Conservation Strategy Fund | Conservação Estratégica | SÉRIE TÉCNICA | EDIÇÃO 52 | Dezembro de 2018

Mercado de Cotas de Reserva Ambiental no Maranhão:

Implicações econômicas e ambientais de restringirmos o mercado à identidade ecológica

Thaís Vilela
Pedro Gasparinetti

A missão da CSF é apoiar a conservação dos ecossistemas e a promoção da qualidade de vida por meio de estratégias movidas pela economia ambiental. Nossos treinamentos, análises e conhecimentos tornam o desenvolvimento mais inteligente, quantificam benefícios da natureza, e criam incentivos duradouros para a conservação.

© Conservation Strategy Fund - CSF

Brazil Office
Conservação Estratégica
Avenida Churchill, 129 - sala 1104, Centro
CEP: 20020-050 – Rio de Janeiro, RJ

United States Offices
Conservation Strategy
Tel 707-829-1802 Fax 707-829-1806
1160 G Street Suite A-1 Arcata, California 95521
Tel 707-822-5505 Fax 707-822-5535
1636 R Street NW, Suite 3, Washington, DC 20009

Bolivia Office
Conservacion Estrategica
Calle Pablo Sánchez Nº 6981 Irpavi - (entre Calles 1 y 2) Casilla: 3-12297
La Paz, Bolivia Telephone +591 2 272-1925

Peru Office
Conservacion Estrategica
Calle Victor Larco Herrera Nº 215
Lima, Peru Teléfono : (+51-1) 6020775

Diagramação: Frederico Celente Lorca

O download deste documento pode se feito na página eletrônica:
www.conservation-strategy.org/pt/reports

Impresso no Brasil / Printed in Brazil

Mercado de Cotas de Reserva Ambiental no Maranhão:

Implicações econômicas e ambientais de restringirmos o mercado à identidade ecológica

EQUIPE
Thaís Vilela [Conservação Estratégica - CSF-Brasil]
Pedro Gasparinetti [Conservação Estratégica - CSF-Brasil]

Nota: As opiniões expressas nesta publicação são exclusivamente dos autores e não refletem necessariamente opiniões da Conservação Estratégica ou do CEPF. Salvo indicação do contrário, os direitos de autor dos materiais deste relatório são detidos pelos autores.

Índice

Sumário

Agradecimentos 6
Lista de Tabelas 8
Lista de Figuras 9
Sumário Executivo 10
Executive summary 14
Introdução 18
Dados 23
Metodologia 26
- Cotas de Reserva Ambiental 27
  - Recuperação 28
  - Compensação 28
- Oferta e demanda 29
  - Curva de Demanda 30
  - Curva de Oferta 30
- Custo de oportunidade 32
- Áreas com floresta 38

Resultados 39
- Cenário de referência: mercado restrito ao mesmo bioma 40
  - Amazônia 40
  - Cerrado 42
  - Caatinga 44
- Cenário alternativo 1 - Áreas prioritárias 46
- Cenário alternativo 2 - Ecorregiões terrestres 50
- Cenário alternativo 3 - Sub-bacias hidrográficas do Maranhão 54

Discussão 59
Conclusão 65
Bibliografia 68

Agradecimentos

A Conservação Estratégica (CSF-Brasil) agradece a Frank D. Merry pelo apoio técnico, a Roberta del Giudice (Observatório do Código Florestal - OCF) pelo apoio de articulação institucional, e a todos os parceiros do OCF pelas contribuições nas discussões e participação nos workshops de discussão sobre identidade ecológica e de apresentação de resultados. Agredecemos à Jane Cavalcante Rodrigues (SEMA-Maranhão), Luis Ferraro e Felipe Humberto da Silva (SEMA-Bahia), e José Manzano (Naturatins) pelas discussões sobre as oportunidades de desenvolvimento do mecanismo de CRA nos Estados. Agradecemos também ao Fundo de Parceria para Ecossistemas Críticos (Critical Ecosystem Partnership Fund - CEPF - em Inglês) pelo apoio financeiro. O CEPF é uma iniciativa conjunta da Agência Francesa de Desenvolvimento, Conservação Internacional, União Europeia, Fundo Global para o Meio Ambiente, Governo do Japão, e Banco Mundial. Uma meta fundamental é garantir que a sociedade civil esteja envolvida com a conservação da biodiversidade.

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Fração de Reserva Legal por localização e bioma 20
Tabela 2 - Síntese dos principais dados e fontes 25
Tabela 3 - Grupos de uso e cobertura do solo 32
Tabela 4 - Estatísticas descritivas dos valores da produção dos principais produtos das lavouras temporárias e permanentes do estado do Maranhão (1.000 R$) 33
Tabela 5 - Estimativas do custo de produção (R$ por hectare/ano) 33
Tabela 6 - Estatísticas descritivas do lucro da pecuária (R$) 33
Tabela 7 - Preço da terra com vegetação nativa 35
Tabela 8 – Preço, demanda e oferta de Reserva Legal no equilíbrio 38
Tabela 10 - Ecorregiões por bioma no estado do Maranhão 40
Tabela 11 - Sub-bacias por bioma no estado do Maranhão 51

Lista de Figuras

Figura 1 - Limite da Amazônia Legal e biomas 19
Figura 2 - Problema de otimização do produtor rural 27
Figura 3 - Lucro anual da agricultura em R$ por hectare 34
Figura 4 - Lucro anual da pecuária em R$ por hectare 36
Figura 5 - Lucro anual da silvicultura em R$ por hectare 37
Figura 6 - Curvas de demanda e oferta no bioma Amazônia 41
Figura 7 - Quantidade transacionada no mercado por atividade (bioma Amazônia) 42
Figura 8 - Curvas de oferta e demanda no bioma Cerrado 43
Figura 9 - Quantidade transacionada no mercado por atividade (bioma Cerrado) 44
Figura 10 - Curvas de oferta e demanda no bioma Caatinga 45
Figura 11 - Quantidade transacionada no mercado por atividade (bioma Caatinga) 45
Figura 12 - Áreas prioritárias do estado do Maranhão 47
Figura 13 - Áreas prioritárias: mercado de CRA no bioma Amazônia 48
Figura 14 - Áreas prioritárias: mercado de CRA no bioma Cerrado 49
Figura 15 - Áreas prioritárias: mercado de CRA no bioma Caatinga 49
Figura 16 - Ecorregiões terrestres do Maranhão 50
Figura 17 - Ecorregiões: mercado de CRA no bioma Amazônia 52
Figura 18 - Ecorregiões: mercado de CRA no bioma Cerrado 52
Figura 19 - Ecorregiões: mercado de CRA no bioma Caatinga 53
Figura 20 - Sub-bacias hidrográficas do estado do Maranhão 54
Figura 21 - Sub-bacias: mercado de CRA no bioma Amazônia 56
Figura 22 - Sub-bacias: mercado de CRA no bioma Cerrado 57
Figura 23 - Sub-bacias: mercado de CRA no bioma Caatinga 58
Figura 24 - Percentual da demanda por Reserva Legal recuperado e compensado no bioma Amazônia 60
Figura 25 - Percentual da demanda por Reserva Legal recuperado e compensado no bioma Cerrado 61
Figura 26 - Percentual da demanda por Reserva Legal compensada e recuperado no bioma Caatinga 61
Figura 27 - Bioma Amazônia: Comparação dos custos de adequação 62
Figura 28 - Bioma Cerrado: Comparação dos custos de adequação 62
Figura 29 - Bioma Caatinga: Comparação dos custos de adequação 63

Resumo Executivo

Neste estudo, avaliamos a viabilidade do mercado de Cotas de Reserva Ambiental no estado do Maranhão em diferentes cenários de restrição de trocas. As cotas, definidas como "um título nominativo representativo de área com vegetação nativa, existente ou em processo de recuperação" (Lei No. 12.651, 2012), foram instituídas pelo novo Código Florestal para facilitar a adequação dos proprietários rurais à legislação ambiental. De acordo com o Código Florestal anterior, criado em 1965, os proprietários deveriam manter uma parcela percentual da propriedade rural em áreas de vegetação nativa -- denominadas Reserva Legal. O novo Código Florestal mantém este requerimento, mas permite que proprietários que não possuíam áreas de Reserva Legal em suas propriedades até julho de 2008 possam comprar Cotas ao invés de recompor áreas de vegetação nativa.

No entanto, a implementação e viabilidade do mercado de cotas ainda enfrentam desafios. Apesar de definir regras gerais para o funcionamento do mercado de Cotas, o novo Código Florestal não regulamenta o mecanismo. Por exemplo, a legislação não especifica a duração do título (i.e., da Cota de Reserva Ambiental). Como resultado, a maioria dos estados brasileiros ainda não implementou o mercado de Cotas. A expectativa é a de que os estados, incluindo o estado do Maranhão, aguardem a regulamentação do mecanismo pelo governo federal para então avançarem com a implementação das Cotas (Gasparinetti & Vilela, 2018)[1]. No entanto, de acordo com o governo federal, cabe aos estados definirem os critérios que serão utilizados na implementação e funcionamento do mercado de Cotas.

Uma vez estabelecidos as diretrizes federais e o mercado, os estados serão responsáveis pelo monitoramento e deverão decidir se restringirão o mercado a determinadas áreas de interesse. Por exemplo, os estados podem exigir a compra de Cotas de áreas prioritárias ou não permitir a compra de Cotas de propriedades localizadas dentro de Unidades de Conservação (Chiavari & Leme, 2017). O objetivo de limitar as transações de Cotas de Reserva Ambiental seria o de garantir adicionalidade ambiental ao mercado. A compensação em áreas localizadas em Unidades de Conservação, por exemplo, não aumenta a extensão de áreas preservadas e, por esta razão, o mecanismo, como estabelecido por lei, não gera adicionalidade. Neste sentido, para ampliar as áreas de vegetação nativa protegidas, o estado deveria criar requisitos de compensação de Reserva Legal mais restritivos do que os determinados pelo novo Código Florestal (Chiavari & Leme, 2017).

1 - No dia 27 de dezembro de 2018, o Governo Federal publicou o Decreto No. 9.640 regulamentando os procedimentos de emissão, registro, transferência, utilização e cancelamento da Cota de Reserva Ambiental, instituída pela Lei nº 12.651. O Decreto foi publicado após o fechamento da parte técnica deste relatório e, por este motivo, não analisamos a implicação desse para a implementação do mercado de Cotas no estado do Maranhão.

A discussão sobre priorização de áreas é importante também dada a reinterpretação, no início deste ano, do § 2º do novo Código Florestal pelo Supremo Tribunal Federal[2]. De acordo com os ministros, as áreas a serem comercializadas no mercado de Cotas devem ter a mesma Identidade Ecológica. Tal interpretação, no entanto, tem gerado inúmeros debates. A novo Código Florestal não faz qualquer menção ao conceito de Identidade Ecológica, sendo, portanto, um termo, até agora, bastante abstrato.

Dentro deste contexto, este estudo procura contribuir para a discussão sobre Identidade Ecológica e para o processo de decisão ao analisar a viabilidade do mercado de Cotas de Reserva Ambiental no estado do Maranhão em quatro cenários. No primeiro cenário (de referência), restringimos as transações às áreas localizadas no mesmo bioma e excluímos a possibilidade de troca de áreas localizadas em Unidades de Conservação. Nos três cenários alternativos, além das restrições mencionadas acima, impomos as seguintes restrições adicionais às áreas transacionadas:

- Cenário alternativo 1:
    - As transações são restritas às áreas com mesmo grau de prioridade
- Cenário alternativo 2:
    - As transações são restritas às áreas localizadas na mesma ecorregião
- Cenário alternativo 3:
    - As transações são restritas às áreas localizadas na mesma sub-bacia hidrográfica

Para cada um dos cenários, calculamos: (i) o preço e a quantidade de equilíbrio, e (ii) o custo de adequação. Para tanto, construímos as curvas de oferta e de demanda por Reserva Legal utilizando um modelo econômico de otimização. O preço e a quantidade de equilíbrio são identificados a partir da interseção entre as duas curvas.

Os resultados obtidos neste estudo sugerem que o mercado de Cotas de Reserva Ambiental é viável. No caso do bioma Amazônia, o preço de equilíbrio no cená-

2 - § 2o A CRA só pode ser utilizada para compensar Reserva Legal de imóvel rural situado no mesmo bioma da área à qual o título está vinculado (Lei No. 12.651, 2012).

rio de referência seria igual a R$ 1.700 por hectare e a quantidade transacionada, 2,8 milhões de hectares. Com exceção de alguns produtores de gado, os demais proprietários rurais optariam por compensar seus déficits via mercado. A imposição de restrições adicionais reduziria o número de participantes, mas ainda assim geraria ganhos financeiros para mais da metade dos proprietários rurais.

Com relação aos biomas Cerrado e Caatinga, temos que a dinâmica do mercado é bastante parecida nos dois biomas. No cenário de referência, o preço de equilíbrio seria R$ 100 por hectare e a quantidade transacionada seria 777 mil e 145 mil hectares respectivamente. O preço estimado em ambos os casos corresponde ao custo de oportunidade de determinados produtores de gado --- que possuem o menor custo de oportunidade em nossa base de dados.[3] Neste cenário, todos os proprietários optam pela compensação ao invés da recuperação (assumindo que quando indiferentes, os proprietários participarão do mercado). A imposição de restrições altera a dinâmica do mercado apenas no cenário alternativo 1 (áreas prioritárias) em função da redução do número de áreas disponíveis à comercialização no mercado. Neste caso, a quantidade transacionada seria 728 mil e 139 mil hectares nos biomas Cerrado e Caatinga. Como resultado desta restrição, uma parte dos proprietários não poderá participar do mercado e terão como única alternativa, a recuperação de áreas de reserva legal em suas propriedades.

Com relação especificamente aos custos de adequação, calculamos que o custo de adequação via mercado é sempre menor do que o custo de adequação via recuperação para a maioria dos proprietários rurais.[4] A exceção são os proprietários de terra cuja atividade principal é a pastagem – atividade com menor custo de oportunidade.

Portanto, sob o aspecto financeiro, o mercado de Cotas de Reserva Ambiental geraria benefícios para a maior parte dos produtores rurais no estado do Maranhão. Considerando o aspecto ambiental, os resultados mostram que a imposição de restrições ao mercado de cotas – consistente com a reinterpretação da lei e com o novo conceito de Identidade Ecológica – não altera a viabilidade do mercado apesar de em determinados casos reduzir o número potencial de participantes. Tal resultado sugere que é possível conciliarmos desenvolvimento econômico e conservação ambiental. Para tanto, é preciso existir transparência e clareza na determinação das regras do mercado tanto no nível estadual quanto no federal.

3 - O custo de oportunidade corresponde ao valor da opção não escolhida ao tomar uma decisão

4 - Custo de adequação corresponde ao custo total incorrido pelo proprietário rural para se adequar à legislação ambiental.

Executive Summary

This study evaluates the viability of the market for Environmental Reserve Quotas (henceforth CRA, for its Portuguese acronym) in the state of Maranhão, Brazil. CRA is defined as "a nominative title representing an area with native vegetation, existing or in the process of recovery" (Law No. 12.651, 2012). CRA was established by the new Forest Code, created in 2012, to facilitate compliance with the new environmental law. The previous Forest Code, created in 1965, required that rural landowners maintain a certain percentage of their rural property with native vegetation. These native vegetation areas are known as Legal Reserves. The new Forest Code maintains this requirement but allows rural landowners who did not have Legal Reserve areas on their properties by July 2008 to buy quotas instead of rebuilding areas of native vegetation.

However, despite being allowed by the new Forest Code, the CRA market has not yet been implemented in the state of Maranhão. Similarly to the other Brazilian States, policy-makers in Maranhão are waiting for Federal guidelines regarding CRA's implementation. Currently, the description of the CRA mechanism in the new Forest Code is abstract and lacks basic definitions such as the title duration (Gasparinetti & Vilela, 2018).[5] According to the Federal Government, however, is up to the States to define the criteria to be used to establish the CRA market.

Once federal guidelines and the market are established, Brazilian states will be responsible for monitoring and will decide whether to restrict the market to particular areas of interest. For example, states may require Quotas purchase from priority areas or not allow Quotas purchase of properties located within Conservation Units (Chiavari & Leme, 2017). The aim of limiting the transactions of Environmental Reserve Quotas would be to guarantee environmental additionality to the market. Compensation in areas located in Conservation Units, for example, does not increase the extent of preserved areas. Thus, the mechanism, as established by law, does not generate additionality. In this sense, to extend protected native vegetation areas, the state should create Legal Reserve compensation requirements more restrictive than those determined by the new Forest Code (Chiavari & Leme, 2017).

The discussion on prioritization is also important given the reinterpretation, at the beginning of the 2018 year, of §2 of the new Forest Code by the Federal Supreme Court. According to the ministers, the areas to be marketed in the CRA market must have the same Ecological Identity. Such an interpretation, however, has generated many debates since the new Forest Code does not mention the concept of Ecological Identity.

5 - On December 27, 2018, the Federal Government published the Decree Law No. 9,640 regulating the procedures for the issuing, registration, transfer, use, and cancellation of the Environmental Reserve Quota, established by the Act of 2012, Law No, 12.651. The Decree was published after the conclusion of this technical report and, for this reason, the implications of this Decree to the CRA market was not analyzed for the state of Maranhão.

Within this context, this study contributes not only to the debate on the financial viability of the CRA market but also to the more recent debate on Ecological Identity by simulating four different scenarios. In the baseline scenario, we restrict transactions in the CRA market to the same biomes and exclude the possibility to sell or buy Legal Reserve areas inside Conservation Unities. This scenario is closer to the one established in the new Forest Code. To account, however, for the new reinterpretation and the Ecological Identity concept, we simulate three alternative scenarios. Besides the restricts aforementioned, additional restrictions are made in each one of the alternatives scenarios.

- Alternative scenario1:
    - Transactions are restricted to similar priority conservation areas
- Alternative scenario 2:
    - Transactions are restricted to similar priority ecoregions
- Alternative scenario 3:
    - Transactions are restricted to the same watershed

For each one of the four scenarios, we calculate the: (i) equilibrium price and quantity, and (ii) compliance cost. Using an economic model of optimization, we construct supply and demand curves for Legal Reserves in the State of Maranhão. Based on these curves, we identify the equilibrium, which is given by the intersection between the supply and demand curves.

Results suggest that regardless of the biome, the CRA market is feasible. In the Amazon, the equilibrium occurs when the price is R$ 1,700 per hectare, and the quantity is 2.8 million hectares. Under these conditions, except for a few cattle producers, rural landowners buy CRA to offset their Legal Reserve areas. Adding new restrictions to this market reduces the number of participants but does not alter its feasibility. More than half of the rural landowners continue to benefit from offsetting instead of recovering due to the high opportunity costs and the relatively low equilibrium price.

In the biomes Cerrado and Caatinga, the equilibrium price in the baseline scenario is R$ 100 per hectare. This price corresponds to the opportunity cost of some cattle producers, which have the lower opportunity cost when compared to the other activities in our data set. In this scenario, all rural landowners buy CRA to offset their Legal Reserves requirements. We assume that when indifferent,

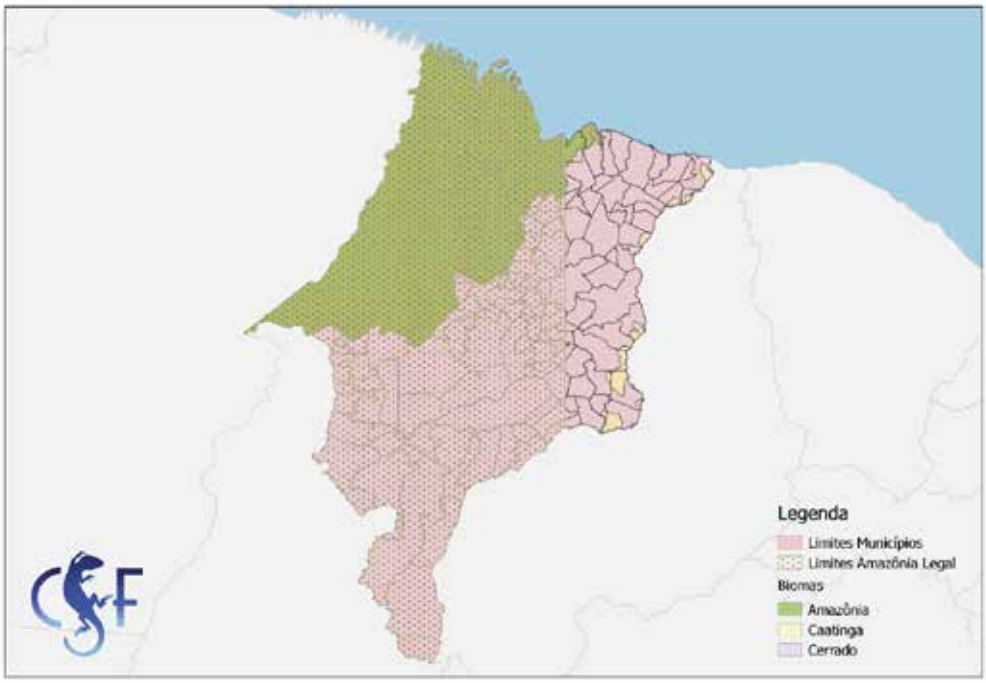
producers will choose to compensate instead of recover. Adding new restrictions alter market dynamic only in the alternative scenario 1 (priority conservation areas) since it reduces the quantity (hectares) allowed to be transacted. As a result of this restriction, some rural landowners will not be able to use the CRA market to offset or to sell Legal Reserve areas. For these landowners, compliance will be done by recovering native vegetation areas in their property.

From a financial perspective, the CRA market generates significative benefits for most rural landowners by reducing compliance costs. From an environmental perspective, a different approach would be needed to quantify the environmental gain associated with each one of the scenarios. Based on this study, we find that the imposition of additional restrictions – consistent with the reinterpretation of the law and the new concept of Ecological Identity – does not alter market viability despite reducing the potential number of participants in some cases. This result suggests that it is possible to reconcile economic development and environmental conservation. But further studies are needed to identify the best match between the market for Environmental Reserve Quotas and the imposition of environmental restrictions.

Introdução

O estado do Maranhão ocupa uma área de aproximadamente 332 mil km² e possui 217 municípios. O estado possui parte do seu território localizado na Amazônia Legal e é ocupado por três biomas: Cerrado (64%), Amazônia (35%) e Caatinga (1%) (Figura 1).

Figura 1 - Limite da Amazônia Legal e biomas



Fonte: IBGE, MMA. Elaboração dos autores

Assim como acontece nos demais estados brasileiros, as áreas de vegetação nativa nos biomas Amazônia e Cerrado no Maranhão estão sendo ameaçadas pelo alto grau de desmatamento e fragmentação florestal.[6] No bioma Amazônia, por exemplo, 75% da cobertura vegetal já foi desmatada para dar espaço a atividades agropecuárias (Celentano, et al., 2017). Uma tendência parecida ocorre no bioma Cerrado. Atualmente, apensa 50% da vegetação original do ecossistema está preservada (Greenpeace Brasil, 2018). De acordo com o Instituto de Nacional de Pesquisas Espaciais, o desmatamento das áreas de vegetação nativa no bioma Cerrado no Maranhão aumentou 9% entre 2016 e 2017, atingindo 1.454 km²

6 - Fragmentos florestais são áreas de vegetações naturais interrompidas por barreiras antrópicas ou naturais, capazes de diminuir o fluxo de animais, pólen ou sementes. A divisão em partes de uma área antes contínua faz com estas partes adquiram condições ambientais diferentes (((o))eco, 2014).

em 2017 (INPE, 2018). Medidas para reverter tais tendências incluem a Política Nacional sobre Mudanças do Clima e o novo Código Florestal.[7]

Criado em 25 de maio de 2012, o Novo Código Florestal (Lei No. 12.651) dispõe sobre a proteção da vegetação nativa no Brasil e substitui o Código Florestal criado em 1965. Dentre as principais inovações, destacamos a criação do Cadastro Ambiental Rural e a instituição da Cota de Reserva Ambiental (CRA). O Cadastro Ambiental Rural é um registro nacional eletrônico, obrigatório a todos os imóveis rurais. A formação de uma base de dados única é considerada estratégica pelo governo brasileiro para o controle, monitoramento e combate ao desmatamento no país, assim como para o planejamento ambiental e econômico dos imóveis rurais (MMA, s.d.). O Cadastro Ambiental Rural consiste na primeira etapa do processo de regularização do imóvel rural.

Dentre as exigências determinadas no Código Florestal de 1965, e mantidas no novo Código, está a criação de áreas de Reserva Legal. Cada imóvel rural deve manter uma fração do imóvel com cobertura vegetal nativa. A fração a ser preservada ou restaurada varia de acordo com a localização do imóvel rural e do bioma. Com base na localização e biomas, as frações das áreas de reserva legal a serem preservadas ou restauradas dentro de cada propriedade rural no estado do Maranhão são:[8]

Tabela 1 - Fração de Reserva Legal por localização e bioma

	Localização das propriedades rurais	
Biomas	Amazônia Legal	Fora dos limites da Amazônia Legal
Amazônia	80%	-
Cerrado	35%	20%
Caatinga	-	20%

7 - "A Política Nacional sobre Mudança do Clima oficializa o compromisso voluntário do Brasil junto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima de redução de emissões de gases de efeito estufa entre 36,1% e 38,9% das emissões projetadas até 2020. Ela foi instituída em 2009 pela Lei nº 12.187, buscando garantir que o desenvolvimento econômico e social contribua para a proteção do sistema climático global" (MMA, s.d.).

8 - Nos Estados da Amazônia Legal que tiverem Zoneamento Ecológico e Econômico aprovado e mais de 65% de seus territórios ocupados por Unidades de Conservação regularizadas e por terras indígenas homologadas, com aprovação do Conselho Estadual de Meio Ambiente, a fração de Reserva Legal exigida poderá ser reduzida para 50%. Neste estudo, não consideramos a redução da fração de Reserva Legal, pois excluímos as Unidades de Conservação da nossa análise.

Para facilitar a adequação do produtor rural, com mais de quatro módulos fiscais, à legislação ambiental, o novo Código Florestal, Lei No. 12.651 de 2012, disponibiliza três alternativas:

- Restaurar áreas de Reserva Legal
- Permitir a regeneração natural
- Compensar o déficit de Reserva Legal

Enquanto as duas primeiras opções pressupõem a restauração da vegetação nativa dentro da propriedade rural, a terceira opção permite que o produtor rural compense seu déficit em outra propriedade rural através da compra de Cotas de Reserva Ambiental. De acordo com a Lei No. 12.651 Artigo 44, as cotas são definidas como "um título nominativo representativo de área com vegetação nativa, existente ou em processo de recuperação" de caráter voluntário que excede os percentuais exigidos por lei. As Cotas de Reserva Ambiental podem ser criadas em áreas de:

- Servidão Florestal
- Reserva Particular do Patrimônio Natural
- Reserva Legal instituída voluntariamente sobre a vegetação que exceder os percentuais legais
- Unidades de Conservação de domínio público que ainda não tenham sido desapropriadas

Dentre as quatro possibilidades mencionadas, a possibilidade de emitir Cotas a partir de áreas de Unidades de Conservação (ainda que não desapropriadas) não contribui para gerar adicionalidade ao mecanismo, pois tais áreas não apresentam riscos reais de desmatamento. Por outro lado, dado o caráter voluntário das demais três opções, além da adicionalidade, é possível que o estabelecimento do mercado de Cotas estimule a criação dessas uma vez que o proprietário rural poderá emitir CRA e comercializar a área no mercado, tendo, portanto, um ganho financeiro sobre a área.

No entanto, a viabilidade do mercado de cotas no Maranhão, assim como nos outros estados brasileiros, é incerta. Para contribuir com este debate, analisamos a viabilidade financeira do mercado de cotas no estado do Maranhão. Para tanto, calculamos as curvas de oferta e de demanda por Reserva Legal, assim como o preço de equilíbrio, determinado pela interseção entre as curvas.

Inicialmente, analisamos o mercado como determinado pela nova lei, i.e., permitindo trocas entre áreas no mesmo bioma (cenário de referência). Em seguida,

restringimos as trocas a áreas com mesma importância ecológica (similar ao estabelecido na Lei 4.771 de 1965). Neste caso, consideramos três cenários alternativos, cada qual com um critério:

1. Áreas com diferentes graus de prioridade
2. Áreas localizadas na mesma ecorregião terrestre
3. Áreas situadas na mesma sub-bacia hidrográfica

A definição destes três cenários tem como objetivo também contribuir para o debate sobre Identidade Ecológica. A compensação, em cada um dos cenários alternativos, ocorrerá em áreas com características ambientais similares. Como passo seguinte a esta análise, é preciso definir quais serão as características, incluindo outras não presentes neste estudo, que determinarão a Identidade Ecológica entre duas áreas.

Dados

Para a realização deste estudo, utilizamos quatro fontes de dados distintas: Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) e Anuário da Agricultura Brasileira (Agrianual/FNP).

O SICAR fornece diversas informações relativas ao uso da terra no nível da propriedade rural.[9] Dentre os dados disponíveis, utilizamos: área do imóvel; área de servidão administrativa (i.e., área dentro de imóveis rurais de utilidade pública como rodovias, linhas de transmissão e reservatórios); áreas de acumulação de água (corpos d'água); e áreas de vegetação nativa. Tais dados são utilizados para calcularmos o ativo e passivo de Reserva Legal. Para complementar a análise, utilizamos ainda os dados de área de Reserva Legal existentes no SICAR.[10]

O IBGE e a CONAB disponibilizam dados relativos ao uso da terra, produção e rendimento agrícola e custo de produção. Diferentemente do SICAR, os dados estão no nível do município; e, por esta razão, a unidade final de análise é o município e não a propriedade rural. Os dados sobre a área de produção agrícola, produção e rendimento são da Pesquisa Agrícola Municipal e Produção da Pecuária Municipal do IBGE. Os dados de custo de produção são da CONAB. Os dados fornecidos pelo IBGE e pela CONAB são utilizados para o cálculo do custo de oportunidade da terra. No caso das áreas com vegetação nativa, utilizamos os dados de preço da terra disponibilizados no anuário Agrianual pela Informa Economics IEG/FNP.

A partir destes dados, calculamos, para cada município do estado do Maranhão, o tamanho das áreas de Reserva Legal exigidas por lei e existentes, a fração da terra utilizada por cada atividade agropecuária e os custos de oportunidades associados a cada atividade.

A Tabela 2 apresenta uma síntese dos dados utilizados assim como as fontes destes dados.

---

9 - Segundo o Serviço Florestal Brasileiro, o total de imóveis já cadastrados corresponde a 80.175. Em termos de área cadastrada, temos 24.975.255,26 hectares (SFB, 2018). No Maranhão, o total de áreas passíveis de serem cadastradas corresponde a 13.033.658 hectares. Isso significa que o percentual de áreas cadastradas é maior do que 100% ((SFB, 2018).

10 - Neste estudo, não utilizamos os dados relativos às áreas de preservação permanente. De acordo com o novo Código Florestal, Áreas de Preservação Permanente (APP) podem ser computadas nos percentuais de reservas legais quando: não forem utilizadas na conversão de novas áreas para usos alternativos dos solos; não estiverem em processo de recuperação; e os imóveis estiverem inscritos nos Cadastro Ambiental Rural. Por causa dessas restrições, o cálculo das APP passíveis de serem utilizadas no mercado de CRA é ainda incerto. Por esta razão, optamos por não utilizar as APP neste estudo.

Tabela 2 - Síntese dos principais dados e fontes

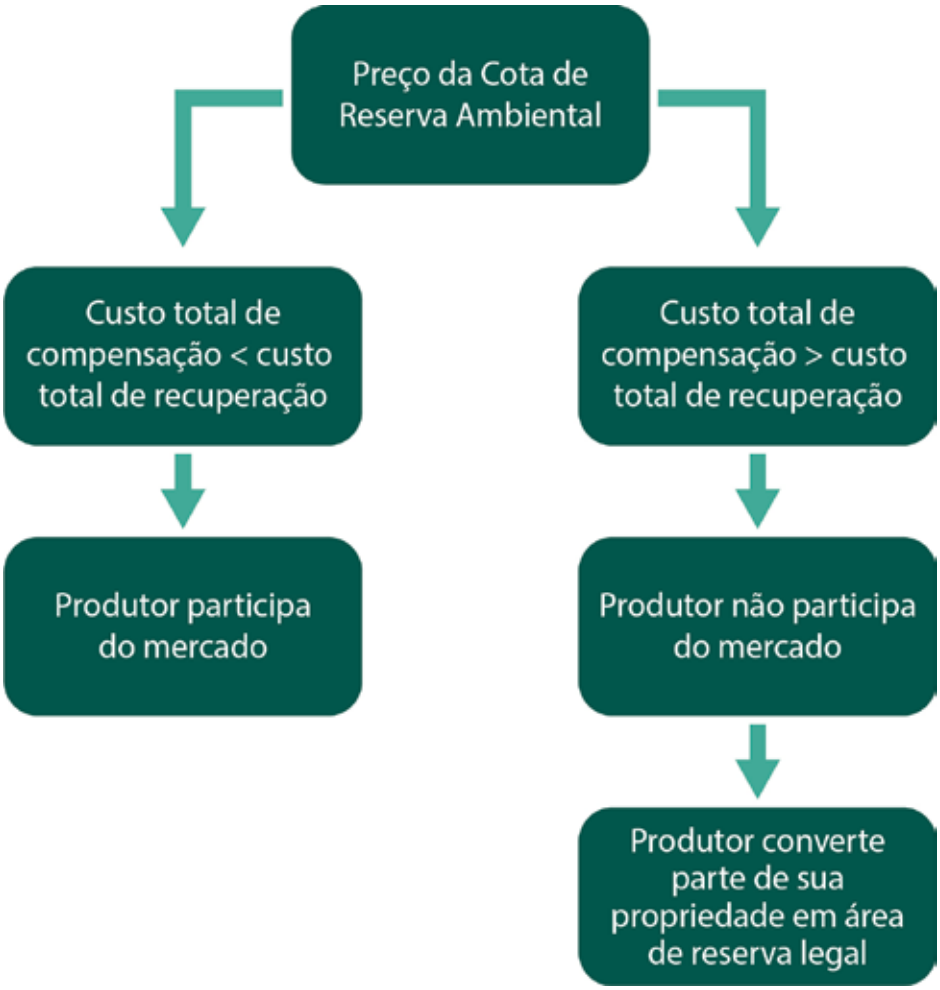
Dados	Fonte
Área do imóvel; área de servidão administrativa; áreas de acumulação de água; e áreas de vegetação nativa.	SICAR
Área de produção agrícola, produção e rendimento	IBGE
Custo de produção	Conab
Preço da terra com vegetação nativa	Agrianual/FNP

Metodologia

Cotas de Reserva Ambiental

A participação de cada produtor rural no mercado de Cotas será uma função dos custos de adequação ao novo Código Florestal. Neste estudo, consideramos duas formas de adequação: recuperação (i.e., regeneração natural da vegetação na área de reserva legal) e compensação. Assumindo segurança jurídica, racionalidade e informação completa, a escolha do produtor rural será determinada pela opção com menor custo total. Desta forma, para que o produtor rural escolha participar do mercado, o custo total associado à participação (i.e., compensação) deve ser menor do que o custo total relativo à conversão (i.e., recuperação) de parte de sua propriedade em área de Reserva Legal (Figura 2).

Figura 2 - Problema de otimização do produtor rural



Recuperação

Ao converter parte de sua propriedade em Reserva Legal, o produtor rural assumes os custos associados a recuperação e deixa de ganhar o lucro correspondente ao hectare convertido. Neste estudo, consideramos que o custo total associado à recuperação é determinado pela seguinte expressão:

Custo de Recuperação =
Custo de Oportunidade + Custo de Recuperação Florestal

Assumimos que o custo de recuperação florestal equivale simplesmente ao custo de cercamento da área e é igual a R$ 2.000 por hectare. Tal custo é semelhante ao apresentado em Young (2016) que estima custos de cercamento entre R$ 2.043 e R$ 2.342 por hectare para o Brasil.

Compensação

Para participar do mercado de Cotas de Reserva Ambiental, o produtor rural incorrerá em dois custos: o custo de transação e o preço de equilíbrio da cota. Como o mercado de Cotas de Reserva Ambiental ainda não foi estabelecido no estado do Maranhão, não existe um consenso quanto ao custo de transação. No entanto, sabemos que o novo Código Florestal prevê a obrigatoriedade de registro das Cotas em bolsas de mercadoria ou em sistemas de registro e de liquidação financeira de ativos, além do registro em cartórios de imóveis. De acordo com Rajão e Soares Filho (2015), o custo estimado de registro da Cota seria R$ 38,45 com uma taxa de custódia mensal de R$ 19,23 independentemente da propriedade e do valor do título. Com base nestes valores e assumindo 15 anos como o tempo de duração da cota, o custo de registro e custódia seria igual a R$ 631,16. Além deste valor, os autores consideram ainda a taxa cartorial e o custo de elaboração de projeto de CRA. Neste caso, o valor aumentaria para R$ 1.375,06. Para facilitar a construção das curvas de oferta e demanda, dividimos este valor pelo tamanho médio de uma propriedade rural no Maranhão, 530 hectares. Esta divisão permite escrevermos o custo de transação em termos de R$ por hectare.

Pelo lado da demanda, o custo total de compensação será definido como:

$$\text{Custo de Compensação} = \text{Custo de Transação}_{\text{compra}} + \text{Preço de Equilíbrio da CRA}$$

Pelo lado da oferta, assumimos que o custo de participação no mercado é:

$$\text{Custo de Particiação no Mercado}_{\text{venda}} = \text{Custo de Transação}_{\text{venda}}$$

Caso o produtor rural opte por converter parte de sua propriedade em Reserva Legal a fim de comercializá-la no mercado de Cotas, então, além do custo de transação, devemos considerar também o custo de oportunidade da terra convertida.

Para simplificar, consideramos que:

$$\text{Custo de Transação}_{\text{compra}} = \text{Custo de Transação}_{\text{venda}}$$

Oferta e demanda

Para o cálculo das curvas de oferta e demanda por Cotas de Reserva Ambiental no estado do Maranhão, consideramos apenas os imóveis com módulo fiscal maior do que quatro. No caso das propriedades com módulo fiscal menor do que quatro, a legislação sobre Reserva Legal é ligeiramente diferente.

Para construirmos as curvas de oferta e demanda, consideramos as seguintes variáveis:

- r_{im}: área, em hectares, de Reserva Legal exigida por Lei na propriedade rural do produtor *i* no município *m*
- re_{im}: área, em hectares, de Reserva Legal já existente na propriedade rural do produtor *i* no município *m*
- *t*: custo de transação em R$ por hectare
- CO_{iam}: custo de oportunidade da atividade agropecuária a na propriedade rural *i* no município *m* em R$ por hectare

  Assumimos que o custo de oportunidade da atividade a independe[11] da propriedade rural: COiam=COam
- $C_{icercamento}$: custo de cercamento, em R$ por hectare, da área que será convertida em Reserva Legal na propriedade *i*

  Por hipótese, consideramos que o custo de cercamento é o mesmo para todos os proprietários rurais: $C_{icercamento}=C_{cercamento}$
- φ_{am}: fração da terra ocupada pela atividade a no município m
- *p*: preço de equilíbrio, em R$ por hectare, determinado pela interseção das curvas de demanda e oferta

11 - Essa hipótese é necessária, pois não temos informação sobre a atividade agropecuária exercida em cada propriedade rural. Por esta razão, o custo de oportunidade é determinado apenas em função da atividade, mas não da propriedade. Porém, reconhecemos que esta é uma hipótese simplificadora e que o custo de oportunidade varia entre propriedades rurais.

Curva de Demanda

A demanda por Cotas de Reserva Ambiental dependerá de duas condições:

I. O produtor rural deve ser deficitário, i.e., a área de Reserva Legal exigida por lei deve ser maior do que a área de Reserva Legal atualmente existente na propriedade: $\alpha_{im}=r_{im}-re_{im}>0$

II. O custo de participação no mercado de cotas deve ser menor ou igual do que o custo de recuperação da área de Reserva Legal em sua propriedade: $\alpha_{im}\cdot(p+t)\leq(CO_{am}+C_{_cercamento})\cdot\alpha_{im}$

Para obtermos a área total associada às áreas de Reserva Legal por município, somamos os dados disponibilizados no SICAR. Por exemplo, calculamos a área total necessária para que o município atenda ao novo Código Florestal como $\alpha_m=\sum_i \alpha_{im}$.

A curva de demanda será determinada pela seguinte expressão:

$$d(p)=\sum\sum I\{p+t\leq CO_{am}+C_{cercamento}\}\cdot I\{\alpha_m>0\}\cdot\alpha_m\cdot\varphi_{am}$$

Curva de Oferta

A construção da curva de oferta de Reserva Legal depende de três componentes:

I. Área total de vegetação nativa
II. Excedente de Reserva Legal
III. Conversão de áreas agropecuárias

A construção da curva de oferta de Reserva Legal depende de três componentes:

No caso das áreas de vegetação nativa, assumimos que estas áreas não podem ser convertidas em áreas agropecuárias. O proprietário dono dessas áreas escolherá participar do mercado se: $p > t$.

Com relação ao excedente de Reserva Legal, o proprietário rural escolherá participar do mercado se, e somente se:

$$(p\,.\,t)\geq CO_{am}$$

A conversão de áreas agropecuárias em áreas de Reserva Legal ocorrerá se:

$$(p - t - C_{ceracamento}) > CO_{am}$$

A curva de oferta resulta da combinação desses três componentes:

$$s(p)= \sum \sum I\{p\text{-}t \geq CO_{am} \}\cdot \text{área excedente} + I\{p\text{-}t > CO_{am} + C_{ceracamento} \} \cdot \text{área agropecuária} + \text{área de veg. nativa} \cdot I\{ p > t \}$$

Estudos como Rajão & Soares Filho (2015) calculam a oferta de reserva legal como sendo igual as áreas com vegetação nativa excluindo as Unidades de Conservação. De acordo com os autores, as áreas florestadas possuem um menor custo de oportunidade quando comparadas com os custos de oportunidades das áreas agrícolas e de pastagem e, por esta razão, o mercado de Cotas deveria transacionar essas áreas inicialmente.

No presente estudo, porém, permitimos que o mercado determine quais áreas serão transacionadas (ou ofertadas) de acordo com o preço de equilíbrio e do custo de oportunidade de todas as áreas. Por considerarmos uma área maior, a oferta total calculada neste estudo é maior do que a encontrada na literatura.

Como resultado desta suposição, o preço de equilíbrio é determinado pela interseção entre as curvas de oferta e demanda não sendo, necessariamente, igual ao preço da terra com vegetação nativa. A análise do custo de oportunidade (próxima seção) mostra inclusive que o custo de oportunidade das áreas de pastagem é, muitas vezes, menor do que o preço de áreas com vegetação nativa. Com base nisso, para construirmos as curvas de oferta e demanda consideramos:

- Preço mínimo igual ao menor custo de oportunidade observado
- Preço máximo igual a R$ 60.000 por hectare[12]
- Valor acrescentado ao preço em cada etapa do cálculo, 100 R$ por hectare

Portanto, para cada nível de preço teremos uma demanda, d(p), e uma oferta, s(p). Com base nesses pontos, construímos as curvas de oferta e demanda.

12 - Dado que existe uma oferta de área total maior do que a demanda por Reserva Legal na maioria dos casos, o preço máximo não é muito importante para o cálculo. Por isso, foi escolhido de forma arbitrária com base nos maiores custos de oportunidades observados.

Custo de oportunidade

Para o cálculo do custo de oportunidade, utilizamos a metodologia descrita em Young (2016). Para cada município, o custo de oportunidade da terra é calculado a partir da estimação do lucro presumido das atividades agrícola (lavouras temporárias e permanentes), pecuária e silvicultura por hectare e por ano. A Tabela 3 apresenta os grupos de uso e cobertura do solo utilizados no cálculo do custo de oportunidade da terra no estado do Maranhão.

Tabela 3 - Grupos de uso e cobertura do solo

Atividades primárias	Uso e cobertura do solo
Vegetação nativa	Vegetação florestal
Pecuária	Pecuária de corte
Agricultura	Abacaxi; Algodão herbáceo (em caroço); Amendoim (em casca); Arroz (em casca); Banana; Borracha (látex coagulado); Cana-de-açúcar; Castanha de caju; Coco-da-baía; Fava (em grão); Feijão (em grão); Laranja; Limão; Mamão; Mandioca; Manga Maracujá; Melancia; Melão; Milho (em grão); Pimenta-do-reino; Soja (em grão); Sorgo granífero (em grão); Tangerina; Tomate; e Urucum (semente)
Silvicultura	Silvicultura

Nota: Esta tabela apresenta o uso e a cobertura do solo considerados em cada uma das atividades primárias.

a) Agricultura

Dentre os produtos das lavouras temporárias e permanentes, quatro se destacam no estado do Maranhão: soja (em grãos), milho (em grãos), mandioca e arroz (em casca). Em termos de área plantada ou destinada à colheita, essas quatro culturas ocupam aproximadamente 90% do total. Em termos do valor da produção, 83% do total gerado na agricultura e no estado proveem do cultivo destes quatro produtos (IBGE, 2015).

A distribuição dos valores da produção por hectares é apresentada na Tabela 4. Independentemente da lavoura, existe uma dispersão grande entre os municípios. A soja se destaca como sendo a lavoura de maior valor na região.

Tabela 4 - Estatísticas descritivas dos valores da produção dos principais produtos das lavouras temporárias e permanentes do estado do Maranhão (1.000 R$)

	Média	Desvio-padrão	Min	Max
Soja (em grãos)	38.998	89.301	148	474.578
Milho (em grãos)	2.779	10.070	14	111.086
Mandioca	2.142	2.793	8	17.599
Arroz (em casca)	1.061	1.503	2	12.446

Fonte: Elaboração própria a parti dos dados do IBGE (2015).

Na Tabela 5, apresentamos os custos de produção relativos a essas culturas. As estimativas de custo por hectare/ano divulgadas pela CONAB são apresentadas apenas para determinados estados e municípios com as maiores produtividades. No caso do Maranhão, a CONAB divulga os dados de custo apenas para o município de Balsas e para as culturas de soja, milho e arroz.

Tabela 5 Estimativas do custo de produção (R$ por hectare/ano)

	Custo total
Soja (em grãos)	2.726
Milho (em grãos)	3.037
Arroz (em casca)	2.170

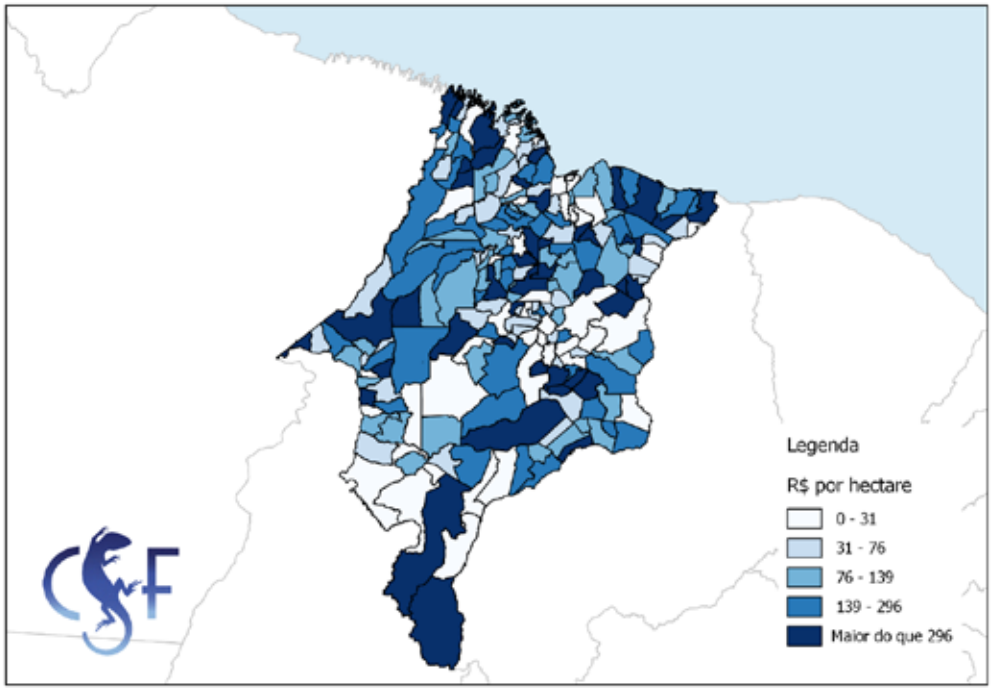
Fonte: Elaboração própria a parti dos dados da CONAB (2017).

Por estarem associados a produções de alta tecnologia, os custos divulgados pela CONAB tendem a ser maiores do que os custos de produção do produtor mediano que não opera com estruturas de custos tão complexas (Young, 2016). Como resultado, seguimos a metodologia em Young (2016) e calculamos uma proxy para a margem de lucro utilizando as estimativas do Sistema de Contas Nacionais, divulgado pelo IBGE. Dividimos o excedente operacional bruto pelo valor adicionado pelo setor agrícola.[13] Utilizando os dados de 2015 (os mais recentes

13 - O IBGE define o excedente operacional bruto como o saldo resultante do valor adicionado deduzido das remunerações pagas aos empregados, dos rendimentos dos autônomos e dos impostos líquidos de subsídios.

disponíveis), obtemos uma margem de lucro para o setor de 12%.[14] O uso de uma mesma margem para todo o setor não é ideal dentro do contexto das Cotas de Reserva Ambiental, pois os produtores das áreas mais produtivas e, provavelmente, mais lucrativas, seriam os principais interessados no mecanismo de compensação via cotas. Desta forma, podemos interpretar os resultados de participação no mercado de Cotas de Reserva Ambiental como conservador.

Figura 3 - Lucro anual da agricultura em R$ por hectare.



Fonte: Elaboração própria a partir da metodologia apresentada em Young (2016).

Nota: O lucro líquido anual por município foi calculado ponderando-se o lucro líquido de cada atividade agrícola pela área plantada

b) Pecuária

Para o cálculo da rentabilidade da pecuária, consideramos a pecuária de corte como referência. Assim como na agricultura, a estimativa da rentabilidade líquida anual por hectare é obtida através do cálculo do lucro (i.e., receita menos custo).

Para a estimação da receita, calculamos inicialmente a taxa de lotação municipal

14 - Para fins de comparação, utilizando os dados da Conta Nacional 2011, Young (2016) estima que a margem de lucro é igual a 19% para o Brasil.

no estado do Maranhão.[15] Utilizamos os dados espaciais de taxa de lotação (em unidade animal por hectare) divulgados em Barbosa, et al. (2015). Para obtermos a taxa em escala municipal, sobrepomos o mapa com as taxas sobre o mapa dos municípios do estado do Maranhão. A partir destes dados, a lotação média no Maranhão é igual a 0.64 unidades animal por hectare (288 kg de peso vivo por hectare) semelhante ao encontrado pelos autores, 0.63 unidades animal por hectare.

Ainda segundo Barbosa, et al. (2015), a produção média no estado do Maranhão em 2012 foi igual a 2,20 arrobas (@) por hectare (33 kg por hectare).[16] Para obtermos a produção em cada município, multiplicamos este valor pela taxa de lotação municipal. Por fim, utilizamos o preço da arroba do boi gordo no mercado à vista divulgado pelo Federação da Agricultura e Pecuária do Estado do Maranhão (FAEMA), R$ 124.5 a arroba, para calcularmos a receita.[17]

O custo de produção é obtido em Barbosa, et al. (2015). Os autores apresentam o custo médio de produção em 2013 para o estado do Maranhão no bioma Amazônia. Segundo os autores, o custo é igual a R$ 240 por hectare. Apesar de não ser ideal, utilizamos este valor como referência para o cálculo do lucro da atividade pecuária no Maranhão. Idealmente, os custos deveriam ser diferenciados por município e bioma.

A Tabela 6 apresenta as principais estatísticas descritivas. Os resultados mostram que existe grande variação entre os municípios do Maranhão. Enquanto em alguns municípios, a pecuária gera um prejuízo de R$ 216 por hectare, em outros municípios, a atividade gera um lucro de R$ 825 por hectare.

Tabela 6 - Estatísticas descritivas do lucro da pecuária (R$)

	Média	Desvio-padrão	Min	Max
Lucro por hectare	58.4	205.3	-216.3	825.0

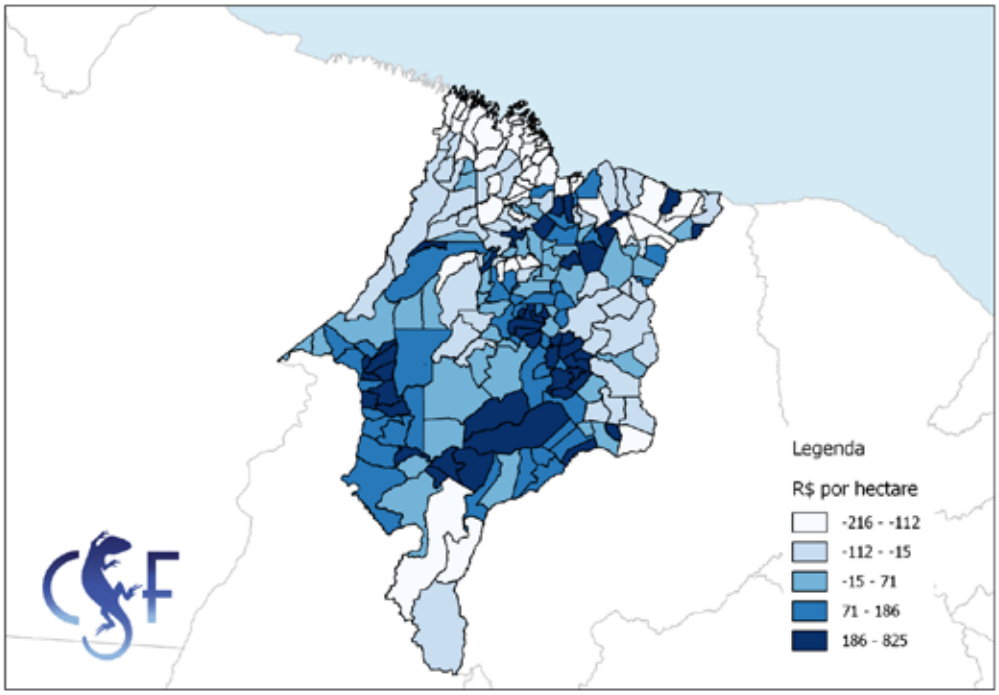
Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da FAEMA e Barbosa, et al. (2015).

15 - Lucratividade é definido como a relação entre o valor do lucro líquido e o valor das vendas (Sebrae, 2018).

16 - 1@ equivale a 15 kg.

17 - FAEMA (20 de junho de 2018): http://www.faema.org.br/cotacoes/

Figura 4 - Lucro anual da pecuária em R$ por hectare.



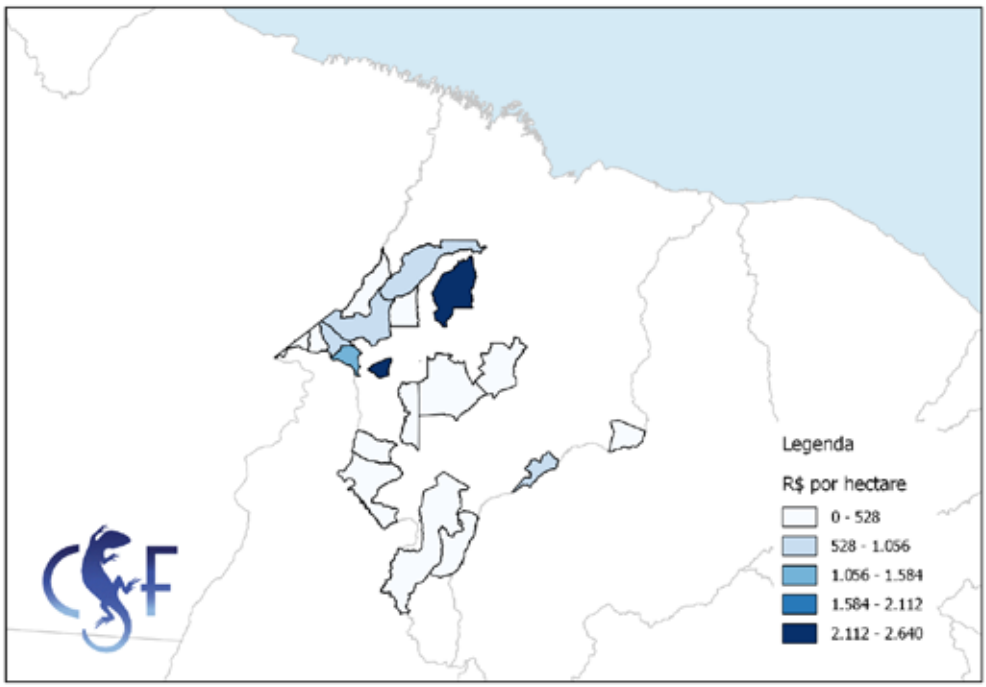
Fonte: Elaboração própria. A metodologia para calcular o lucro anual baseou-se em Young (2016).

c) Silvicultura

Para o cálculo da rentabilidade da silvicultura, utilizamos a pesquisa Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura realizada pelo IBGE. Os dados obtidos são referentes à quantidade produzida, ao valor da produção e à área total existente dos efetivos da silvicultura. Com exceção da área, cujo ano de referência é 2012, os demais dados são relativos a 2016. Assumindo que a área destinada à silvicultura nos municípios permanece constante, calculamos o lucro bruto por hectare.

Para calcularmos a rentabilidade líquida, utilizamos a relação lucro – valor bruto da produção de 40% apresentada em Young (2016). A rentabilidade é determinada pela multiplicação da receita por hectare pela taxa de lucratividade de 40%. Considerando todos os municípios produtores, calculamos que a rentabilidade líquida da silvicultura é igual a R$ 430 por hectare no estado do Maranhão. Assim como ocorre com as demais atividades econômicas, a variabilidade do lucro é grande: de um mínimo de R$ 2,4 por hectare a um máximo de R$ 2.640,5 por hectare.

Figura 5 - Lucro anual da silvicultura em R$ por hectare.



Nota: Elaboração própria. A metodologia para calcular o lucro anual baseou-se em Young (2016).

Para estimarmos o custo de oportunidade da terra ao longo dos anos, calculamos o valor presente líquido do custo de oportunidade (lucro anual) calculado anteriormente. Utilizamos uma taxa de juros real igual a 4% ao ano, levando em consideração a taxa de juros nominal e a inflação atual, e um horizonte de tempo de quinze anos. Não há ainda um consenso com relação à duração da Cota de Reserva Ambiental. Neste estudo, assumimos que a cota será equivalente a um título de médio-longo prazo (15 anos).

Áreas com floresta

A Tabela 7 apresenta os preços da terra com vegetação nativa em cada um dos biomas. Tais preços são disponibilizados no anuário Agrianual elaborado Informa Economics IEG/FNP.

Tabela 7 - Preço da terra com vegetação nativa

	Preço min (R$/ha)	Preço max (R$/ha)
Amazônia	2.000	2.000
Cerrado	700	5.500
Caatinga	800	1.300

Fonte: Agrianual (2017). O preço da terra nas florestas de transição Mata Cocais é utilizado como proxy para o preço da terra no bioma Caatinga. Os valores mínimo e máximo são funções do nível de aptidão agrícola da terra.

Resultados

A Tabela 8 apresenta uma síntese dos resultados considerando o cenário de referência, no qual a compensação é permitida em qualquer área desde que no mesmo bioma e estado. Observamos que o preço de equilíbrio no bioma Amazônia é maior do que o preço obtido nos demais biomas, Cerrado e Caatinga. Tal resultado é justificado por dois pontos:

1. A demanda total por Reserva Legal no bioma Amazônia é maior do que a oferta de vegetação nativa e áreas de excedente de Reserva Legal

2. O custo de oportunidade da pastagem – atividade com menor custo de oportunidade nos três biomas – é maior quando comparado com o custo da pastagem nos biomas Cerrado e Caatinga

Tabela 8 – Preço, demanda e oferta de Reserva Legal no equilíbrio

	Preço de equilíbrio (R$/hectare)	Demanda de Reserva Legal (ha)	Oferta por Reserva Legal (ha)
Amazônia	1.700	2.928.646	2.896.468
Cerrado	100	777.157	789.395
Caatinga	100	114.756	148.778

Nas próximas subseções, os resultados são apresentados para cada cenário individualmente. Em comum, apresentamos a oferta e demanda total por Reserva Legal e o preço de equilíbrio – determinado pela interseção entre as curvas de oferta e demanda.

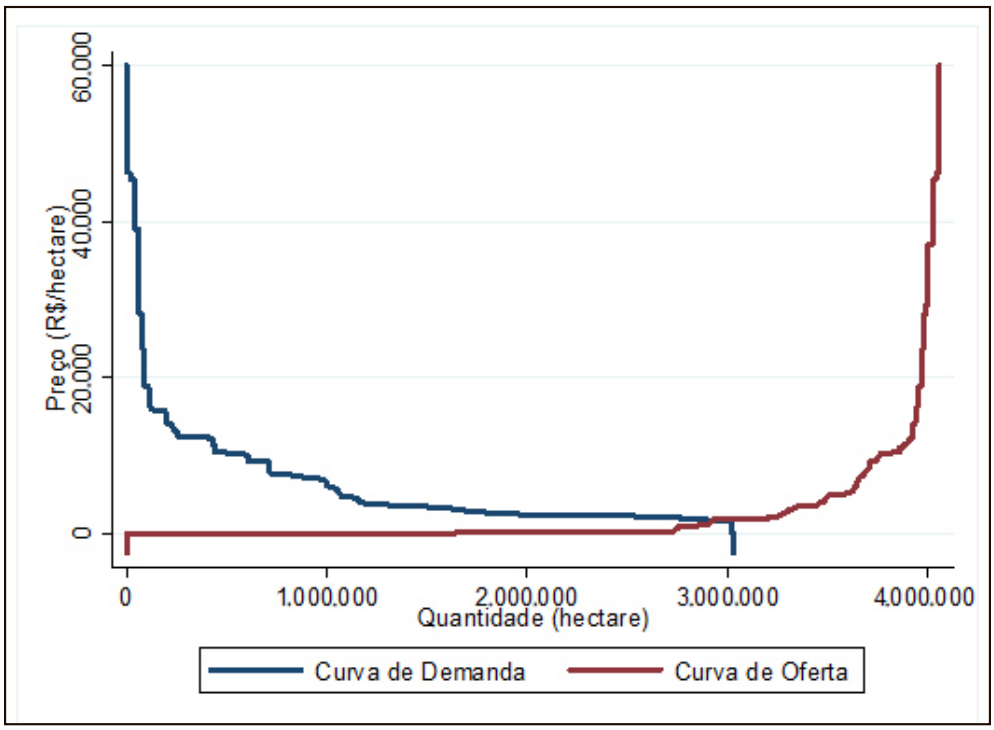
Cenário de referência: mercado restrito ao mesmo bioma

Amazônia

A Figura 6 mostra as curvas de demanda e oferta de Reserva Legal no bioma Amazônia. A interseção das curvas ocorre no ponto em que o preço é igual a R$ 1.700 por hectare. Este preço é próximo ao encontrado em Soares Filho (2015) e Agroicone (2018) que estimam o preço para o estado do Maranhão em R$ 1.514 por hectare e R$ 1.239 por hectare respectivamente. Ambos os estudos, utilizam hipóteses diferentes e, portanto, não deveríamos esperar que os resultados fos-

sem iguais. No entanto, é interessante notar que mesmo considerando diferentes inputs os preços possuem a mesma ordem de grandeza.[18]

Figura 6 - Curvas de demanda e oferta no bioma Amazônia

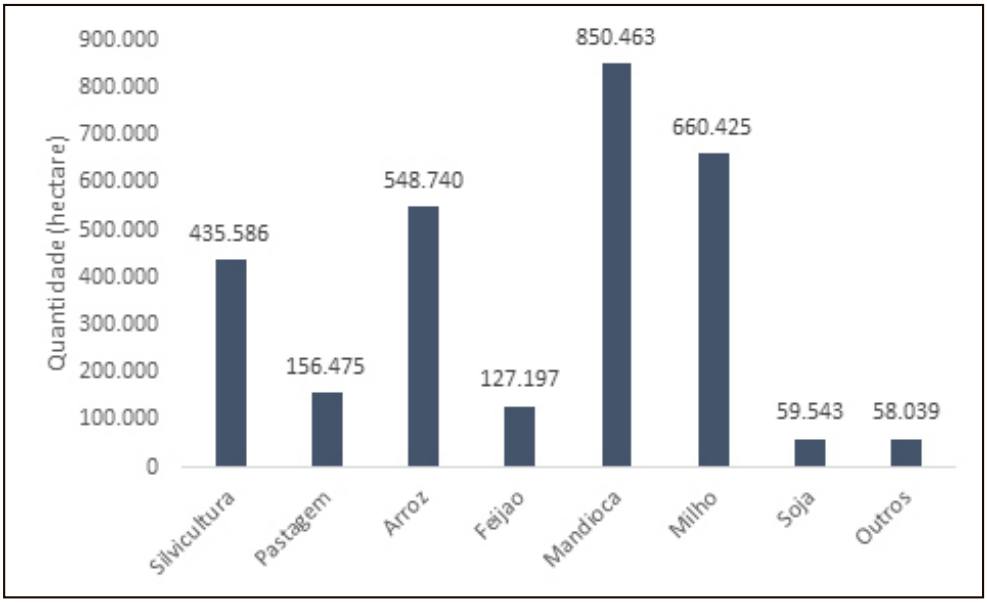


Ao preço de R$ 1.700 por hectare, a área total demandada por Reserva Legal é igual a 2.896.468 hectares. Com exceção da atividade pecuária, proprietários das demais propriedades rurais optam por compensar seus déficits via mercado de Cotas de Reserva Ambiental (Figura 7). Para uma parte dos produtores de gado, o custo de recuperação é menor do que o custo de compensação não justificando a participação no mercado. Isso ocorre, pois, o custo de oportunidade dos produtores de gado é, em certos municípios, relativamente pequeno, sendo negativo em determinados locais. Neste cenário, o custo total de adequação, incluindo o custo de recuperação e de compensação, é igual a R$ 5,1 bilhões.[19]

18 - Por exemplo, estudos como Soares Filho (2015) calculam a oferta de reserva legal como sendo igual as áreas com vegetação nativa (i.e., ao ativo florestal ou ambiental). De acordo com os autores, as áreas florestadas possuem um menor custo de oportunidade quando comparadas com os custos de oportunidades das áreas agrícolas e de pastagem e, por esta razão, o mercado de cotas deveria transacionar essas áreas inicialmente. No presente estudo, permitimos que o mercado determine quais áreas serão transacionadas (ou ofertadas) de acordo com o preço de equilíbrio e do custo de oportunidade de todas as áreas. Por considerarmos uma área maior na construção das curvas de oferta e demanda por cotas de reserva ambiental, a oferta total calculada neste estudo é maior do que a encontrada na literatura.

19 - Este valor é obtido a partir da soma dos custos de adequação dos proprietários rurais, localizados no bioma Amazônia, à legislação ambiental. Inclui o custo de restauração de áreas de vegetação nativa (na própria propriedade) e compensação (via o mercado de Cotas).

Figura 7 - Quantidade transacionada no mercado por atividade (bioma Amazônia)



Nota: Outros corresponde às seguintes atividades: abacaxi, amendoim, banana, borracha, castanha de caju, coco-da--baía, fava, laranja, limão, manga, maracujá, melancia, melão, pimenta-do-reino, tangerina, tomate, urucum.

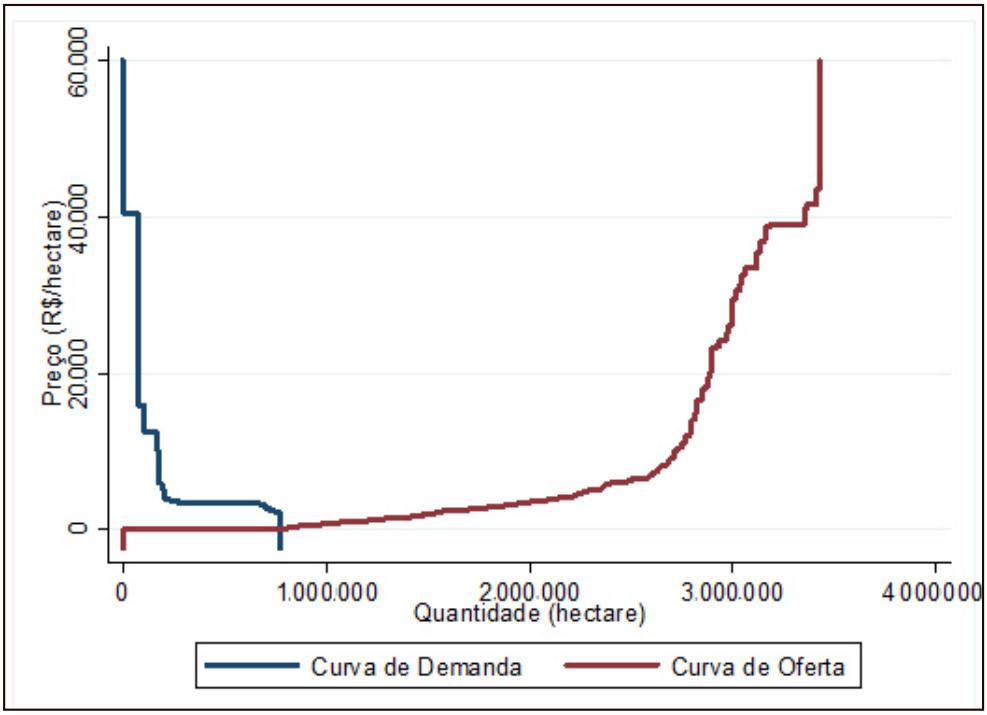
Cerrado

A Figura 8 mostra as curvas de oferta e demanda por Reserva Legal no bioma Cerrado. O preço de equilíbrio estimado é igual a R$ 100 por hectare – inferior ao estimado em Agroicone (2018), de R$ 303 por hectare, e inferior ao preço da terra com vegetação nativa.[20] A obtenção deste preço de equilíbrio é justificada pelo baixo custo de oportunidade da atividade pecuária neste bioma. Os custos variam entre os municípios, mas é possível encontrar municípios no qual o custo de oportunidade da pecuária é negativo.

A diferença entre o preço de equilíbrio e o preço da terra com vegetação nativa mostra que áreas com vegetação nativa não são necessariamente áreas com menor valor econômico. Pelo contrário, este estudo mostra que áreas cuja atividade principal é pecuária apresentam um custo de oportunidade consideravelmente menor. Este resultado é importante pois determina que parte dos produtores de gado não participarão do mercado de Cotas.

20 - Neste estudo, consideramos que o preço de áreas florestas no Cerrado é igual a R$ 700 por hectare (Agrianual, 2017). Cabe mencionar que o preço da terra em área de vegetação nativa apresenta grande variabilidade no estado do Maranhão em função da potencialidade ou aptidão agrícola da área. Por exemplo, em áreas com baixa potencialidade, o preço da terra é igual a R$ 700 por hectare. Porém, em áreas com alta aptidão, o preço da terra varia entre R$ 3.800 e R$ 5.500 por hectare (Agrianual, 2017). Neste estudo, optamos por utilizar o menor preço como referência a fim de oferecermos um lower bound e de sermos mais conservador.

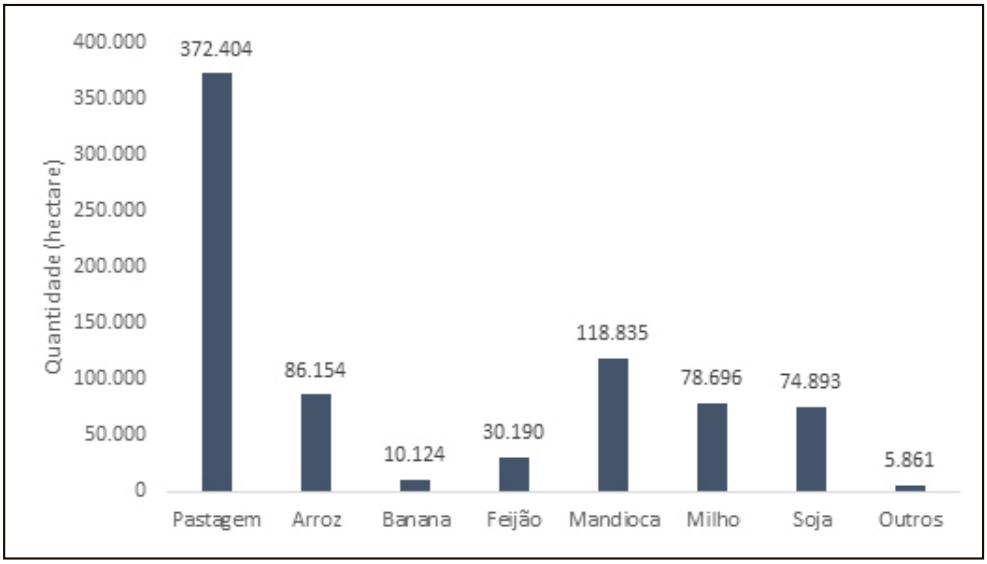
Figura 8 - Curvas de oferta e demanda no bioma Cerrado



Nota: Por construção, permitimos que os preços possam ser negativos. Em alguns municípios, o custo de oportunidade da pastagem é negativo. Como resultado, o preço mínimo utilizado para calcular o ponto inicial das curvas de demanda e oferta é negativo.

Como resultado deste equilíbrio, a quantidade total comercializada é igual a 777.157 hectares (Figura 9). O custo total de adequação, incluindo os custos de compensação e restauração, neste cenário e bioma é igual a R$ 79,7 milhões.

Figura 9 - Quantidade transacionada no mercado por atividade (bioma Cerrado)



Nota: Outros corresponde às seguintes atividades: silvicultura, abacaxi, cana-de-açúcar, coco-da-baía, fava, laranja, manga, maracujá, melancia.

Caatinga

A Figura 10 mostra as curvas de demanda e oferta por Reserva Legal no bioma Caatinga. Assim como acontece no bioma Cerrado, o custo de oportunidade da atividade pastagem é inferior a todos os demais custos e preço da terra com vegetação nativa. O equilíbrio ocorre no ponto em que o preço é igual a R$ 100 por hectare. A este preço, a quantidade transacionada no mercado é igual a 144.756 hectares (Figura 11). Neste cenário e bioma, o custo total de adequação dos produtores rurais ao novo Código Florestal é R$ 11,8 milhões.

Figura 10 - Curvas de oferta e demanda no bioma Caatinga

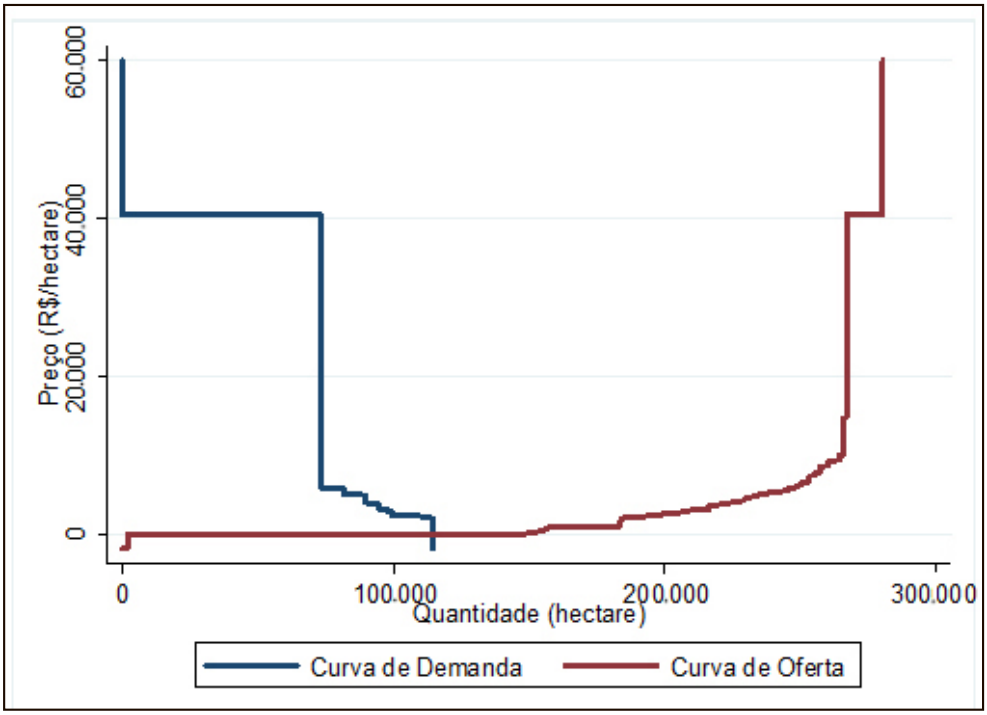
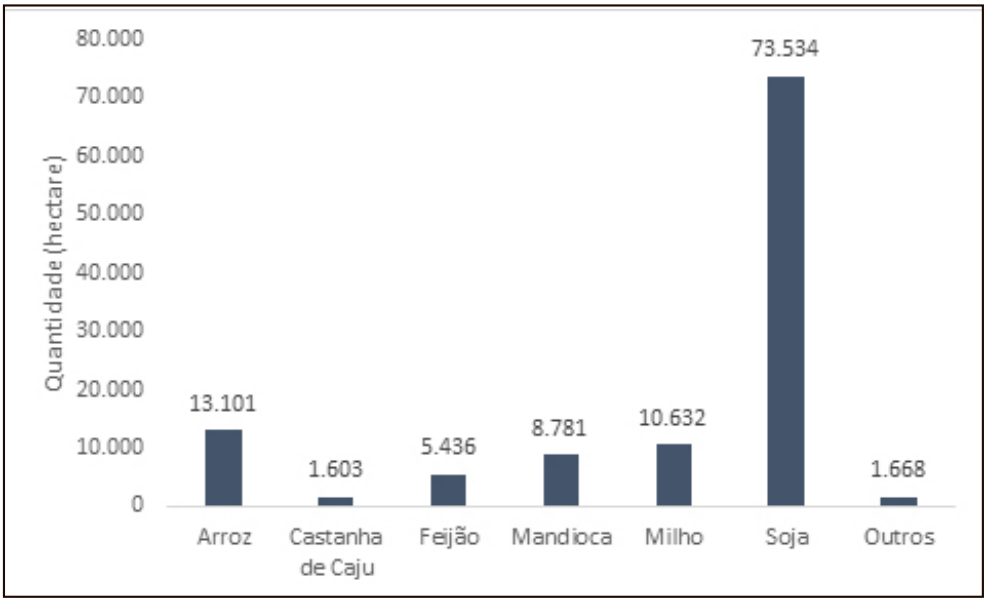


Figura 11 - Quantidade transacionada no mercado por atividade (bioma Caatinga)



Nota: Outros corresponde às seguintes atividades: banana, cana-de-açúcar, coco-da-baía, laranja, manga, melancia.

Nas próximas subseções, apresentamos os resultados para os três cenários alternativos. Por uma questão de apresentação e fluidez do texto, apresentamos os resultados consolidados. Para todos os três cenários, construímos as curvas de oferta e demanda, estimamos o preço de equilíbrio e calculamos o custo de adequação.

Cenário alternativo 1 - Áreas prioritárias

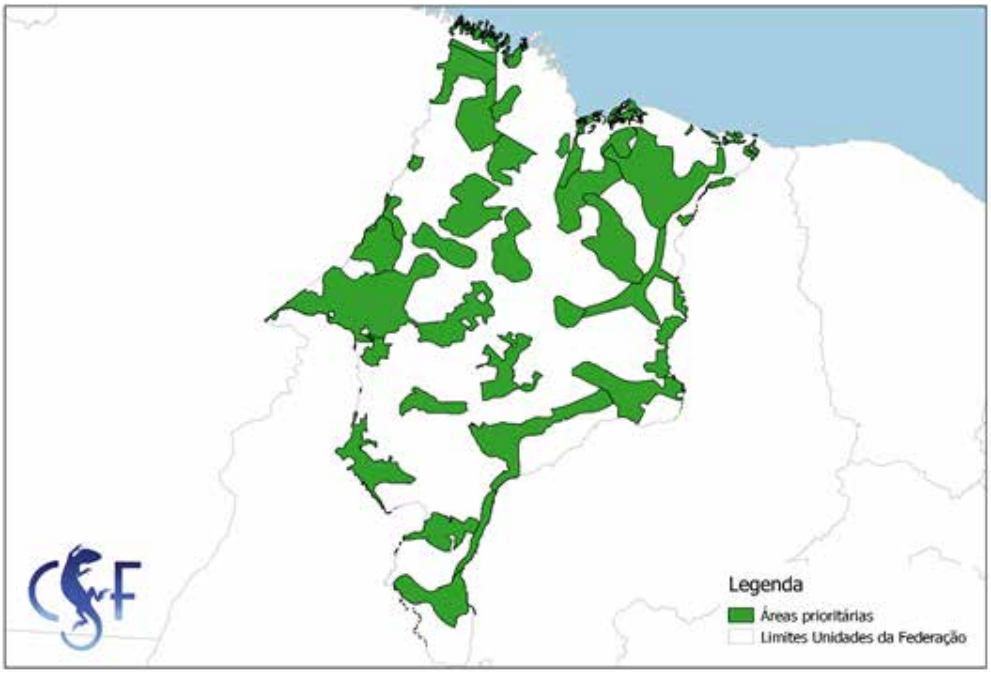
As áreas prioritárias foram estabelecidas em 2004 (Portaria 126, de 27 de maio de 2004) pelo Ministério do Meio Ambiente. Foram identificadas as áreas de maior importância para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade (MMA, 2014). A identificação de tais áreas ocorreu em parceria com diversas instituições acadêmicas e organizações não-governamentais e foi baseada na Convenção sobre Diversidade Biológica.

As áreas prioritárias são apresentadas na forma de um mapa, disponibilizado pelo Ministério do Meio Ambiente, e classificadas em três grupo de acordo com o grau de prioridade: alta, muito alta e extremamente alta.

Neste estudo, restringimos a comercialização das Cotas de Reserva Ambiental a áreas com mesmo grau de prioridade. Como resultado parte da demanda não será atendida pelo mercado e deverá ser recuperada através da conversão de áreas agrícolas e pastagem em áreas de Reserva Legal.

A Figura 12 mostra as áreas prioritárias existentes no estado do Maranhão. Nesta figura, não fazemos distinção quanto ao grau de prioridade de cada uma das áreas destacadas.

Figura 12 - Áreas prioritárias do estado do Maranhão



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Ministério do Meio Ambiente.

Como a unidade de análise é o município, assumimos que a oferta e a demanda por Cotas neste cenário são determinadas pela oferta e demanda no bioma e nos municípios que possuem áreas prioritárias. Como resultado desta premissa, as áreas prioritárias disponíveis para o mercado de Cotas são superestimadas. Além disso, para evitar dupla contagem, utilizamos a proporção de áreas prioritárias existente em cada um dos municípios e multiplicamos essa proporção pelo ativo e passivo de cada município.

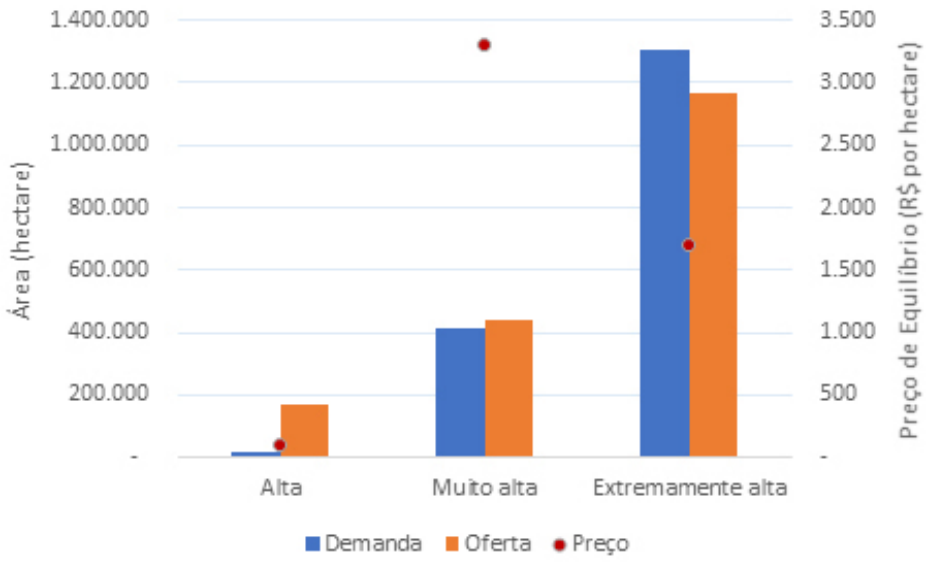
Os resultados são apresentados abaixo (Figuras 13 – 15).

No bioma Amazônia, os preços de equilíbrio variam de R$ 100 por hectare a R$ 3.300 por hectare.

- O menor preço é obtido nas áreas com grau de prioridade alta. Nestas áreas, além da oferta total ser maior do que a demanda total por Reserva Legal, o custo de oportunidade da atividade pastagem é inferior a todos os demais custos e preço da terra com vegetação nativa.

- O maior preço ocorre nas áreas com grau de prioridade muito alta. Neste caso, o alto preço é justificado pelo excesso de demanda por Reserva Legal.

Figura 13 - Áreas prioritárias: mercado de CRA no bioma Amazônia

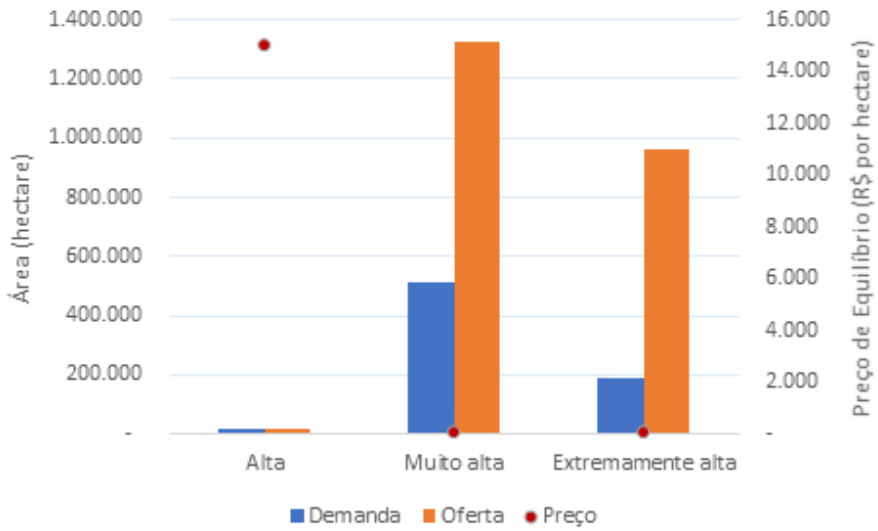


No bioma Cerrado, a oferta total de Reserva Legal é maior do que a demanda total por Reserva Legal em todas as áreas independentemente do grau de prioridade. No entanto, apesar do excesso de oferta os preços não são todos iguais ao menor custo de oportunidade. Os preços, neste cenário e bioma, variam de R$ 100 por hectare a R$ 15.000 por hectare.

- Os menores preços são obtidos nas áreas com grau de prioridade muito alta e extremamente alta. Nestas duas áreas, a oferta de áreas com vegetação nativa supera a demanda, pressionando os preços para baixo.

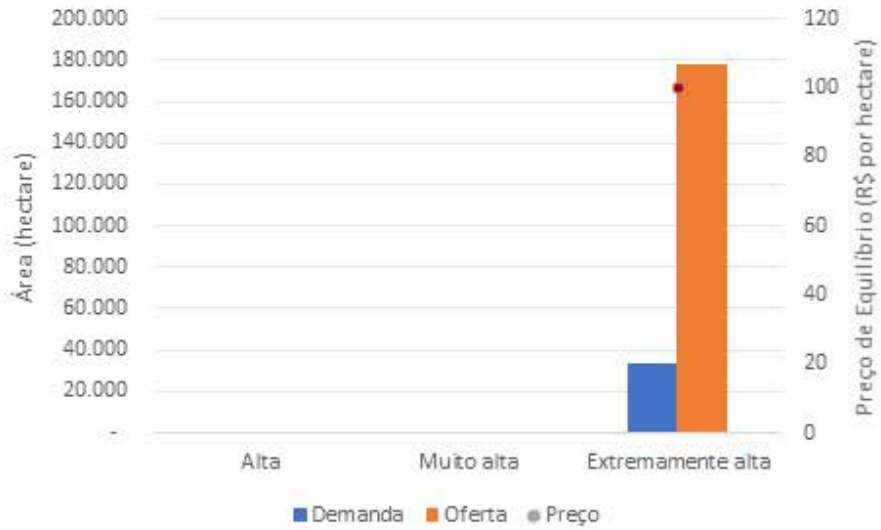
- O maior preço ocorre nas áreas com grau de prioridade alta. Nestas áreas, além da oferta total ser menor do que a demanda, a oferta de áreas com vegetação nativa e pastagem é menor. Como resultado, para atender o mercado via cotas, áreas agrícolas deverão ser convertidas em áreas de Reserva Legal.

Figura 14 - Áreas prioritárias: mercado de CRA no bioma Cerrado



No bioma Caatinga, a demanda por Reserva Legal existe apenas nas áreas com grau de prioridade extremamente alta. Neste caso, em função do excesso de oferta, o preço de equilíbrio é iguala R$ 100 por hectare. Nas demais áreas, sob as condições consideradas neste estudo, não haveria mercado de Cotas de Reserva Ambiental.

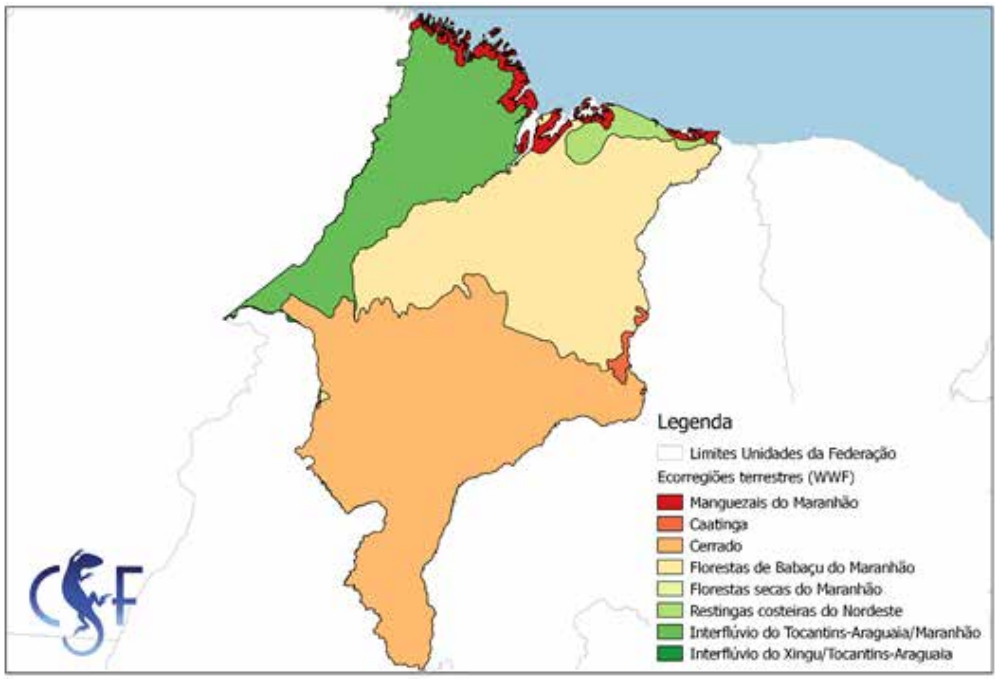
Figura 15 - Áreas prioritárias: mercado de CRA no bioma Caatinga



Cenário alternativo 2 - Ecorregiões terrestres

Neste estudo, utilizamos a definição de ecorregião estabelecida pela organização não-governamental WWF (World Wide Fund for Nature). De acordo com a instituição, uma ecorregião é definida como uma "grande unidade de terra ou água que contém um conjunto geograficamente distinto de espécies, comunidades naturais e condições ambientais" (WWF, s.d.). A WWF classificou e mapeou 45 ecorregiões terrestres no Brasil. No estado do Maranhão, existem oito ecorregiões (Figura 16).

Figura 16 - Ecorregiões terrestres do Maranhão



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da WWF (Olson, et al., 2001)

A Tabela 9 apresenta as ecorregiões existentes em cada um dos biomas. Assim como, na análise do mercado em áreas prioritárias, restringimos às transações às áreas localizadas na mesma ecorregião e no mesmo bioma.

Tabela 9 - Ecorregiões por bioma no estado do Maranhão

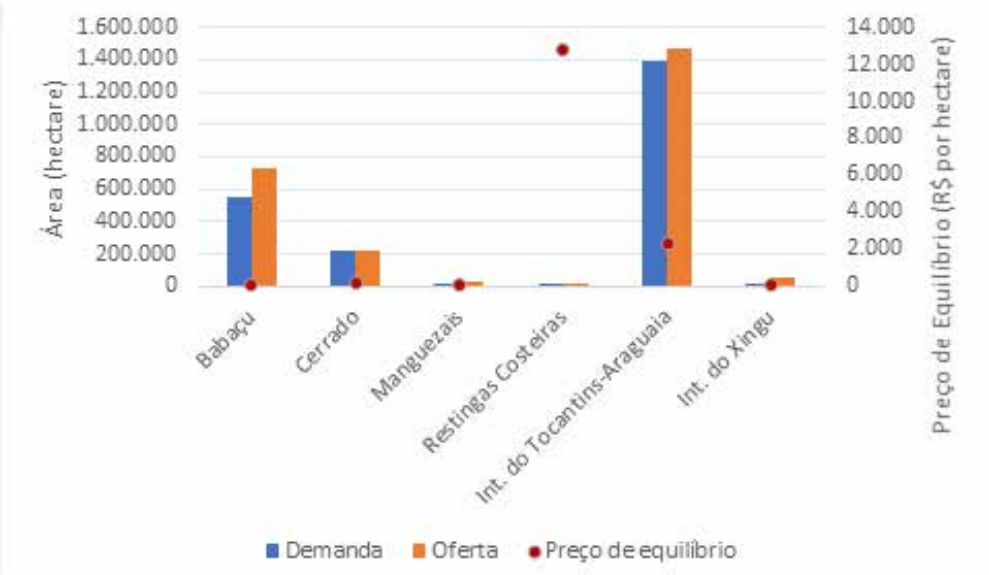
Biomas		
Amazônia	Cerrado	Caatinga
• Manguezais do Maranhão • Cerrado • Florestas de Babaçu do Maranhão • Restingas Costeiras do Nordeste • Interflúvio do Tocantins-Araguaia/ Maranhão • Interflúvio do Xingu/Tocantins – Araguaia	• Manguezais do Maranhão • Caatinga • Cerrado • Florestas de Babaçu do Maranhão • Florestas secas do Mato Grosso • Restingas Costeiras do Nordeste • Interflúvio do Tocantins-Araguaia/ Maranhão • Interflúvio do Xingu/Tocantins – Araguaia	• Manguezais do Maranhão • Caatinga • Cerrado • Florestas de Babaçu do Maranhão • Restingas Costeiras do Nordeste

No bioma Amazônia, o preço de equilíbrio varia de um mínimo R$ 100 por hectare a um valor máximo de R$ 12.800 por hectare (Figura 17).

- O menor preço ocorre nas ecorregiões: Manguezais do Maranhão, Florestas de Babaçu do Maranhão e no Interflúvio do Xingu/Tocantins - Araguaia. Nestas três áreas, a oferta de Reserva Legal é consideravelmente maior do que a demanda por Reserva Legal.

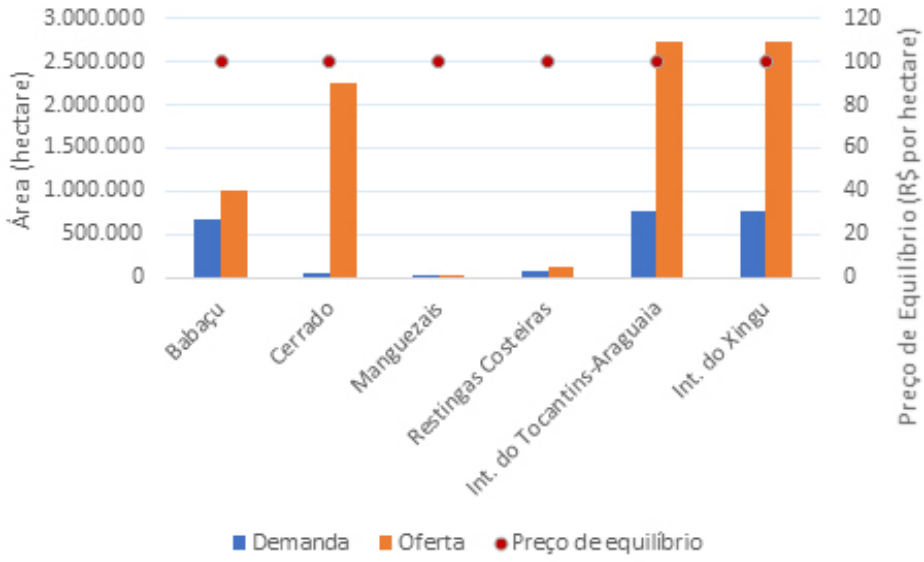
- Nas demais ecorregiões existem um maior equilíbrio entre a quantidade ofertada e demandada. O maior preço é obtido na ecorregião Restingas Costeiras do Nordeste.

Figura 17 - Ecorregiões: mercado de CRA no bioma Amazônia



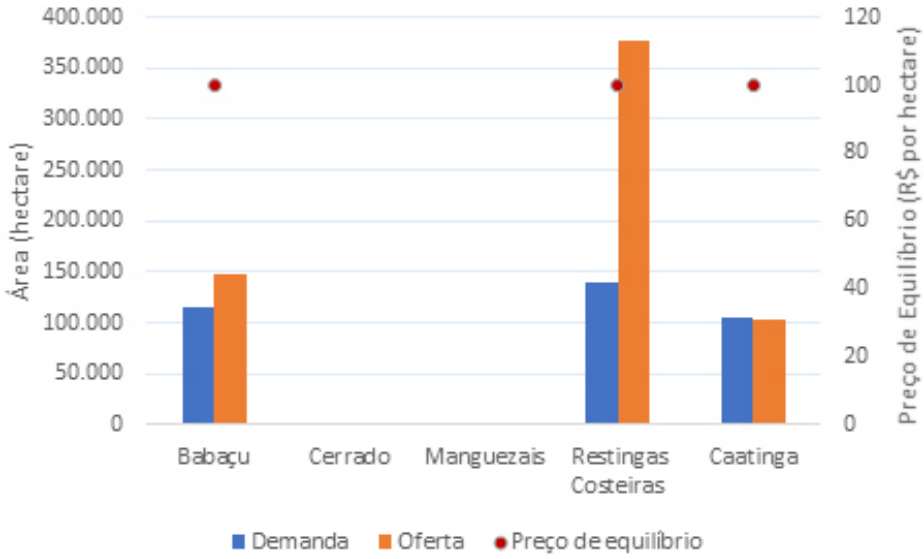
No bioma Cerrado, apesar de grande variabilidade nas quantidades ofertadas e demandadas, o preço de equilíbrio estimado é o mesmo em todas as ecorregiões, R$ 100 por hectare (Figura 18).

Figura 18 - Ecorregiões: mercado de CRA no bioma Cerrado



No bioma Caatinga, não há mercado de Cotas de Reserva Ambiental nas ecorregiões Cerrado e Manguezais do Maranhão. Em tais áreas, não há demanda por Reserva Legal. Nas ecorregiões Florestas de Babaçu do Maranhão, Restingas Costeiras e Caatinga, existe um excesso de oferta e como consequência a interseção entre as curvas de demanda e oferta ocorre no preço igual a R$ 100 por hectare (Figura 19).

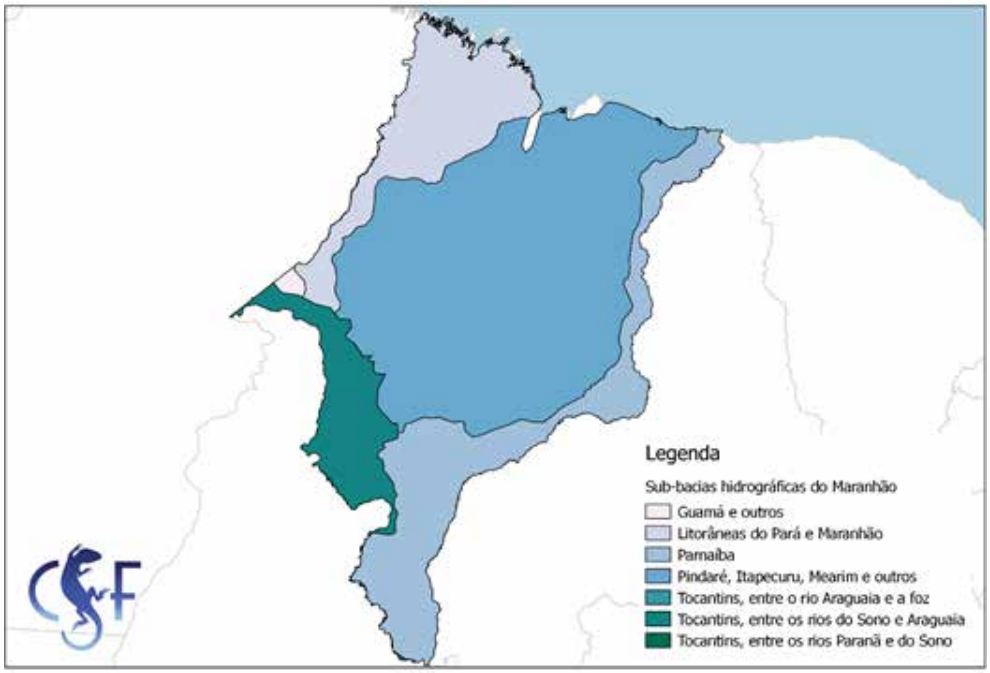
Figura 19 - Ecorregiões: mercado de CRA no bioma Caatinga



Cenário alternativo 3 - Sub-bacias hidrográficas do Maranhão

A limitação geográficas das sub-bacias do Maranhão utilizadas neste estudo foram obtidas junto ao Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE). De acordo com a classificação do DNAEE, existem sete sub-bacias no estado do Maranhão (Figura 20).

Figura 20 - Sub-bacias hidrográficas do estado do Maranhão



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do DNAEE.

Na Tabela 10, listamos as sub-bacias localizadas em cada um dos biomas existentes no estado do Maranhão. Com base nesta divisão, calculamos a oferta, demanda e o preço de equilíbrio, restringindo às transações ao bioma e à sub-bacia.

Tabela 10 - Sub-bacias por bioma no estado do Maranhão

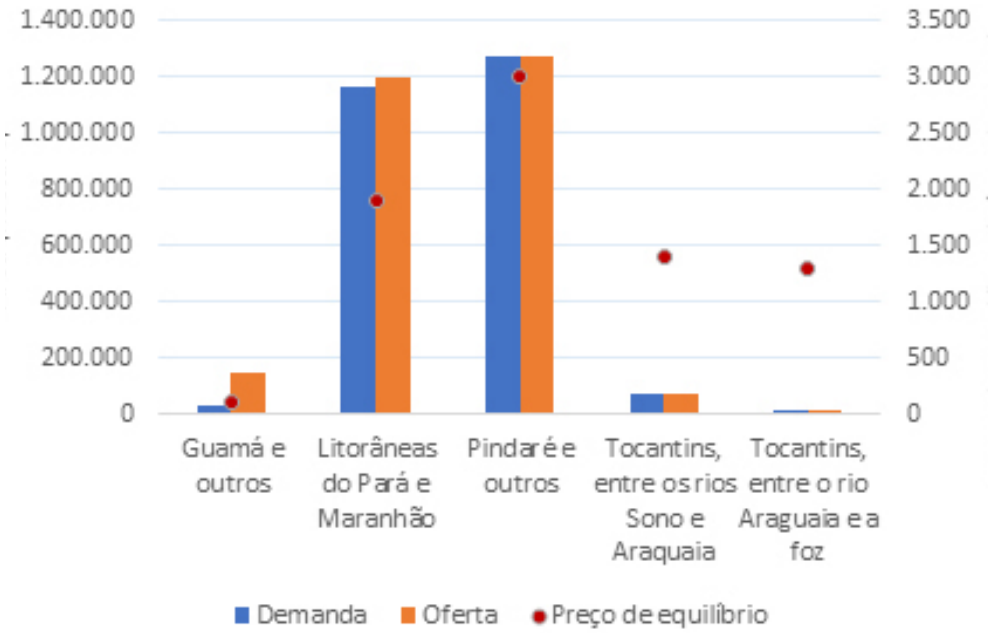
Biomas		
Amazônia	Cerrado	Caatinga
• Guamá e outros • Litorâneas do Pará e Maranhão • Pindaré, Itapecuru, Mearim e outros • Tocantins, entre os rios do Sono e Araguaia • Tocantins, entre o rio Araguaia e a foz	• Tocantins, entre os rios Paranã e do Sono • Tocantins, entre os rios do Sono e Araguaia • Pindaré, Itapecuru, Mearim e outros • Parnaíba	• Pindaré, Itapecuru, Mearim e outros • Parnaíba

No bioma Amazônia, o mercado de cotas é viável em todas as sub-bacias (Figura 21). Os preços de equilíbrio variam de R$ 100 por hectare a R$ 3.000 por hectare.

- O menor preço ocorre na sub-bacia Guamá e outros. Nesta sub-bacia, existe um excesso de oferta em relação a demanda.

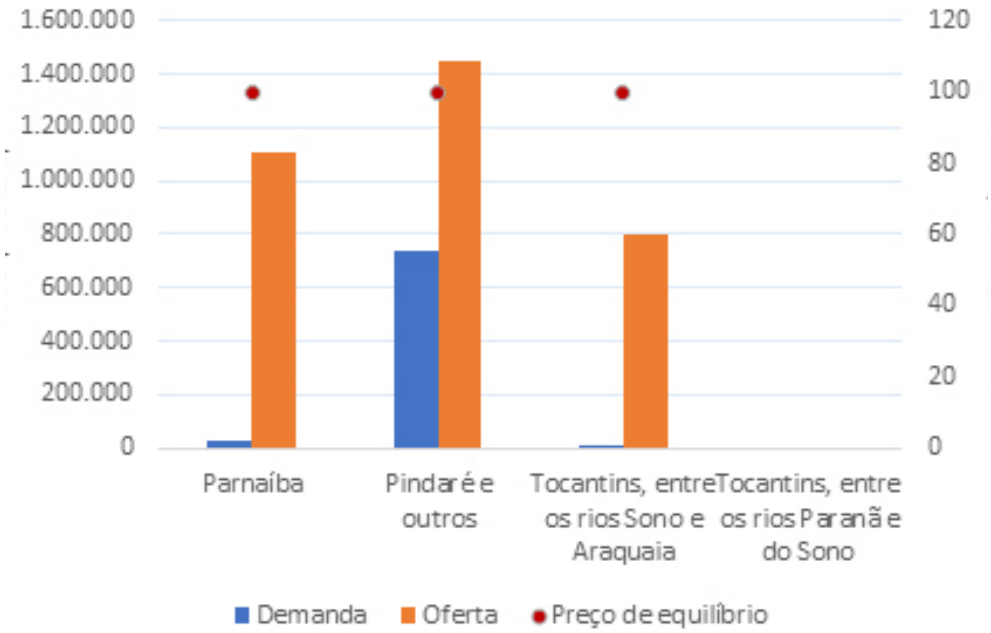
- O maior preço ocorre na sub-bacia Pindaré, Itapecuru, Mearim e outros. Diferentemente do que ocorre na sub-bacia Guamá, a oferta de vegetação nativa na sub-bacia Pindaré é menor do que a demanda por Reserva Legal, o que pressiona o preço para cima.

Figura 21 - Sub-bacias: mercado de CRA no bioma Amazônia



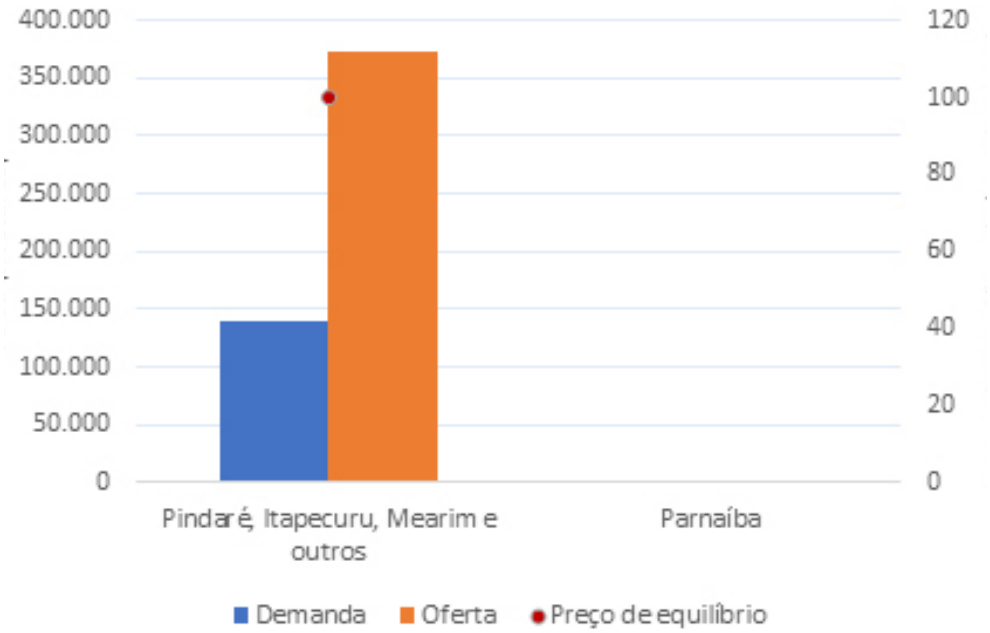
No bioma Cerrado, o mercado não é viável na sub-bacia Tocantins, entre os rios Paraná e do Sono (Figura 22). No entanto, para as demais sub-bacias existentes neste bioma, o mercado de cotas é viável. Por causa do excesso de oferta, o preço de equilíbrio é igual R$ 100 por hectare

Figura 22 - Sub-bacias: mercado de CRA no bioma Cerrado



No bioma Caatinga o mercado de Cotas de Reserva Ambiental é viável apenas na sub-bacia Pindaré, Itapecuru, Mearim e Outros. O preço de equilíbrio, nesta sub-bacia, é igual a R$ 100 por hectare em função do excesso de oferta sobre a demanda por Reserva Legal (Figura 23).

Figura 23 - Sub-bacias: mercado de CRA no bioma Caatinga



Discussão

O estado do Maranhão, assim como os outros estados brasileiros, enfrenta um importante desafio com relação ao mercado de Cotas de Reserva Ambiental: o equilíbrio entre o meio ambiente e o desenvolvimento do setor agropecuário. Em termos ambientais, o melhor cenário seria a recuperação de áreas de Reserva Legal em cada propriedade rural. No entanto, tal cenário não é viável dada a dificuldade política de criar mecanismos eficientes de enforcement. Em termos econômicos, o mecanismo de compensação tende a ser bastante vantajoso (financeiramente) para os produtores com média e alta rentabilidade. Entretanto, o uso de Cotas de Reserva Ambiental como estabelecido pelo novo Código Florestal não garante adicionalidade.

No bioma Amazônia, o estabelecimento de restrições ao mercado de Cotas de Reserva Ambiental reduz a participação dos produtores rurais no mercado (Figura 24). No Cenário de Referência, 96% dos proprietários rurais optam por compensarem seus déficits via mercado. Porém, a proporção compensada diminui nos três cenários alternativos, alcançando um valor mínimo igual a 57% no cenário Alternativo 1 (áreas prioritárias). São duas as razões para isso. Primeiro, temos a redução das potenciais áreas transacionadas no mercado de Cotas (caso das áreas prioritárias). Segundo, temos o aumento do preço de equilíbrio e, consequentemente, do custo de compensação.

Figura 24 - Percentual da demanda por Reserva Legal recuperado e compensado no bioma Amazônia

No bioma Cerrado, com exceção do cenário Alternativo 1 (áreas prioritárias), a dinâmica de participação no mercado de Cotas de Reserva Ambiental não é alterada em relação ao cenário de referência. A quantidade transacionada e o preço de equilíbrio permanecem inalterados (Figura 25). No caso das áreas prioritárias, 93% da demanda por Reserva Legal é atendida pelo mercado.

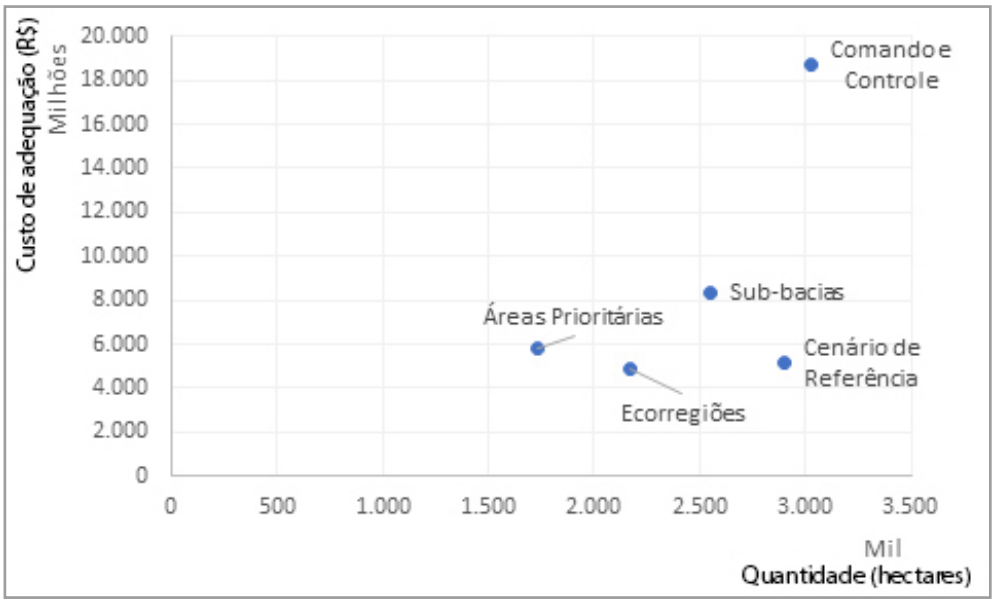
Figura 25 - Percentual da demanda por Reserva Legal recuperado e compensado no bioma Cerrado

No bioma Caatinga, a imposição de restrições às áreas transacionadas reduz a quantidade (de área) comercializada apenas no cenário Alternativo 1 (áreas prioritárias). Este resultado é justificado pela redução física da área ofertada e demandada permitida. Nos demais cenários, a restrição não altera o preço de equilíbrio, R$ 100 por hectare. Como consequência, os produtores continuam optando por participar do mercado (Figura 26).

Figura 26 - Percentual da demanda por Reserva Legal compensada e recuperado no bioma Caatinga

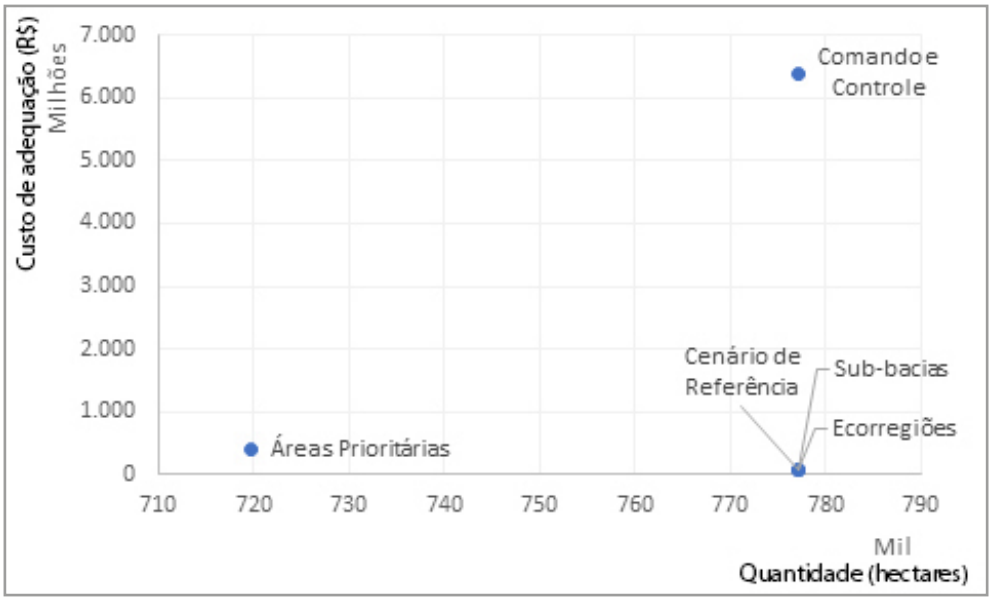
De forma geral, independentemente do bioma e do cenário, a implementação do mercado de Cotas de Reserva Ambiental beneficia a maior parte dos proprietários rurais reduzindo os custos de adequação. Se compararmos o custo de adequação de qualquer um dos quatro cenários considerados neste estudo com o custo de adequação de um cenário sem mercado de cotas (Cenário Comando e Controle ou opção de fora), notamos que esse é sempre maior (Figuras 27, 28 e 29). Por exemplo, os custos de conformidade no cenário de referência são equivalentes a apenas 28%, 1% e 0,4% do custo de recuperação na opção de fora na Amazônia, Cerrado e Caatinga respectivamente. Também observamos que essa proporção dos custos de conformidade é semelhante nos três cenários alternativos para o Cerrado e Caatinga. Estes resultados sugerem que o mercado é capaz de beneficiar a sociedade, possibilitando economias importantes aos proprietários rurais.

Figura 27 - Bioma Amazônia: Comparação dos custos de adequação



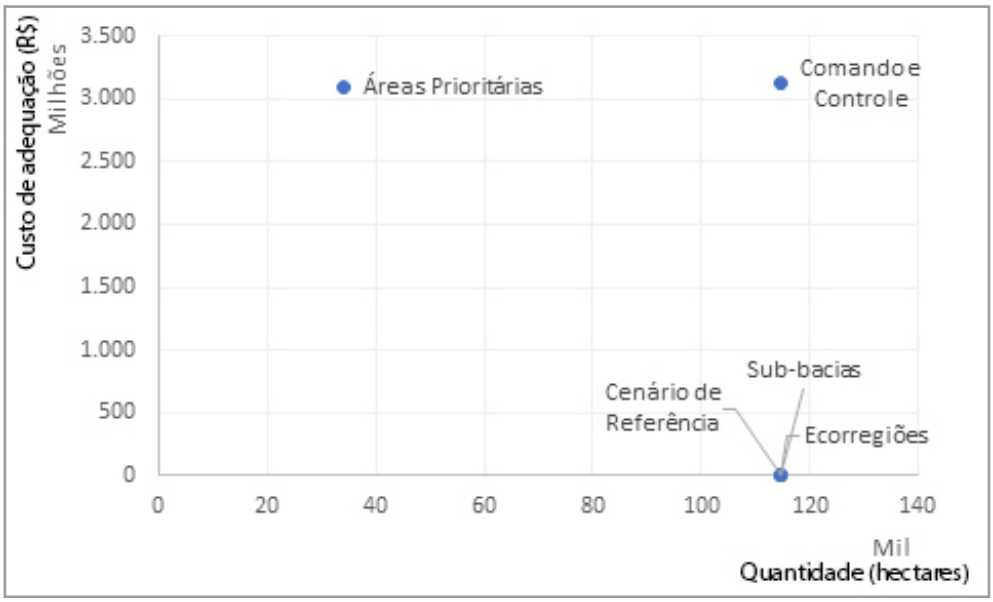
Nota: Com exceção da Opção de fora, a quantidade corresponde ao total de área compensada no mercado de CRAs.

Figura 28 - Bioma Cerrado: Comparação dos custos de adequação



Nota: Com exceção da Opção de fora, a quantidade corresponde ao total de área compensada no mercado de CRAs.

Figura 29 - Bioma Caatinga: Comparação dos custos de adequação



Nota: Com exceção da Opção de fora, a quantidade corresponde ao total de área compensada no mercado de CRAs.

Portanto, considerando apenas o aspecto financeiro, a implementação do mercado de Cotas de Reserva Ambiental, além de viável, geraria benefícios para a maior parte dos proprietários rurais no estado do Maranhão. Sob o aspecto ambiental, novos estudos são necessários a fim de quantificarmos os ganhos ambientais gerados em cada um dos cenários. No entanto, os resultados deste estudo mostram que a imposição de restrições ao mercado de cotas – consistente com a reinterpretação da lei e do novo conceito de Identidade Ecológica – não altera, de forma geral, a viabilidade do mercado apesar de em determinados casos reduzir o número potencial de participantes.

No Box 1, destacamos potenciais diretrizes para a implementação do mercado de Cotas de Reserva Ambiental com base nos resultados obtidos neste estudo. Tais diretrizes podem ser adotadas pelos demais estados brasileiros interessados em implementar e desenvolver o mercado de cotas como, por exemplo, Bahia e Tocantins.

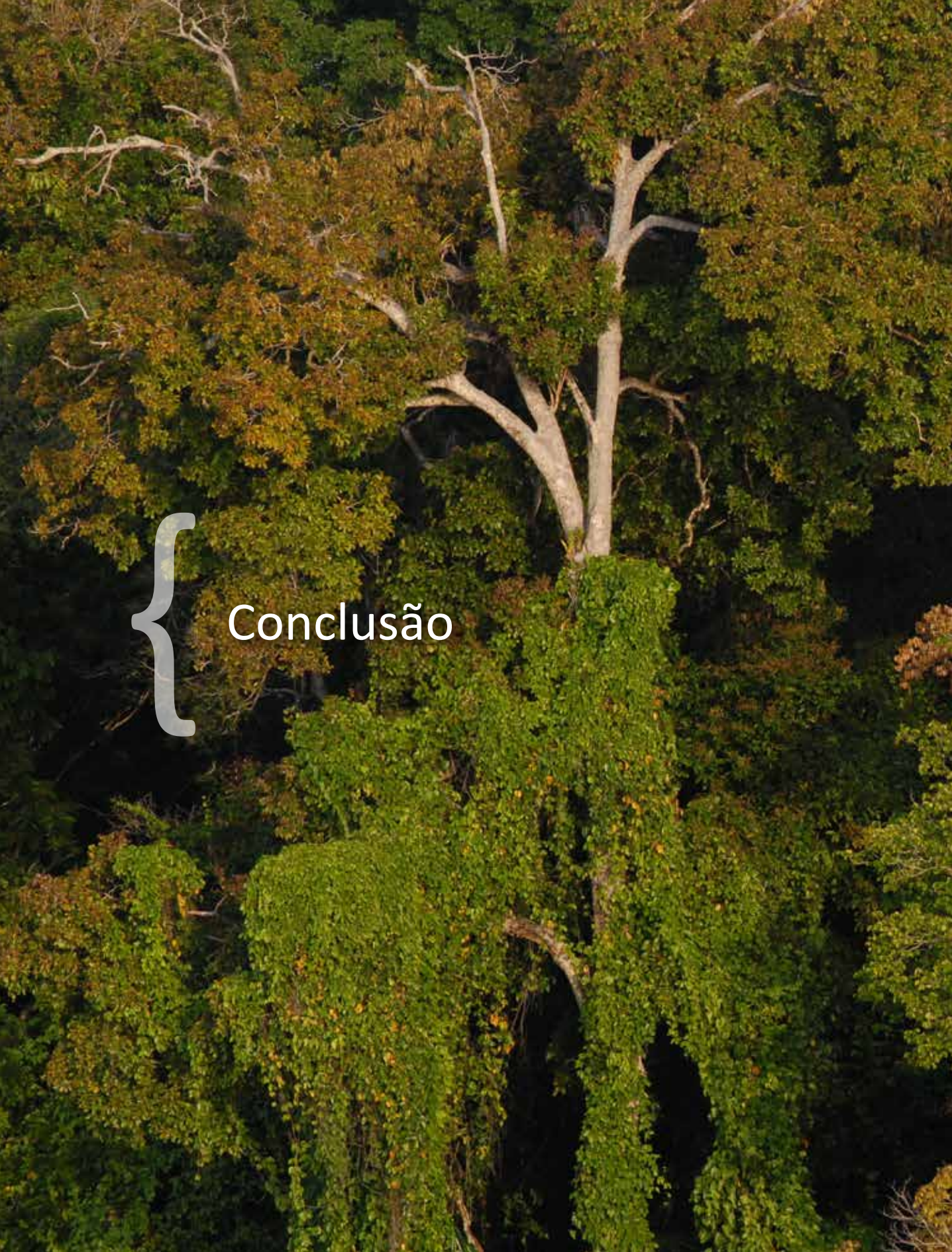
Potenciais diretrizes à implementação do mercado de Cotas de Reserva Ambiental

Os resultados obtidos neste estudo sugerem que o mercado de Cotas de Reserva Ambiental é viável no estado do Maranhão em diferentes cenários de restrições ambientais. A extrapolação destes resultados para outros estados, no entanto, não é direta. Em primeiro lugar, os governos estaduais devem considerar as metas ambientais a serem atingidas. A determinação destas metas indicará a restrição ambiental mais favorável para que essas sejam alcançadas. Em segundo lugar, o número de participantes em potencial. Neste estudo, mostramos que o custo de adequação via compensação é inferior ao custo de restauração. Tal resultado sugere que a taxa de adequação à legislação ambiental deve ser maior num cenário em que o mercado de Cotas existe. Vale mencionar que o ideal neste caso seria ter dados mais detalhados, incluindo produção e lucratividade, das propriedades rurais. Isso é importante pois existem heterogeneidades não consideradas neste estudo o que torna o resultado menos preciso.

De forma mais detalhada, os passos necessários para conduzir um estudo de viabilidade e permitir a implementação do mercado de Cotas de Reserva Ambiental são:

- Calcular a demanda por Reserva Legal
- Definir as áreas que poderiam ser usadas para compensar e calcular a oferta potencial de Reserva Legal
- Definir as regras do mercado
- Criar um sistema que permita que as transações aconteçam

Os dois últimos pontos dependem potencialmente da regulamentação federal, que ainda está sendo discutida. Por causa disso, muitos estados, incluindo o Maranhão, tem optado por esperar o estabelecimento final das diretrizes federais para só então iniciarem o processo de implementação do mercado de Cotas.



Conclusão

Portanto, considerando apenas o aspecto financeiro, a implementação do mercado de Cotas de Reserva Ambiental, além de viável, geraria benefícios para a maior parte dos proprietários rurais no estado do Maranhão. Sob o aspecto ambiental, novos estudos são necessários a fim de quantificarmos os ganhos ambientais gerados em cada um dos cenários. No entanto, os resultados deste estudo mostram que a imposição de restrições ao mercado de cotas – consistente com a reinterpretação da lei e do novo conceito de Identidade Ecológica – não altera, de forma geral, a viabilidade do mercado apesar de em determinados casos reduzir o número potencial de participantes.

- Cenário alternativo 1:
    - As transações são restritas às áreas com mesmo grau de prioridade
- Cenário alternativo 2:
    - As transações são restritas às áreas localizadas na mesma ecorregião
- Cenário alternativo 3:
    - As transações são restritas às áreas localizadas na mesma sub-bacia hidrográfica

Para cada um dos cenários, calculamos: (i) o preço e a quantidade de equilíbrio, e (ii) o custo de adequação. Para tanto, construímos as curvas de oferta e de demanda por Reserva Legal utilizando um modelo econômico de otimização. O preço e a quantidade de equilíbrio são identificados a partir da interseção entre as duas curvas.

Os resultados obtidos neste estudo sugerem que o mercado de Cotas de Reserva Ambiental é viável. No caso do bioma Amazônia, o preço de equilíbrio no cenário de referência seria igual a R$ 1.700 por hectare e a quantidade transacionada, 2,8 milhões de hectares. Com exceção de alguns produtores de gado, os demais proprietários rurais optariam por compensar seus déficits via mercado. A imposição de restrições adicionais reduziria o número de participantes, mas ainda assim geraria ganhos financeiros para mais da metade dos proprietários rurais.

Nos biomas Cerrado e Caatinga, a dinâmica do mercado é bastante parecida. No cenário de referência, o preço de equilíbrio seria R$ 100 por hectare. Tal preço corresponde ao custo de oportunidade de determinados produtores de gado --- que possuem o menor custo de oportunidade em nossa base de dados. Neste cenário, todos os proprietários optam pela compensação ao invés da recuperação

(assumindo que quando indiferentes, os proprietários participarão do mercado). A imposição de restrições altera a dinâmica do mercado apenas no cenário alternativo 1 (áreas prioritárias) em função da redução do número de áreas disponíveis à comercialização no mercado. Como resultado desta restrição, uma parte dos proprietários não poderá participar do mercado e terão como única alternativa, a recuperação de áreas de reserva legal em suas propriedades.

Com relação especificamente aos custos de adequação, calculamos que o custo de adequação via mercado é sempre menor do que o custo de adequação via recuperação para a maioria dos proprietários rurais. A exceção são os proprietários de terra cuja atividade principal é a pastagem – atividade com menor custo de oportunidade.

Portanto, sob o aspecto financeiro, o mercado de Cotas de Reserva Ambiental geraria benefícios para a maior parte dos produtores rurais no estado do Maranhão. Considerando o aspecto ambiental, uma análise diferenciada ainda precisa ser feita a fim de quantificarmos os benefícios ambientais obtidos em cada um dos cenários. De forma geral, os resultados deste estudo mostram que a imposição de restrições ao mercado de cotas – consistente com a reinterpretação da lei e com o novo conceito de Identidade Ecológica – não altera a viabilidade do mercado apesar de em determinados casos reduzir o número potencial de participantes. Tal resultado sugere que é possível conciliarmos desenvolvimento econômico e conservação ambiental. Mas, mais estudos são necessários a fim de identificar a melhor combinação entre o mercado de Cotas de Reserva Ambiental e a imposição de restrições ambientais.

Bibliografia

((o))eco. (janeiro de 2014). *O que é fragmentação. Dicionário ambiental.* Acesso em 10 de setembro de 2018, disponível em ((0))eco: https://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/27923-o-que-e-fragmentacao/

Agrianual. (2017). *Seção/Terras.* Acesso em 07 de agosto de 2018, disponível em Agrianual.

Agroicone. (2018). *Mercado de terras para a compensação de reserva legal.* INPUT.

Barbosa, F. A., Soares-Filho, B. S., Merry, F. D., Azevedo, H. d., Souza Costa, W. L., Coe, M. T., . . . Rodrigues, H. O. (2015). *Cenários para a pecuária de corte amazônica.* Belo Horizonte: ICG/ UFMG.

Celentano, D., Rousseau, G. X., Muniz, F. H., Varga, I. V., Martinez, C., Carneiro, M. S., . . . Martins, M. B. (2017). *Towards zero deforestation and forest restoration in the Amazon region of Maranhão state, Brazil.* Land Use Policy, 692-698.

Chiavari, J., & Leme, C. (2017). *Cotas de Reserva Ambiental: Melhor opção para compensar Reserva Legal?* Rio de Janeiro: Input Brasil.

Embrapa. (s.d.). *Módulos Fiscais.* Acesso em 10 de setembro de 2018, disponível em Embrapa: https://www.embrapa.br/en/codigo-florestal/area-de-reserva-legal--arl/modulo-fiscal

Gasparinetti, P., & Vilela, T. (2018). *Implementando Mercados de Cotas de Reserva Ambiental (CRA) nos Estados Brasileiros: Desafios e Oportunidades para as Regulamentações Estaduais.* Conservação Estratégica.

Greenpeace Brasil. (27 de junho de 2018). *Desmatamento no Cerrado aumentou 9% no úlltimo ano.* Acesso em 10 de setembro de 2018, disponível em Greenpeace: https://www.greenpeace.org/brasil/blog/desmatamento-no-cerrado-aumentou--9-no-ultimo-ano/

INCRA. (2018). *Pauta de Valores de Terra Nua para Titulação.* Acesso em 13 de agosto de 2018, disponível em Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária: http://www.incra.gov.br/planilha-preco-referencial-titulacao

INPE. (2018). *Incrementos anuais de desmatamento no Cerrado Brasileiro.* Acesso em 10 de setembro de 2018, disponível em INPE: http://www.dpi.inpe.br/fipcerrado/dashboard/cerrado-rates.html

Lei No. 12.651 (25 de maio de 2012).

MMA. (14 de novembro de 2014). *Áreas Prioritárias.* Acesso em 21 de agosto de 2018, disponível em Ministério do Meio Ambiente: http://www.mma.gov.br/biodiversidade/projetos-sobre-a-biodiveridade/projeto-de-conserva%C3%A7%C3%A3o-e-utiliza%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel-da-diversidade--biol%C3%B3gica-brasileira-probio-i/%C3%A1reas-priorit%C3%A1rias

MMA. (s.d.). *Cadastro Ambiental Rural (CAR)*. Acesso em 27 de junho de 2018, disponível em Ministério do Meio Ambiente: http://www.mma.gov.br/mma-em--numeros/cadastro-ambiental-rural

MMA. (s.d.). *Política Nacional sobre Mudança do Clima.* Acesso em 10 de setembro de 2018, disponível em Ministério de Meio Ambiente: http://www.mma.gov.br/clima/politica-nacional-sobre-mudanca-do-clima

Olson, D. M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E. D., Burgess, N. D., Powell, G. V., Underwood, E. C., . . . Wettengel, W. W. (2001). *Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth.* Bioscience, 51(11), 933-938.

Rajão, R., & Soares Filho, B. S. (2015). *Cotas de reserva ambiental (CRA): viabilidade econômica e potencial do mercado no Brasil.* Belo Horizonte: ICG/UFMG.

SFB. (14 de setembro de 2018). *Números do Cadastro Ambiental Rural.* Acesso em 26 de setembro de 2018, disponível em Serviço Florestal Brasileiro - Ministério do Meio Ambiente: http://www.florestal.gov.br/numeros-do-car

SFB. (22 de agosto de 2018). *SICAR*. Acesso em 27 de setembro de 2018, disponível em http://www.car.gov.br/publico/imoveis/index

Soares Filho, B. S. (2015). *Modelagem de utilização de cotas de reserva ambiental (CRA).* Rio de Janeiro: INPUT.

WWF. (s.d.). *Ecossistemas*. Acesso em 31 de setembro de 2018, disponível em WWF: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/areas_prioritarias/amazonia1/bioma_amazonia/ecossistemas_da_amazonia/

Young, C. E. (2016). *Estudos e produçãoao de subsídios técnicos para a construção de uma Política Nacional de Pagamentos por Serviços.* Rio de Janeiro: Instituto de Economia, UFRJ.

Crédito das fotografias:

Capa e página 65 - © [Kriss75] / Adobe Stock
Página 4 - © [duartems] / Adobe Stock
Página 6 - © [marabelo] / Adobe Stock
Página 10 - © [Dion] / Adobe Stock
Página 14 - © [marinice100] / Adobe Stock
Página 18 - © [LMspencer] / Adobe Stock
Página 23 - © [filipefrazao] / Adobe Stock
Página 26 - © [hecke71] / Adobe Stock
Página 39 - © [Darlan] / Adobe Stock
Página 59 - © [nicole_ciscato] / Adobe Stock
Página 68 - © [elleonzebon] / Adobe Stock

Séries técnicas anteriores:

Estes documentos podem ser acessados no site:
www.conservation-strategy.org

Edição 1 – Análise de viabilidade sócio-econômico-ambiental de transposição de águas de bacia do Rio Tocantins para Rio São Francisco na região do Jalapão/TO (2002). Fani Mamede,Paulo Garcia e Wilson Cabral de Souza Júnior.

Edição 2 – Valoração econômica do Parque Estadual Morro do Diablo (SP) (2003). Cristina Adams, Cristina Aznar, Ronaldo Serôa da Motta, Ramón Ortiz e John Reid.

Edição 3 – Pavimentação da BR-163 e os desafios à sustentabilidade: uma análise econômica, social e ambiental (2005). Ane Alencar, Laurent Micol, John Reid, Marcos Amend, Marília Oliveira, Vivian Zeideman e Wilson Cabral De Sousa.

Edição 4 – Custos e benefícios do complexo hidrelétrico Belo Monte: Uma abordagem econômico-ambiental (2006). Wilson Cabral de Souza Júnior, John Reid e Neidja Cristiane Silvestre Leitão.

Edição 5 – Beneficios económicos regionales generados por la conservación: el caso del Madidi (2006). Leonardo C. Fleck, Marcos Amend, Lilian Painter e John Reid.

Edição 6 – Una carretera a través del Madidi: un análisis económico ambiental (2006). Leonardo C. Fleck, Lilian Painter, John Reid e Marcos Amend.

Edição extra – Análisis de costo beneficio de cuatro proyectos hidroeléctricos en la cuenca de Changuinola-Taribe (2006). Sarah Cordero, Ricardo Montenegro, Maribel Mafla, Irene Burgués e John Reid.

Edição 7 – Efectos de los proyectos de energía y transporte en la expansión del cultivo de soja en la cuenca del río Madeira (2007). Maria Del Carmen Vera-Diaz, John Reid, Britaldo Soares Filho, Robert Kaufmann e Leonardo C. Fleck.

Edição 8 – Análisis económico y ambiental de carreteras propuestas dentro de la Reserva de la Biosfera Maya (2007). Víctor Hugo Ramos, Irene Burgués, Leonardo C. Fleck, Gerardo Paiz, Piedad Espinosa, e John Reid.

Edição 9 – Análisis ambiental y económico de proyectos carreteros en la Selva Maya, un estudio a escala regional (2007). Dalia Amor Conde, Irene Burgués, Leonardo C. Fleck, Carlos Manterota e John Reid.

Edição 10 – Tenosique: análisis económico-ambiental de un proyecto hidroeléctrico en el Río Usumacinta (2007). Israel Amescua, Gerardo Carreón, Javier Marquez, Rosa Maria Vidal, Irene Burgués, Sarah Cordero e John Reid.

Edição 11 – Critérios econômicos para a aplicação do Princípio do Protetor-Recebedor; estudo de caso do Parque Estadual dos Três Picos (2007). Juliana Strobel, Wilson Cabral De Souza Júnior, Ronaldo Seroa Da Motta, Marcos Amend e Demerval Gonçalves.

Edição 12 – Carreteras y Áreas Protegidas: un análisis económico integrado de proyectos en el norte de la amazonia boliviana (2007). Leonardo C. Fleck, Lilian Painter e Marcos Amend.

Edição 13 – El efectos Chalalán: un ejercicio de valoración económica para una empresa comunitaria (2007). Alfonso Malky, Cándido Pastor, Alejandro Limaco, Guido Mamani, Zenón Limaco e Leonardo C. Fleck.

Edição 14 – Beneficios y costos del mejoramiento de la carretera Charazani-Apolo (2007). Lia Peñarrieta Venegas e Leonardo C. Fleck.

Edição 15 – El desafío de Mapajo. Análisis costo-beneficio de la empresa comunitaría Mapajo Ecoturismo Indígena (2008). Liccette Chavarro, Alfonso Malky e Cecilia Ayala.

Edição 16 – Valoración económica de los servicios turísticos y pesqueros del Parque Nacional Coiba (2008). Ricardo Montenegro, Linwood Pendelton e John Reid.

Edição 17 – Eficiência económica, riscos e custos ambientais da reconstrução da rodovia BR-319 (2009). Leonardo C. Fleck.

Edição 18 – Factibilidad económica y financiera de la producción de caña de azúcar y derivados en el norte del departamento de La Paz (2009). Alfonso Malky e Juan Carlos Ledezma.

Edição 19 – Factibilidad financiera y proyección de negocios para la producción de cacao en el norte del departamento de La Paz (2010). Alfonso Malky e Sophia Espinoza.

Edição 20 – Estrategias de conservación a lo largo de la carretera Interoceánica de Madre de Dios, Perú: una análisis económico – espacial (2010). Leonardo C. Fleck, María del Carmen Vera-Díaz, Elena Borasino, Manuel Glave, Jon Hak e Carmen Josse.

Edição 21 – El Filtro de Carreteras: un análisis estratégico de proyectos viales en la Amazonía (2011). Alfonso Malky, Juan Carlos Ledezma, John Reid e Leonardo C. Fleck.

Edição 22 – Análisis del costo de oportunidad de la deforestación evitada en el noroeste amazónico de Bolivia(2012). Alfonso Malky, Daniel Leguía e Juan Carlos Ledezma.

Edição 23 – Costos y beneficios del proyecto hidroeléctrico del rio Inambari (2012). Jose Serra Vega, Alfonso Malky e John Reid.

Edição 24 – Costos de oportunidad de evitar la deforestación en el Área de Amortiguamiento de la Zona Baja de la Reserva Ecológica Cotacachi Cayapas (RECC) (2013). Marcela Aguirre, Daniel Leguía e Alfonso Malky.

Edição 25 – Cooperación e incentivos para conservar el bosque amazónico en comunidades kichwas: un análisis desde la economía experimental (2014). David Campoverde.

Edição 26 – La caza de fauna silvestre en la región amazónica del noreste de Ecuador: Análisis bioeconómico de su uso como fuente de proteína para nacionalidades indígenas (2014). Enrique De La Montaña, Rocío MorenoSánchez e Jorge Higinio Maldonado.

Edição 27 – Análisis de costos de oportunidad de la iniciativa de implementación temprana REDD en el sector Güejar-Cafre. Departamento del Meta – Colombia (2014). Viviana Zamora e Alfonso Malky.

Edição 28 – Comportamiento de pescadores frente a distintos arreglos institucionales en la Estrella Fluvial de Inírida. Amazonía Colombiana (2014). Paula Zuluaga e Marcela Franco.
Edição 29 – Valor económico de la conservación de la fuente de agua a través de la confiabilidad del sistema de abastecimiento de agua potable en Tarapoto empleando experimentos de elección (2014). Iván Licich.

Edição 30 – Viabilidade Econômica de Negócios Sustentáveis da Biodiversidade em Áreas Protegidas: Lições e recomendações (2014). Fernanda R. P. De Alverenga e John Reid.

Edição 31 – Economic comparison to alternatives to building on Goat Islands: Does Jamaica need to sacrifice a world class conservation site in order to build a world class port? (2014). Aaron Bruner, Charles Magnan, Richard Rice e John Reid.

Edição 32 – Análisis económico y socioambiental de los proyectos de interconexión Pucallpa-Cruzeiro do Sul (2015). Alvaro Hopkins, Alfonso Malky, Manuel Glave, Rocío Ventocilla, Juan Carlos Ledezma e Alexs Arana.

Edição 33 – Integrando costos económicos en la búsqueda de áreas prioritarias para la conservación de especies en la Amazonía occidental (2015). Janeth Lessmann.

Edição 34 – Determinantes de las decisiones sobre el uso del suelo de hogares ribereños de la Amazonía baja peruana (2015). Javier Montoya.

Edição 35 – Pave the Impenetrable? An economic analysis of potential Ikumba-Ruhija road alternatives in and around Uganda's Bwindi Impenetrable National Park (2015). Rhona Barr, Irene Burgués, Stephen Asuma, Anna Behm Masozera e Maryke Gray.

Edição 36 – Capacidad de adaptación al cambio climático en comunidades indígenas de la Amazonía peruana (2015). Guillermo Carlos.

Edição 37 – Identificación de elementos prioritarios para establecer esquemas de incentivos económicos en comunidades indígenas: caso Mocagua – Leticia (Colombia) (2015). Isaí Victorino.

Edição 38 – Fortaleciendo los incentivos de conservación de bosques: Un acercamiento a los factores que inciden en la aplicación del incentivo del Programa Socio Bosque en Ecuador (2015). Marco Robles.

Edição 39 – Efecto de la complejidad institucional sobre la deforestación en la Amazonía colombiana (2015). Diego Lizcano.

Edição 40 – Insumos técnicos para fortalecer las concesiones de manglar en Ecuador a través de Socio Bosque: combinando técnicas de valoración económica y juegos experimentales (2015). Rocío Moreno-Sánchez, Jorge Maldonado, David Campoverde, Carlos Solís, Camilo Gutiérrez e Aaron Bruner.

Edição 41 – Análisis comparativo de costos financieros y riesgos socio-ambientales de distintas rutas para la Interconexión Eléctrica Colombia–Panamá (2016). David Campoverde, Irene Burgués Arrea, María del Carmen, Vera Díaz e Aaron Bruner.

Edição 42 – El Programa Socio Bosque en la provincia de Sucumbíos, Ecuador: Costos de oportunidad y preferencias de los propietarios (2016). Carlos Solis e Alfonso Malky.

Edição 43 – Análisis de costos del Programa COMSERBO-Pando en Bolivia (2016). Sophía Espinoza, AlfonsovMalky e Aaron Bruner.

Edição 44 – Palau's sea cucumber fisheries: the economic rationale for sustainable management (2016). Rhona Barr, Nina Ullery, Irvin Dwight e Aaron Bruner.

Edição 45 – Preferencias de los usuarios del bosque por participar en el Programa COMSERBO-Pando: Insumos técnicos para una expansión estratégica y eficiente (2016). Sophía Espinoza, Carlos Solís, Alfonso Malky e Aaron Bruner.

Edição 46 – La paz es mucho más que palomas: beneficios económicos del acuerdo de paz en Colombia, a partir del turismo de observación de aves (2016). Jorge Maldonado, Rocío

Moreno-Sánchez, Sophía Espinoza, Aaron Bruner, Natalia Garzón e John Myers.

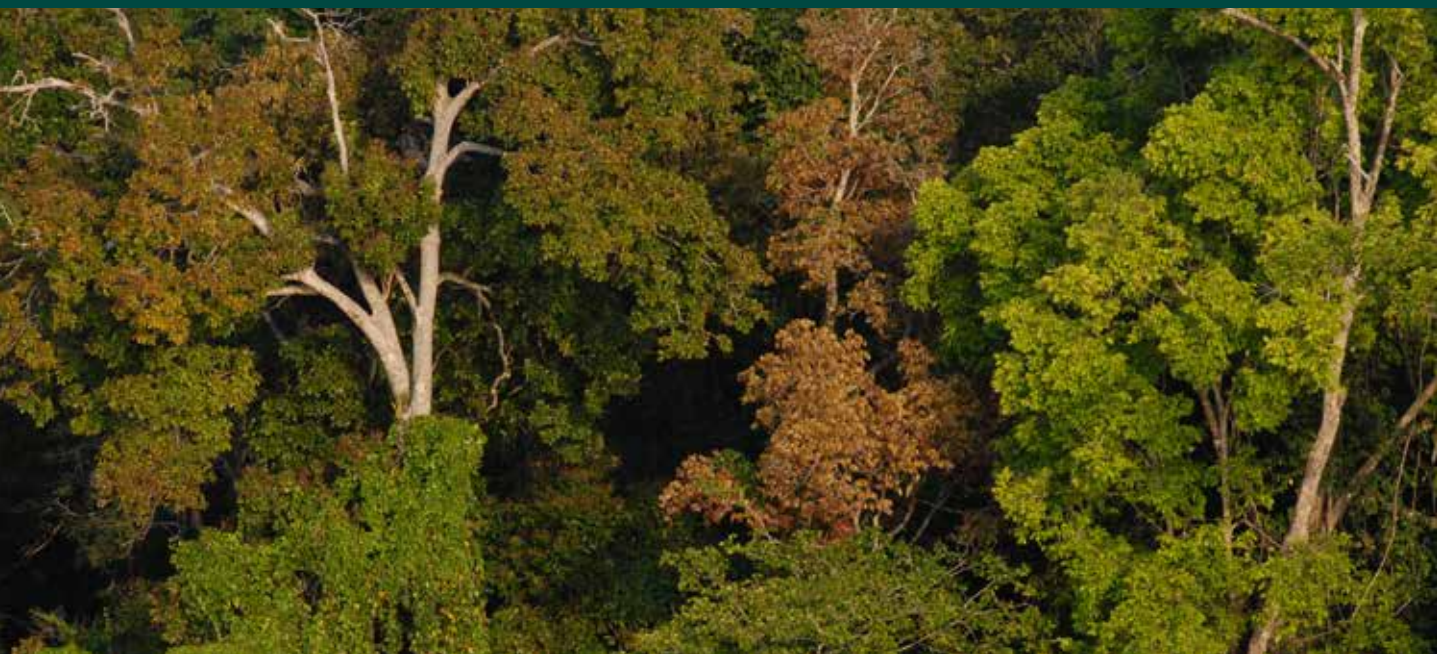
Edição 47 – Impacto de la regulación a la zafra de castaña en la cacería: El caso de la Reserva Manuripi en Bolivia (2016). Sophía Espinoza e Jorge Maldonado.

Edição 48 – Impactos econômicos da construção da hidrelétrica de São Luis do Tapajós: uma análise do provimento de serviços ecossistêmicos (2016). Camila Jericó-Daminello, Susan Edda Seehusen, Irene Burgués Arrea, Aaron Bruner, Ane A. C. Alencar e Valderli Piontekowski.

Edição 49 – Os instrumentos de mercado podem contribuir para o alcance de objetivos ambientais a menores custos? Cenários de implementação das Cotas de Reserva Ambiental (CRAs) na Bahia (2017). Susan Edda Seehusen, Daniel Kieling, Aaron Bruner e Thaís Vilela.

Edição 50 – Marañón: Costo social de los impactos acumulativos de cinco proyectos hidroeléctricos (2017). José Rubio, Annie Escobedo, Cristian Vallejos, Eduardo Oyague, Adrián Vera e Milagros Estrada

Edição 51 – Definição de níveis de equivalência ecológica para a lei de compensação florestal do DF segundo o método de experimento de escolha (2018). Pedro Gasparinetti, Aaron Bruner e Thaís Vilela



Realização

CRITICAL ECOSYSTEM PARTNERSHIP FUND