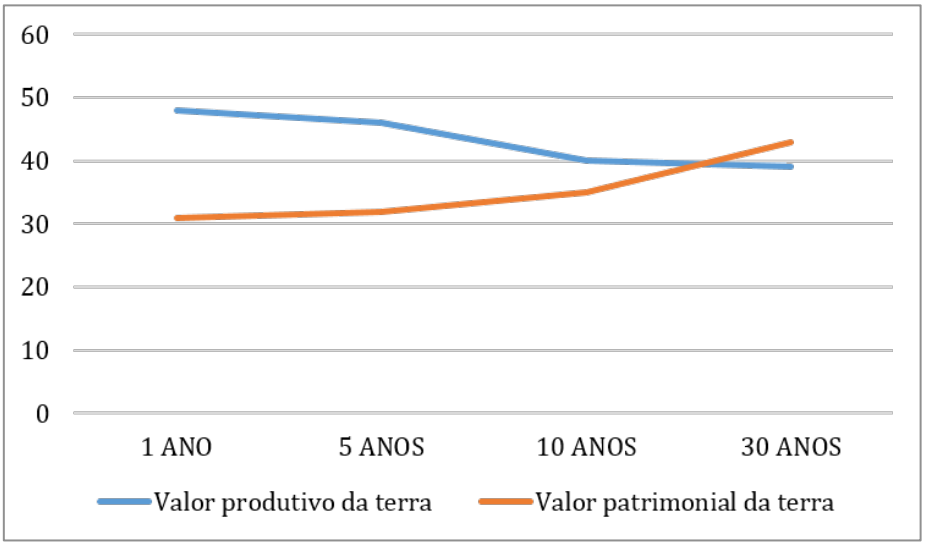

Figura 9 Número de vezes que os proprietários rurais indicaram o uso de formas de cálculo do WTA ou WTP da CRA baseado em preços ligados ao valor produtivo (arrendamento e renda da pecuária e agricultura) e patrimonial da terra (ganho ao investir na terra e preço de venda da terra).

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 contas com 30 anos de duração foi calculado o WTA dos vendedores a partir do valor de venda de terras com florestas e pasto do município, considerando o preço médio entre pasto e floresta como sendo o limite inferior do intervalo de confiança da estimativa, e o preço mínimo do pasto como sendo o limite superior. Já o WTP dos compradores foi calculado a partir da média do valor de venda da terra de uso agrícola. Dessa forma, a valoração parte do princípio que os compradores de CRA estão dispostos a pagar um valor pela cota igual ou inferior ao valor da terra dentro da sua propriedade que deveria ser recuperado de modo a cumprir o Código Florestal.

Os dados de preços de terra são baseados no AGRIANUAL 2013 (Anuário da Agricultura Brasileira - 2013), que contém os preços de terras, em R$/ha, em 133 microrregiões brasileiras, incluindo todos os vinte e seis Estados mais o Distrito Federal. Dentro de cada microrregião, o preço de terra é categorizado de acordo com seu uso como as terras agrícolas, terras de pasto nativo ou cultivado para criação de gado e terras ocupadas com vegetação nativa. Para cada uma dessas três categorias, a base contém preços máximos e mínimos. Nesse estudo foi considerada uma metodologia para espacialização dessa base, pela qual valores ausentes foram interpolados usando-se a médias dos vizinhos imediatos. A Figura 8, a Figura 9 e a Figura 10 mostram, respectivamente, o mapa das médias de preços de terras

agrícolas, de pastagem e florestadas. A terra agrícola varia de R$ 2 mil a R$ 40 mil por ha com os maiores preços em São Paulo, Paraná, sudoeste de Goiás e zonas de soja no Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Bahia e Piauí. Os valores de terras de pastagem variam de R$ 20 mil por ha a R$ 1 mil, com maiores preços no Centro-Oeste, Sul, Sudeste e litoral do Nordeste. Por fim, os preços de terras florestadas (entenda aqui com alta proporção de vegetação nativa) variam de R$ 10 mil por ha a R$ 300. Os maiores valores são encontrados no Sudeste, Bahia e região Sul. Para as terras localizadas em unidades de conservação, utilizou-se o valor médio do hectare das terras cotadas no sistema BVTrade no mês de outubro de 2014 para venda para fins de compensação de reserva legal.

Para o valor das CRAs com duração de 5 anos foi utilizado como *proxy* o preço por município do arrendamento de terras para agricultura e pecuária. De modo a estimar esse valor no nível do município considerou-se o dado agregado por estado fornecido pela IBRE/FGV ponderado pelo custo da terra de uso agrícola e agropecuário no município calculado acima. Em seguida, foi utilizado o valor presente líquido (NPV) de cinco anos de pagamento anual com taxa de desconto de 10%, do preço anual do arrendamento. Em particular, foram utilizados o NPV de 5 anos dos preços de arrendamento de área agrícola e de pecuária de modo a estimar os valores máximos e mínimos do intervalo de confiança do WTA. De modo a considerar as variações no nível do município dos preços de arredamento, foi utilizado como base as variações do preço da terra para agricultura e pecuária com relação à média do estado. Em seguida, foram utilizados o valor presente líquido (NPV) de cinco anos de pagamento anual com taxa de desconto de 10%, do preço anual do arrendamento para pecuária como limite inferior da estimativa, e do preço do arrendamento para agricultura como limite superior.

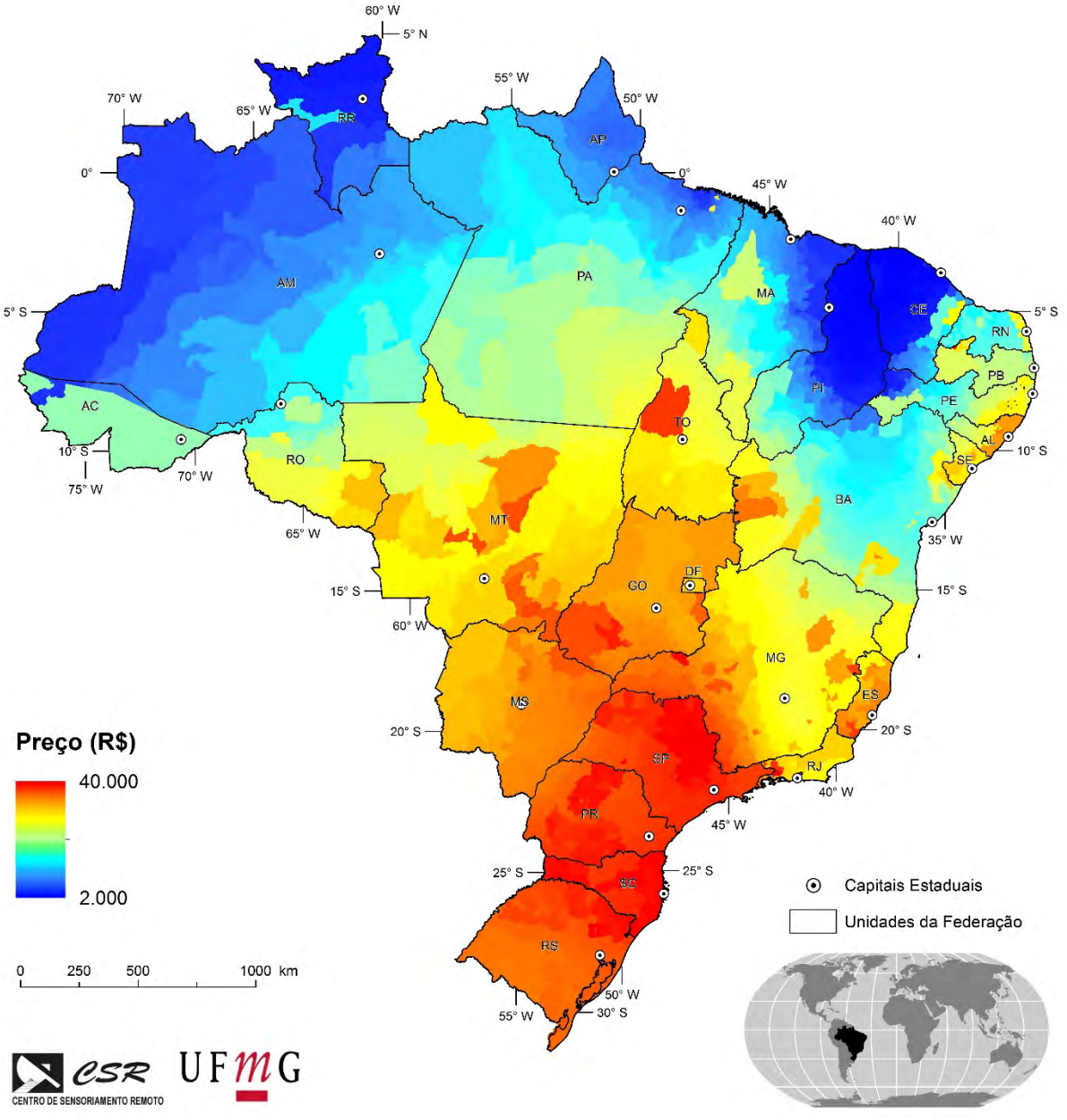

Figura 8 Distribuição do preço médio de terra agrícola.

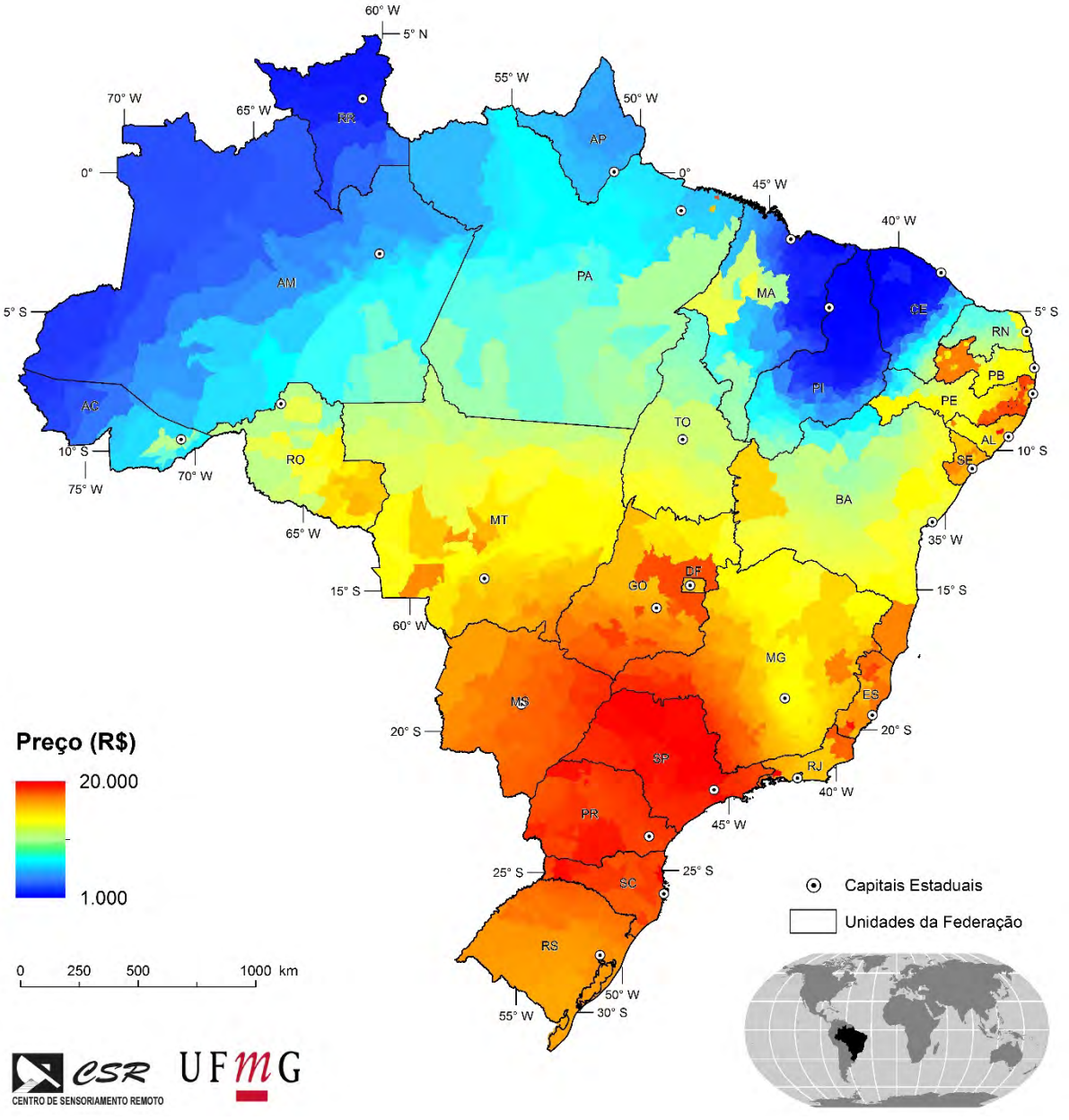

Figura 9 Distribuição do preço médio de terra de pastagem.

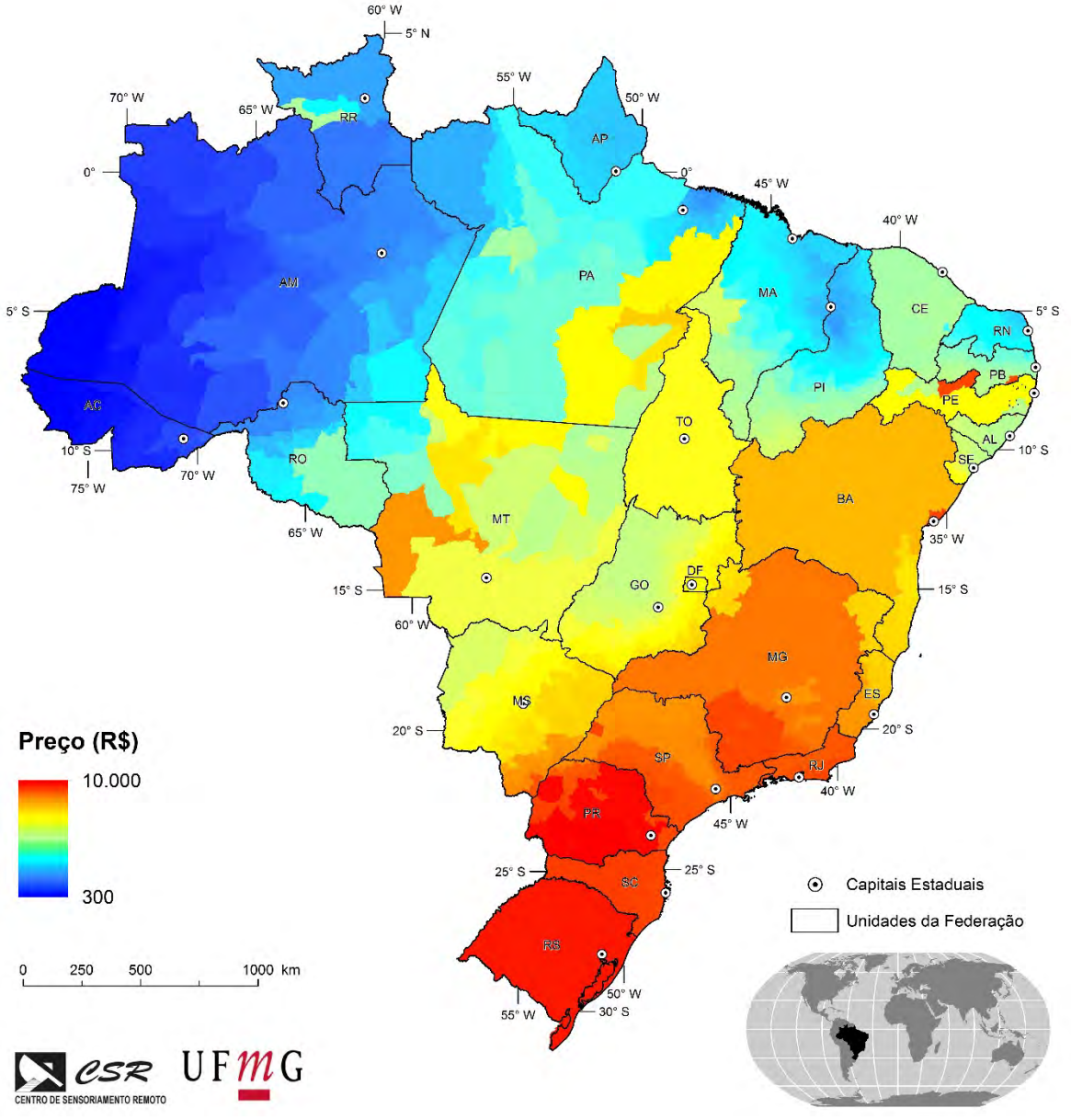

Figura 10 Distribuição do preço médio de terra florestada.

2.4 Modelo de Equilíbrio Parcial

Após valorar a CRA em cada município e considerar o valor que os agentes econômicos estão dispostos a pagar e vender, é necessário calcular o preço de mercado 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, 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 credito, etc.).

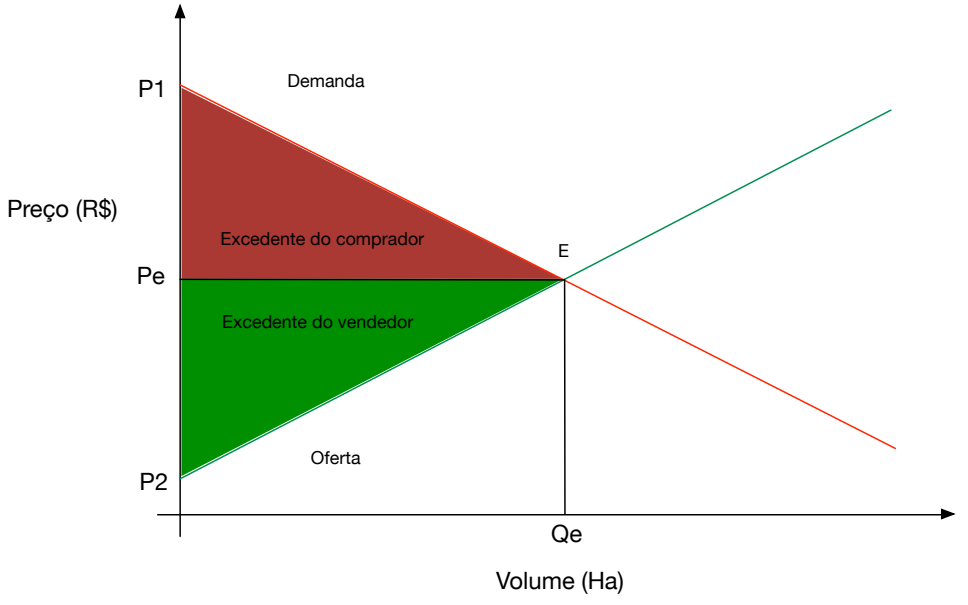

Figura 11 Modelo esquemático das curvas de oferta e demanda de CRAs em um mercado em equilíbrio.

Dessa forma, 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 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).

A Figura 11 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 sessão anterior. O tamanho do mercado viável (nesse caso em hectares de CRA) fica sempre à esquerda do ponto de equilíbrio de mercado (ponto E), também chamado

de *break-even*, sendo que a curva de oferta à direita do ponto de equilíbrio representa as quantidades não vendidas (excedente de produção). São calculados também o preço (Pe) e volume (Qe) de equilíbrio, e o tamanho do mercado termos monetários (área delimitada pela origem, Pe, Qe, 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 ao invés 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 (Pe*Qe). 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).

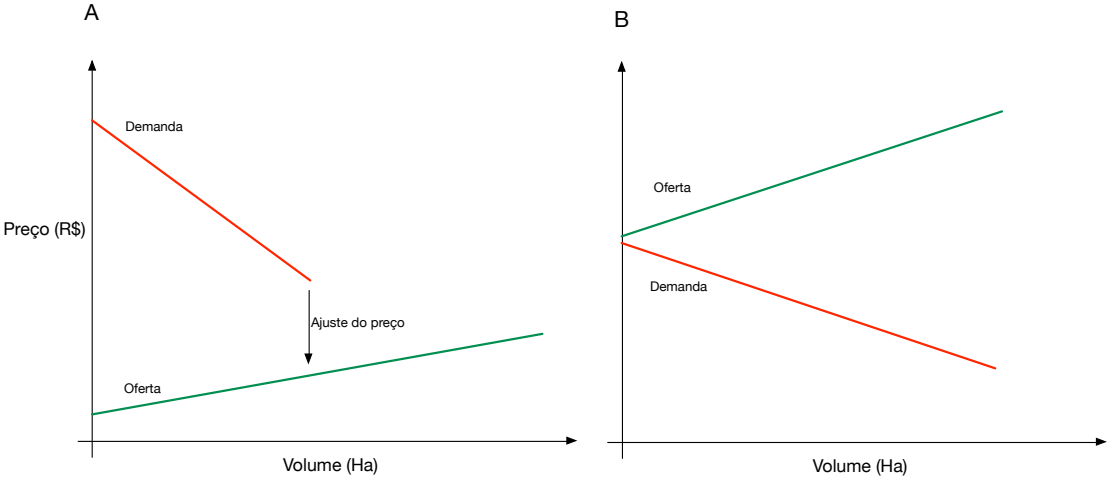

Figura 12 Modelo esquemático das curvas de oferta e demanda de CRAs em mercados em situação de desequilíbrio

Nos casos onde 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 12, A). Foi assumida a hipótese da redução do preço de mercado na direção da curva de oferta (ao invés do incremento dos preços na direção no valor mínimo que os compradores estão dispostos a pagar) tendo em vista a provável situação de superoferta de CRA no mercado. Já na situação onde o WTA dos vendedores é superior ao WTP dos compradores não haverá transação no mercado tendo em vista a sua inviabilidade econômica (Figura 12, 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 outros usos do solo (ex. desmatamento legal, venda, arrendamento, etc...).

O modelo de equilíbrio parcial foi implementado usando o software Dinamica EGO por intermédio de uma tabela por unidade de sub-região (especificamente interseção entre municípios e biomas, ou só bioma no caso do Cenário 5), 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 onde os compradores com maior custo adquirem CRAS dos vendedores com menor preço viável.

2.5 Custo de Cercamento

O Código Florestal estabelece que os fornecedores de contratos de CRA tem 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 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 tem um formato quadrilátero e que é necessário construir 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, consideramos 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 que o metro de cerca ao custo de R$ 7,66, estima-se a 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).

Área total de CRA	Perímetro da cerca (m)	Custo total (R$)	Custo por ha (R$)
De 0 a 20 ha	948,68	7266,91	726,69
De 20 a menos de 50 ha	1774,82	13595,15	388,43
De 50 a menos de 100 ha	2598,08	19901,26	265,35
De 100 a menos de 200 ha	3674,23	28144,64	187,63
De 200 a menos de 500 ha	5612,49	42991,64	122,83
De 500 a menos de 1000 ha	8215,84	62933,32	83,91
De 1000 a 2500 ha	12549,90	96132,24	54,93
Acima de 2500	18371,17	140723,19	37,53

Tabela 4 Custo da construção de cerca para a manutenção de área vinculada à CRA (por ha).

2.6 Custo de Transação

Para emitir um 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 13). 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 e um mapa e memorial descritivo (descrição detalhada do imóvel) realizado pelo proprietário ou por um profissional de geoprocessamento (engenheiro 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 autorizada 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 à OEMA que por sua vez irá registrar a transação em um sistema único de controle (6). Finalmente, tanto o comprador quanto o vendedor do contrato de CRA deverão averbar a transação em

suas respectivas escrituras (7)[5]. 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.

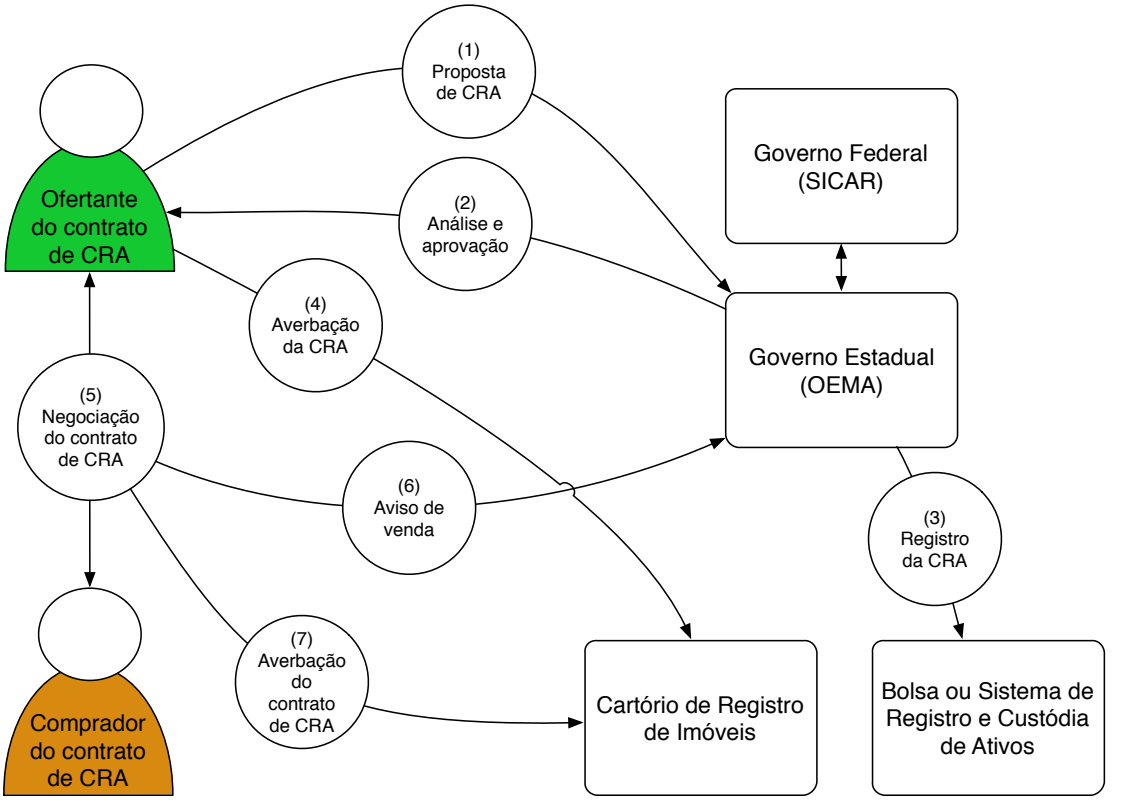

Figura 13 Processo de emissão e compra/venda do contrato de CRA

Em consequência do caráter descentralizador da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº. 6938/1981) e das normas gerais de emolumentos dos serviços de registro de imóveis (Lei nº. 10169/2000) 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 em todo o Brasil, 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). Para chegar ao tamanho de cada tipo de propriedade para cada ente federativo, foi considerada a média entre os extremos de cada classe fundiária,

[5] Além dos custos relacionados ao 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.

onde a pequena propriedade (de 0 a 4 MF) é representada por uma propriedade de 2 MF, uma propriedade média (de 4 a 15 MF) por uma propriedade de 9.5 módulos fiscais. No caso das propriedades grandes, visto a ausência de um valor máximo para essa categoria foi escolhido o tamanho de 50 MF como representante dessa classe. Posteriormente, de modo a obter o tamanho em hectares de cada uma dessas classes em todo país, foi considerado a média do tamanho dos módulos fiscais dos municípios de cada estado. Dessa forma foi possível considerar as diferenças de estrutura fundiária entre os estados e regiões do país. Por exemplo, de acordo como esse método de cálculo uma propriedade pequena típica no Paraná é um imóvel rural com 38 hectares, enquanto uma propriedade pequena típica no Mato Grosso possui 166 hectares.

2.6.1 Taxas cartoriais:

Visto que o mercado de CRA ainda não foi implementado, foi necessário 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 a 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 à especialistas do Instituto de Registro Imobiliário do Brasil (IRIB), uma entidade de que representa os oficiais de registro de imóveis do Brasil.

Entre os entes federativos, somente Goiás e Mato Grosso possuem 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. Com exceção de Goiás, a taxa cartorial não varia de acordo com o tamanho da propriedade. Por essa razão foi calculado um valor único para cada estado.

2.6.2 Taxas de inspeção do órgão ambiental:

O novo 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 entrevista 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 ligada à aprovação de reserva legal quando presente explicitamente na tabela de emolumento dos estados, como no caso da Bahia e Minas Gerais. Na ausência de taxa específica ligada à reserva legal, foram consideradas as taxas de vistoria e elaboração de pareceres técnicos (ex. Rio Grande do Sul e 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.

2.6.3 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 em diferentes partes do país (veja estratégia de amostragem abaixo). 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 CRA. 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 (veja Anexo I). A aplicação dos questionários com os profissionais de geoprocessamento nos municípios selecionados teve um retorno menor do que o esperado. Foi possível obter os dados de somente 24 profissionais nas cinco regiões do país. Apesar dessa limitação, foi possível estimar a ordem de grandeza do preço desse serviço. Para isso, foi calculado a média dos preços mínimos e máximos do serviço para cada faixa de tamanho de propriedade em Minas Gerais, Pará, Paraná, Mato Grosso e Bahia, e atribuído esses valores para os demais estados de cada região.

2.6.4 Custo de registro e custódia

Finalmente foi considerado o valor a ser cobrado 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 independente 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. Nesse contexto, para o escopo desse estudo, foi definido que a CRA com contrato de compensação de 5 anos teria o preço de custódia de R$ 1.192, independente do área do contrato de compensação. Ao mesmo tempo, 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 correspondente a 0,004664% do valor do ativo (calculado a partir do valor de equilíbrio de pacotes de CRA no estado). De modo, ao considerar a presença de possíveis pisos e tetos para o custo do registro de 30 anos, foi estimado o valor do contrato de CDA de 5 anos como sendo o preço mínimo e o de 30 anos como sendo o máximo. A 5 indica a média dos custos de transação de um contrato de CRA no Brasil, indicando a contribuição de cada serviço e a taxa para a composição do preço final (para o dado separado por estado veja Anexo III).

Media custo Brasil (R$)	Pequena	Media	Grande
Taxa cartorial	116	116	116
Taxa de inspeção do órgão ambiental	241	560	1688
Custo de elaboração de projeto de CRA	727	1769	2484
Custo de registro e custódia (30 anos)	1192	1203	3388
TOTAL por contrato de CRA:	2272	3648	7676
Fração do valor total (%)	**Pequena**	**Media**	**Grande**
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 5 Sumário dos custos de transação médio para emissão de títulos de CRA por faixa de tamanho de propriedade.

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. De modo a considerar a incerteza relativa ao tamanho da propriedade de onde origina o título de CRA, foram calculados o valor máximo e mínimo do custo de transação. A partir desse pressuposto foi calculado o valor mínimo e máximo do custo de transação para toda a vigência do contrato da CRA por hectare em 8 faixas de tamanho de contrato de CRA de 5 e 30 anos. Dessa forma buscamos 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 (veja Tabela 6).

Custo de transação por tamanho de pacote de CRA	CRA 30 anos R$/Ha	±	CRA 5 anos R$/Ha	±
De 0 a 20 ha	430.49	215.75	429.42	215.75
De 20 a menos de 50 ha	205.72	142.63	123.14	61.19
De 50 a menos de 100 ha	97.51	65.05	58.22	27.81
De 100 a menos de 200 ha	53.08	28.34	29.78	13.23
De 200 a menos de 500 ha	27.07	5.73	13.78	3.43
De 500 a menos de 1000 ha	15.00	1.55	7.06	1.55
De 1000 a menos de 2500 ha	6.47	0.63	3.06	0.63
Acima de 2500	3.02	0.29	1.43	0.29

Tabela 6 Custo de transação por hectare para contratos de CRA de 30 e 5 anos.

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.

2.7 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 da 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 buscou-se avaliar, a partir da perspectiva dos profissionais de geoprocessamento, a capacidade institucional do estado e da oferta de profissionais da área de 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 sua 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 supervalorizar 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 onde esse mercado irá se inserir. Para isso, foi avaliado 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 no país, não foi possível obter uma amostra que represente estatisticamente todo 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 obter uma amostragem com um escopo nacional, foi escolhido um estado para cada uma das regiões geográficas definidas pelo IBGE. Ao invés de sortear o estado de forma aleatória, decidiu-se guiar a escolha do estado a partir da avaliação do volume do mercado interno de CRA em cada estado, considerando a oferta e a demanda potenciais. Dessa forma foram selecionados estados que provavelmente se tornarão líderes em suas regiões tendo em vista o volume transacionado e o retorno econômico das vendas das cotas, e por isso torna-se conveniente generalizar os resultados obtidos nos estados escolhidos para os demais entes federativos de suas regiões. Em particular, foram selecionados o Paraná (Sul), Minas Gerais (Sudeste), Bahia (Nordeste), Mato Grosso (Centro-Oeste) e Pará (Norte), conforme Figura 14. Após selecionar os estados, foi necessário estabelecer os municípios envolvidos na coleta de dados. Posteriormente foi realizada uma amostragem aleatória selecionando cinco municípios em cada estado. Para isto, optou-se pela metodologia de amostragem sequencial proporcional à probabilidade (ou PPSS, da sigla em inglês) onde essa probabilidade é definida pelo potencial de venda de contratos de CRA de cada município (Lohr, 2009). Essa abordagem tem a vantagem de permitir que municípios com um maior área de excedente florestal, e que por isso deverão fornecer um número maior de CRAs ao mercado, tenham uma probabilidade maior de serem sorteados. Outro resultado importante dessa abordagem foi a seleção de municípios nos diferentes biomas de cada estado (Figura 14). Foram selecionados os seguintes municípios: Campo Largo, São José dos Pinhais, Antonina, Morretes, Guaratuba (Paraná); Arinos, Côneco Marinho, Jaboticatubas, Novo Cruzeiro e São Gonçalo do Abaeté (Minas Gerais); Barra, Cocos, Itaguaçu da Bahia, Paratinga e Sátiro Dias (Bahia); Barra do Bulgres, Colniza, Poconé, São Felix do Araguaia e Vila Bela da Santíssima Trindade (Mato Grosso); Aveiro, Itaiatuba, Mocajuba, Ponta de Pedras e Sapucaia (Pará). Escolhidas os municípios, 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.

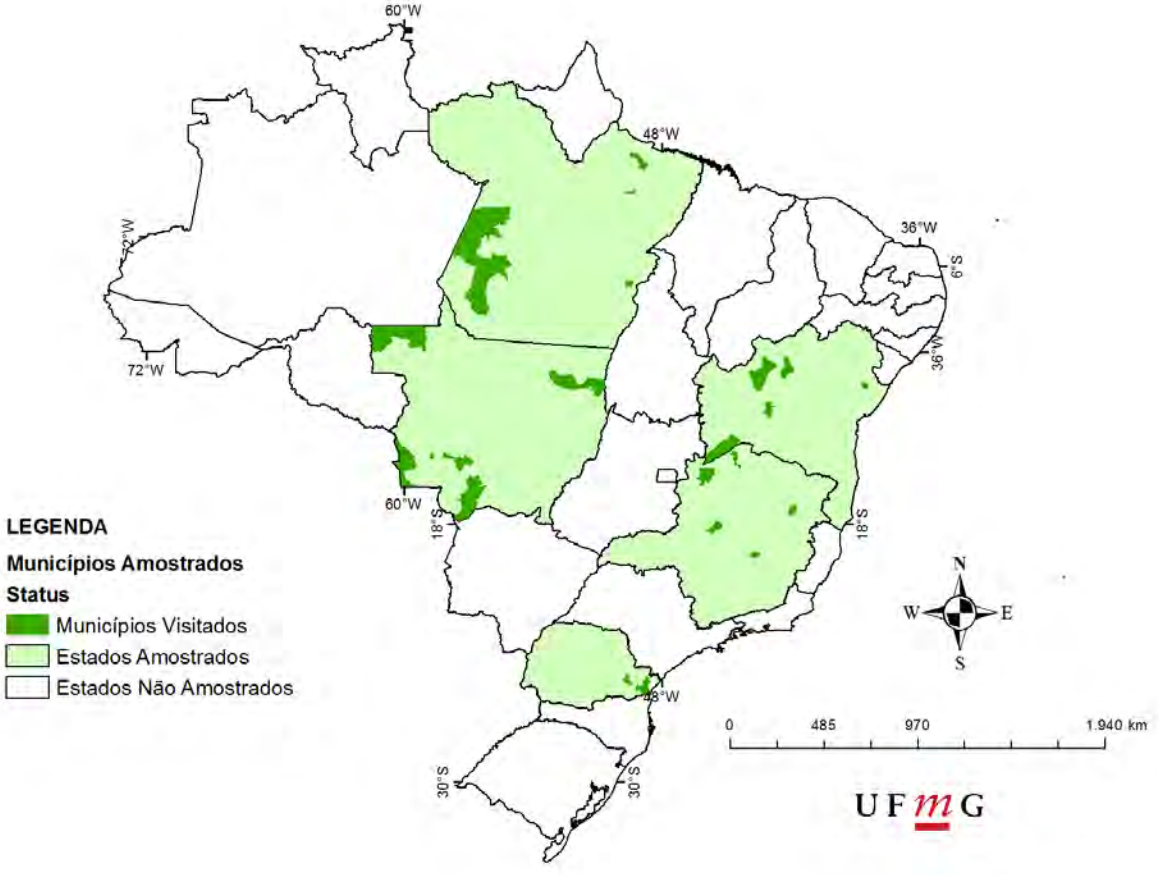

Figura 14 Amostragem de municípios para coleta de dados primários com profissionais de geoprocessamento

Por causa de dificuldades logísticas e pela impossibilidade de encontrar produtores e profissionais de geoprocessamento disponíveis durante o trabalho de campo em algumas regiões, foram visitados 20 dos 25 municípios selecionados, resultando em uma taxa de resposta de 80% da amostragem. No total, foram realizadas 24 entrevistas com profissionais de geoprocessamento e 99 entrevistas com produtores rurais nas 5 regiões do país.

3 RESULTADOS

Com base nos dados primários e secundários e na metodologia delineada acima, foi realizada a simulação do mercado de CRA para cada estado e bioma do país em seis cenários regulatórios distintos, conforme apresentado no item 1.2. 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 restrito ao mais amplo. Os cenários consideraram contratos de compensação com CRA de 30 anos, exceto o Cenário 1, que considera contratos com duração de 5 anos. Foram considerados os cenários descritos na Tabela 3.

Para cada um dos cenários acima foram simulados os mercados no nível do estado e/ou do bioma. No caso do Cenário 3, estabeleceu-se um estoque paralelo de CRAs provindas das áreas prioritárias que podem ser adquiridos por compradores do mesmo bioma em todo país. A mesma lógica foi utilizada para os Cenários 4 e 6 de modo a simular a oferta de CRAs de unidades de conservação, onde estimou-se um valor médio das cotas em UCs divididas por bioma. Para cada cenário e mercado foram realizadas as seguintes estimativas:

- Curva de oferta e demanda de CRA em função do preço;
- Mapa mostrando a distribuição espacial dos esperados compradores e vendedores de contratos de CRA, bem como o volume e preço;
- Preço de equilíbrio da CRA;
- Excedente dos vendedores e compradores de contratos de 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 Cenário 1: Mercado de CRA em contrato de 5 anos no estado/bioma (sem UC e assentamentos)

Estado	Bioma	Área abatida (HA)	Valor do mercado (R$)	Preço 5 anos (HA)	±	Preço 30 anos (HA)
Rondônia	Amazônia	22.168	22.208.956	1.002	10	2.404
Pará	Amazônia	12.512	1.154.939	518	3	1.244
Tocantins	Amazônia	9.159	11.288.108	1.232	143	2.958
Tocantins	Cerrado	10.685	7.388.046	691	11	1.659
Maranhão	Amazônia	244	113.009	463	0	1.112
Mato Grosso	Amazônia	344.763	266.090.576	1.164	34	2.793
Mato Grosso	Cerrado	397.858	392.985.123	1.150	5	2.759
Pernambuco	Mata Atlântica	116	141.037	1.216	9	2.918
Piauí	Cerrado	498	259.827	522	0	1.252
Minas Gerais	Cerrado	56.082	66.289.457	1.182	0	2.837
Minas Gerais	Mata Atlântica	17.763	23.104.318	1.630	10	3.913
São Paulo	Cerrado	65.528	214.153.972	3.268	0	7.844
São Paulo	Mata Atlântica	430.280	1.185.018.096	2.754	0	6.610
Paraná	Cerrado	72	131.084	1.821	11	4.369
Paraná	Mata Atlântica	101.962	208.452.940	2.200	20	5.281
Mato Grosso do Sul	Cerrado	48.966	36.418.372	1.296	33	3.109
Goiás	Cerrado	51.724	59.377.776	1.148	23	2.755
Sergipe	Mata Atlântica	104	158.486	1.524	12	3.657
Espírito Santo	Mata Atlântica	5.940	7.322.446	1.233	3	2.959
Santa Catarina	Mata Atlântica	1.289	2.026.198	1.572	8	3.773
Rio Grande do Sul	Mata Atlântica	83.041	107.035.845	1.289	78	3.093
Rio Grande do Sul	Pampas	107.573	118.956.465	1.106	49	2.654
TOTAL		**1.768.578**	**2.730.075.075**	**1.543**	**15**	**3704**

Tabela 7 Mercado de CRA no Cenário 1: estado/bioma e contrato de CRA de 5 anos sem UC e assentamentos para os prazos de 5 e 30 anos.

Usando-se a metodologia descrita acima, o modelo de equilíbrio parcial foi implementado tendo como oferta provável de CRA um total de 103 Mha e demanda provável um total de 4,7 Mha, o que já indica que o principal limitador do mercado de CRA encontra-se no lado da demanda. O primeiro cenário considera o mercado de CRA com contratos de 5 anos, limitado por estado e bioma, sem a inclusão de cotas provindas de unidades de conservação e assentamentos. Essa menor duração afeta o mercado de duas formas principais. Em primeiro lugar, como detalhado na metodologia acima, existem evidências de que, ao considerar prazos contratuais mais curtos, os proprietários rurais tendem a calcular o valor da CRA baseando-se nos preços de mercado do arrendamento e renda da agropecuária. Sendo assim, a forma de valoração da CRA nesse cenário foi constituída com base nos valores de arrendamento de terras para pecuária e agricultura para calcular o WTP e WTA, respectivamente. Em segundo lugar, ao diminuir o prazo das CRAs (e o valor das

mesmas), aumenta-se a incidência dos custos de transação e cercamento, diminuindo dessa forma o excedente dos compradores e vendedores. Em consequência desses fatores, o volume total do mercado de CRA nesse cenário foi de 1,7 ± 0,2 Mha, alcançando somente 36% da demanda total. Em comparação ao Cenário 2 que considera contratos de CRA de 30 anos, no Cenário 1 dos 35 mercados analisados o volume total transacionado mantém-se estável em 13 estados/biomas: Rondônia, Tocantins (Cerrado), Maranhão (Cerrado), Pernambuco (Mata Atlântica), Piauí (cerrado), Paraná (Cerrado), Goiás (Cerrado), Sergipe (Mata Atlântica), Espirito Santo (Mata Atlântica), Minas Gerais (Cerrado), Santa Catarina (Mata Atlântica) e Rio Grande do Sul (Mata Atlântica e Pampas). Porém, nos demais estados/biomas houve uma queda significativa no volume com a inviabilização do mercado de CRA em 11 estados/biomas e a redução do tamanho do mercado nos demais estados. Essa queda alcança 45% no Pará, 62% no Tocantins (Amazônia), 98% em Maranhão, 81% e 53% na Amazônia e Cerrado de Mato Grosso, 36% em Minas Gerais (Mata Atlântica) e 68% no Paraná (Mata Atlântica) com relação ao Cenário 2. Tendo em vista a maior aproximação entre as curvas de demanda e oferta, grande parte do mercado foi inviabilizada por causa do alto preço de venda de contratos de CRA em comparação com o valor que os compradores estão dispostos a pagar, que é representado no modelo de equilíbrio parcial pela interseção das curvas de oferta e demanda próximo da origem. Um exemplo disso pode ser visto onde as curvas de demanda e oferta de CRA na Mata Atlântica de Minas Gerais se interceptam em 14.172 ha (X), com preço de equilíbrio de R$ 1630 (Y) e toda a oferta de CRA à direita desse ponto não pode ser transacionada por não encontrar compradores dispostos a pagar valores mais elevados.

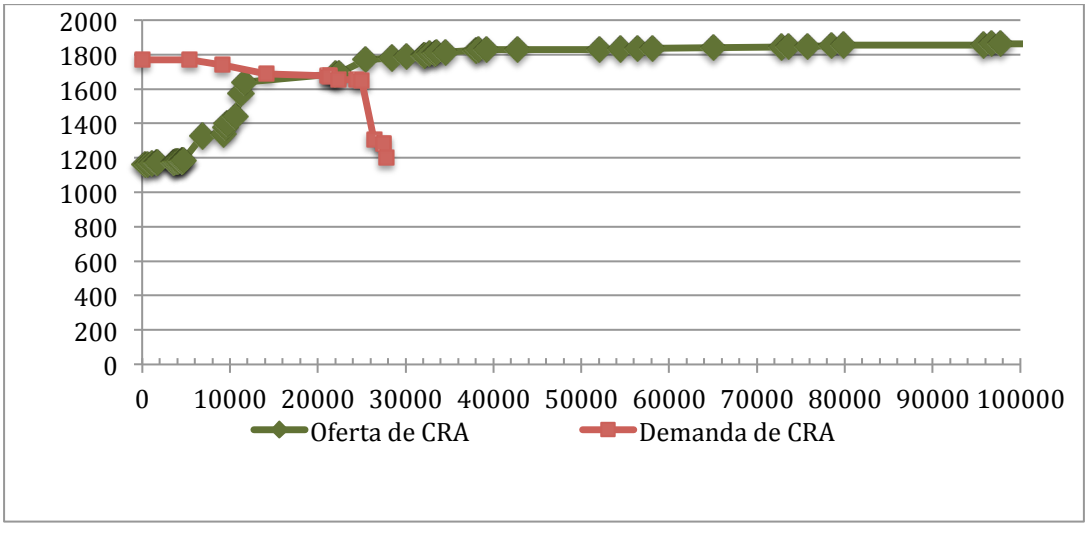

Figura 15 Curvas de oferta e demanda de CRA de 5 anos para a Mata Atlântica de Minas Gerais.

Em consequência das limitações apontadas acima, o mercado de CRA de 5 anos dentro dos biomas/estados obteve um valor de mercado de R$ 2,8±0,22 bilhões, com preço médio da CRA de R$ 1.543 ± 15 Reais. Tendo em vista a proximidade entre as curvas de oferta e demanda, os compradores nessa modalidade conseguem alcançar uma economia de somente R$ 647±375 milhões. Os principais motivos para esse resultado é a distância reduzida entre os preços de arrendamento para pecuária e agricultura e a incidência substancial de custos de transação (16%) e cercamento (33%) em relação ao valor total da CRA.

De modo a verificar a comparabilidade desse valor com o contrato de CRA de 30 anos apresentado no Cenário 2 (mercado no bioma/estado), foi calculado o valor presente líquido com taxa de desconto de 10% do pagamento inicial e de quatro renovações do contrato de CRA (i.e. pagamentos no ano 0, 5, 10, 15, 20 e 25). Nesse contexto os preços de equilíbrio foram similares (i.e. diferença menor do que 10%) em Rondônia, Pará, Tocantins (Cerrado), Mato Grosso (Amazônia e Cerrado), Bahia (Mata Atlântica), Minas Gerias (Cerrado e Mata Atlântica), Goiás (Cerrado) e Alagoas (Mata Atlântica). Em outros estados o contrato de CRA de 5 anos teve um preço de equilíbrio substancialmente inferior ao de 30, com destaque à Paraíba (-53% na Mata Atlântica), São Paulo (-39% no Cerrado e -44% na Mata Atlântica), Paraná (-35% no Cerrado e -30% na Mata Atlântica), Rio Grande do Sul (Mata Atlântica, -47% e Pampas -48%). Já em outros estados o valor presente líquido de CRA com contrato de 5 anos renovado por 30 foi 43% mais alto em Tocantins (Amazônia), 66% Maranhão (Cerrado), 39% na Paraíba (Caatinga) em comparação ao contrato de 30 anos.

Porém, é importante considerar que o custo de transação do contrato de CRA de 5 anos renovado por um período de 30 anos mencionado acima está superestimado, uma vez que, os custos relativos à sua emissão ocorrem apenas uma vez e sua duração é indeterminada, de forma que uma mesma CRA pode dar origem a sucessivos contratos de 5 anos. Dessa forma, um novo contrato de CRA a cada 5 anos ou a renovação de contratos existentes nesse intervalo implicam um custo de transação inferior. Além disso, tendo em vista que a durabilidade de uma cerca pode alcançar mais de 10 anos o produtor não deverá incorrer no custo de cercamento ao renovar o contrato de CRA de 5 anos. Sendo assim o mercado de CRA de 5 anos no segundo período de renovação pode obter um resultado financeiro mais favorável que o dado apresentado acima. Em estudos posteriores será aprofundada essa questão ao simular o comportamento dos contratos de CRA de 5 anos (i.e. preço baseado no valor de uso da terra) com renovações sucessivas e custos de transação variáveis no tempo.

3.2 Cenário 2: Mercado de CRA em contrato de 30 anos no estado/bioma (sem UC e assentamentos)

Estado	Bioma	Área abatida (HA)	Valor do mercado (R$)	Preço de equilíbrio (HA)	±
Rondônia	Amazônia	22.168	51.662.054	2.330	600
Pará	Amazônia	22.795	28.781.417	1.263	81
Tocantins	Amazônia	24.455	50.680.269	2.072	290
Tocantins	Cerrado	10.685	16.860.805	1.578	159
Maranhão	Amazônia	17.898	28.847.405	1.612	289
Maranhão	Cerrado	61	61.874	1.014	131
Mato Grosso	Amazônia	1.880.096	5.816.992.858	3.094	677
Mato Grosso	Cerrado	864.466	2.660.772.672	3.078	847
Ceará	Caatinga	138	144.246	1.040	67
Rio Grande do Norte	Caatinga	913	1.483.411	1.618	468
Rio Grande do Norte	Mata Atlântica	1.781	4.056.029	2.277	808
Paraíba	Caatinga	379	985.227	2.600	693
Paraíba	Mata Atlântica	4.083	15.544.999	3.807	1.197
Pernambuco	Caatinga	766	1.769.413	2.310	324
Pernambuco	Mata Atlântica	116	402.758	3.460	1.087
Bahia	Caatinga	225	546.122	2.427	280
Bahia	Cerrado	625	1.569.117	2.511	411
Bahia	Mata Atlântica	3.074	8.326.791	2.691	542
Piauí	Cerrado	498	508.929	1.022	137
Minas Gerais	Cerrado	56.561	166.556.780	2.945	656
Minas Gerais	Mata Atlântica	27.764	99.695.599	3.591	717
São Paulo	Cerrado	75.253	967.782.184	12.860	4.967
São Paulo	Mata Atlântica	494.816	5.872.796.759	11.869	3.811
Paraná	Cerrado	72	483.768	6.719	1.443
Paraná	Mata Atlântica	318.666	2.402.777.958	7.540	1.607
Mato Grosso do Sul	Cerrado	81.649	333.700.564	4.087	1.445
Mato Grosso do Sul	Mata Atlântica	13.621	78.971.002	5.798	1.928
Goiás	Cerrado	51.724	136.767.689	2.642	684
Goiás	Mata Atlântica	4.374	25.011.060	5.718	1.939
Alagoas	Mata Atlântica	457	1.610.367	3.501	1.257
Sergipe	Mata Atlântica	104	328.331	3.140	1.036
Espírito Santo	Mata Atlântica	5.940	25.916.769	4.355	1.264
Santa Catarina	Mata Atlântica	1.289	7.380.688	5.726	1.241
Rio Grande do Sul	Mata Atlântica	83.041	480.937.771	5.792	1.027
Rio Grande do Sul	Pampas	107.573	553.963.987	5.150	714
TOTAL		**4.178.126**	**19.844.677.674**	**4.750**	**1.246**

Tabela 8 Mercado de CRA no Cenário 2: estado/bioma sem UC e assentamento com contrato e prazo de 30 anos

De modo similar ao Cenário 1, no Cenário 2, foi considerado um mercado limitado por estado e bioma e restrito às CRAs provindas de áreas privadas com título de

propriedade. Porém, ao invés de considerar contratos de 5 anos, foram avaliados contratos 30 anos, utilizando dessa forma uma base diferente para a valoração (i.e. valor patrimonial da terra). Para esse cenário o modelo de equilíbrio parcial resultou em volume total de CRA a ser transacionado de 4,17 Mha, correspondendo a 89% da demanda provável. Nessas condições, o mercado alcançou um valor total do mercado de 19,8 ± 5,2 bilhões de Reais, com um preço de equilíbrio médio ponderado de R$ 4.750±1.246 por hectare de CRA.

Observou-se a formação de mercados de CRA em 22 dos 27 entes federativos, sendo que mercados estaduais com maior volume transacionado são o de Mato Grosso (1,8 Mha no bioma floresta Amazônica, e 864 mil ha no cerrado), São Paulo (494 mil ha na Mata Atlântica e 75 mil ha no cerrado), Paraná (318 mil ha na Mata Atlântica) e Rio Grande do Sul (107 mil ha nos Pampas). Os preços de equilíbrio da CRA obtiveram preços máximos de R$ 12.860 ± 4.967 no Cerrado de São Paulo e mínimo de R$ 1.022 ± 137 no Cerrado do Piauí. Apesar do valor elevado da CRA em diversas regiões, os ganhos dos vendedores de contratos de CRA em comparação com outros usos da terra alcançaram em média R$ 3,4 bilhões, porém, tendo em vista as incertezas ligadas ao excedente do vendedor nesse cenário de baixa demanda, não foi possível estabelecer um ganho real provindo da venda de títulos de CRA para esse grupo. Por outro lado, a compensação através do mercado de CRA trouxe uma economia aos produtores com déficit de reserva legal (i.e. excedente dos compradores) de R$ 30,7±2,7 bilhões em comparação com o preço da terra agrícola que seria perdida para a recomposição da reserva legal. Esse resultado é refletido pelo fato que, nesse cenário regulatório, as curvas de demanda e oferta não se cruzam em nenhum dos mercados, sendo que o valor máximo que os produtores estão dispostos a pagar (WTP) no ponto de esgotamento da demanda foi sempre substancialmente superior ao valor mínimo de venda da CRA (WTA) para o mesmo volume.

A Figura 16 e Figura 17 mostram a distribuição espacial dos vendedores e compradores de contratos CRA, respectivamente. É possível observar pelos mapas que se pode encontrar fornecedores de CRA em quase toda a extensão dos estados com mercados viáveis, porém as áreas com grande volume de CRA (i.e acima de 10 mil ha) se concentram em porções limitadas dos principais mercados: leste do Paraná, norte de Minas Gerais, sul de São Paulo, centro e nordeste para o cerrado e noroeste para a floresta Amazônica em Mato Grosso (Figura 16).

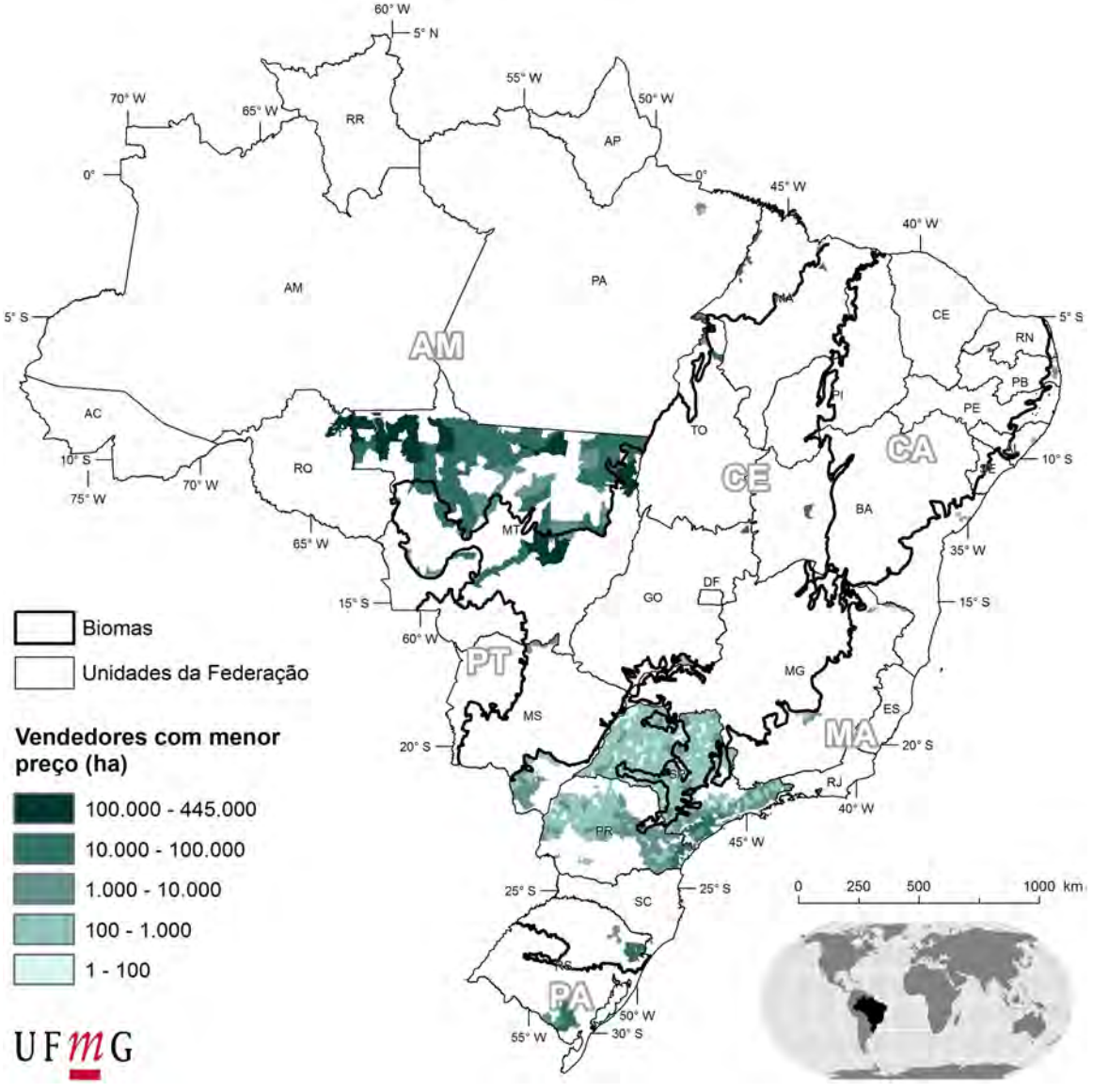

Figura 16 Mapa de vendedores de contratos de CRA de menor preço e que satisfazem a demanda no Cenário 2.

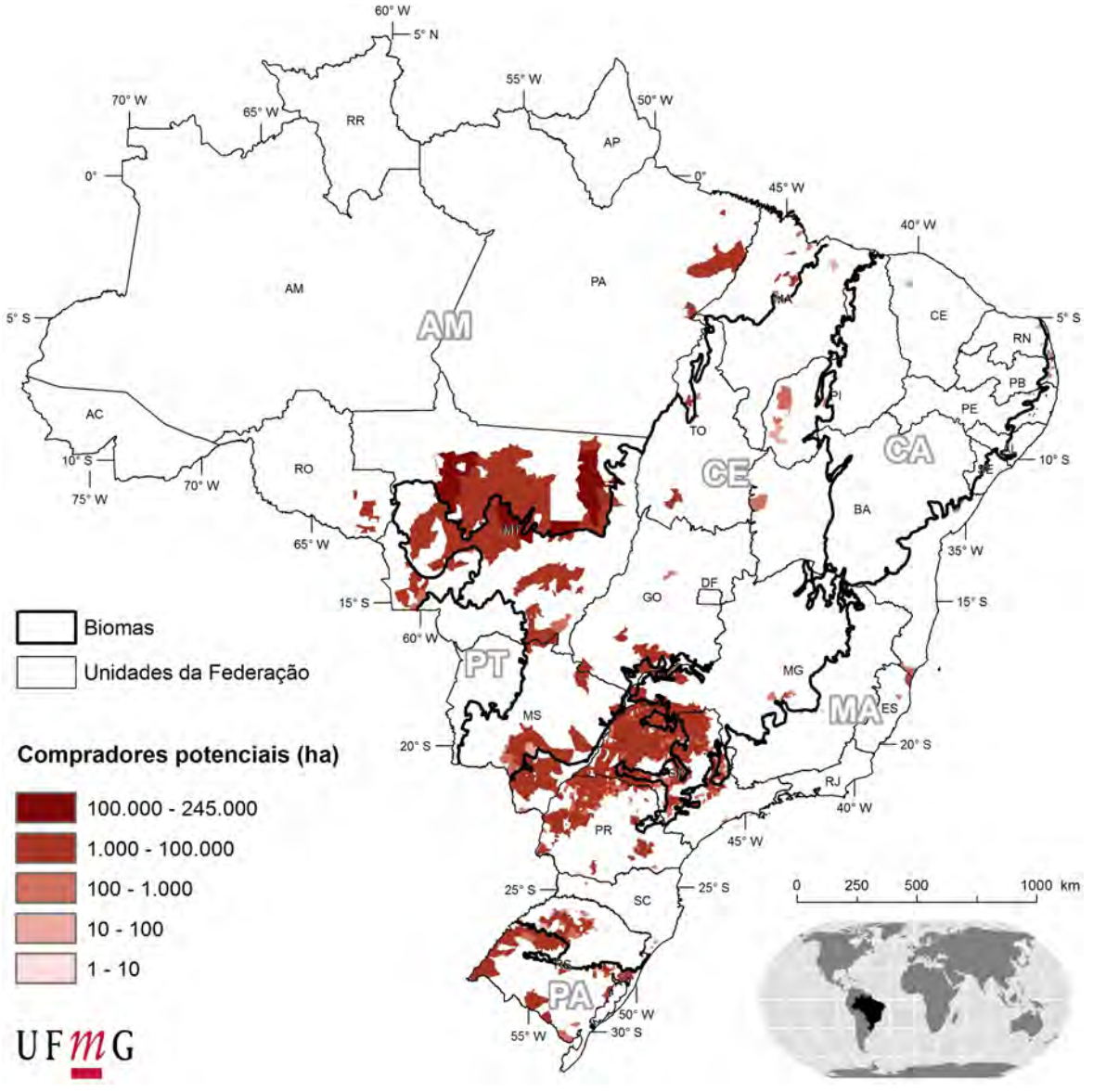

Figura 17 Mapa de compradores potenciais de CRA no Cenário 2.

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

3.3 Cenário 3: Mercado de CRA em contrato de 30 anos no estado/bioma com áreas prioritárias (sem UC e assentamentos)

Estado	Bioma	Área abatida (HA)	Valor do mercado (R$)	Preço de equilíbrio (HA)	±
Rondônia	Amazônia	22.168	43.982.296	1.984	475
Pará	Amazônia	22.795	28.779.910	1.263	81
Tocantins	Amazônia	24.455	51.386.596	2.101	338
Tocantins	Cerrado	10.685	16.876.701	1.579	160
Maranhão	Amazônia	17.898	29.033.619	1.622	288
Maranhão	Cerrado	61	69.089	1.133	155
Mato Grosso	Amazônia	1.880.096	3.724.178.191	1.981	472
Mato Grosso	Cerrado	864.466	2.549.284.935	2.949	704
Ceará	Caatinga	138	143.193	1.038	66
Rio Grande do Norte	Caatinga	913	1.964.508	2.152	530
Rio Grande do Norte	Mata Atlântica	1.781	5.345.049	3.001	851
Paraíba	Caatinga	379	985.227	2.600	693
Paraíba	Mata Atlântica	3.074	13.512.606	4.488	761
Pernambuco	Caatinga	766	1.769.413	2.310	324
Pernambuco	Mata Atlântica	116	400.867	3.456	1.086
Bahia	Caatinga	225	545.846	2.426	281
Bahia	Cerrado	625	1.569.051	2.510	411
Bahia	Mata Atlântica	3.074	8.253.481	2.685	541
Piauí	Cerrado	498	511.798	1.028	138
Minas Gerais	Cerrado	56.561	165.608.880	2.928	677
Minas Gerais	Mata Atlântica	27.764	101.524.478	3.657	734
São Paulo	Cerrado	284.556	2.083.594.711	7.322	2.294
São Paulo	Mata Atlântica	605.958	3.861.029.675	6.372	1.531
Paraná	Cerrado	72	213.541	2.966	715
Paraná	Mata Atlântica	318.666	2.048.360.186	6.428	1.548
Mato Grosso do Sul	Cerrado	81.649	242.158.341	2.966	715
Mato Grosso do Sul	Mata Atlântica	170.640	1.084.248.156	6.354	1.620
Goiás	Cerrado	51.724	145.045.921	2.804	708
Goiás	Mata Atlântica	22.969	139.787.687	6.086	1.873
Alagoas	Mata Atlântica	457	1.644.145	3.598	1.357
Sergipe	Mata Atlântica	104	339.698	3.266	1.150
Espírito Santo	Mata Atlântica	5.940	29.573.110	4.979	1.484
Santa Catarina	Mata Atlântica	1.289	7.374.773	5.721	1.241
Rio Grande do Sul	Mata Atlântica	83.041	480.400.226	5.785	1.025
Rio Grande do Sul	Pampas	107.573	551.559.268	5.127	700
TOTAL		**4.673.113**	**17,421,055,172**	**3.727**	**907**

Tabela 9 Mercado de CRA no Cenário 3: estado/bioma com áreas prioritárias com contrato e prazo de 30 anos

O Cenário 3 se difere dos dois anteriores por incluir a oferta de CRA provindo de áreas de outros estados classificadas como prioritárias no mapa gerado pelo Programa da Biodiversidade (PROBIO) do Ministério do Meio Ambiente, como estabelecido pelo Art.

16 do Decreto nº 8.235/2014 (veja Figura 6 na página 21). Em particular, foi possível observar por meio do modelo de equilíbrio parcial que, nessa configuração, o volume total de CRA a ser transacionado no mercado se elevou para 4,67 Mha, correspondendo a 99% da demanda provável.

Bioma	Volume (Ha)	Preço médio (R$)
Amazônia	22.271.767	1.509
Caatinga	9.498.697	2.184
Cerrado	13.516.587	2.251
Mata Atlântica	2.665.226	4.881
Pampas	1.284.697	4.547
Pantanal	1.347.605	2.896

Tabela 10 Oferta e preço de CRA provindo de áreas prioritárias delineadas pelo PROBIO.

O aumento no volume total de CRA transacionado nesse cenário com relação aos dois cenários anteriores é explicado pela escassez de Mata Atlântica em São Paulo (117 mil ha), Mato Grosso do Sul (157 mil ha) e Goiás (18 mil ha), e de Cerrado em São Paulo (209 mil ha), para suprir os mercados locais (Tabela 10). Ao mesmo tempo, o aumento da demanda por Mata Atlântica em áreas prioritárias da Paraíba reduziu em 2144 ha a área compensada dentro do próprio estado. O aumento da demanda por CRAs de regiões de outros estados gerou também um aumento do preço de equilíbrio na Paraíba (Mata Atlântica +18%), Rio Grande do Norte (Caatinga e Mata Atlântica +33%), Maranhão (cerrado +12%) e Espírito Santo (Mata Atlântica +14%). Ao mesmo tempo, o influxo de CRAs de baixo preço provindo das áreas prioritárias de outros estados gerou uma queda de preço substancial em São Paulo (Cerrado -43%, Mata Atlântica -46%), Paraná (Cerrado -56% e Mata Atlântica -15%) e Mato Grosso do Sul (Cerrado -27%). Em consequência dessas mudanças, o valor total do mercado nesse cenário chegou a 17,4 ± 4,2 bilhões de reais, com um preço de equilíbrio médio ponderado de R$ 3.727 ± 907 por hectare de CRA, um valor 21% inferior ao estimado no Cenário 2. Ao mesmo tempo, o excedente dos compradores elevou-se para R$ 41,6 ± 2,1 bilhões, mostrando um distanciamento ainda maior entre os preços das terras agrícolas que deveriam ser destinadas para a recomposição da reserva legal e as terras com ativos florestais em áreas prioritárias de outros estados.

3.4 Cenário 4: Mercado de CRA em contratos de 30 anos no estado/bioma (com UC e assentamentos)

Estado	Bioma	Área abatida (HA)	Valor do mercado (R$)	Preço de equilíbrio (HA)	±
Rondônia	Amazônia	22.168	20.022.335	903	147
Pará	Amazônia	22.795	20.588.647	903	147
Tocantins	Amazônia	24.455	22.087.974	903	147
Tocantins	Cerrado	10.685	16.876.701	1.579	160
Maranhão	Amazônia	17.898	13.096.444	732	64
Maranhão	Cerrado	61	62.433	1.023	134
Mato Grosso	Amazônia	1.880.096	1.698.119.464	903	147
Mato Grosso	Cerrado	864.466	1.639.084.639	1.896	147
Ceará	Caatinga	138	143.193	1.038	66
Rio Grande do Norte	Caatinga	913	1.474.369	1.615	468
Rio Grande do Norte	Mata Atlântica	1.781	4.055.717	2.277	808
Paraíba	Caatinga	379	985.227	2.600	693
Paraíba	Mata Atlântica	4.083	11.531.128	2.824	275
Pernambuco	Caatinga	766	1.769.413	2.310	324
Pernambuco	Mata Atlântica	116	380.240	3.278	908
Bahia	Caatinga	225	545.846	2.426	281
Bahia	Cerrado	625	1.185.041	1.896	147
Bahia	Mata Atlântica	3.074	8.253.481	2.685	541
Piauí	Cerrado	498	511.798	1.028	138
Minas Gerais	Cerrado	56.561	107.243.392	1.896	147
Minas Gerais	Mata Atlântica	27.764	84.720.737	3.051	178
São Paulo	Cerrado	284.556	539.536.972	1.896	147
São Paulo	Mata Atlântica	605.958	3.721.301.070	6.141	1.651
Paraná	Cerrado	72	136.517	1.896	147
Paraná	Mata Atlântica	318.666	982.058.614	3.082	147
Mato Grosso do Sul	Cerrado	81.649	154.811.897	1.896	147
Mato Grosso do Sul	Mata Atlântica	170.640	525.874.997	3.082	147
Goiás	Cerrado	51.724	98.072.121	1.896	147
Goiás	Mata Atlântica	22.969	70.785.413	3.082	147
Alagoas	Mata Atlântica	457	1.249.792	2.735	494
Sergipe	Mata Atlântica	104	277.087	2.664	565
Espírito Santo	Mata Atlântica	5.940	18.305.775	3.082	147
Santa Catarina	Mata Atlântica	1.289	3.972.415	3.082	147
Rio Grande do Sul	Mata Atlântica	83.041	255.914.121	3.082	147
Rio Grande do Sul	Pampas	107.573	553.523.067	5.146	712
TOTAL		**4.674.185**	**10.578.558.079**	**2263**	**356**

Tabela 5 Mercado de CRA no Cenário 4: estado/bioma com UC e assentamentos.

O Cenário 4 busca compreender o efeito da inclusão em um mercado limitado pelo estado/bioma de CRAs provindas de áreas privadas dentro de unidades de conservação (16,9 Mha) e de ativos florestais e áreas de reserva legal dentro de

assentamentos do INCRA (10,4 Mha). De modo similar ao Cenário 3, com a inclusão de CRAs de UCs e assentamentos, houve um aumento do volume de CRAs transacionadas em comparação ao Cenário 2, alcançando um total de 4,67 Mha, o que corresponde a 99% da demanda provável. Como no Cenário 3, esse aumento ocorreu devido à possibilidade de utilizar CRAs de UCs e assentamentos para suprir os mercados de Mata Atlântica em São Paulo (117 mil ha), Mato Grosso do Sul (157 mil ha) e Goiás (18 mil ha), e de Cerrado em São Paulo (209 mil ha) na ausência de CRAs no mercado local. Porém, não houve diminuição de CRAs compensadas nem aumento do preço das CRAs provindas de áreas privadas em nenhum outro estado/bioma tendo visto que essas cotas se originam de uma fonte alternativa.

Foi possível observar uma queda generalizada e substancial dos preços das CRAs principalmente por causa da entrada das cotas provindas de UCs nos biomas Amazônia (14 Mha) e Cerrado (2 Mha) a um preço médio de R$ 903 e R$ 1892, respectivamente. Esse influxo de créditos a baixo custo (tendo em vista a impossibilidade de uso agrícola dessas áreas) depreciou o preço da CRA em 24 dos 35 mercados nos biomas/estados. A queda do preço de equilíbrio da CRA foi particularmente acentuada em São Paulo (Cerrado -85% e Mata Atlântica -48%), Paraná (Cerrado -72% e Mata Atlântica -59%) e Mato Grosso (Cerrado -38%, Amazônia -71%). Em consequência dessas mudanças, o valor total do mercado alcançou somente R$ 10,5 ± 1,6 bilhões, com um preço de equilíbrio médio ponderado de R$ 2.263 ± 356 por hectare de CRA, um valor 52% inferior ao estimado no Cenário 2. Ao mesmo tempo, o excedente dos compradores elevou-se para 48,4 ± 0,8 bilhões de reais. Apesar de esse resultado ser positivo para os produtores deficitários, os dados apresentados acima sugerem que com a inclusão de CRAs de UCs e assentamentos irá inviabilizar economicamente a venda de contratos de CRA a partir de propriedades privadas nos principais mercados de compensação. Desse modo, serão anulados eventuais resultados positivos da venda de contratos de CRA em termos de preservação da vegetação nativa de áreas passíveis de desmatamento legal.

3.5 Cenário 5: Mercado de CRA em contratos de 30 anos no bioma (sem UCs e assentamentos)

Bioma	Área abatida (HA)	Valor do mercado (R$)	Preço de equilíbrio (HA)	±
Amazônia	1.967.412	3.131.416.381	1.592	361
Caatinga	2.422	2.531.619	1.045	61
Cerrado	1.350.898	2.085.947.430	1.544	270
Mata Atlântica	1.242.675	6.145.142.138	4.945	1.091
Pampas	107.573	553.963.987	5.150	714
TOTAL	**4.670.980**	**11.915.504.038**	**2552**	**533**

Tabela 6 Mercado de CRA no Cenário 5: bioma com áreas críticas sem UCs e assentamentos.

No Cenário 5, estimou-se o efeito da ampliação dos mercados de CRA para além das fronteiras estaduais. Dessa forma, os contratos de CRA do mesmo bioma de qualquer parte do país poderiam ser vendidos e comprados sem restrições. Esse cenário poderia ser implementado através da definição, por parte dos governos estaduais ou Federal, de todo território nacional como área prioritária. Sendo assim, a ampliação jurisdicional do mercado de CRA possibilitou um aumento do volume total transacionado com relação ao Cenário 2, alcançando 4,67 Mha (99% da demanda).

De forma similar aos mercados menos restritos indicados acima, é possível observar paralelamente uma depreciação generalizada do preço da CRA. Em comparação ao Cenário 2, a ampliação jurisdicional do mercado gerou uma queda de 88% e 63% no preço de compra de contratos de CRA para o cerrado e Mata Atlântica de São Paulo, respectivamente. De forma similar, o preço da CRA em Mato Grosso caiu 48% na floresta Amazônica e 52% no cerrado. Com isso o preço de equilíbrio médio ponderado da CRA cai para R$ 2.552 ± 533 (52% abaixo do Cenário 2). Em consequência desse preço, temos um valor de mercado total de R$ 11,9 ± 2,4 bilhões e um excedente do comprador de R$ 47,4 ± 2,2 bilhões. Nota-se também que o efeito da ampliação para o nível do bioma do mercado de CRA teve um efeito na redução dos preços de modo similar ao da oferta de CRAs provindas de UCs e assentamentos do INCRA.

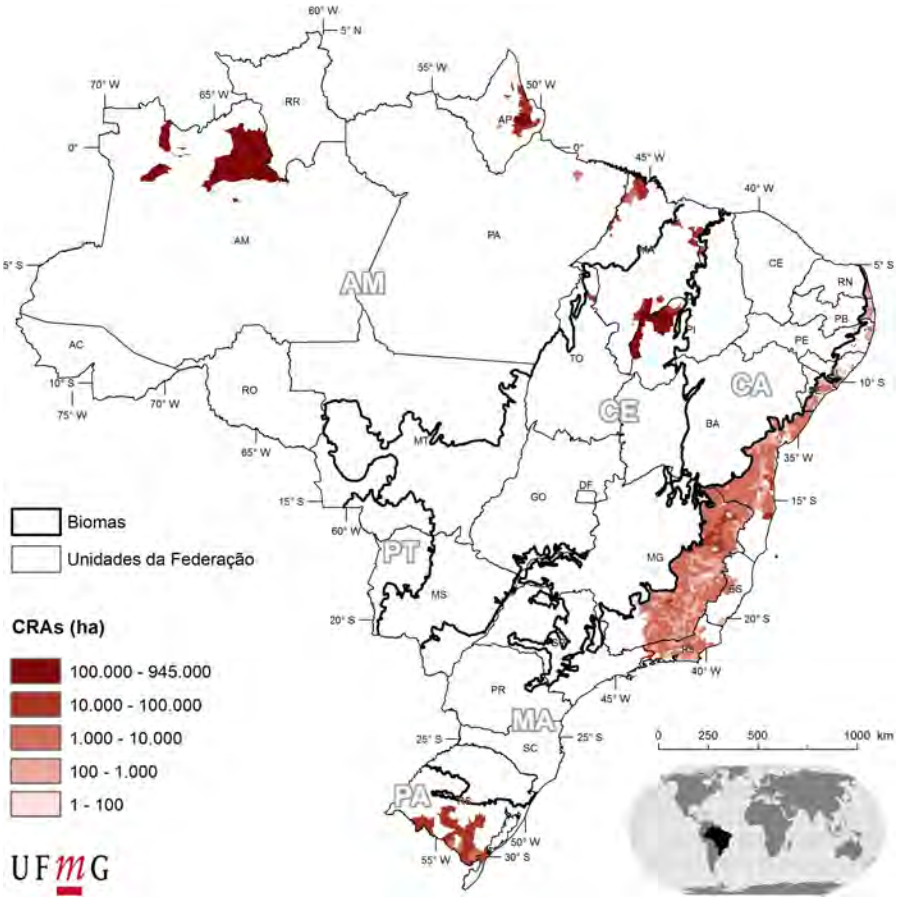

Figura 18 Volume de transação de CRA de 30 no mercado dentro do mesmo bioma.

Os resultados desse cenário sugerem que, com a abertura do mercado de CRA, os principais mercados compradores irão satisfazer a demanda por compensação em estados e regiões longe da fronteira agrícola e com baixo custo de oportunidade. É possível observar na Figura 18 que, com a abertura do mercado de São Paulo e Paraná para outros estados, os demandantes de CRA de Mata Atlântica deixarão de contratar CRAs com preço entre R$ 5.000 e 10.000 por terem acesso a CRAs desse bioma em outros estados. No caso de CRA do Cerrado, deixariam de pagar entre R$ 3.000 e 4.000 e para contratar CRA entre R$ 1.000 e 3.000 em outros Estados. Dessa forma, os fornecedores de CRA se deslocarão desses estados para a Bahia (Mata Atlântica), Piauí, Ceará e Maranhão (Cerrado). De forma similar, os demandantes de CRA da floresta Amazônica em Mato Grosso poderão contratar cotas a um custo inferior no Pará, Maranhão e Amazonas.

3.6 Cenário 6: Mercado de CRA em contrato de 30 anos no bioma (com UCs e assentamentos)

Bioma	Área abatida (ha)	Valor do mercado (R$)	Preço de equilíbrio (ha)	±
Amazônia	1.967.412	1.565.804.170	732	64
Caatinga	2.422	2.673.906	1.038	66
Cerrado	1.350.898	2.400.504.760	1.529	248
Mata Atlântica	1.245.182	6.153.632.382	4.185	759
Pampas	107.573	630.061.781	5.146	712
TOTAL	**4.673.487**	**9.272.486.748**	**1.984**	**316**

Tabela 7 Mercado de CRA no Cenário 6: bioma com UCs e assentamentos.

O Cenário 6 parte da mesma estrutura jurisdicional do Cenário 5, adicionando-se a esse a oferta de CRA provindas de UCs e assentamentos do INCRA. Nesse cenário, é possível observar o suprimento da quase totalidade de demanda por CRA no país (99%), com um aumento de menos de 10 mil ha no volume do mercado com relação ao Cenário 5. Ao mesmo tempo, houve uma depreciação ainda mais acentuada nos preços das CRAs nos estados por causa da soma dos efeitos da ampliação da jurisdição do mercado e da entrada de CRAs de baixo custo das unidades de conservação e assentamentos, que proveram grande parte da demanda. Por exemplo, o fornecimento de CRAs de áreas privadas somente na FLONA do Amazonas atende a quase totalidade por compensação no bioma Amazônia. Em comparação com o Cenário 2, o Cenário 6 apresenta uma queda de 88% e 68% no preço da CRA para o Cerrado e Mata Atlântica de São Paulo, respectivamente. De forma similar, o preço da CRA em Mato Grosso caiu 73% na floresta Amazônica e 52% no cerrado, sendo a queda desse último causada principalmente pelo grande volume e baixo preço das CRAs provindas de unidades de conservação na floresta Amazônica. Com isso o preço de equilíbrio médio ponderado da CRA cai para R$ 1.984 ± 316 (58% abaixo do Cenário 2). Em consequência desse preço, temos um valor de mercado total de R$ 9,2 ± 1,4 bilhões, o valor de mercado mais baixo entre os cenários de CRA em contratos com 30 anos de duração. Ao mesmo tempo, o excedente do comprador elevou-se para R$ 49,9 ± 0,74 bilhões. De modo ainda mais marcante que no Cenário 5, com a inclusão das CRAs de UCs e assentamentos em um mercado no nível do bioma, os principais compradores de contratos de CRA no país poderão compensar a reserva legal a um baixo custo, contratando cotas em outros estados e em unidades de conservação. Dessa forma soma-se o efeito da ampliação dos mercados à superoferta de CRAs a baixo custo no mercado.

4 DISCUSSÃO

Com base nas premissas e na metodologia adotadas neste estudo, estima-se que o mercado de CRA poderá ter um volume de transações entre R$ 2,7 bilhões e R$ 24,9 bilhões, dependendo do cenário regulatório considerado. Calculou-se um preço de equilíbrio dos contratos de CRA de 5 anos entre R$ 463 (Amazônia no Maranhão) e R$3.268 (Cerrado em São Paulo) por hectare, ao passo que em contratos de CRA de 30 anos o preço variou entre R$ 1014 (Cerrado Maranhão) e R$ 12.860 (Cerrado São Paulo) por hectare. A simulação do mercado de CRA com contratos de 5 anos mostrou-se inviável economicamente, atendendo somente 33% da demanda do país (Cenário 1). Os principais motivos para esse resultado são: a distância reduzida entre os preços de arrendamento para pecuária e agricultura em comparação ao custo da terra utilizada no cálculo da CRA em contrato de 30 anos; e a incidência substancial de custos de transação (16%) e cercamento (33%) substanciais em relação ao valor total da CRA. Apesar dos custos de transação e cercamento diminuírem significativamente ao longo de sucessivos contratos de 5 anos, esse resultado indica a importância para o vendedor considerar prazos mais amplos, de modo a viabilizar o mercado (Tabela 4).

Por outro lado, os resultados do estudo sugerem que o mercado de CRA em contratos com duração de 30 anos é viável do ponto de vista econômico. Em todos os cenários avaliados, se formaram mercados substanciais de CRA do bioma Amazônia em Mato Grosso, Tocantins e Pará; de CRA do Cerrado em Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Minas Gerais e Goiás; de CRA da Caatinga no Rio Grande do Norte e Pernambuco; de CRA da Mata Atlântica em São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e Minas Gerais; e de CRA dos Pampas no Rio Grande do Sul. Mesmo em cenários restritos, onde a venda é limitada às propriedades privadas dentro do bioma/estado (Cenário 2), o mercado mostrou-se capaz de atender 88% da demanda provável, sendo que nos cenários menos restritos e com a oferta ampliada esse valor chegou a 99% da demanda. Além disso, em todos os cenários de 30 anos foi possível observar excedentes substanciais para os compradores (em comparação a alternativa da perda da área produtiva para a regeneração natural) e um valor total do mercado entre R$ 19,8 ± 5,1 e 9,9 ± 1,4 bilhões. Esse resultado é explicado pelos custos de transação (7,5%) e cercamento (13,6%) relativamente baixos, e pela distância considerável entre os valores que os agricultores estão dispostos a pagar pela compensação e os valores que os proprietários de terras com pasto e áreas de floresta estão dispostos a receber pela CRA. Esses dados sugerem que o mercado deverá ser atrativo, seja para operadores do sistema (i.e profissionais de geoprocessamento e serviços de registro e custódia), seja para produtores rurais de alto rendimento em busca de regularização ambiental a um menor custo.

Cenário	Preço médio CRA (R$)	±	Área abatida (HA)	Valor do mercado (R$ bi)	±	Excedente do comprador (R$ bi)	±	Excedente do vendedor (R$ bi)	±
1) CRA em contrato de 5 anos em mercado no bioma/estado (sem UC e sem assentamentos)	1.543	15	1.768.578	2,7	0,2	0,6	0,3	≈ 0	0,3
2) CRA em contrato de 30 anos em mercado no bioma/estado (sem UC e assentamentos)	4.750	1.246	4.178.126	19,8	5,2	30,7	2,7	3,4	6,8
3) CRA em contrato de 30 anos em mercado no bioma/estado com áreas prioritárias (sem UC e sem assentamentos)	3.727	907	4.673.113	17,4	4,2	41,6	2,1	0,1	6,3
4) CRA em contrato de 30 anos em mercado no estado/bioma (com UC com assentamentos)	2.263	356	4.674.185	10,5	1,6	48,5	0,8	1,7	1,6
5) CRA em contrato de 30 anos em mercado no bioma com áreas críticas (sem UC e sem assentamentos)	2.552	533	4.670.980	11,9	2,5	47,3	1,2	1,3	3,3
6) CRA em contrato de 30 anos em mercado no bioma (com UC e com assentamentos)	1.984	316	4.673.487	9,2	1,5	49,9	0,7	1,0	1,8

Tabela 4 Sumário do mercado de CRA nacional em 6 cenários regulatórios.

Apesar de todos os mercados de CRA com contratos de 30 anos se mostrarem viáveis, eles têm efeitos distintos sobre o território. Em particular, a inclusão de CRAs provindas de unidades de conservação e assentamentos (Cenários 4 e 6) teve um efeito depreciativo no mercado, ao reduzir significativamente o preço de equilíbrio das CRAs, principalmente nos estados com maior demanda por regularização. Ao mesmo tempo, a ampliação do mercado para o nível do bioma desloca o fornecimento de CRA para áreas distantes da fronteira agrícola. Desse modo, a ampliação jurisdicional e da oferta de CRA poderá comprometer a capacidade do mercado de CRA de incentivar a preservação da vegetação nativa de áreas fragmentadas ou ameaçadas pela expansão da agropecuária de baixo rendimento, e dessa forma evitar o desmatamento legal. Por outro lado, o valor substancial do excedente do comprador (entre R$ 30 e 49,9 bilhões), mesmo nos cenários restritos, sugere a possibilidade de se promover benefícios substanciais do ponto de vista ambiental mediante regulamentação do mercado de forma a direcionar a oferta para regiões onde a CRA possa competir com a conversão da vegetação nativa para fins agropecuários. Dessa forma, a CRA poderia ser utilizada como instrumento para de compensação pelos serviços ambientais ligados

à proteção de áreas estratégicas do ponto de vista hídrico, e a formação de barreiras contra a expansão do desmatamento em regiões de fronteira.

Sendo assim, os resultados do presente estudo sugerem que o desenvolvimento de um mercado de CRA poderá contribuir para a manutenção de áreas de vegetação nativa, apesar de não poder cumprir esse objetivo isolada de outras políticas e instrumentos previstos pelo novo Código Florestal. Dos 147 Mha de ativos florestais no país, somente 103 Mha deverão ser ofertados como CRA, tendo em vista que 31,7 Mha encontram-se em imóveis sem titulação definitiva; e 12,6 Mha estão em áreas de expansão da agricultura de alto rendimento. Porém, a maior restrição do mercado de CRA encontra-se no lado da demanda. Após a reforma do Código Florestal, houve uma redução significativa dos passivos ambientais em consequência da anistia de 58% dos desmatamentos ilegais ocorridos no país (Soares-Filho, Rajão et al, 2014a). Dos 18,8 Mha de passivo em reserva legal remanescente, 14 Mha encontram-se em áreas de baixa rentabilidade voltadas principalmente para a pecuária. Dessa forma, é possível estimar que a demanda provável de CRA compreende 4,7 Mha, limitando-se a imóveis rurais em áreas com alto custo de oportunidade de uso da terra, o que corresponde a somente 4% da oferta potencial de CRA em áreas privadas do país.

5 RECOMENDAÇÕES

A partir dos resultados desse estudo, é possível propor algumas recomendações para a regulação e gestão do mercado de CRA pelos Estados e Governo Federal:

1) As **condições para a compensação de Reserva Legal com CRA**, a serem definidas na **regulamentação da Lei nº 12.651/2012**, tanto em âmbito nacional como estadual, são determinantes da dimensão e, no limite, da viabilidade do mercado desse ativo. Em um mercado onde os atores econômicos valoram contratos de CRA de curta duração (ex. 5 anos) com base em preços de arrendamento, o excedente do comprador se reduz significativamente levando a um preço de equilíbrio onde somente 33% da demanda é compensada por meio de contratos de CRA. Já para os contratos de prazo longo (ex. 30 anos) valorados com base no preço da terra, o excedente do comprador aumenta levando a uma viabilidade econômica de quase toda a demanda provável. De forma similar, as restrições geográficas e a inclusão de CRAs provindas de unidades de conservação e assentamentos impactam de forma significativa no mercado, fazendo com que o preço médio da CRA se reduza de R$ 4.750 para R$ 1.984 sem com isso aumentar substancialmente o volume transacionado. Sendo assim, uma regulamentação da CRA que amplia excessivamente o escopo do mercado poderá inviabilizar economicamente a venda de contratos a partir de áreas privadas que podem ser desmatadas legalmente, anulando dessa forma os benefícios ambientais do mecanismo.

2) **Além da regulamentação, os custos de transação podem inviabilizar o mercado**: tendo em vista o papel decisivo dos custos de transação para a limitação do mercado de CRA em contratos de 5 anos, é necessário pensar meios para limitar esses custos. As taxas de registro de CRAs em cartórios não se mostraram significativas, contanto que a CRA seja classificada com um ativo “sem valor econômico” do ponto de vista jurídico. Já a taxa de vistoria pelos OEMAs variou consideravelmente entre os estados, alcançando valores capazes de inviabilizar a venda de contratos CRAs em algumas regiões. Nesse contexto, seria importante a padronização dos procedimentos de inspeção das áreas cobertas por vegetação nativa por meio de sensoriamento remoto de modo a reduzir os custos. Mecanismos de renovação automática de contratos de CRA também poderiam contribuir para a redução do custo de transação para contratos de curto prazo. Além disso, terá um grande peso na viabilidade da CRA o valor de serviço de registro e custódia a ser prestado por operador autorizado pelo Banco Central, visto que os valores estimados de modo preliminar (com base em outros ativos) podem contribuir com 35 a 47% do custo de transação total. Uma vez que os custos de

transação tendem a ser inversamente proporcionais à área de CRA, eles impactam principalmente o potencial de oferta de CRA por pequenos proprietários. No caso de pequenos proprietários e de assentamentos, a oferta poderá ser viabilizada pela agregação de pequenos fragmentos, de forma a auferir ganhos de escala no processo de emissão de CRA.

3) **O mercado de CRA depende da efetiva implementação do Código Florestal:** o levantamento de dados primários revelou que pode haver resistência à adesão no Cadastro Ambiental Rural à regularização ambiental mesmo no caso de propriedades com alto custo de oportunidade do uso da terra (demanda provável). Sendo assim, o funcionamento do mercado de CRA depende da inscrição das propriedades no CAR e da efetiva implementação do Programa de Regularização Ambiental (PRA). Incentivos negativos e positivos, provindos do governo e de ações do mercado (ex. cadeias de abastecimento sustentáveis) poderão acelerar esse processo.

4) **Infraestrutura da CRA pode se tornar uma plataforma para pagamento por serviços ambientais:** de modo a ampliar a demanda por CRA e aproveitar a infraestrutura financeira, legal e tecnológica do mercado, esse mecanismo poderia ser utilizado para outros propósitos além do compensação do passivo ambiental. Dessa forma, o mercado poderia ser integrado à Estratégia Nacional do REDD+, Fundo Amazônia ou outros mecanismos de pagamento por serviços ambientais voltados para a redução de emissões de gases de efeito estufa, a preservação da biodiversidade e a manutenção do regime hidrológico em áreas estratégicas.

5) **Recomendam-se análises adicionais** incorporando novas informações (oriundas do CAR, sobre estrutura fundiária) e simulando novos cenários, de forma a ampliar o conhecimento dos Estados e do Governo Federal. Isso permitirá orientar a regulamentação do Código Florestal com relação aos incentivos para cumprimento das obrigações e para a manutenção da vegetação nativa.

6 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/SGI.

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, Netpstad 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.

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

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.

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.

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.

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.

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

AP010:

ISBN:

Climate and
Land Use Alliance

9 788561 968038