



Custos e Benefícios da Implementação de um Mercado de Cotas de Reserva Ambiental (CRA) no Brasil

Sessão Temática: 1. Biodiversidade, serviços ecossistêmicos e valoração; 5. Agricultura, pecuária e meio ambiente

Autor(es): Carlos Eduardo Frickmann Young, Marcio Alvarenga Junior, Felipe Gandra, Lucas de Almeida Costa, Marcos Mendes

Filiação Institucional: Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE - UFRJ)

E-mail: young@ie.ufrj.br

Resumo

O objetivo deste trabalho é estimar custos e benefícios associados a um hipotético mercado de Cotas de Reserva Ambiental (CRA), segundo diferentes regras de comercialização. São construídos dois cenários, mercado nacional ou dividido por bioma, para os quais são calculadas quantidades e preços dos títulos transacionados, bem como benefícios em termos de serviços ecossistêmicos (captura de CO₂ e erosão evitada) em cada estratégia de adequação aos requisitos mínimos de Reserva Legal. Também são estimados custos e benefícios associados à recuperação florestal. O mercado de CRA restrito por bioma é a estratégia com maior benefício ambiental por unidade de custo, com valor transacionado de R\$ 63,9 bilhões em títulos e área compensada de 15,3 milhões de hectares. Se o mercado de CAR for nacional, sem restrição por bioma, reduz-se o custo total (R\$ 52,6 bilhões, com 18,5 milhões de hectares transacionados), mas haveria menos 37% emissões de CO₂ capturadas, e menos 40% de erosão do solo evitada. A relação custo/benefício sinaliza essa opção também como uma estratégia preferível à recuperação das áreas de déficit de RL. Isso indica que é mais importante evitar o desmatamento nos remanescentes florestais do que recuperar os passivos em áreas já desmatadas.

*Uberlândia-MG, 19 a 22 de setembro de 2017
Sociedade Brasileira de Economia Ecológica*

Palavras-chave: Cotas de reserva ambiental - CRA; Novo código florestal brasileiro - NCFB; serviços ambientais, compensação de Reserva Legal – RL, desmatamento

Abstract

The objective of this paper is to estimate the costs and benefits associated with the implementation of a market for Environmental Reserve Quotas (CRA) according to different marketing rules. Two different scenarios are contemplated, national scale and at the geographical biome level, with estimates for quantities and prices of the titles transacted, as well as their associated ecosystem services (CO₂ capture and avoided erosion), and the recovery of Legal Reserve deficit areas. The biome-restricted CRA market is the strategy with the highest environmental benefit per unit of cost, with a transaction value of R\$ 63.9 billion in securities and a compensated area of 15.3 million hectares. If the CAR market is national, without restriction per biome, the total cost is reduced (R\$ 52.6 billion, with 18.5 million hectares transacted), but there would be 37% less CO₂ emissions captured, and 40 % Soil erosion avoided. The resulting cost/benefit ratio suggests that environmental compensation via the CRA market is a preferable strategy to recover RL deficit areas. This indicates that it is more important to avoid the clearance of forest remnants than recovering natural liabilities in areas already deforested.

Keywords: Environmental Reserve Quotas - CRA; New Brazilian Forest Code - NCFB; environmental services, compensation of Legal Reserve - RL, deforestation

1. Introdução

O Novo Código Florestal Brasileiro (NCFB), revisado e sancionado pela Lei 12.651/2012, alterou consideravelmente o marco regulatório acerca do uso e proteção de vegetação nativa em propriedades privadas no Brasil. Especificamente em relação aos déficits de Reserva Legal (RL), o NCFB prevê três formas possíveis de adequação à lei 12.651/2012 (BRASIL, 2012):

- (i) a recomposição da área de RL através do replantio de mudas;
- (ii) a regeneração natural da vegetação na área de RL;
- (iii) a compensação de RL

Dentre as possibilidades de compensação aludidas pelo art. 66 da Lei 12.651/2012 está prevista a aquisição de Cota de Reserva Ambiental (CRA)¹. A CRA “*é um título nominativo representativo de área com vegetação nativa existente ou em processo de recuperação*” (BRASIL, 2012). Ainda, de acordo com o art. 48, “*a CRA pode ser transferida, onerosa ou gratuitamente, a pessoa física ou a pessoa jurídica de direito público ou privado, mediante termo assinado pelo titular da CRA e pelo adquirente.*” (Ibid., 2012).

Isso significa que o proprietário que não atender os percentuais mínimos de RL poderá compensar seu déficit na propriedade de outrem, desde que haja a equivalência das áreas e que estas se encontrem no mesmo bioma. Isso cria a possibilidade de que proprietários rurais que tenham ativos florestais negociem com aqueles que estão com passivos florestais, estabelecendo um Mercado de CRA.

Atualmente persiste um grande debate entre legisladores, proprietários rurais, ambientalistas e órgãos técnicos das administrações públicas acerca das implicações da nova legislação e o potencial que o Mercado de CRA poderá alcançar no futuro. É importante destacar que as regras de funcionamento das transações de CRA terão grande efeito sobre esses resultados finais. O objetivo primário do presente trabalho consiste no aprofundamento do debate acima, através de projeções dos valores que seriam transacionados no mercado de CRA, estimando suas quantidades e preços de equilíbrios, em função de diferentes regras para a comercialização de CRA.²

2. Apresentação do problema

O propósito deste trabalho é discutir as possíveis consequências de distintas formas de implementação do Mercado de CRA no Brasil, explorando algumas alternativas que estão previstas no NCFB, para que os proprietários se adequem aos requisitos mínimos de RL. Mais especificamente, neste trabalho serão analisados os custos e benefícios

¹ Além do CRA, há a possibilidade de compensação das áreas de déficits por meio de: (i) arrendamento de área sob regime de servidão ambiental ou Reserva Legal; (ii) 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 Reserva Legal, 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. (BRASIL, 2012)

² As simulações foram efetuadas utilizando o Sistema de Informações Geográficas, Econômicas e de Meio Ambiente (SISGEMA), desenvolvido pelo Grupo de Economia do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (GEMA – IE/UFRJ). A descrição detalhada da metodologia de construção do SISGEMA está disponível em Young et al. (2016).

envolvidos em três estratégias que serão consideradas como alternativas para propriedades rurais com déficit de Reserva Legal – em que se supõe que os proprietários eliminarão este passivo por meio da estratégia mais barata disponível:

- i. Compra de Cotas de Reserva Ambiental (CRA) em um mercado restrito ao bioma onde está localizada a propriedade.
- ii. Recuperação do déficit de Reserva Legal *in loco*.
- iii. Compra de Cotas de Reserva Ambiental (CRA) em um mercado nacional, sem restrição de bioma.

A primeira opção prevê que a recuperação pode se dar através da compensação na propriedade de terceiros, por meio da compra de CRAs. A Lei 12.651/2012 estabelece que se deve assegurar a equivalência entre a área a ser recuperada e a área onde o proprietário irá compensar o seu déficit, sendo necessariamente localizadas no mesmo bioma. É possível que órgãos ambientais estabeleçam regras mais restritivas, limitando as transações para a mesma unidade da Federação ou mesmo sub-regiões dentro dessas. Neste trabalho, adotou-se a condição mais flexível, ou seja, de que a única restrição ambiental é a equivalência de biomas.³

A segunda opção supõe que não seja possível a compensação de RL através do mercado de CRA. Ou seja, considera que a recuperação de áreas de Reserva Legal deve ocorrer necessariamente nas propriedades onde o déficit ocorre, considerando os custos de interrupção das ações antrópicas para permitir a regeneração natural da vegetação nativa (custo de oportunidade da terra), mais os principais custos relacionados ao cercamento da área, incluindo as despesas com insumo e seu transporte até o local, as despesas com mão de obra e com administração do projeto.⁴ A terceira opção é a de criação de um mercado nacional de CRA. Essa opção é bastante semelhante à primeira, mas com a diferença de

³ Foram consideradas apenas as áreas florestadas excedentes sobre o mínimo requerido de RL, que somam aproximadamente 92 milhões de hectares, títulos de CRA de 15 anos de duração, e o custo de oportunidade da terra ao longo desse período foi descontado para o valor presente a uma taxa real de 6% ao ano. O mesmo se aplica para o cenário de recuperação do déficit da Reserva Legal *in loco*. Não se considerou propriedades de até 4 módulos fiscais em função das mesmas estarem isentas do mecanismo da Reserva Legal.

⁴ Os custos com replantio de mudas não foram incluídos por tratar-se de tema polêmico - há controvérsias acerca da recuperação ser espontânea ou com plantio e, nesse caso, sobre quais espécies plantar -, e que encarece significativamente o valor a ser despendido (YOUNG *et al.*, 2016).

que não existiria restrição a transações realizadas em propriedades localizadas em diferentes biomas.⁵

3. Mercado de CRA restrito por bioma

O objetivo desta seção é simular um mercado de CRA onde os proprietários de terras com déficits de RL podem compensar seu passivo florestal por meio da aquisição de cotas de reserva ambiental de 15 anos de duração, desde que localizados no mesmo bioma da área a ser compensada. Para isso, são estimados os componentes de demanda e oferta de títulos de CRA.

A curva de demanda por CRAs reflete o tamanho, em área, do déficit em reserva legal estimado para cada município, respeitado o respectivo bioma (diversos municípios estão localizados em mais de um bioma). A disposição máxima que o proprietário estará disposto a pagar para adquirir uma cota de reserva ambiental equivale aos custos que o próprio incorreria caso fosse obrigado a recuperar as áreas de reserva legal dentro de sua propriedade. Para este trabalho, são considerados os seguintes custos:

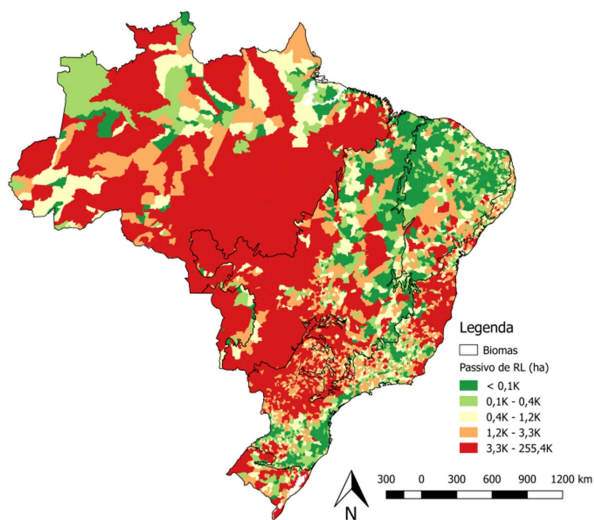
- (i) O valor presente do custo de oportunidade da terra ao longo de 15 anos (tempo estimado de duração do título de CRA)
- (ii) As despesas referentes ao cercamento da área, incluindo o custo de insumos e com o seu transporte até o local a ser reflorestado, os custos com mão-de-obra para a instalação da cerca e os custos com a administração do projeto.

Já a curva de oferta de CRA reflete a quantia que proprietários possuem de ativos florestais (áreas florestadas excedentes ao mínimo requerido por lei). A oferta de CRA é formada pela agregação da área de ativo florestal estimada para cada município em um bioma. Os proprietários de ativos florestais (ofertantes) estarão dispostos a vender Cotas de Reserva Ambiental, desde que recebam um valor, no mínimo, equivalente aos seus custos de cercamento, adicionados do custo de oportunidade da área que seria transacionada. Em outras palavras, um potencial ofertante de CRA só aceitará vender a cota se receber um valor que pelo menos compense o retorno previsto para a produção agropecuária ao longo do período de vigência do título, mais os custos de cercamento.

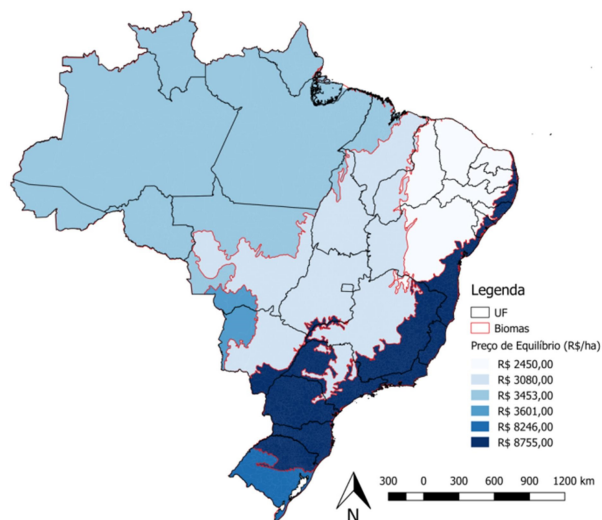
⁵ Os dados referentes às áreas de ativo florestais foram obtidos junto aos estudos Soares-Filho *et al.* (2014) e Soares-Filho (2015), enquanto as informações referentes aos custos de cercamento e de custo de oportunidade da terra foram retirados da base SISGEMA de indicadores ambientais (YOUNG *et al.*, 2016).



Mapa 1. Distribuição Espacial do deficit de RL



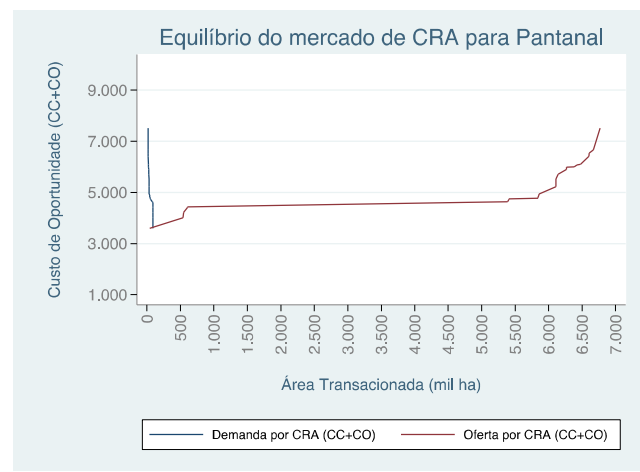
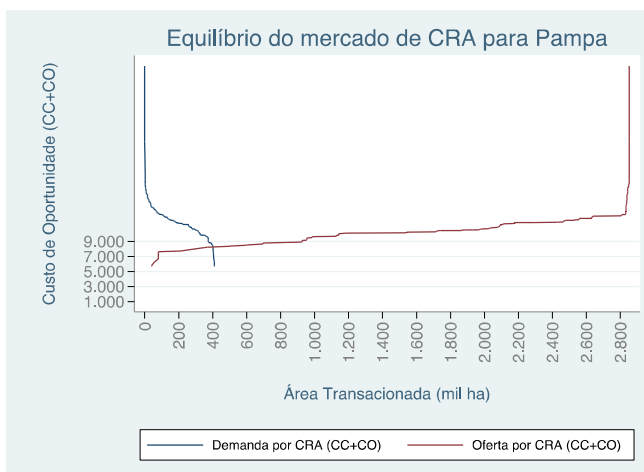
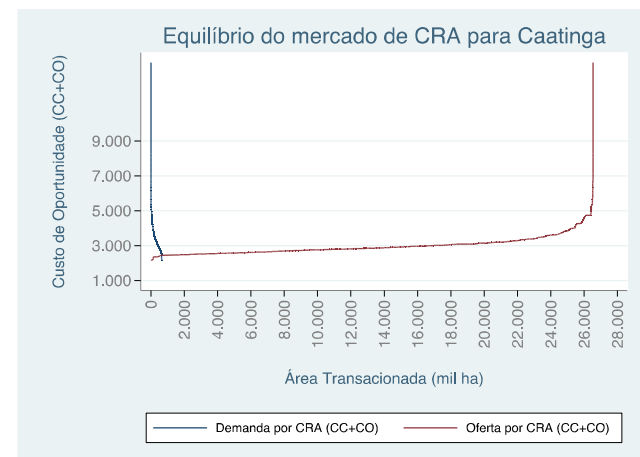
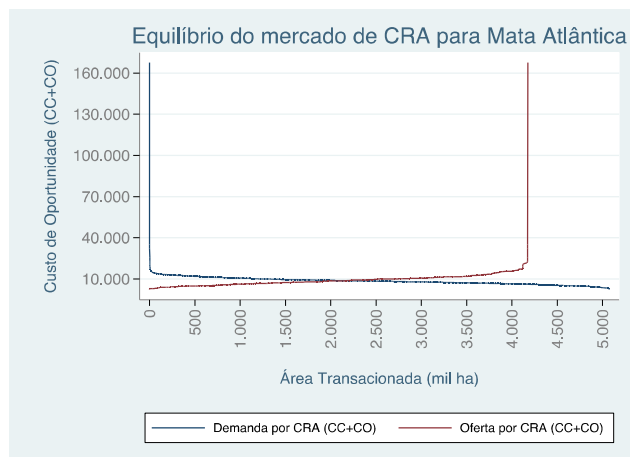
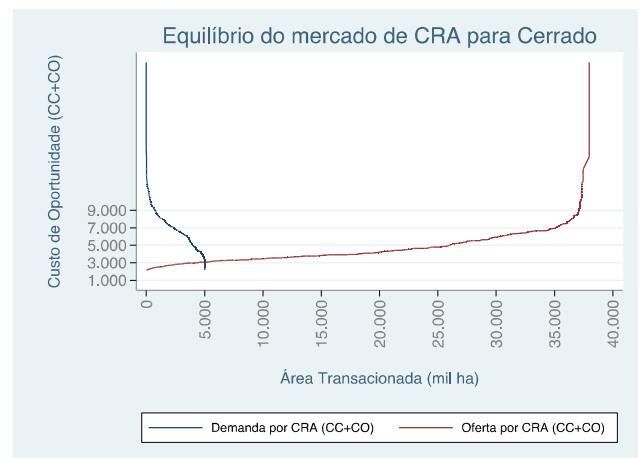
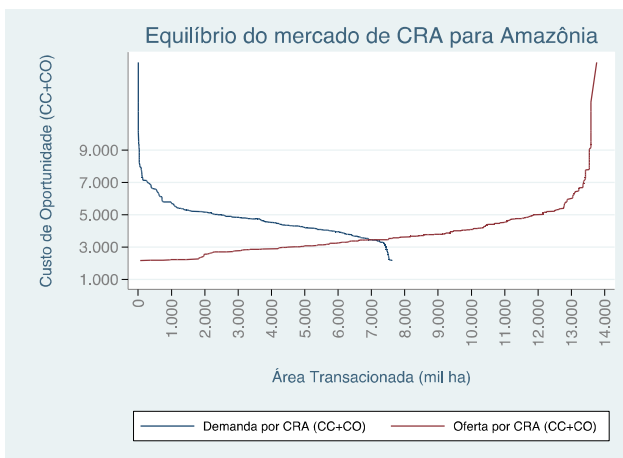
Mapa 2. Preço de equilíbrio do título de CRA por bioma



Fonte: Elaboração própria segundo os dados de Soares-Filho *et al.* (2013) e dados do SISGEMA.

A restrição de que transações de CRA devem ser limitadas ao mesmo bioma significa, na prática, que se constituirão o Brasil seis mercados distintos e estanques de negociação dessas cotas. O Mapa 2 apresenta as estimativas de preço de equilíbrio entre oferta e demanda de CRA estimados para cada um dos biomas brasileiros, a partir das estimativas efetuadas com base nos custos de oportunidade da terra e de cercamento presentes no SISGEMA.

Os Gráficos 1 a 6, a seguir, apresentam os resultados das simulações de mercados de CRA para cada bioma.



Comparando as condições de equilíbrio de mercado nos seis biomas brasileiros, nota-se que as áreas de Caatinga e Cerrado se apresentam hoje como as mais baratas para a aquisição de CRA. Isto significa que, na eventualidade de um mercado nacional de Cota de Reserva Ambiental, esses dois biomas despontariam como áreas de maior interesse aos proprietários com déficit de RL. Em contraste, na Mata Atlântica e, secundariamente, nos Pampas, haveria pouco interesse para compensação, pois o preço médio por CRA é comparativamente muito maior. Este resultado se contrapõe à ideia de que a estruturação de um mercado nacional de CRA seria de grande interesse para a Amazônia, em que pese o fato do ativo florestal na Caatinga e Cerrado ser mais do que suficiente para compensar a totalidade do déficit de RL do país (Tabela 1).

Tabela 1. Distribuição espacial das áreas de déficit de RL e de ativo florestal por bioma

Bioma	Déficit de Reserva Legal	Ativo Florestal
Amazônia	7.624.226	13.761.619
Caatinga	650.592	26.536.194
Cerrado	5.022.044	37.964.352
Mata Atlântica	5.073.871	4.177.150
Pampa	409.801	2.852.157
Pantanal	90.653	6.767.916
Brasil	18.871.187	92.059.387

Fonte: Elaboração própria segundo os dados de Soares-Filho (2013)

3.1 Custos e Benefícios da compensação via CRA

Estima-se que a estruturação de um mercado de CRA por bioma movimentaria mais de R\$ 63,9 bilhões no país (Tabela 2). Este seria o custo de adequação incorrido pelos proprietários na compra de CRAs com vistas a compensarem seus déficits de RL. Todavia, apenas 15,3 milhões de hectares (81,2% do total) das áreas de déficit seriam compensados no mercado de CRA, cabendo ao restante da área a recuperação dentro da propriedade em si.

Tabela 2. Estimativa dos valores transacionados em CRA por bioma

Cenário	Valor Transacionado	Área Compensada com CRA (ha)
Amazônia	R\$24.160.399.948	6.997.195
Caatinga	R\$1.583.728.786	646.553
Cerrado	R\$15.452.608.327	5.017.164
Mata Atlântica	R\$19.086.305.842	2.180.080
Pampa	R\$3.309.723.928	401.389
Pantanal	R\$326.435.066	90.653

Brasil	R\$63.919.201.897	15.333.034
--------	-------------------	------------

Fonte: Elaboração própria

Os benefícios ambientais associados ao volume de área transacionada na forma de CRA seriam expressivos. Tomando como referência as estimativas de densidade de carbono do SISGEMA, utilizando a metodologia proposta em Young *et al.* (2016), projeta-se que o mercado de CRA contribuiria para evitar a emissão de 5,8 GtCO₂e, ao passo que evitaria a erosão do solo em mais de 3,6 bilhões de toneladas (Tabela 3).

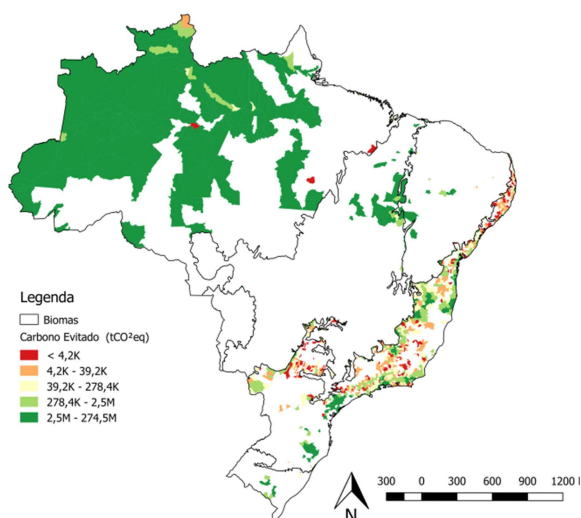
Tabela 3. Benefícios ambientais associados ao mercado de CRA em 15 anos – (em toneladas de CO₂e)

Bioma	Emissão de CO ₂ e evitada	Erosão do solo evitada
Amazônia	3.941.532.514	1.690.467.425
Caatinga	115.341.668	61.052.394
Cerrado	1.132.357.623	606.502.698
Mata Atlântica	626.620.248	1.155.488.235
Pampa	24.188.607	31.659.313
Pantanal	10.260.687	18.183.585
Brasil	5.850.301.347	3.563.353.649

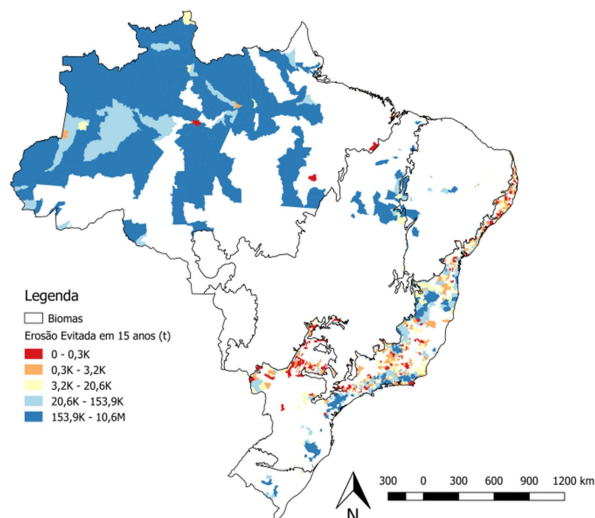
Fonte: Elaboração própria

Os Mapas 3 e 4 revelam onde os benefícios em termos de emissão de carbono e erosão do solo evitadas, respectivamente, ocorreriam. Os mapas também revelam a direção dos fluxos financeiros referentes à aquisição de CRAs: as áreas coloridas indicam os municípios para onde o fluxo financeiro decorrente da aquisição dos títulos tenderiam a ocorrer. Nota-se que essas áreas estão localizadas em partes mais remotas, onde os custos de transporte são mais altos, ou onde a vocação agropecuária é menor, por questões de relevo, clima ou outros fatores geográficos.

Mapa 3. Distribuição espacial das emissões de carbono evitadas com a transação de CRAs



Mapa 4. Distribuição espacial de erosão evitada com a transação de CRAs



Fonte: Elaboração própria

4. Custos e benefícios associados à recuperação (*in loco*) das áreas de déficit de Reserva Legal

Na seção anterior, estimou-se um mercado de CRA no valor de R\$ 63,9 bilhões e de extensão de 15,33 milhões de hectares. Nesta seção, são estimados os custos e benefícios envolvidos caso não haja possibilidade de compensação por CRA, e a área de déficit de RL deva ser integralmente recuperada dentro da própria propriedade. Dentre os custos dessa estratégia considerou-se o custo de cercamento da área (incluindo as despesas com insumos, mão de obra, transporte e administração do projeto) e o custo de oportunidade da terra.⁶

Sob estas circunstâncias, os resultados apontam que o custo de recuperação dos mesmos 15,33 milhões de hectares superaria R\$ 99,7 bilhões. Este valor é 56,1% maior do que aquele estimado para o mercado de CRA com restrição por bioma. A diferença entre os dois valores expressa aquilo que seria apropriado sob a forma de excedente do produtor e consumidor das Cotas de Reserva Ambiental.

É comum que grupos ambientalistas com posição mais radical contra instrumentos econômicos argumentem que a flexibilização no atendimento das normas ambientais pelo mercado de cotas de reserva ambiental acabaria induzindo à piora das condições

⁶ A metodologia de cálculo dos custos de oportunidade da terra e de cercamento é apresentada nos apêndices 2 e 3.

ambientais. Contudo, ao menos segundo os serviços ambientais considerados neste modelo (emissões ou captura de CO₂ e erosão evitada), os benefícios associados a essa política não justificam o acréscimo nos custos que ela ocasionaria, uma vez que seriam menores do que àqueles obtidos com as transações no mercado de CRA por bioma.

A Tabela 4 mostra que a recuperação da área de déficit resultaria na captura de 4,3 GtCO₂e, e evitaria erosão do solo em cerca de 2,7 bilhões de toneladas ao longo dos 15 anos analisados.

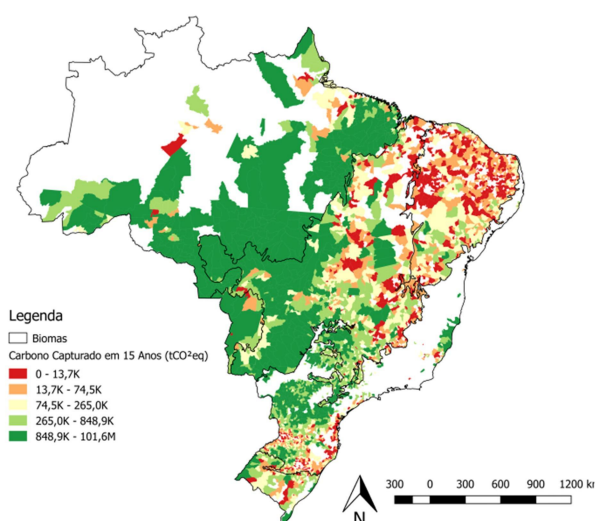
Tabela 4. Benefícios ambientais da recuperação de 15,33 milhões de hectares de déficit de Reserva Legal

Bioma	Carbono capturado (tCO ₂ e)	Erosão do solo evitada (em tonelada)
Amazônia	2.782.434.542	1.602.306.299
Caatinga	62.230.702	53.578.700
Cerrado	725.732.718	520.945.763
Mata Atlântica	709.834.182	478.325.579
Pampa	33.114.615	21.893.031
Pantanal	13.112.909	9.920.998
Brasil	4.326.459.668	2.686.970.369

Fonte: Elaboração própria

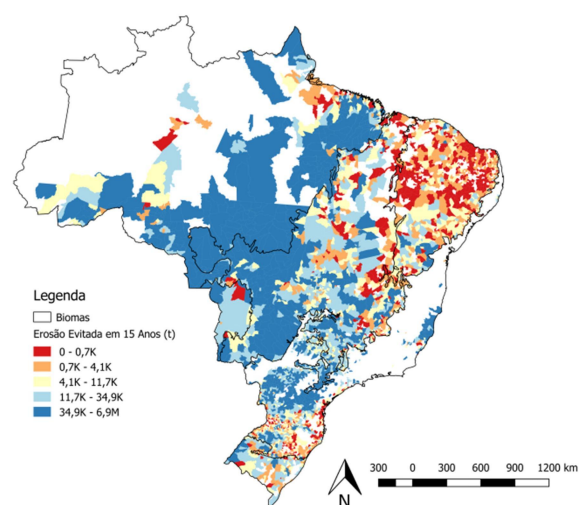
Pela análise dos Mapas 4 e 5, é possível notar que os benefícios dessa estratégia seriam muito menos concentrados espacialmente, haja vista que os déficits de RL seriam recuperados dentro da própria propriedade.

Mapa 4. Carbono capturado pela recuperação das áreas de déficit de Reserva Legal



Fonte: Elaboração própria

Mapa 5. Erosão evitada pela recuperação das áreas de déficit de Reserva Legal



5. Custos e benefícios associados a um mercado nacional de CRA

Aplicando a mesma metodologia empregada na seção 3 do estudo, chega-se a um valor total para o mercado nacional de CRA de R\$ 52,6 bilhões⁷, referentes a uma área de 18,6 milhões de hectares (Tabela 5). Nota-se que o valor total transacionado é reduzido, enquanto a área compensada aumenta. Isto ocorre porque cria-se assim a possibilidade de compensação de áreas de alto custo de oportunidade da terra, como é a Mata Atlântica e Pampa, em áreas de baixo custo de oportunidade, como no caso da Caatinga.

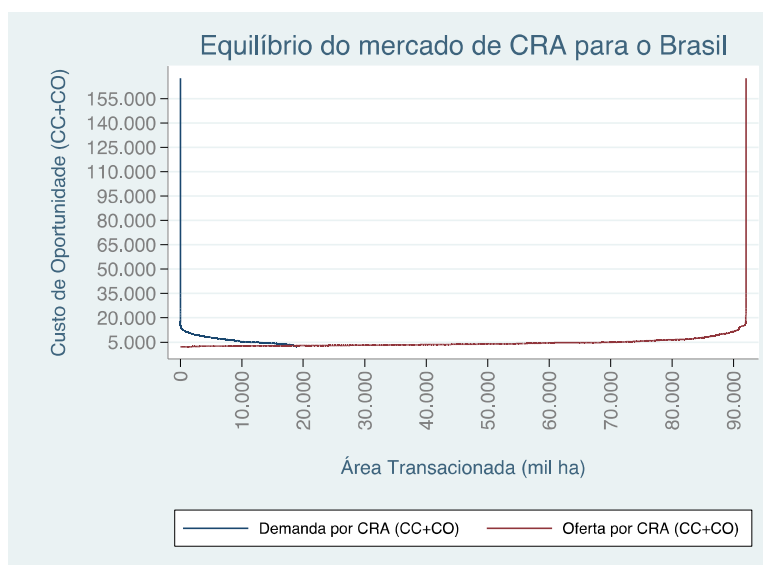
Tabela 5. Área compensada e vendida de CRA e valor das transações por bioma

Bioma	Área compensada com CRA (ha)	Valor de Demanda	Área Vendida de CRA (ha)	Valor de Oferta
Amazônia	7.461.820	R\$ 21.163.755.520	3.139.891	R\$ 8.905.585.664
Caatinga	510.196	R\$ 1.447.054.080	12.811.981	R\$ 36.338.270.208
Cerrado	5.019.854	R\$ 14.237.675.520	2.575.162	R\$ 7.303.860.736
Mata Atlântica	5.073.662	R\$ 14.390.287.360	130	R\$ 369.024
Pampa	409.801	R\$ 1.162.306.176	-	-
Pantanal	90.653	R\$ 257.115.680	-	-
Brasil	18.565.985	R\$ 52.658.194.336	18.527.163	R\$ 52.548.085.632

Fonte: Elaboração própria

Em outros termos, um mercado nacional de CRA aumentaria a demanda por compensação por apresentar um preço médio por título mais baixo, de R\$ 2.836,27/ha, contra o preço médio de R\$ 5.968,37/ha, referente a um mercado estruturado por bioma (Gráfico 7).

Gráfico 7. Mercado estimado de CRA para o Brasil



⁷ O valor de demanda e de oferta são diferentes pois essas funções são descontínuas.

Ainda mais importante do que os valores monetários e quantidades transacionadas *per se* são as direções assumidas pelo fluxo financeiro provenientes da compra e venda de CRAs. Analisando as transações estimadas para os biomas brasileiros, nota-se que, com exceção da Caatinga, o valor da demanda por CRAs para compensação dos déficits de RL excede o valor da oferta (aquilo que seria comprado em títulos no bioma). Isto significa que, de grosso modo, em um cenário nacional todos os biomas teriam recursos vazados para a Caatinga com vistas à aquisição de CRA (Tabela 6).

Tabela 6. Área e valor transacionado no mercado de CRA nacional

Bioma	Área compensada com CRA (ha)	Valor de Demanda	Área Vendida de CRA (ha)	Valor de Oferta
Amazônia	7.461.820	R\$ 21.163.755.520	3.139.891	R\$ 8.905.585.664
Caatinga	510.196	R\$ 1.447.054.080	12.811.981	R\$ 36.338.270.208
Cerrado	5.019.854	R\$ 14.237.675.520	2.575.162	R\$ 7.303.860.736
Mata Atlântica	5.073.662	R\$ 14.390.287.360	130	R\$ 369.024
Pampa	409.801	R\$ 1.162.306.176	-	-
Pantanal	90.653	R\$ 257.115.680	-	-
Brasil	18.565.985	R\$ 52.658.194.336	18.527.163	R\$ 52.548.085.632

Fonte: Elaboração própria segundo os dados de Soares-Filho (2013)

A quantidade de CRAs que seriam comprados dentro do bioma Amazônia representaria cerca de 42% da área de déficit de RL do bioma, e para o Cerrado esse valor seria de 51%. Já para Mata Atlântica, Pampa e Pantanal, a previsão de compras de CRAs dentro desses biomas seria ínfima: toda a compensação ocorreria fora desses biomas, cujas áreas onde hoje se localizam potenciais ativos florestais provavelmente seriam desmatadas para conversão em uso agropecuário, em função do seu custo de oportunidade superior.

Em relação aos benefícios ambientais associados, estima-se que a estruturação de um mercado nacional de CRA responda pela conservação de mais de 3,7 GtCO₂e. Isto é, embora a área compensada seja maior nesse caso, o volume de carbono conservado é cerca de 58% menor, quando comparado ao mercado de CRA por bioma. Essa redução é explicada pela transferência da compensação de áreas com grande densidade de carbono por hectare, como Amazônia e Mata Atlântica, para a Caatinga e Cerrado, cuja densidade tende a ser consideravelmente mais baixa.

Já em termos da perda de solo, estima-se que um mercado nacional de CRA responda pela erosão evitada de 2,1 bilhões de toneladas, contra 3,6 bilhões de toneladas que seriam conservados no caso de um mercado por bioma (Tabela 7). Novamente, destaca-se a associação de uma maior área compensada com um benefício menor. Muito se

deve à escassez de títulos de CRA que seriam comprados na Mata Atlântica, haja vista que este bioma concentra as áreas mais suscetíveis à erosão (YOUNG *et al.*, 2016).

Tabela 7. Benefícios ambientais por bioma para um mercado nacional de Cotas de Reserva Ambiental

Cenário	Emissão evitada de carbono com CRA (tCO ₂ e)	Erosão evitada com CRA (Toneladas)
Amazônia	1.760.130.934	741.558.256
Caatinga	1.312.260.150	1.099.254.670
Cerrado	628.972.599	256.102.198
Mata Atlântica	54.713	14.982
Pampa	0	0
Pantanal	0	0
Brasil	3.701.418.397	2.096.930.106

Fonte: Elaboração própria

Por fim, é importante ressaltar que os benefícios ambientais que seriam gerados por um mercado nacional de CRA são inferiores àqueles estimados para um cenário onde todo o déficit de RL seria recuperado, embora esta primeira opção apresente custos significativamente menores. No primeiro caso, o total de carbono conservado/capturado somaria 3,8 GtCO₂e.⁸ Com a recuperação integral do déficit de RL seriam capturados mais de 5,5GtCO₂e. Em termos de erosão evitada, os benefícios associados ao mercado de CRA nacional também seriam inferiores, estimados em 2,1 bilhões de toneladas, contra 4,3 bilhões de toneladas da recuperação *in loco*.

6. Comparação das estratégias de adequação aos requisitos mínimos de RL

Um dos interesses expressos na elaboração de um mercado de CRA é auxiliar os proprietários a regulamentarem a situação de suas terras no que diz respeito aos requisitos mínimos de RL. Mais além, destaca-se que a eliminação dos déficits de RL legal do país responderia pela conservação e, ou, restauração de serviços ecossistêmicos importantes, como a proteção do solo e a ciclagem de carbono. Nesta seção são analisados os custos e benefícios de se zerar o déficit de RL do país, considerando dois cenários alternativos:

Cenário 1. Compensação pela aquisição de CRA, com restrição de bioma, e recuperação do déficit restante

Cenário 2. Recuperação integral da área de déficit de RL

⁸ Neste ponto, é considerada, também, captura de 0,78 GtCO₂e referentes à recuperação dos 252 mil hectares de déficit de RL restantes, que não seriam compensados pela aquisição de CRA em um mercado nacional.

Como visto anteriormente, a estimativa é de que um mercado de CRA em operação possa responder pela compensação de 15,3 milhões de hectares (81,2%) do déficit de RL. Assumindo que o restante do déficit, aproximadamente 3,4 milhões de hectares, seria recuperado dentro da própria propriedade, o custo total dos proprietários de terra com a adequação aos requisitos mínimos de RL superaria R\$ 85,5 bilhões, no primeiro cenário (Tabela 8).

Tabela 8. Custo de zerar o déficit de Reserva Legal, com CRA por Bioma – Cenário 1

Bioma	Valor de CRA transacionado*	Custo de Recuperação**	Total
Amazônia	R\$ 24.160.399.948	R\$ 1.923.263.906	R\$ 26.083.663.854
Caatinga	R\$ 1.583.728.786	R\$ 8.951.306	R\$ 1.592.680.091
Cerrado	R\$ 15.452.608.327	R\$ 13.789.817	R\$ 15.466.398.144
Mata Atlântica	R\$ 19.086.305.842	R\$ 19.622.094.739	R\$ 38.708.400.581
Pampa	R\$ 3.309.723.928	R\$ 55.835.413	R\$ 3.365.559.340
Pantanal	R\$ 326.435.066	R\$ 0	R\$ 326.435.066
Brasil	R\$ 63.919.201.897	R\$ 21.623.935.180	R\$ 85.543.137.077

Fonte: Elaboração própria

* Referente a uma área de 15,33 milhões de hectares

** Referente a uma área de 3,38 milhões de hectares

Estima-se que os benefícios em termos de carbono conservado e capturado sejam da ordem de 7 GtCO₂e, dos quais grande parte adviria dos biomas Amazônia, Mata Atlântica e Cerrado. No caso da Mata Atlântica, o carbono capturado com a recuperação excede o carbono conservado na área transacionada com CRA. Isto se deve a estimativa de um baixo volume de transações de títulos de CRA nesse bioma, que por sua vez encontra justificativa na combinação de dois fatores: (i) alto custo de oportunidade da terra; (ii) insuficiência de ativo florestal, o que resulta em preços mais elevados por título de CRA transacionado, conforme apresentado no Mapa 2.

Já a projeção total de perda de solo evitada é da ordem de 5,2 bilhões de toneladas ao longo de 15 anos. Novamente, o benefício da recuperação das áreas de déficit restantes excede o benefício pela transação do CRA na Mata Atlântica. O resultado não surpreende, haja vista que apenas 42,8% do déficit de RL nesse bioma seriam solucionados através da compensação ambiental no mercado de CRA (Tabela 9).

Tabela 9. Benefícios de zerar o déficit de Reserva Legal, com CRA por Bioma – Cenário 1

Bioma	Emissão evitada de carbono pela aquisição de CRAs	Carbono capturado com recuperação da área não transacionada	Total	Erosão evitada pela aquisição CRA	Erosão evitada com recuperação da área não transacionada	Total
Amazônia	3.941.532.514	249.339.056	4.190.871.570	1.690.467.425	221.518.167	1.911.985.592
Caatinga	115.341.668	388.782	115.730.450	61.052.394	164.882	61.217.276
Cerrado	1.132.357.623	705.968	1.133.063.591	606.502.698	493.433	606.996.131
Mata Atlântica	626.620.248	942.218.213	1.568.838.461	1.155.488.235	1.440.990.099	2.596.478.334
Pampa	24.188.607	693.935	24.882.542	31.659.313	426.317	32.085.630
Pantanal	10.260.687	-	10.260.687	18.183.585	-	18.183.585
Brasil	5.850.301.347	1.193.345.954	7.043.647.301	3.563.353.649	1.663.592.898	5.226.946.548

Se, alternativamente, todo o déficit de RL fosse eliminado via recuperação florestal (não incluindo o replantio de mudas), os custos totais somariam R\$ 121,4 bilhões. Este valor é 41,9% maior do que aquele estimado para a estratégia anterior, onde grande parte do déficit de RL seria compensado pela aquisição de CRA. Convém ressaltar, que este cenário seria particularmente custoso no Cerrado, onde o diferencial de custos de adequação aos requisitos mínimos de RL seria de 125,5% (Tabela 10).

Tabela 10. Custo de recuperação do déficit de Reserva Legal por bioma, Cenário 2

Bioma	Custo de Recuperação
Amazônia	R\$ 35.723.329.367
Caatinga	R\$ 2.232.725.839
Cerrado	R\$ 34.874.947.830
Mata Atlântica	R\$ 43.396.957.110
Pampa	R\$ 4.699.272.756
Pantanal	R\$ 488.198.478
Brasil	R\$ 121.415.431.380

Fonte: Elaboração própria

Nota-se, pela Tabela 11, que os benefícios ambientais gerados pela recuperação integral da área de déficit seriam inferiores aos projetados para o Cenário 1. No segundo Cenário, a perda de solo evitada no país seria de 4,3 bilhões toneladas, o que equivale a 83,2% do valor encontrado para o cenário anterior. O impacto total sobre conservação e captura de carbono neste caso equivaleria a 78,4% do valor estimado para o Cenário 1.

Tabela 11. Benefícios ambientais da recuperação do déficit de Reserva Legal por bioma, Cenário 2

Cenário	Carbono capturado com recuperação de todo déficit	Erosão evitada com recuperação de todo déficit
Amazônia	3.031.773.598	1.823.824.466

Caatinga	62.619.483	53.743.581
Cerrado	726.438.687	521.439.197
Mata Atlântica	1.652.052.396	1.919.315.678
Pampa	33.808.550	22.319.348
Pantanal	13.112.909	9.920.998
Brasil	5.519.805.622	4.350.563.268

Fonte: Elaboração própria

Em suma, os resultados mostram que a flexibilização introduzida pelo Mercado de CRA, além de reduzir custos econômicos para a implementação da RL (o que aumenta a aceitabilidade política para a efetivação da legislação), também aumenta a conservação dos serviços ambientais considerados: captura de CO₂ e proteção do solo. Isso se dá possivelmente porque as áreas de ativos e passivos florestais dentro de cada bioma se distribuem de modo que as áreas já convertidas tendem a se localizar em relevo mais plano (logo, menos propenso à erosão) e de menor densidade de carbono do que nas áreas onde estão localizados os principais remanescentes florestais. Em outras palavras, tanto do ponto de vista econômico quanto dos serviços ambientais estudados, é mais importante evitar o desmatamento nos remanescentes florestais do que recuperar os passivos em áreas já desmatadas.

7. Conclusão

O presente trabalho se propôs a analisar os custos e benefícios potenciais do mercado de Cotas de Reserva Ambiental no país. Os resultados apontam que o volume de CRAs transacionados intra-bioma poderia chegar a R\$ 63,9 bilhões de reais, referentes a uma área de aproximadamente 15,33 milhões de hectares. Caso esse cenário se confirmasse, as transações de títulos de CRA seriam efetivas para compensar cerca de 81,2% do déficit de Reserva Legal. Destaca-se o fato de que em todos os biomas, com exceção da Mata Atlântica, o percentual do déficit de RL compensados pela compra de CRA estaria acima dos 91%. Todavia, na Mata Atlântica, a escassez de ativos florestais combinada com um alto custo de oportunidade da terra fariam com que em diversas áreas a recuperação seja a opção escolhida, em virtude dos menores custos envolvidos.

Os custos de recuperação florestal dessa mesma área (15,33 Mha) estariam próximo dos R\$ 99,8 bilhões, representando um acréscimo de 56,1% em relação ao custo de compensação pela aquisição de CRA. Ademais, destaca-se que os benefícios ambientais envolvidos seriam significativamente menores do que àqueles associados à compensação deste déficit via mercado de CRA. A recuperação dos 15,33 (Mha) responderia pela

captura de 4,3 GtCO₂e e por uma erosão evitada de mais de 2,7 bilhões de toneladas de solo, ao passo que a compensação pela aquisição de CRA resultaria em um total de 5,8 GtCO₂e conservados e em uma perda de solo evitada de 3,5 bilhões de toneladas ao longo dos 15 anos de vigência do título. Deste modo, é possível concluir que a aquisição de CRA é uma política preferível à recuperação florestal das áreas de déficit, não apenas por apresentar custos menores, mas também por responder por benefícios potenciais muito superiores à esta.

Caso fosse previsto um mercado nacional de CRA, onde uma cota de um bioma possa compensar o déficit em outro bioma, os custos seriam menores quando comparados à recuperação *in loco* e a um mercado de CRA por bioma. Todavia, os benefícios ecossistêmicos associados a essa estratégia seriam inferiores aos demais cenários analisados. Em um mercado nacional de CRA, grande parte do déficit seria compensada nas áreas de Caatinga e na parte do Cerrado de menor vocação agrícola, enquanto Pantanal, Pampa e Mata Atlântica não venderiam praticamente nenhum título de CRA. Este cenário seria particularmente grave à Mata Atlântica, pois deixaria o já escasso ativo florestal da área desprotegido e inviabilizaria a recuperação florestal neste bioma.

Por fim, a última seção do trabalho se ocupou em estimar os custos e benefícios em dois cenários de eliminação do déficit de RL: (i) com a presença de um mercado de CRA por bioma; (ii) na ausência de um mercado de CRA. Novamente, a relação custo/benefício sinaliza o mercado de compensação ambiental via CRA como uma estratégia preferível à recuperação das áreas de déficit de RL. O significado desse resultado para a política ambiental é muito claro: tanto do ponto de vista econômico quanto dos serviços ambientais estudados, é mais importante evitar o desmatamento nos remanescentes florestais do que recuperar os passivos em áreas já desmatadas.

Referências Bibliográficas:

ALVARENGA, M. J. **Decisões sobre o uso da Terra em uma Economia Monetária da produção:** uma abordagem Pós-Keynesiana do Efeito Indireto sobre o Desmatamento na Amazônia Legal no período 2002-2010. Dissertação de Mestrado. Instituto de Economia da Universidade Federal Fluminense, 2014.

BRASIL (2012). **Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 03 de janeiro de 2017.

BRASIL (1965). **Lei Nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Dispõe sobre o novo Código Florestal. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm. Acesso em: 03 de janeiro de 2017.

DIAS-FILHO, M.B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém – PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA -EPAGRI/SC. Disponível em: <http://www.epagri.sc.gov.br/>. Acesso em: 03 de janeiro de 2017.

GARCIA, L. C. *et al.* Restoration challenges and opportunities for increasing landscape connectivity under the new Brazilian Forest Act. **Natureza & Conservação**. This issue, 2013.

INFORMA ECONOMICS - FNP. **Anuário da Agricultura Brasileira – Agriannual**, 2014.

INFORMA ECONOMICS - FNP. **Anuário da Pecuária Brasileira – Anualpec**, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Agropecuário**, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa Agrícola da Pecuária – PAM**, 2013. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 de janeiro de 2017.

_____. **Produção Pecuária Municipal – PPM**, 2013. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 de janeiro de 2017.

_____. **Sistema de Contas Nacionais – SCN**, 2013. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 de janeiro de 2017.

_____. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura – PEVS**, 2013. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 de janeiro de 2017.

INSTITUTO ESCOLHAS. **Quanto o Brasil precisa investir para recuperar 12 milhões de hectares de floresta ?**. Relatório Final. São Paulo, SP, 2016.

MARGULIS, S. **Causes of deforestation of the Brazilian Amazon**. World Bank, World Bank Working Paper No. 22. Washington D.C., 2004.

MOTTA, D; da SILVA, W.F.; DINIZ, E.N.; **Rentabilidade na plantação do eucalipto**. VII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2010.

PLASTER, Octávio Barbosa et al. **Comportamento de juntas coladas da madeira serrada de Eucalyptus sp**. Cerne, v. 14, n. 3, p. 251-258, 2008.

PRATTI, R.L. **Formação de Povoamentos Florestais com Utilização de Mudanças Clonais**. Trabalho de conclusão de especialização em Gestão Florestal, UFPR, 2010.

QUEIROZ, J.M. **Custo de oportunidade da conservação e redução de emissão de carbono por desmatamento e degradação florestal (redd): um estudo de caso para a Amazônia brasileira.** Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ): monografia, 2008.

SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DO ESTADO DO PARANÁ – SEAB/PR. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/>. Acesso em: 5 de janeiro de 2016.

SILVA, B.C CAVALCANTE, N.L.G.; de ARAÚJO, L.C. **Recuperação da área de preservação permanente do campus de ciências agrárias e ambientais-FACTO.** Palmas-TO., 2011.

SOARES-FILHO, B. S. **Impacto da revisão do Código Florestal: como viabilizar o grande desafio adiante?.** Report. Secretaria de Assuntos Estratégicos, Brasília, 2013. Disponível em: <http://www.sae.gov.br/site/wp-content/uploads/Artigo-codigo-florestal.pdf>. Acesso em: 5 de janeiro de 2016.

SOARES-FILHO, B.S. **Modelagem de utilização de Cotas de Reserva Ambiental (CRA).** Relatório de pesquisa. Centro de Sensoriamento Remoto – CSR/UFMG. Belo Horizonte, 2015.

SOARES-FILHO, B. S. *et al.* **Cenários para a pecuária de corte na Amazônia.** Belo Horizonte, ed. IGC/UFMG, 2015.

YOUNG, C. E. F., et al. **Rentabilidade da pecuária e custo de oportunidade privado da conservação no estado do Amazonas. VII.** Encontro Nacional da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica. Fortaleza, Brasil, 2007.

YOUNG, C. E. F. (coord.). **Estudos e produção de subsídios técnicos para a construção de uma Política Nacional de Pagamento por Serviços.** Relatório Final. Instituto de Economia, UFRJ, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p. 93, 2016.