



Conservation Strategy Fund | Conservação Estratégica | SÉRIE TÉCNICA | EDIÇÃO 49 | Janeiro de 2017

## Os instrumentos de mercado podem contribuir para o alcance de objetivos ambientais a menores custos?

Cenários de implementação das Cotas de Reserva Ambiental na Bahia

Susan Edda Seehusen  
Daniel Kieling  
Aaron Bruner  
Thaís Vilela

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  
ISBN: 978-85-99451-10-6

**Brazil Office**

**Conservação Estratégica**

Estrada Dona castorina, 124, Horto, Rio de Janeiro - Rio de Janeiro  
CEP 22460-320 / Telefone: +55 21 3875-8235

**United States Offices**

**Conservation Strategy Fund**

Tel +707-822-5505

1160 G Street Suite A-1 Arcata, California 95521

Tel +1-202-853-3575

1636 R Street NW, Suite 3, Washington, DC 20009

**Bolivia Office**

**Conservacion Estrategica**

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

**Peru Office**

**Conservación Estratégica**

Calle Victor Larco Herrera Nº 215

Lima, Peru Teléfono : (+51-1) 6020775

**Indonesia Office**

**Yayasan Strategi Konservasi**

Sahid Sudirman Center, 11th Floor, Suite A

Jalan Jenderal Sudirman 86, Jakarta 10220 Indonesia. Tel: +62-21-8063-1693

Fotografias: Daniel Kieling

Diagramação e capa: Cromosoma

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



Os instrumentos de mercado podem contribuir  
para o alcance de objetivos ambientais a  
menores custos?  
Cenários de implementação das Cotas de Reserva  
Ambiental na Bahia

Susan Edda Seehusen [Conservação Estratégica – CSF]

Daniel Kieling [Consultor]

Aaron Bruner [Conservação Estratégica - CSF]

Thaís Vilela [Conservação Estratégica - CSF]



**Disclaimers**

A realização deste estudo foi possível graças ao apoio da Fundação Good Energies. As opiniões aqui expressas são de responsabilidade dos autores e não necessariamente refletem a visão desta fundação.



# Agradecimentos



Agradecemos o financiamento da Fundação Good Energies.

O estudo também contou com o apoio da Secretaria do Meio Ambiente da Bahia (SEMA) e, por isso, gostaríamos de agradecer a Tiago Porto, Igor Cunha, Tatiana Cabral de Vasconcelos, e Luís Ferraro e, também, à equipe do Serviço Florestal Brasileiro (SFB) e Observatório do Código Florestal.

Queremos agradecer também o apoio de todos que, de alguma forma, auxiliaram na produção deste estudo, em particular a Paula Valdujo e Frederico Machado (WWF – Brasil), Prof. Dr. Eduardo Mariano (UFBA), Rubens Benini (TNC), Rafael Feltran, Daniel Silva, Renato Crouzeilles, Felipe Sodré e Juliana Santos (Instituto Internacional para Sustentabilidade – IIS), John Reid, Camila Jericó-Daminelo e Alfonso Malky (CSF). Assim como, Niki Gribi, Isaura Lago e Marion Le Failler (CSF), pelo auxílio logístico.

Gostaríamos de fazer, ainda, um reconhecimento especial e expressar nossa gratidão aos colegas Cassia Saretta, José Carlos Rubio Ayllón, Paula Bernasconi, Raoni Rajão, Tiago Reis, Sven Wunder, pelas revisões e considerações feitas ao estudo.



Índice

Resumo executivo/ <i>Executive summary</i>	11
1. Introdução	16
2. Metodologia	18
2.1 Área de estudo	19
2.1.1. Mata Atlântica	20
2.1.2. Caatinga	21
2.1.3. Cerrado	21
2.2. Dados	22
2.2.1. Balanço de Reserva Legal	22
2.2.2. Uso e cobertura do solo	22
2.2.3. Áreas prioritárias para conservação e uso sustentável da biodiversidade	23
2.2.4. Custo de oportunidade	23
2.2.4.1. Custo de oportunidade em áreas com vegetação nativa	24
2.2.4.2. Custo de oportunidade de áreas produtivas	24
2.2.5. Custos de restauração	26
2.3. Cenários de adequação ambiental	26
2.3.1. Cenário I: Comando e Controle	26
2.3.2. Cenário II: Mercado CRA restrito ao estado e bioma	27
2.3.3. Cenário III: Mercado CRA restrito ao estado, bioma e áreas prioritárias	27
2.4. Oferta e demanda de CRA	28
2.5. Análise de custo-efetividade	29
3. Resultados	30
3.1. Balanço de RL	31
3.2. Custo de oportunidade	33
3.2.1. Custo de oportunidade de áreas com vegetação nativa	33
3.2.2. Custo de oportunidade de áreas produtivas	34
3.3. Áreas prioritárias para conservação	36
3.4. Custos e mercado de CRAs	37
3.4.1. Cenário I: Comando e Controle	37
3.4.2. Cenário II: Mercado de CRA restrito ao estado e bioma	37
3.4.3. Cenário III: Mercado de CRA restrito ao estado, bioma e áreas prioritárias	41
3.5. Análise custo-efetividade	45
4. Discussão	52
5. Conclusões	56
6. Referências	58

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa do estado da Bahia com delimitações dos municípios e dos três biomas: Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica	19
Figura 2. Mapa dos TIs do estado da Bahia	20
Figura 3. Mapa do balanço de RL para o estado da Bahia	32
Figura 4. Mapa do excedente de RL (ativos) nos TIs do estado da Bahia	32
Figura 5. Mapa do déficit de RL nos TIs do estado da Bahia	33
Figura 6. Mapa de uso e cobertura do solo, com delimitação das áreas de vegetação nativa e principais atividades produtivas do estado	34
Figura 7. Valor Presente Líquido (em R\$/ha) das oito atividades produtivas analisadas para o estado	35
Figura 8. Valor Presente Líquido (em R\$/ha) das atividades produtivas analisadas em cada bioma	35
Figura 9. Mapa das áreas definidas como prioritárias para conservação categoria Insubstituível no estado da Bahia	36
Figura 10. Oferta e demanda de CRA no bioma Caatinga no Cenário II - Mercado CRA restrito ao bioma e ao estado	38
Figura 11. Oferta e demanda de CRA no bioma Cerrado no Cenário II - Mercado CRA restrito ao bioma e ao estado	39
Figura 12. Oferta e demanda de CRA na Mata Atlântica no Cenário II - Mercado CRA restrito ao bioma	40
Figura 13. Oferta e demanda de CRA na Caatinga no Cenário III - Mercado de CRA restrito ao bioma e áreas prioritárias para conservação	42
Figura 14. Oferta e demanda de CRA no Cerrado no Cenário III - Mercado de CRA restrito ao bioma e áreas prioritárias para conservação	42
Figura 15. Oferta e demanda de CRA no bioma Mata Atlântica no Cenário III - Mercado de CRA restrito ao bioma e áreas prioritárias para conservação	43
Figura 16. Mapa dos preços médios das áreas de vegetação nativa dos TIs no bioma Cerrado	49
Figura 17. Mapa dos preços médios das áreas de vegetação nativa dos TIs no bioma Caatinga	50
Figura 18. Mapa dos custos de oportunidade dos TIs no bioma Mata Atlântica	51

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Grupos de uso e cobertura do solo utilizados nas análises de custo de oportunidade	22
Tabela 2. Descrição do processo de tomada de decisão do proprietário	28
Tabela 3. Ganho econômico por hectare para o produtor no cenário II (em R\$)	41
Tabela 4. Ganho econômico por hectare para o produtor no cenário III (em R\$)	44
Tabela 5. Compilação dos resultados referentes ao custo total, hectares protegidos e dos três cenários analisados em cada um dos biomas	46

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Equação do VPL por hectare	25
Quadro 2. Cálculo do custo total de adequação à Lei No. 12.651 no Cenário I - Comando e Controle	26
Quadro 3. Cálculo do custo total de adequação à Lei No. 12.651 no Cenário II - Mercado CRA restrito ao estado e bioma	27
Quadro 4. Cálculo do custo total de adequação à Lei No. 12.651 no Cenário III - Mercado CRA restrito ao estado, bioma e áreas prioritárias	28
Quadro 5. Equação do custo-efetividade	29
Quadro 6. Equação do ganho econômico em reais por hectare	40

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAR	Cadastro Ambiental Rural
CEPLAC	Comissão Executiva de Planejamento da Lavoura Cacaueira
CNA	Confederação Nacional da Agricultura
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CRA	Cota de Reserva Ambiental
Ha	Hectare
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Km <sup>2</sup>	Quilômetro quadrado
M <sup>3</sup>	Metro cúbico
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PAM	Produção Agrícola Municipal
PMDBBS	Projeto de Monitoramento do Desmatamento dos Biomas Brasileiros por Satélite
PSA	Pagamento por Serviços Ambientais
RL	Reserva Legal
R\$	Real (moeda corrente oficial do Brasil)
SEAGRI	Secretaria da Agricultura, Pecuária, Irrigação, Pesca e Aquicultura
SEI	Superintendência de Estudos Sociais e Econômicos da Bahia
SEMA	Secretaria de Meio Ambiente da Bahia
SEPLAN	Secretaria de Planejamento do Estado da Bahia
SFB	Serviço Florestal Brasileiro
TI	Território de Identidade
UC	Unidade de Conservação
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
US\$	Dólar Americano (moeda corrente oficial dos Estados Unidos)
VPL	Valor Presente Líquido
WWF	<i>World Wide Fund for Nature</i>
ZEE	Zoneamento Ecológico-Econômico



**Resumo executivo**  
*Executive summary*

No Brasil, as propriedades rurais têm um importante papel na conservação da biodiversidade e dos recursos naturais. Aproximadamente 280 milhões de hectares de vegetação nativa (mais da metade da cobertura vegetal nativa do país) estão em áreas rurais privadas (Soares-Filho, 2013). Com o objetivo de proteger essas áreas e auxiliar na conservação da biodiversidade e dos processos ecológicos, a legislação ambiental brasileira exige que cada propriedade rural mantenha um percentual mínimo de vegetação nativa, as chamadas Reservas Legais (RL). Atualmente, grande parte das propriedades não têm protegido o montante exigido por lei e, conseqüentemente, o passivo atual de RL no país é de aproximadamente 18 milhões de hectares. Deste total, 1 milhão de hectares estão localizados no estado da Bahia.

Para que as propriedades se adequem à nova legislação, a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei No. 12.651/2012) permite o uso de um instrumento econômico chamado Cotas de Reserva Ambiental (CRAs). Este permite que proprietários com déficit de RL possam se adequar à lei através da proteção de áreas já conservadas e localizadas em outras propriedades. As linhas gerais de implementação das CRAs, no nível federal, estão definidas nesta nova lei, mas é obrigação dos estados elaborar leis próprias para a operacionalização do instrumento.

Com o objetivo de apoiar o estado da Bahia no desenho da sua lei estadual, a CSF analisou o balanço de RL existente na Bahia e estimou os custos totais de adequação à lei e o custo-efetividade de se proteger áreas prioritárias para a conservação. Os três cenários construídos foram:

- I) Comando e Controle puro (cenário sem mercado de CRAs);
- II) Mercado de CRAs restrito ao estado e bioma;
- III) Mercado de CRAs restrito ao estado, bioma e áreas prioritárias.

Para os dois últimos cenários, a CSF também estimou as curvas de oferta e de demanda dos mercados.

Os resultados sugerem que, do ponto de vista financeiro, a existência dos mercados de CRAs reduz significativamente os custos totais. Em comparação ao *status quo*, os custos de adequação à lei são reduzidos em aproximadamente 50%: de R\$ 9,4 bilhões (US\$ 2,69 bilhões) no cenário de Comando e Controle, para R\$ 4,5 bilhões (US\$ 1,29 bilhões) no cenário II e R\$ 4,7 bilhões (US\$ 1,35 bilhões) no cenário III<sup>1</sup>.

O cenário III é o mais efetivo em termos de proteção de áreas prioritárias para conservação. Neste, o custo para proteger um hectare de área prioritária é 85% e 87% menor do que os custos-efetividade calculados nos cenários I e II, respectivamente. A diferença entre os resultados é explicada pelo total de áreas prioritárias protegidas: no cenário III, 100% das transações ocorrem em áreas prioritárias dos biomas Caatinga e Cerrado, e 87% na Mata Atlântica<sup>2</sup>. O cenário II, mercado de CRAs restrito ao estado e bioma, apresenta a menor proporção de áreas prioritárias protegidas.

Assim, enquanto o cenário II apresenta resultados que indicam um menor custo financeiro, nós recomendamos que o estado da Bahia opte pelo cenário III (mercado de CRAs restrito

<sup>1</sup> US\$ 1,00 = R\$ 3,49, taxa cambial média de 2016 (Oanda)

<sup>2</sup> A análise da oferta e demanda mostra que no caso do bioma Mata Atlântica, a oferta de áreas prioritárias não é suficiente para atender a demanda total por CRA. Dessa forma, além de 100% das áreas prioritárias insubstituíveis serem utilizadas, áreas fora desse limite são também utilizadas a fim de atender a demanda. Assim, a relação entre áreas prioritárias e área total é 87% neste bioma.

a áreas prioritárias). Os custos neste cenário são significativamente inferiores ao cenário de Comando e Controle e os ganhos ambientais são os melhores dentre os três cenários desenvolvidos.

Com relação à dinâmica do mercado de CRAs, os resultados mostram que o excesso de oferta de RL (ou seja, a disponibilidade de áreas conservadas que podem ser protegidas, adequando proprietários à regulamentação da RL) existente nos biomas Caatinga e Cerrado, faz com que o preço de equilíbrio seja igual ao valor das áreas com vegetação nativa. Além de fazer com que a demanda por RL seja compensada integralmente através da compra de CRAs. Neste contexto, nos dois cenários que consideram o mercado de CRAs, não há mudança em relação ao uso do solo (apesar que, no longo prazo, o uso da terra pode ser modificado), porque os excedentes de RL já existentes seriam utilizados para adequação à nova lei. Nos dois biomas, Caatinga e Cerrado, essas áreas não seriam as mais relevantes para a conservação da biodiversidade, a não ser que o cenário III fosse implementado.

No bioma Mata Atlântica, a demanda por RL é maior do que o excedente de RL disponível para compensação. Em função do excesso de demanda, o preço de equilíbrio é maior do que o valor das áreas com vegetação nativa. Os resultados indicam que o preço de equilíbrio é igual ao custo de oportunidade de uso da terra para a pastagem somado ao custo de restauração da vegetação nativa. Sugerindo que, com exceção da pastagem (atividade em que seus proprietários são indiferentes à participação ou não dos mercados), as demais atividades econômicas utilizariam o mercado de CRAs como forma de compensação de suas áreas deficitárias. Os resultados mostram ainda que, para atender à demanda por RL, algumas áreas de pastagem seriam restauradas em áreas de vegetação nativa.

Portanto, este estudo demonstra que o mercado de CRAs no estado da Bahia tem um grande potencial de reduzir os custos de adequação à Lei de Proteção da Vegetação Nativa. Porém, o impacto à biodiversidade será determinado pelo desenho específico do instrumento econômico definido por cada um dos estados. Desta forma, concluímos que mercados de CRAs bem definidos têm grande potencial em ajudar o Brasil em alcançar ambos os objetivos ambientais e econômicos.■

**I**n Brazil, rural properties play an important role in the conservation of biodiversity and natural resources. Nearly 280 million hectares of native vegetation (more than half of Brazil's total) are located on private properties (Soares-Filho, 2013). To preserve these areas and to contribute to the conservation of biodiversity and ecological processes, Brazilian environmental legislation requires that each rural property must protect a minimum percentage of native vegetation as a "Legal Reserve" (LR). However, most properties have not protected the amount required by law, and consequently, the current deficit of LR in the country is about 18 million hectares, of which 1 million hectares are located in Bahia state.

In order to support rural property owners in complying with environmental regulations, the Native Vegetation Protection Act (Law 12,651/2012) allows the use of an economic instrument called Environmental Reserve Quota (ERQ). This policy permits landowners with LR deficits to meet their legal obligations by protecting forest area on other properties. The general outlines of ERQ policy are defined at the federal level, but it is up to Brazilian states to operationalize the instrument through state laws.

To support the state of Bahia in developing its state law, CSF analyzed the balance of existing LR in the state, and then estimated the total cost of compliance and the cost-effectiveness of protecting priority areas for conservation under three different scenarios. The scenarios are:

- I)** Pure Command and control (i.e., without an ERQ instrument);
- II)** Launch of an ERQ market allowing transactions within the state and biome where the LR deficit occurred; and
- III)** Launch of an ERQ market as above, but restricting transactions to priority areas for conservation.

For scenarios II and III, CSF also estimated the supply and demand curves for participating in the ERQ market.

Results suggest that from a financial perspective, the existence of the ERQ market reduces total cost significantly. Compared to the status quo, costs of complying with LR requirements are reduced by approximately 50% – from R\$ 9.4 billion (US\$ 2.69 billion) under Command and Control, to R\$ 4.5 billion (US\$ 1.29 billion<sup>3</sup>) in Scenario II, and R\$ 4.7 billion (US\$ 1.35 billion) in Scenario III.

Scenario III is the most cost effective in terms of protecting areas of conservation priority. Under this design, the cost of protecting a hectare of high priority for conservation is 85% and 87% lower than the cost-effectiveness calculated for Scenarios I and II, respectively. The difference between these results is explained by the amount of priority area protected: under design option III, 100% of transactions take place in priority areas in the Caatinga and Cerrado biomes, and 87% in the Mata Atlântica biome. Scenario II, the ERQ market restricted only to the relevant state and biome, shows the lowest proportion of priority areas protected.

Therefore, while Scenario II results in slightly greater financial savings, we recommend that the state of Bahia select design option III – ERQ in priority areas only – when setting up the ERQ market, because costs are still significantly lower than in a command and control scenario, and environmental outcomes are the best of the three scenarios.

---

<sup>3</sup> US\$ 1.00 = R\$ 3,49, average exchange rate in 2016 (Oanda)

Regarding market dynamics, we find that the surplus of LR (i.e., availability of forested land that can be protected to meet LR requirements elsewhere) in Caatinga and Cerrado leads to an equilibrium price equal to the price of land with native vegetation, and to a total demand for LR that is fully met by purchasing ERQ. Within this context, in both ERQ market scenarios, there is no change in current land use (although the long term land-use pattern would be affected), because the already existing LR surplus would be used to adjust to the new Law. In the Caatinga and Cerrado, these surplus areas would largely not be the most relevant for biodiversity conservation unless market design III were implemented.

In the Mata Atlântica, the demand for LR is greater than the amount of existing native vegetation eligible for transactions. Due to demand surplus, the equilibrium price is greater than the price of land with native vegetation. The equilibrium price in this biome is instead equal to the opportunity cost of pasture land plus the cost of restoration. This result suggests that, with the exception of pasture – an activity for which landowners are indifferent between participating or not in the market – all other (more profitable) economic activities would use the ERQ market to compensate for their deficit areas. As a result, some pasture areas would be restored to native vegetation to meet the LR demand.

This study demonstrates that an ERQ market in Bahia has the potential to greatly reduce costs of meeting legal protection targets required by Brazil's Native Vegetation Protection Act. However, impact on biodiversity will be determined by the specific design of the instrument set by each Brazilian state. We conclude that well-designed ERQ markets have great potential to help Brazil meet both conservation and economic objectives. ■



# 1. Introdução

A nova legislação ambiental, aprovada em maio de 2012, prevê a manutenção das áreas de Preservação Permanente e a criação de áreas de RLs. As áreas de Preservação Permanente correspondem às áreas naturais existentes no entorno das nascentes, nas zonas ripárias, nas encostas e nos topos dos morros. Já as áreas de RL são definidas pela Lei No. 12.651 como “*uma porção da propriedade rural que tem, dentre outras, a função de auxiliar na conservação e na reabilitação dos processos ecológicos e conservação da biodiversidade*”. De acordo com a nova lei, com exceção das áreas situadas na Amazônia Legal, as propriedades rurais localizadas nos biomas Mata Atlântica, Caatinga, Pampa, Pantanal e Cerrado devem manter uma área mínima de RL igual a 20% da área total da propriedade (Artigo 12 da Lei No. 12.651).

Para facilitar a manutenção ou criação de áreas de RL, esta lei disponibiliza três alternativas de adequação aos proprietários de imóveis rurais, com quatro ou mais módulos fiscais que, até 22 de julho de 2008, possuíam uma área de RL menor do que a exigida por lei. As três alternativas são:

- Recompôr a RL por meio de métodos de restauração;
- Permitir a regeneração natural da mata nativa na área de RL; e
- Compensar a RL.

As duas primeiras opções pressupõem a restauração da mata nativa dentro da própria propriedade. Já a última opção permite que a compensação seja feita em outra propriedade, através (a) da aquisição de Cotas de Reserva Ambiental – CRA; (b) do arrendamento de áreas sob regime de servidão ambiental ou RL; (c) da doação de áreas pendentes de regularização fundiária, no interior de Unidade de Conservação (UC) de domínio público; e (d) do cadastramento de outra área equivalente e excedente à área de RL, em imóvel de mesma titularidade, com vegetação nativa estabelecida, desde que localizada no mesmo bioma.

### **As CRAs são áreas excedentes às de RL, as quais podem ser transacionadas para compensar o déficit de RL de proprietários.**

Especificamente sobre as CRAs, opção (a), a Lei No. 12.651 Artigo 44 a define 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 de RL. Em outras palavras, as Cotas de Reserva Ambiental são áreas excedentes às de RL, as quais podem ser transacionadas para compensar o déficit de RL de proprietários.

Neste estudo, trataremos apenas da compensação pela aquisição das CRAs em propriedades privadas e fora de Unidades de Conservação e assentamentos. Um dos principais aspectos a ser estudado na implementação do mercado de CRAs é o potencial efeito do mercado na composição e relevância ecológica da paisagem que será protegida sob esse instrumento. Para tanto, calculamos o custo-efetividade do instrumento de mercado em três cenários, quais sejam:

- I) Comando e Controle puro (cenário sem mercado de CRAs);**
- II) Mercado de CRAs restrito ao estado e bioma; e**
- III) Mercado de CRAs restrito ao estado, bioma e áreas prioritárias.**

Para os dois últimos cenários, a CSF estimou ainda as curvas de oferta e de demanda de CRAs.



## 2. Metodologia

## 2.1 Área de estudo

Localizada na região Nordeste, a Bahia possui uma área aproximada de 564.733 km<sup>2</sup>, dividida entre 417 municípios e três biomas: Mata Atlântica, Caatinga e Cerrado (Figura 1).

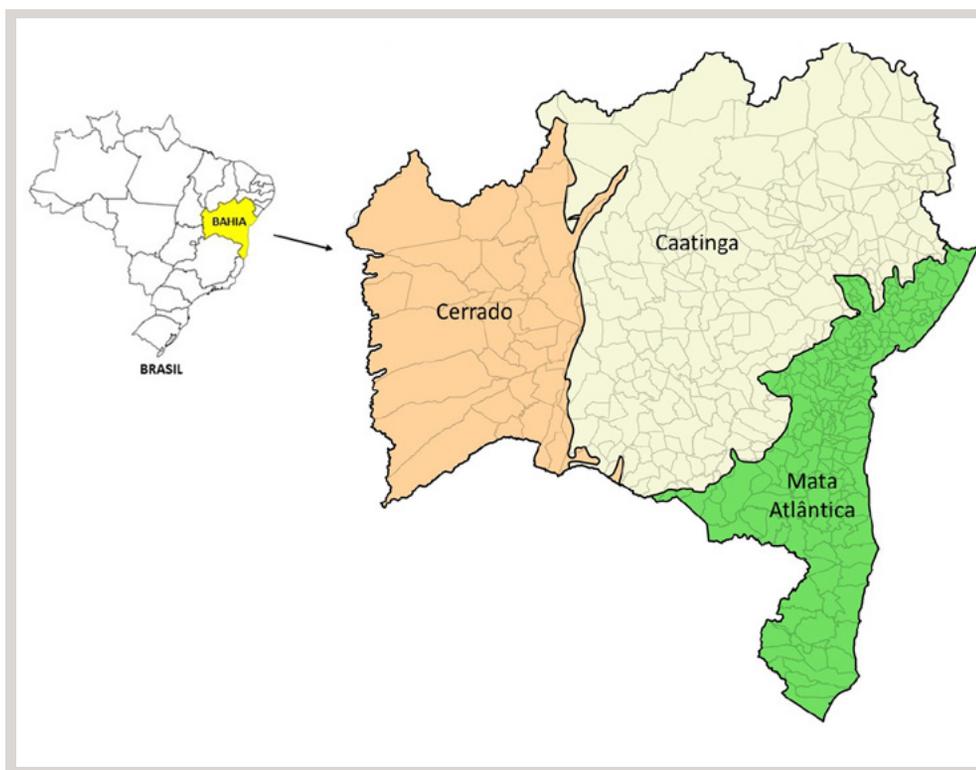


Figura 1: Mapa do estado da Bahia com delimitações dos municípios e dos três biomas: Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica (Fonte: IBGE, 2004; SEI, 2015. Elaboração dos autores).

Com o objetivo de identificar prioridades temáticas, definidas a partir da realidade local, e alcançar o desenvolvimento equilibrado e sustentável entre as regiões, o governo da Bahia passou a reconhecer a existência de Territórios de Identidade (TIs) (SEPLAN, 2015).<sup>4</sup> Os TIs, definidos como agrupamento identitário municipal, formado de acordo com critérios sociais, culturais, econômicos e geográficos (SEI, 2015), são utilizados como unidades de planejamento pelo governo da Bahia (Figura 2).

<sup>4</sup> Os TIs são definidos no Decreto No. 12.354 de 2010.

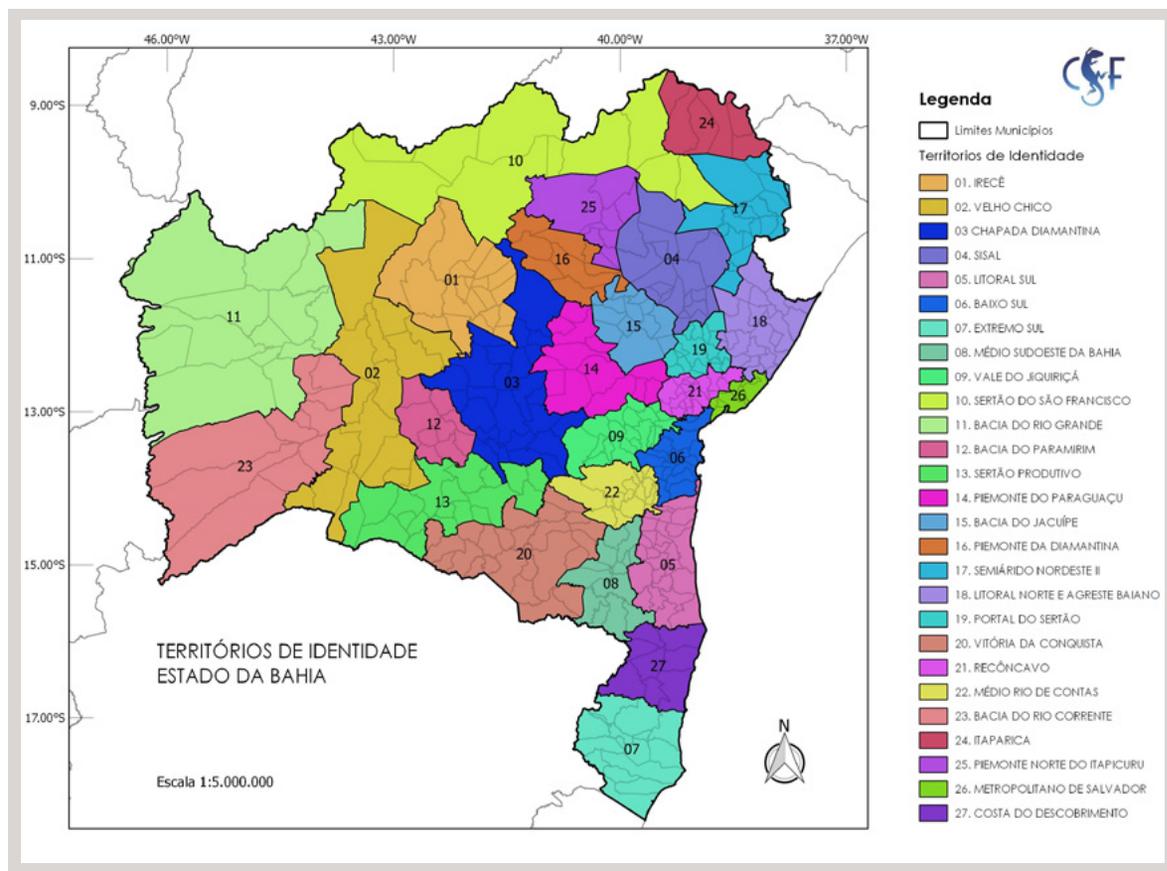


Figura 2: Mapa dos TIs do estado da Bahia (Fonte: SEI, 2015. Elaboração dos autores).

### 2.1.1 Mata Atlântica

Apesar de abrigar os remanescentes florestais mais expressivos da região Nordeste, fazendo parte do Corredor Central da Mata Atlântica (Silva & Casteleti, 2003), a Mata Atlântica baiana sofreu, e continua sofrendo, forte pressão em função do uso da terra para pecuária, agricultura e expansão urbana.

A região *Litoral Norte*, por exemplo, muito conhecida por seu potencial turístico, conta com sistemas produtivos agrosilvopastoris diversificados, destacando-se as culturas de frutas cítricas, coco, maracujá, mandioca e mamão (ZEE, 2014). Já a região *Baixo Sul* tem sido caracterizada por um antigo processo de uso e ocupação, desde o século XVI, baseada principalmente na extração seletiva de madeira e substituição da mata nativa por agricultura e pecuária (Cavalcanti, 2006). Na região *Sul*, o sistema que prevalece é o sistema tradicional cabruca, caracterizado como um sistema agroflorestal constituído por culturas de cacau com sombreamento por parte de floresta nativa (Schroth *et al.*, 2011). Nas décadas de 1970 e 1980, este sistema foi altamente rentável para a região, porém, no início da década de 90, ocorreu a disseminação do fungo *Crinipellus perniciosus*, que afetou as culturas dos agricultores de grande escala, forçando o abandono das plantações, ou a substituição das atividades por pecuária ou culturas de café, fruticultura e borracha (Saatchi *et al.*, 2001; ZEE, 2014). Por fim, a região *Extremo Sul* teve a exploração madeireira como principal atividade econômica desde o século XIX. Na década de 1970 ainda apresentava mais de 80% de floresta remanescente (Batista *et al.*,

2006). Entretanto hoje o cenário é outro. A mata nativa deu lugar a monocultura de espécies do gênero *Eucalyptus* e *Pinus*, e atualmente a silvicultura representa grande parte da produção da região, com tendência de aumentar 74% da sua área nos próximos 25 anos (ZEE, 2014).

### **2.1.2 Caatinga**

O bioma Caatinga cobre aproximadamente 54% do estado da Bahia, cerca de 300.927 km<sup>2</sup> (MMA, 2011). O bioma possui uma paisagem característica dominada por vegetação arbustiva, ramificada e espinhosa, com muitas bromeliáceas, euforbiáceas e cactáceas (Coimbra-Filho & Câmara, 1996). A Caatinga é o único bioma estritamente brasileiro (IBGE, 2004), porém, pouca atenção tem sido dada à sua conservação.

O bioma apresenta cerca de 1% de área protegida por Unidades de Conservação de Proteção Integral, com destaque para o Parque Nacional Chapada Diamantina, e menos de 10% de sua área protegida por Unidades de Conservação de Uso Sustentável (MMA, 2011). Devido à expansão do agronegócio, a Bahia foi o estado que mais apresentou supressão da cobertura vegetal nativa da Caatinga, entre os anos de 2008-2009, com destaque para três municípios: Mucugê (59,02 km<sup>2</sup>), Ruy Barbosa (39,27 km<sup>2</sup>) e Sátiro Dias (26,87 km<sup>2</sup>) (MMA, 2011).

Ao longo da Caatinga, a agricultura é diversificada, com polos de agronegócio espacialmente concentrados nas regiões do rio São Francisco (fruticultura irrigada), Chapada (hortaliças), Sudoeste (café) e Nordeste (sisal). Um dos produtos que mais chama atenção devido a sua qualidade é o café, porém, apesar de apresentar alto valor na produção, vem registrando redução ao longo dos anos em relação à área de cultivo, com perspectivas de quedas mais acentuadas (ZEE, 2014). Outra cultura que se destaca na região é o cultivo da cana-de-açúcar, muito incentivado pelo governo federal para a produção de etanol. As projeções registram ao longo dos próximos 25 anos, uma ascensão de 175,6% da área de cultivo dessa *commodity* (ZEE, 2014). Ainda nas projeções dos cenários de expansão, as áreas de produção de culturas irrigadas, apesar da reduzida área ocupada, apresentam crescimento médio de 6,7% a.a. (ZEE, 2014).

Vale destacar também as atividades da pecuária de bovinos, caprinos e ovinos (IBGE, 2010). A pecuária de corte, com características extensivas, está entre as atividades que provocam maior impacto sobre o meio ambiente, devido à substituição de mata nativa por grandes extensões de pastagem. Em 2010, foram contabilizadas 6,3 milhões de cabeças de gado na Caatinga baiana, com projeções de crescimento de 39,1% até 2025 (ZEE, 2014).

### **2.1.3 Cerrado**

No Cerrado da Bahia, os principais sistemas de produção da pecuária praticados são os extensivos, que se baseiam no cultivo de plantas forrageiras adaptadas às condições climáticas e ao uso limitado de insumos. Atualmente, o bioma Cerrado na Bahia conta com cerca de 1,9 milhões de cabeças de gado, com uma perspectiva de crescimento exponencial nos próximos 10 anos, ultrapassando a marca de 3 milhões de cabeças (ZEE, 2014). No nível nacional, as projeções para a expansão da agricultura e pecuária é de 7% (cerca de 16,8 milhões de hectares) de 2006 a 2030, o que sugere que será necessário converter grandes extensões de vegetação nativa para fins de produção, principalmente nas regiões de fronteira com a Amazônia e na região do Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia (*World Bank*, 2010).

## 2.2 Dados

### 2.2.1 Balanço de Reserva Legal

Para o cálculo do ativo e passivo de RL por município, usamos os dados publicados por Soares-Filho *et al.*, (2014a)<sup>5,6</sup>. A partir desses dados, utilizamos os valores absolutos sobre os passivos de cada município, como base para definição da meta da área total de RL a ser adequada à Lei No. 12.651, e a quantidade de ativos disponíveis para o mercado de cotas. Metadados sobre o balanço de RL para os municípios, TIs e biomas, também foram utilizados para análises espaciais.

### 2.2.2 Uso e cobertura do solo

Para o levantamento de dados sobre a cobertura e uso do solo no estado da Bahia, utilizamos o mapa de Unidades de Paisagem do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE, 2014), que apresenta um detalhamento espacial dos diferentes usos do solo e fitogeomorfologias. A partir desse mapa, identificamos onze grupos distintos (Tabela 1), sendo três de vegetação nativa e outros oito de produção. Para a seleção desses grupos, usamos a representatividade da cultura no estado em termos de área, distribuição geográfica e contexto econômico de produção. O mapa do uso e cobertura do solo foi construído, para este estudo, a partir da distribuição espacial dos diferentes grupos, utilizando o software *Quantum GIS 10.2.1*, com base no *shapefile* das Unidades de Paisagem do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) da Bahia. As áreas de vegetação nativa foram divididas apenas em áreas de vegetação característica da Caatinga, do Cerrado e da Mata Atlântica, sem distinção de qualidade ambiental ou grau de sucessão.

Tabela 1: Grupos de uso e cobertura do solo utilizados nas análises de custo de oportunidade

Vegetação Nativa*	Caatinga	Vegetação remanescente de Caatinga
	Cerrado	Vegetação remanescente de Cerrado
	Mata Atlântica	Vegetação remanescente de Mata Atlântica
Pastagem	Pastagem	Áreas de Pastagem natural ou plantada
Produção	Agricultura Familiar	Área de uso agrícola com cultivos diversificados comerciais e de subsistência, como: mandioca, fumo, coco-da-baía, manga, banana, caju, maracujá, mamona, feijão, dendê
	Agricultura Irrigada	Áreas irrigadas de agricultura com usos diversificados (Ex. soja, algodão, milho, hortifrúts, flores)
	Cacau	Áreas com cultivo de cacau
	Café	Áreas com cultivo de café
	Cana-de-açúcar	Áreas com cultivo de cana-de-açúcar
	Laranja	Áreas com cultivo de laranjas
	Silvicultura	Áreas com silvicultura de eucalipto e/ou pínus

\*(Limites do bioma segundo IBGE, 2004).  
(Elaboração dos autores).

5 Os dados e resultados encontrados pelo autor estão disponíveis em formatos de tabela e de metadados no site: <http://www.csr.ufmg.br/forestcode/>. Acessado no dia 30 de agosto de 2015.

6 Para a construção dessa base de dados, Soares-Filho *et al.* (2014a) utilizaram como base de análise um *proxy* das Otobacias da Agência Nacional de Águas (ANA) até a 12ª ordem, com um tamanho médio de 3,6 mil hectares, e a combinação de diferentes mapeamentos de remanescentes florestais do Projeto de Monitoramento de Desmatamento dos Biomas Brasileiros por Satélite – PMDBBS (2009), SOS Mata Atlântica (2014), Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia – PRODES (2013), TerraClass (2012), entre outros. Os autores estimaram a área útil subtraindo da área total as áreas urbanas, corpos d'água, áreas protegidas de domínio público, terras indígenas e faixas marginais de rodovias e ferrovias. Os valores do balanço de ativos florestais estimados para cada Otobacia foram comparados e validados com valores encontrados nas análises, que utilizaram as propriedades rurais certificadas pelo INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária). Posteriormente, os autores simularam a aplicação da Lei 12.651, com o propósito de estimar as áreas de RL já existentes (protegidas), os passivos de Reserva Legal e ativos (excedentes) de vegetação nativa em cada município.

### 2.2.3 Áreas prioritárias para conservação e uso sustentável da biodiversidade

Para as análises deste estudo, utilizamos o mapeamento de áreas prioritárias para a conservação e uso sustentável da biodiversidade do estado da Bahia, para auxiliar na identificação de áreas que trazem maior ganho ambiental na alocação das CRAs. Os dados utilizados nas análises são do mapeamento realizado pela WWF-Brasil (2015), com compilação de informações sobre a biodiversidade local, seus endemismos, representatividade de espécies, heterogeneidade ambiental e biótica, provisão de serviços ecossistêmicos (principalmente relacionados a recursos hídricos), conectividade entre fragmentos, proximidade de Unidades de Conservação, complementariedade de ecossistemas, entre outros. O estudo, realizado em parceria com a Secretaria de Meio Ambiente do Estado da Bahia (SEMA), demonstra a priorização de áreas, a fim de cumprir metas de conservação e maximizar a representação ecológica e persistência das espécies e ecossistemas, minimizando os custos de conservação.

Para este estudo, optamos por escolher as áreas prioritárias para conservação e uso sustentável da biodiversidade, segundo seu grau de importância biológica. As ditas áreas insubstituíveis são únicas, pelo fato de serem ocupadas por espécies microendêmicas ou ecossistemas singulares, que representam uma boa parte da área do estado da Bahia (aproximadamente 9,8% da sua área total). A escolha dessas áreas se deu, principalmente, pela necessidade de se restringir a alocação das CRAs em áreas que garantam um maior ganho ambiental em relação à conservação das espécies e dos ecossistemas.

**Áreas prioritárias para conservação e uso sustentável da biodiversidade são classificadas devido ao seu alto grau de importância biológica. São áreas insubstituíveis, por apresentarem espécies endêmicas e/ ou ecossistemas singulares.**

### 2.2.4 Custo de oportunidade

O custo de oportunidade é uma medida do que poderia ter sido adquirido de um recurso se não tivesse sido adotado o uso atual (Naidoo & Iwamura, 2007). Entretanto não existe consenso em relação a estimação do custo de oportunidade<sup>7</sup>. Neste estudo, para a análise das áreas cobertas por vegetação nativa, adotamos o preço da terra como *proxy* para o custo de oportunidade, sendo o rendimento previsto para essas áreas igual a zero<sup>8</sup>. Já para as áreas produtivas consolidadas, calculamos o valor presente líquido (VPL) dos fluxos de renda bruta esperados para os diferentes usos da terra, conforme metodologia proposta por Naidoo e Iwamura (2007). A combinação das duas metodologias para o cálculo dos custos de oportunidade se justifica pela ausência de preços da terra para todas as atividades produtivas abordadas neste estudo. O uso do preço da terra ou do VPL não deveria, em tese, fazer diferença, já que, do ponto de vista da teoria econômica, o preço da terra é igual ao VPL. Na prática, porém, sabemos que isso nem sempre acontece. Mas, dado que o custo de restauração para as áreas com vegetação nativa é zero, deveríamos esperar um valor próximo entre o preço da terra e o VPL neste caso.

7 Veja Chomitz (2005), Naidoo e Iwamura (2007), Bernasconi (2013) e Rajão e Soares (2015) para saber como outros autores calculam o custo de oportunidade no contexto agrícola.

8 Neste estudo não adotamos valores obtidos com programas de pagamentos por serviços ambientais (PSA), mercado de carbono, entre outros, mesmo que esses sejam possíveis de ser explorados dentro das RLs.

#### **2.2.4.1 Custo de oportunidade em áreas com vegetação nativa**

Os preços da terra com vegetação nativa em cada bioma foram obtidos no anuário da agricultura brasileira (AGRIANUAL, 2015). O anuário expõe preços da terra para oito microrregiões – definidas pelo próprio Agriannual – para o estado da Bahia. Os preços da terra com vegetação nativa foram incorporados no banco de dados (por microrregião) e, posteriormente, plotados no mapa do estado da Bahia, com o intuito de visualizar a distribuição geográfica dos valores.

Em alguns casos, as microrregiões apresentavam nenhum ou mais do que um preço para a terra nativa (em diferentes municípios). Com o intuito de obter valores para as áreas de vegetação nativa do estado inteiro, estimamos o preço utilizando os valores mínimos e máximos dentro dos limites de cada bioma, através do método de interpolação pelo inverso da distância, no software *Quantum GIS 10.2.1*. Este modelo estatístico é fundamentado na dependência espacial, que supõe que quanto mais próximo um ponto estiver do outro, maior deverá ser a correlação entre seus valores. Para a interpolação dos valores, o modelo multiplica os valores dos pontos pelo inverso da distância do ponto de referência. Esse modelo foi rodado para cada um dos biomas. No final do processo de interpolação, um mapa contendo os preços da terra com vegetação nativa foi gerado, e a base de dados atualizada com o preço médio do hectare em cada bioma e Território de Identidade.

#### **2.2.4.2 Custo de oportunidade de áreas produtivas**

Os custos de oportunidade para as áreas produtivas consolidadas foram calculados com base no VPL dos fluxos de renda líquida esperados para os diferentes usos da terra, conforme metodologia proposta por Naidoo e Iwamura (2007).

Com base na definição dos principais tipos de uso da terra para produção no estado, selecionamos, inicialmente, um município-modelo para servir de referência para o cálculo de VPL de cada uso. O uso de municípios-modelo é importante, pois dados relacionados ao custo de produção são raros e, muitas vezes, restritos a apenas alguns municípios. A escolha desses municípios se deu com base na qualidade de dados relacionados à produção, à área produzida, ao custo de produção e à rentabilidade.

Os municípios escolhidos para a análise de rentabilidade de produção foram: Brejões no TI Vale do Jiquirica, para o cultivo de café (tipo *conillon*); Canavieiras no Litoral Sul para produção de cacau (tipo cabruca); Juazeiro no TI do Sertão de São Francisco ao norte do bioma Caatinga, para o cultivo de cana-de-açúcar; o município de Inhambupe, no Litoral Norte, para a cultura de laranja (tipo pera); Eunápolis, na Costa do Descobrimento ao sul da Mata Atlântica, para silvicultura (madeira em tora para papel e celulose); Feira de Santana, para áreas de pastagem (criação de boi para engorda); Guanambi, no Sertão Produtivo, para culturas características de agricultura familiar (feijão e mandioca); e Barreiras, no extremo oeste do bioma Cerrado, para culturas irrigadas mais expoentes (algodão, soja e milho).

Cada uma das culturas exige infraestrutura e cuidados distintos, implicando em diferentes gastos para sua produção. Por essa razão, adotou-se o Custo Operacional Efetivo (COE) – valor da produção menos o custo de produção – na realização da análise de rentabilidade. O COE representa gastos com mão de obra, mecanização (quando necessário), preparação do solo, custos com insumos e operações de colheita e pós-colheita e gastos gerais característicos de cada

produção. Tais informações foram encontradas, principalmente, nos estudos da Confederação Nacional da Agricultura – CNA (para café, cana-de-açúcar e silvicultura); Comissão Executiva do Plano de Lavoura Cacaueira – CEPLAC (cacau); Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (para laranja, feijão, mandioca, e culturas irrigadas de algodão, milho e soja); e Desenharia (pastagem). Dados gerais de área de produção e quantidade produzida, da Produção Anual Municipal – PAM 2013 – IBGE foram utilizados para complementar a análise.<sup>9</sup>

Procuramos utilizar os valores de produção, em reais, que constavam nas bibliografias específicas, porém, na falta desses, utilizamos, para algumas culturas (café, laranja, algodão pluma, milho e soja), a cotação média do ano de 2014, disponibilizada pela Secretaria da Agricultura, Pecuária, Irrigação, Pesca e Aquicultura – SEAGRI. Os dados de produção de cada cultura, em sua maioria, se referiam a valores de produção do ano de 2014. No entanto, os valores de rentabilidade, que condiziam com a produção de outros anos (como para o cacau, cana-de-açúcar e pecuária/pastagem), foram reajustados para o ano de 2014, segundo a taxa de inflação IPCA/IBGE.

Por sua vez, o VPL por hectare foi calculado a partir do rendimento líquido da produção por hectare (valor em R\$ para o ano de 2014). O tempo estimado no cálculo foi de vinte e cinco anos e a taxa de desconto real utilizada igual a 7.59% ao ano. Com relação ao horizonte de tempo, optamos por vinte e cinco anos como uma forma de determinarmos o preço de equilíbrio da CRA, assumindo que essa seja um título de longo prazo. Na seção Discussão, a temática em relação à duração das CRAs será mais explorada. Com relação à taxa de juros real, esta é resultado da diferença entre a taxa de juros nominal em 2014 (14%) e a inflação para o mesmo período (6,41%). Uma taxa real de 7.59% é bastante alta e, por assumirmos que a taxa de juros permanecerá nesse valor ao longo dos próximos anos, é provável que estejamos subestimando o VPL. É esperado que, ao longo dos anos, com a recuperação da economia mundial e brasileira, a taxa de juros real diminua e, como resultado, o VPL tende a aumentar. No entanto, tudo mais constante, um VPL maior não mudaria a dinâmica do mercado. Mas, dada a oferta limitada de vegetação nativa no bioma Mata Atlântica, poderíamos esperar que, nesse bioma, o preço de equilíbrio, por ser uma função do VPL, aumentaria. O VPL por hectare foi calculado utilizando a equação abaixo:

Equação do VPL por hectare:

$$VPL = \sum_{t=0}^{24} \frac{\text{Rendimento líquido}_t}{(1 + \text{taxa de desconto})^t}$$

onde,  
 Rendimento líquido  $\left(\frac{R\$}{ha}\right) = \text{produtividade} * (\text{preço de venda} - \text{custo de produção})$

Quadro 1: Equação do VPL por hectare.

Inicialmente, por não termos dados sobre custo de produção e preço de venda para todos os municípios, assumimos que os três fatores (produtividade, preço e custo) são iguais entre os biomas. Porém, tal suposição é forte e, para flexibilizá-la, calculamos, em um segundo momento, o rendimento líquido por bioma. A variação é dada pela variabilidade da produtividade em cada município, e, depois, agregada por bioma através da média ponderada pela área de produção de cada município. Usamos os dados do IBGE para o

<sup>9</sup> <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2013>. Acessado em julho de 2016.

ano 2014, que estima a produtividade de cada cultura por município.<sup>10</sup> Tal cálculo, no entanto, apesar de dar uma dimensão mais realista ao modelo, não foi possível para todas as atividades produtivas como, por exemplo, cacau e silvicultura. De qualquer forma, optamos por fazer e apresentar ambos os exercícios na seção Resultados.

## 2.2.5 Custos de restauração

Para as análises dos cenários, adotamos um custo de restauração padrão de R\$ 5.000 por hectare. Porém, por se tratar de um valor muito variável, em função da dependência dos custos específicos de cada região e das particularidades fitogeográficas, realizamos, também, uma análise de sensibilidade com diferentes custos de restauração (R\$ 10.000, R\$ 15.000 e R\$ 20.000 por hectare). Segundo o Plano Nacional de Restauração da Vegetação Nativa – PLANAVEG (2014), os valores gerais de restauração, para o contexto brasileiro, podem variar entre R\$ 1.400 por hectare (método de regeneração natural – pasto abandonado) e R\$ 10.000 (método de plantio total), de acordo com o método de restauração utilizado. Porém, é provável que este valor seja subestimado, podendo ser muito maior quando comparado a regiões remotas e sem infraestrutura, como no caso do interior da Caatinga.

## 2.3 Cenários de adequação ambiental

### 2.3.1 Cenário I: Comando e Controle

No cenário Comando e Controle, a adequação ambiental ocorre dentro dos limites da propriedade. Nesta projeção, as propriedades com passivo de RL devem restaurar estas áreas e não poderão oferecer excedentes florestais para compensação. Ao realizar a restauração do passivo, o proprietário estará sacrificando a produção, independente do uso. O custo total de adequação à Lei No. 12.651, neste cenário, é determinado da seguinte maneira:

Cálculo do custo total de adequação no Cenário I:

$$\text{Custo}_{\text{adequação}} = \text{Déficit}_{\text{RL}} * (\text{Custo de Oportunidade} + \text{Custo de Restauração})$$

onde,

o custo de adequação é expresso em R\$, os custos de oportunidade e restauração são expressos em R\$ por hectare e o déficit em hectare.

Quadro 2: Cálculo do custo total de adequação à Lei No. 12.651 no Cenário I - Comando e Controle.

<sup>10</sup> <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2014/default.shtm>. Acessado em julho de 2016.

### 2.3.2 Cenário II: Mercado CRA restrito ao estado e bioma

Neste cenário é permitida a adequação à lei com alocação de CRAs, desde que seja no mesmo bioma e dentro dos limites do estado da Bahia. O objetivo da análise deste cenário é entender a dinâmica das transações e estimar os custos de adequação dentro de um contexto de mercado.

Para a construção das curvas de oferta e de demanda, assumimos, para cada bioma, que a demanda total por RL é igual ao passivo total de RL, e a oferta total é igual à área de vegetação nativa existente (ativo) mais as áreas produtivas que podem ser restauradas. Neste cenário, o proprietário deficitário pode optar por (i) restaurar parte de sua propriedade, assim como ocorre no cenário de Comando e Controle, ou (ii) comprar uma CRA resultante de áreas com vegetação nativa já existente, ou em áreas produtivas restauradas com vegetação nativa e convertidas em CRAs, no mesmo bioma dentro do estado da Bahia. A escolha dependerá do preço da CRA e do custo de oportunidade de cada atividade econômica. Por se tratar de um cenário de livre mercado, o déficit de RL do estado tende a ser alocado em regiões com grande oferta de CRA e preço mais baixo por hectare. Levando em conta as duas opções citadas, o custo total de adequação do cenário se dá em função da equação:

Cálculo do custo total de adequação no Cenário II:

$$\text{Custo}_{\text{adequação}} = \text{Custo}_{\text{adequação (i)}} + \text{Custo}_{\text{adequação (ii)}}$$
$$\text{Custo}_{\text{adequação (i)}} = \text{Déficit}_{\text{RL}} * (\text{Custo de Oportunidade da terra} + \text{Custo de Restauração})$$
$$\text{Custo}_{\text{adequação (ii)}} = \text{Déficit}_{\text{RL}} * \text{Preço}_{\text{CRA}}$$

onde,  
o custo de adequação é expresso em R\$, os custos de oportunidade e restauração são expressos em R\$ por hectare, o déficit em hectare e o preço da CRA em R\$ por hectare.

Quadro 3: Cálculo do custo total de adequação à Lei No. 12.651 no Cenário II - Mercado CRA restrito ao estado e bioma.

### 2.3.3 Cenário III: Mercado CRA restrito ao estado, bioma e áreas prioritárias

O proprietário com déficit de RL pode regularizar sua propriedade através da compensação com CRA. Porém, diferentemente do cenário anterior, as áreas ofertadas só podem estar situadas em áreas identificadas como prioritárias para a conservação e uso sustentável da biodiversidade e categorizadas com grau de importância biológica insubstituível. Para a definição das áreas, seguimos o mapeamento realizado pela SEMA e WWF-Brasil (2015). A intenção da análise deste cenário é entender o escopo de economia e de proteção de áreas prioritárias para a conservação, a partir deste desenho de mercado. Cabe ressaltar que, os limites das áreas prioritárias são utilizados apenas para a alocação através do mercado de CRA, sendo possível, para o proprietário com déficit, restaurar a RL dentro da sua propriedade mesmo se esta não estiver dentro dos limites das áreas prioritárias.

Assim como no cenário II, o proprietário possui duas alternativas para adequação: (i) a restauração do déficit na própria propriedade; e (ii) a compra de CRAs em áreas prioritárias para conservação no mesmo bioma. O custo de adequação do cenário com restrições se dá segundo as equações abaixo:

Cálculo do custo total de adequação no Cenário III:

$$\text{Custo}_{\text{adequação}} = \text{Custo}_{\text{adequação (i)}} + \text{Custo}_{\text{adequação (ii)}}$$

$$\text{Custo}_{\text{adequação (i)}} = \text{Déficit}_{\text{RL}} * (\text{Custo de Oportunidade} + \text{Custo de Restauração})$$

$$\text{Custo}_{\text{adequação (ii)}} = \text{Déficit}_{\text{RL}} * \text{Preço}_{\text{CRA}}$$

onde,  
o custo de adequação é expresso em R\$, os custos de oportunidade e restauração são expressos em R\$ por hectare, o déficit em hectare e o preço da CRA em R\$ por hectare.

Quadro 4: Cálculo do custo total de adequação à Lei No. 12.651 no Cenário III - Mercado CRA restrito ao estado, bioma e áreas prioritárias.

## 2.4 Oferta e demanda de CRA

Com o objetivo de verificar a viabilidade do mercado CRAs, em cada bioma, e de entender a dinâmica deste potencial mercado, construímos as curvas de oferta e de demanda de CRAs para cada um dos biomas existentes no estado da Bahia.

A decisão de participar ou não do mercado é uma função do preço de mercado e do custo de oportunidade e restauração. De forma geral, o seguinte raciocínio foi utilizado para a construção das curvas de oferta e de demanda:

Tabela 2: Descrição do processo de tomada de decisão do proprietário

	Oferta	Demanda
Preço da CRA < Custos de oportunidade + Restauração	Não participa do mercado – não vende CRA	Participa do mercado – compra CRA
Preço da CRA = Custos de oportunidade + Restauração	Indiferente entre participar e não participar do mercado	Indiferente entre participar e não participar do mercado
Preço da CRA > Custos de oportunidade + Restauração	Participa do mercado – vende CRA	Não participa do mercado – não compra CRA

(Elaboração dos autores).

## 2.5 Análise de custo-efetividade

A análise do custo-efetividade informa o custo de proteção de 1 (um) hectare de área prioritária para a conservação e uso sustentável da biodiversidade, em função do seu custo. Para o seu cálculo, usamos a seguinte fórmula:

Equação do custo-efetividade:

$$\text{Custo - efetividade} = \frac{\text{Custo}_{\text{adequação}}}{\text{Área}}$$

onde,

o custo-efetividade da proteção das áreas de RL é expresso em R\$ por hectare, o custo total de adequação do cenário é expresso em R\$ e a área total de RL em cada um dos cenários é expressa em hectares.

Quadro 5: Equação do custo-efetividade.



### 3. Resultados



## 3.1 Balanço de RL

O estado da Bahia possui um ativo florestal de, aproximadamente, 14 milhões de hectares, sendo que, destes, cerca de 8 milhões se encontram no bioma Caatinga e 5,8 milhões no bioma Cerrado. O passivo de RL nesses biomas são, respectivamente, 336.071 ha e 81.631 ha. O bioma Mata Atlântica no estado da Bahia possui apenas 176.825 hectares de ativos florestais, e um passivo cerca de 3,5 vezes maior (610.943 ha) (Figura 3).

No oeste e norte do estado, a área total dos TIs é maior comparada aos do sul e leste. É estimado que os TIs com maiores ativos (vegetação nativa excedente de RL) são: Sertão do São Francisco, no extremo norte da Caatinga, onde existe cerca de 2,7 milhões de hectares de ativos, dos quais 26% (712.037 ha) se encontram no município de Sento Sé; o extremo oeste do Cerrado, na Bacia do Rio Grande, com destaque para o município de Formosa do Rio Preto, que concentra 637.390 hectares do total de 3,1 milhões de hectares de ativo do TI; o bioma Mata Atlântica, no Litoral Sul, que dispõe, em uma área total de 1,2 milhões de hectares, apenas 38.237 hectares de ativo, concentrados, em sua maioria, no município de Itamaraju. Na Figura 4 é possível notar a diferença entre as áreas de ativo do oeste e sudeste do estado.

Pelas estimativas, o passivo de RL nos TIs varia de 2.000 a 140.000 hectares. Na Caatinga, o TI com a maior área de passivo de RL é Irecê, com total de 68.605 hectares. Destaque para o município de Itaguaçu da Bahia que tem 15.517 ha de déficit de RL. É estimado que no Cerrado, o TI que possui a maior área de ativo é o mesmo que possui o maior déficit de RL (Figura 5). A Bacia do Rio Grande é responsável por cerca de 62% do déficit total do bioma (50.903 ha do total de 81.580 ha). Nos limites do bioma na Mata Atlântica, o TI Extremo Sul apresenta o maior déficit em termos de área, chegando a 139.683 ha de área de RL em inconformidade com a Lei. Contudo, Vitória da Conquista é o TI que possui maior déficit proporcional a sua área total: cerca de 12,41% (78.123 ha) do seu território total são áreas que deveriam ser destinadas à proteção da RL.

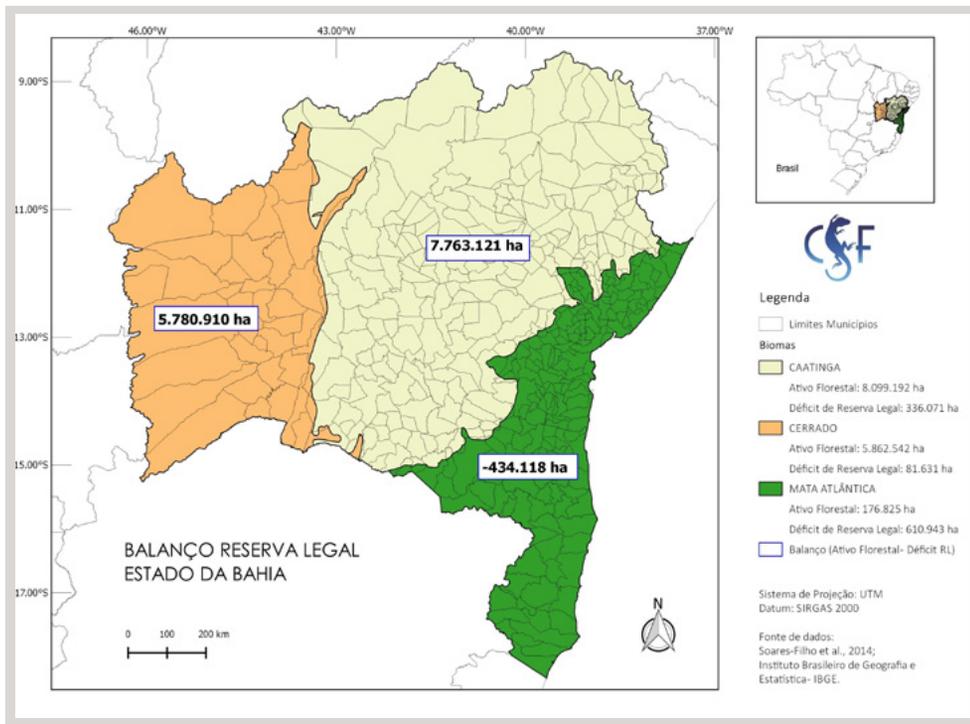


Figura 3: Mapa do balanço de RL para o estado da Bahia. Os valores absolutos de ativo e déficit estão dispostos na legenda do mapa (Dados adaptados de Soares-Filho *et al.*, 2014<sup>a</sup>. Elaboração dos autores.).

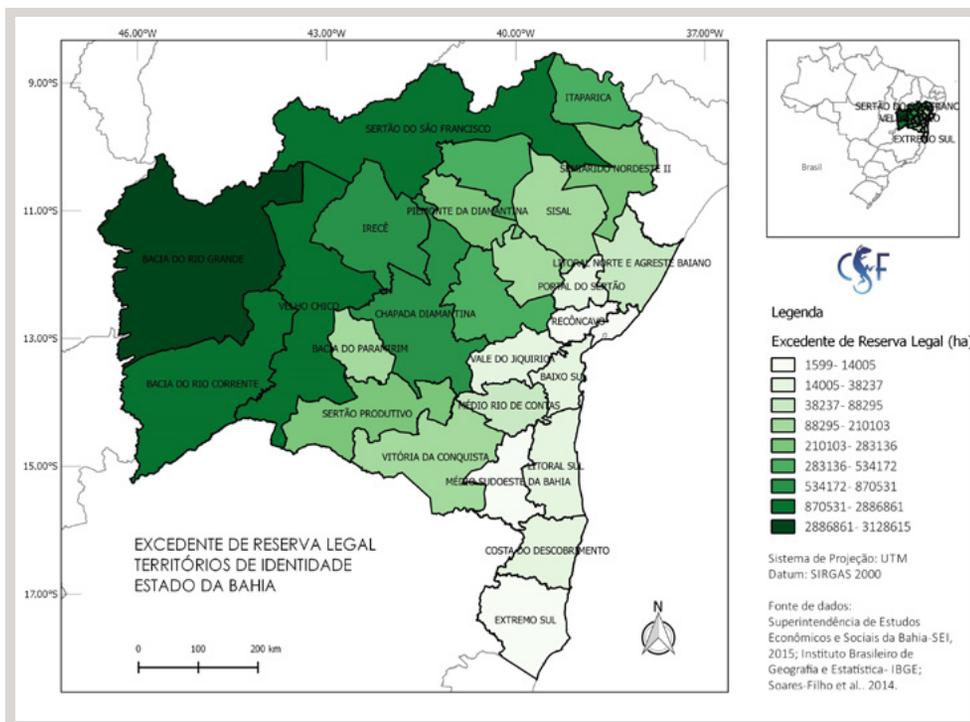


Figura 4: Mapa do excedente de RL (ativos) nos TIs do estado da Bahia (Dados adaptados de Soares-Filho *et al.*, 2014<sup>a</sup>. Elaboração dos autores.).

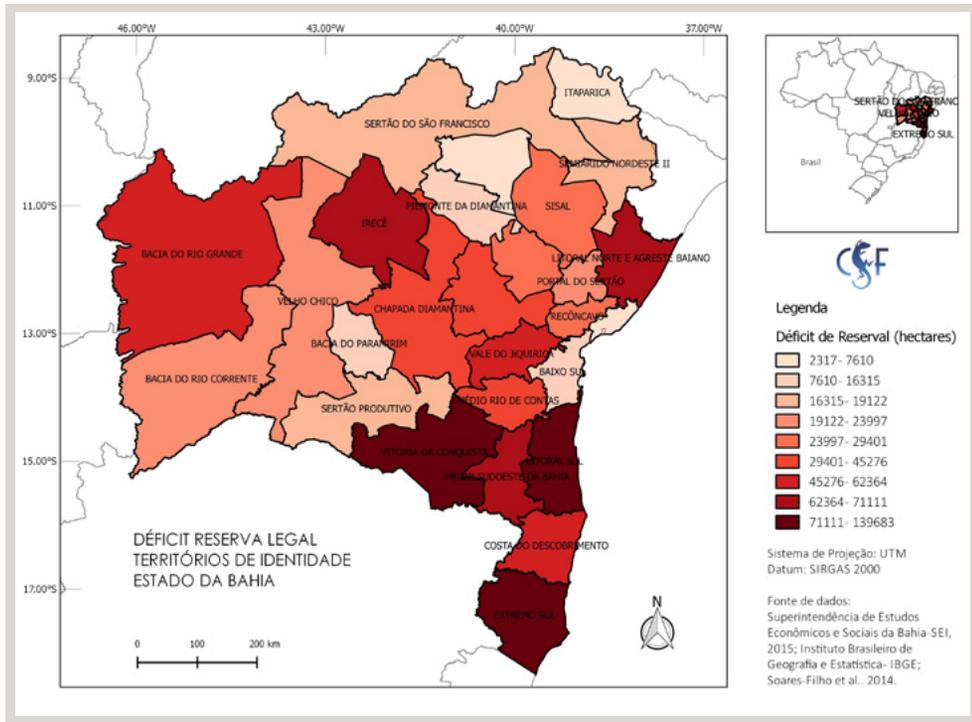


Figura 5: Mapa do déficit de RL nos TIs do estado da Bahia (Dados adaptados de Soares-Filho *et al.*, 2014a. Elaboração dos autores).

## 3.2 Custo de oportunidade

### 3.2.1 Custo de oportunidade de áreas com vegetação nativa

O resultado apontou grande variação entre os biomas com relação aos custos de oportunidade da vegetação nativa. É o caso entre os biomas adjacentes da Caatinga e Cerrado, com valores máximos de R\$ 874 e R\$ 7.742 por hectare, respectivamente. Apesar da alta variabilidade, o custo de oportunidade do bioma Caatinga se manteve muito baixo, quando comparado ao custo de oportunidade de outras áreas de vegetação nativa nos biomas Cerrado e Mata Atlântica. O TI Irecê apresenta o custo de oportunidade de vegetação nativa mais baixo do estado da Bahia, R\$ 259 por hectare, enquanto, no mesmo bioma, o custo de oportunidade de um hectare no TI Vale do Jiquiriçá é de R\$ 722. Para o bioma Cerrado, o TI que apresenta o menor custo de oportunidade médio da vegetação nativa é o Velho Chico, com R\$ 1.983 por hectare, enquanto na Bacia do Rio Grande, o custo de oportunidade médio é igual a R\$ 3.630 por hectare. Na Mata Atlântica, o custo de oportunidade da vegetação nativa não apresentou variação devido à fonte de dados utilizada, sendo que o custo para todos os TIs ficou em R\$ 1.200 por hectare.

### 3.2.2 Custo de oportunidade de áreas produtivas

O uso voltado para a pecuária é o que tem a maior extensão em área no estado da Bahia, cerca de 2 milhões de hectares (37,26% do território total), seguida pela terra agrícola do tipo familiar, que ocupa 11,28% da área total. A Figura 6 mostra o mapa de uso e cobertura do solo elaborado para as análises deste estudo:

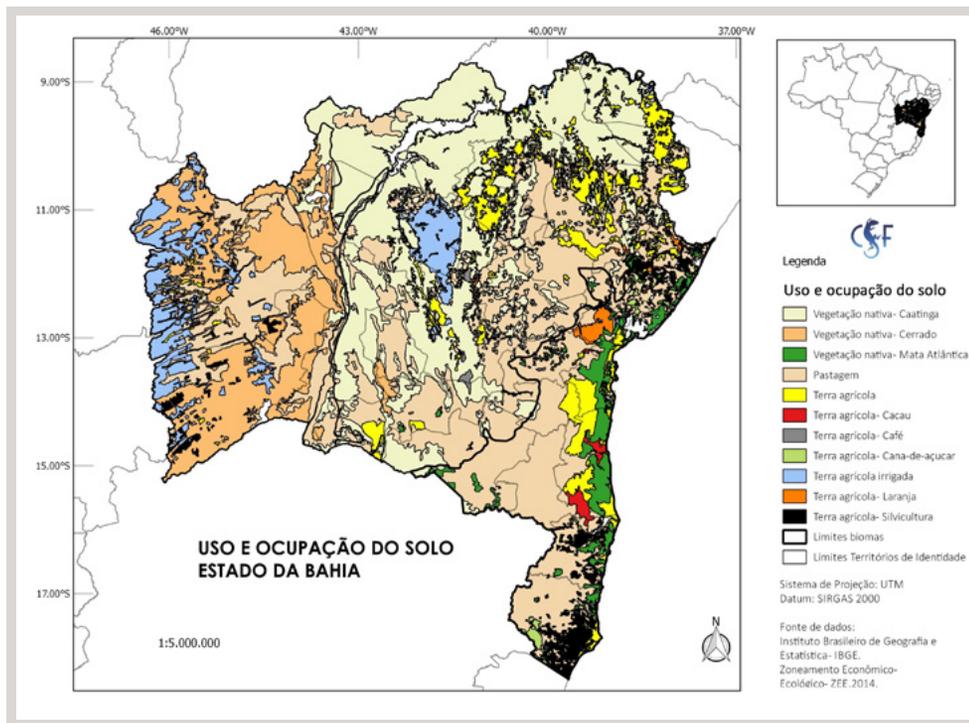


Figura 6: Mapa de uso e cobertura do solo, com delimitação das áreas de vegetação nativa e principais atividades produtivas do estado (Dados adaptados de ZEE, 2014. Elaboração dos autores.).

A distribuição do cultivo da laranja se resume majoritariamente no entorno da Capital do estado, Salvador, nos TIs intitulados como Recôncavo, Litoral Norte e Agreste Baiano e Portal do Sertão. O cultivo de café é mais expressivo no centro do Estado, mais especificamente na Chapada Diamantina e no Vale do Jiquiriçá, enquanto a cultura do cacau fica concentrada principalmente no Litoral Sul e Costa do Descobrimento. Áreas com cultivo de cana-de-açúcar são encontradas no sul da Bahia, especificamente na Costa do Descobrimento e Extremo Sul, próximo a Salvador, no TI Recôncavo, e no norte da Caatinga (Sertão do São Francisco). A agricultura irrigada se concentra principalmente no extremo oeste e centro da Bahia, nas Bacias do Rio Grande e do Rio Corrente, Irecê e Chapada Diamantina, cobrindo, ao todo, cerca de 1,91% da cobertura total do estado. A silvicultura também representa uma área similar, cerca de 2,15%, concentrada em apenas três TIs da Mata Atlântica: Litoral Norte e Agreste Baiano, Costa de Descobrimento e Extremo Sul, e nos TIs do extremo oeste do Cerrado. O restante do território da Bahia é classificado como mata nativa, distribuído nos limites dos três biomas.

Em relação ao VPL de cada produção, como esperado, a silvicultura apresenta os valores mais altos, com VPL de R\$ 14.508 por hectare, seguido do cultivo de laranja, com VPL de R\$ 13.345 por hectare. Enquanto as atividades com o menor VPL por hectare são as áreas com pastagem (pecuária) com R\$ 1.885 e cacau com R\$ 2.397. A Figura 7 apresenta os VPLs para todas as oito atividades produtivas consideradas neste estudo.

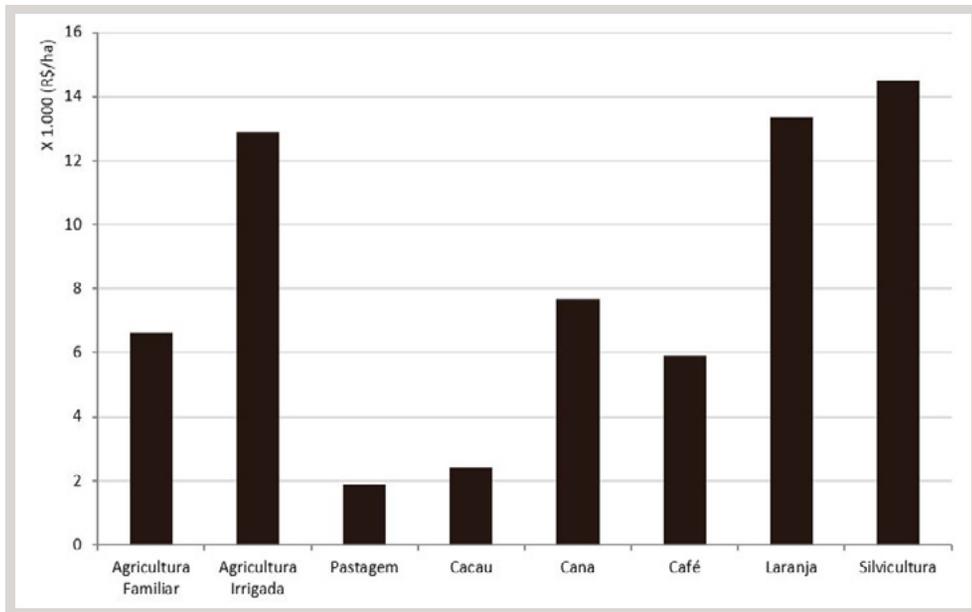


Figura 7: Valor Presente Líquido (em R\$/ha) das oito atividades produtivas analisadas para o estado (Elaboração dos autores).

A Figura 8 mostra o VPL por hectare para determinadas atividades produtivas por bioma. Como mencionamos anteriormente, não foi possível calcular a produtividade – variável que estamos usando para obter variação no VPL – para todas as oito atividades produtivas aqui analisadas em função da indisponibilidade de dados. De qualquer forma, a Figura 8 mostra que, como esperado, com exceção da pastagem, o VPL varia entre mesmas atividades em diferentes biomas.

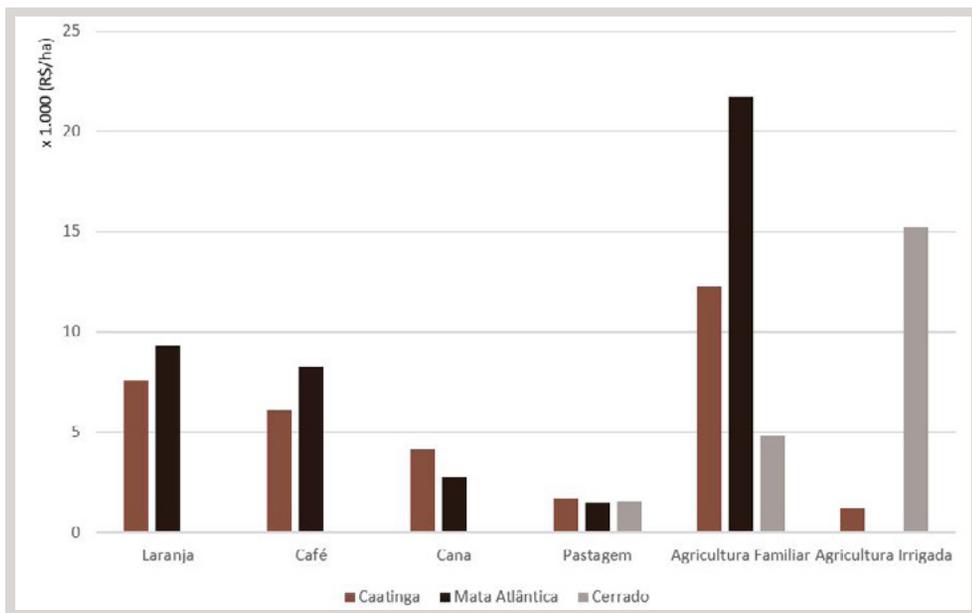


Figura 8: Valor Presente Líquido (em R\$/ha) das atividades produtivas analisadas em cada bioma (Elaboração dos autores).

Especificamente sobre a agricultura familiar, temos que os resultados mostram que, baseado nos dados de produção de feijão e mandioca para o município de Guanambi – município-referência para o cálculo do VPL apresentado na Figura 7 – o cálculo de VPL foi de R\$ 6.628 por hectare. Quando analisamos a variação da produtividade entre os biomas, podemos ver que o VPL/ha médio ponderado pela área de produção no bioma Caatinga é menor do que o VPL na Mata Atlântica, R\$12.243 e R\$ 21.699 respectivamente, mas ainda maior do que no Cerrado, R\$ 4.780.

Com relação à cana-de-açúcar, esta atividade apresentou um VPL igual a R\$ 7.694 por hectare para o município de Juazeiro (município-referência), onde sua produtividade era maior do que a média para o bioma Caatinga e Mata Atlântica, que apresentaram um VPL de R\$ 4.131 e R\$ 2.785 por hectare, respectivamente. O mesmo aconteceu com o município de Inhambupe que teve produção de laranja muito maior, cerca de 20 toneladas/ano, do que a média da produção no bioma Caatinga (12,4 t/ano) e na própria Mata Atlântica (15 t/ano).

Cabe ressaltar que, para o cálculo dos novos VPL, assumimos que o custo de produção e preço de venda de cada produção são os mesmos para todos os municípios analisados, o que tende a influenciar os resultados do valor presente líquido.

### 3.3 Áreas prioritárias para conservação

As áreas prioritárias para conservação, categorizadas como insubstituíveis, cobrem uma área de cerca de 56.152 km<sup>2</sup>, o que representa cerca 9,8% da área total do estado da Bahia (WWF-Brasil, 2015). As áreas apresentam uma disposição geográfica conforme apresentado na Figura 9:

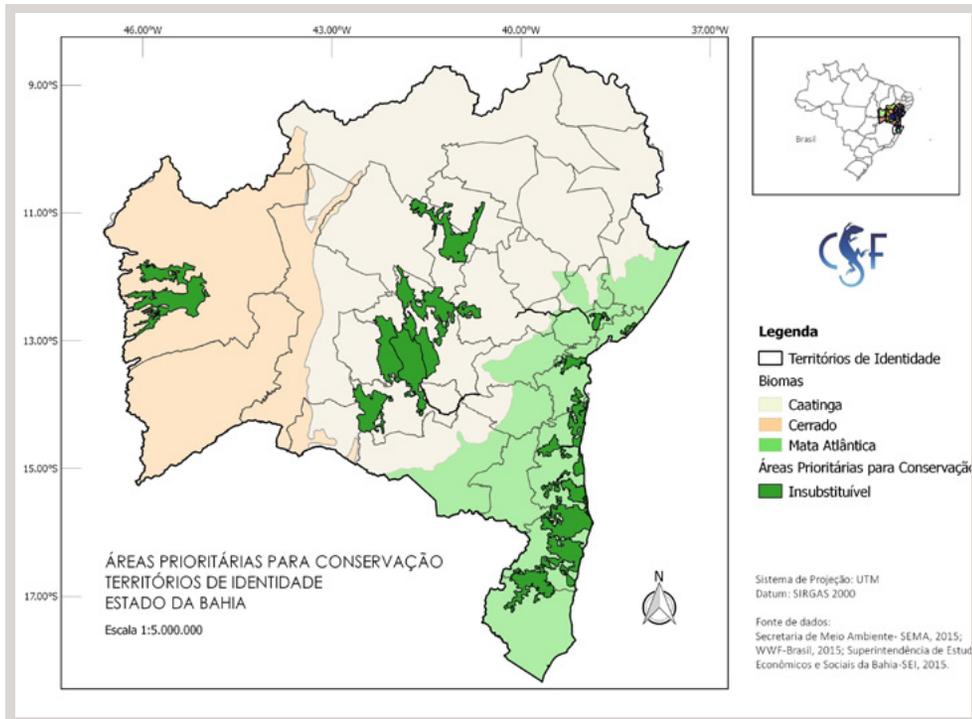


Figura 9: Mapa das áreas definidas como prioritárias para conservação categoria Insubstituível no estado da Bahia (Dados adaptados de WWF-Brasil, 2015. Elaboração dos autores.).

As áreas definidas como prioritárias para conservação (categoria Insostituível) no bioma Cerrado se concentram apenas nos limites dos municípios de Luís Eduardo Magalhães, Barreiras e São Desidério, totalizando uma área de 575.000 hectares. Já o polígono da área prioritária no contexto do bioma Caatinga chega ao montante de 3,3 milhões de hectares, abrangendo boa parte da região centro e sul do bioma, formando um grande corredor entre o norte e sul da Chapada Diamantina. No mesmo bioma, existem áreas prioritárias nos Territórios de Identidade. Os mais representativos são Bacia do Paramirim, Sertão Produtivo, Piemonte do Paraguaçu e Piemonte da Diamantina. Formando um grande corredor litorâneo, as áreas identificadas como insubstituíveis no bioma Mata Atlântica, descem desde o Recôncavo, passando pelos TIs Baixo Sul, Litoral Sul, Costa do Descobrimento e Extremo sul. A área total somada chega a 1,2 milhões de hectares.

## 3.4 Custos e mercado de CRAs

Os custos e curvas de oferta e demanda apresentados nesta seção foram calculados utilizando o VPL uniforme<sup>11</sup>.

### 3.4.1 Cenário I: Comando e Controle

No cenário Comando e Controle, o custo total de adequação das áreas de RL, por bioma, é igual a R\$ 3 bilhões para a Caatinga, R\$ 665 milhões para o bioma Cerrado e R\$ 5,7 bilhões para a Mata Atlântica. O custo-efetividade neste cenário é igual a R\$ 33.622 por hectare. Este custo corresponde ao custo total de adequação à lei, igual a R\$ 9,4 bilhões, dividido pela área total protegida (280.695 hectares). Lembrando que, nem todas as áreas recuperadas neste cenário estão em áreas prioritárias insubstituíveis – dado que nem todas as propriedades estão localizadas nessas áreas.

Dentro deste contexto, se considerarmos o total das áreas recuperadas, tanto em áreas prioritárias quanto em áreas de menor valor ambiental (1.028.639 hectares), o custo de adequação por hectare de área recuperada reduz para R\$ 9.175. Em comparação com os demais cenários, o cenário Comando e Controle tem o maior custo total de adequação, pois cada produtor, ao restaurar o passivo de sua área com vegetação nativa, deve pagar o custo de oportunidade associado à sua atividade econômica mais o custo de recuperação. Neste cenário, não há ganhos econômicos para os produtores.

### 3.4.2 Cenário II: Mercado de CRA restrito ao estado e bioma

Neste cenário, não há restrição em relação ao tipo de área que pode ser comercializada. Assumimos que todas as áreas, prioritárias ou não, podem ser utilizadas para compensação desde que estejam dentro do mesmo bioma e estado. Neste cenário, a demanda, assim como no cenário Comando e Controle, é determinada pelos proprietários que possuem

---

<sup>11</sup> Inicialmente, calculamos os custos e as curvas de oferta e demanda utilizando os valores presentes líquidos de cada atividade produtiva em cada bioma. Entretanto além de não conseguirmos fazer o exercício para todas as atividades econômicas (em função da falta de dados), os resultados obtidos para os biomas Caatinga e Cerrado são exatamente iguais aos obtidos utilizando o VPL uniforme. No caso do bioma Mata Atlântica, a dinâmica de funcionamento do mercado é igual à encontrada utilizando o VPL uniforme. O preço de equilíbrio, porém, é diferente. Com a flexibilização do VPL, o preço de equilíbrio é R\$ 6.489 por hectare. A relação entre oferta e demanda é a reação pela qual os resultados não mudam (ou mudam pouco).

déficit de RL. A oferta, por sua vez, corresponde ao ativo mais o total de áreas passíveis de serem recuperadas e utilizadas para compensação. Como não há restrição em relação ao tipo de área, assumimos que todas as áreas destinadas às atividades de agropecuária, analisadas neste estudo, podem ser recuperadas e comercializadas no mercado.

Devido às hipóteses feitas, as curvas de oferta e de demanda têm um formato de “gráfico em escadas”. Cada degrau corresponde a uma atividade econômica e, no caso da oferta, o primeiro degrau corresponde à vegetação nativa. A oferta é construída de tal forma que as atividades menos rentáveis – com menor custo de oportunidade – estão na parte inferior do gráfico. De forma similar, as atividades com maior custo de oportunidade estão na parte superior da curva de demanda. À medida que o preço da CRA diminui, mais proprietários estarão dispostos a comprar CRA ao invés de restaurar áreas de vegetação nativa em suas propriedades.

As Figuras 10 e 11 mostram como seriam os mercados de CRAs nos biomas Caatinga e Cerrado respectivamente. Em ambos os biomas, a área total de vegetação nativa existente é maior do que o déficit de RL. Em números, temos que a oferta total é igual a 8 milhões de hectares no bioma Cerrado e 5,8 milhões de hectares no bioma Caatinga. A demanda por RL nesses dois biomas é, respectivamente, 336.064 hectares e 81.631 hectares. Portanto, nesses dois biomas a demanda por RL é satisfeita pela oferta já existente de ativos florestais. Como a oferta de vegetação nativa excedente é maior do que a demanda, o preço de equilíbrio (preço da CRA) é igual ao preço da vegetação nativa, ou seja, R\$ 346 por hectare na Caatinga e R\$ 2.702 por hectare no Cerrado.

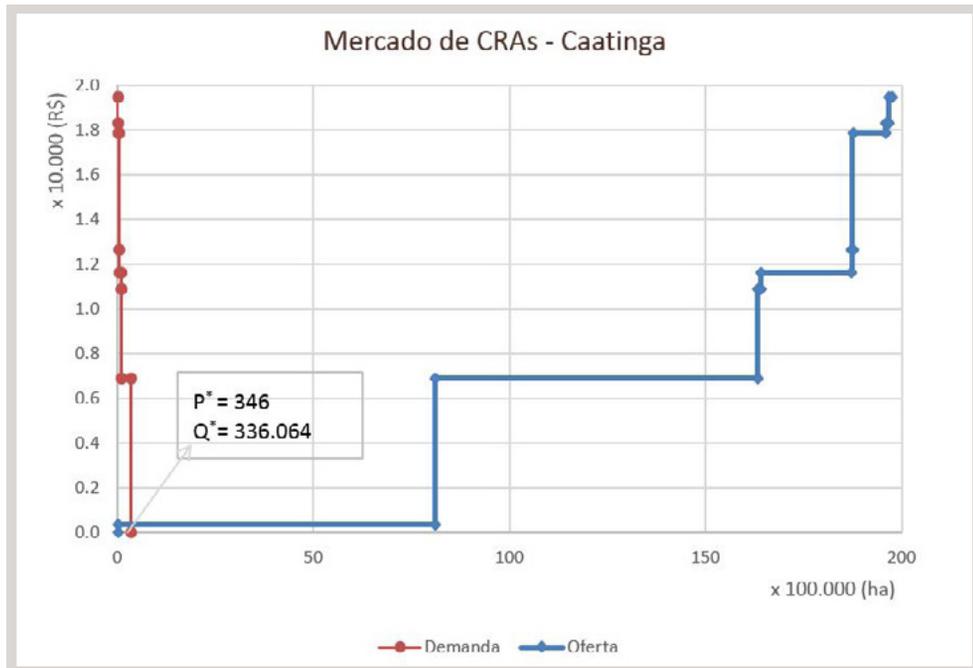


Figura 10: Oferta e demanda de CRA no bioma Caatinga no Cenário II - Mercado CRA restrito ao bioma e ao estado (Elaboração dos autores).

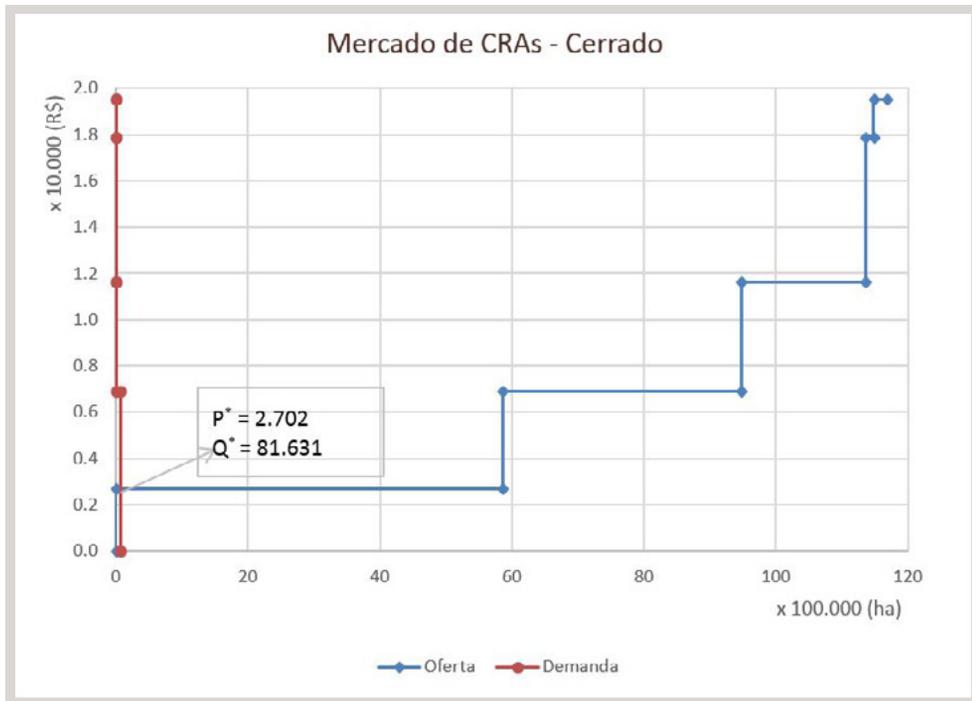


Figura 11: Oferta e demanda de CRA no bioma Cerrado no Cenário II - Mercado CRA restrito ao bioma e ao estado (Elaboração dos autores).

Na Figura 12 apresentamos o mercado de CRAs no bioma Mata Atlântica. Diferente dos biomas Cerrado e Caatinga, a área de vegetação nativa excedente existente na Mata Atlântica (176.745 hectares) é inferior à demanda total por RL (610.943 hectares). Diante desta situação, e assumindo que todos os proprietários se adequam à lei, temos que o preço de equilíbrio será maior do que o preço das áreas com vegetação nativa. O preço de equilíbrio neste bioma será igual a R\$ 6.885 por hectare. Este valor corresponde ao custo de oportunidade da pastagem mais o custo de restauração. Depois da vegetação nativa, a pastagem é a atividade econômica menos rentável dentre todas as atividades econômicas analisadas neste estudo. A pastagem é, também, a atividade que ocupa a maior área neste bioma no estado da Bahia. Como resultado, a demanda por RL é suprida pela vegetação nativa já existente mais a parte da área de pastagem que será recuperada.

A Figura 12 mostra que, na verdade, os proprietários de áreas de pastagem com déficit de RL estão indiferentes entre participar do mercado (comprar CRA de outro proprietário) e restaurar áreas de vegetação nativa em suas propriedades. Esta indiferença resulta em uma situação de equilíbrios múltiplos: a quantidade de equilíbrio pode ser qualquer valor entre 224.422 hectares e 610.943 hectares. Caso a quantidade de equilíbrio seja igual a 224.422 hectares, então sabemos que a demanda por RL, de todas as demais atividades, será suprida pela área existente de vegetação nativa e pela comercialização de 47.676 hectares de pastagem convertidos em RL. A demanda restante (386.521 hectares) será suprida através da restauração de áreas de RL nas próprias propriedades com pastagem. Se, em outro extremo, a quantidade de equilíbrio for igual a 610.943 hectares, a demanda total será suprimida pela área existente de vegetação nativa e pela comercialização de novas CRAs (áreas de pastagem restauradas como vegetação nativa).

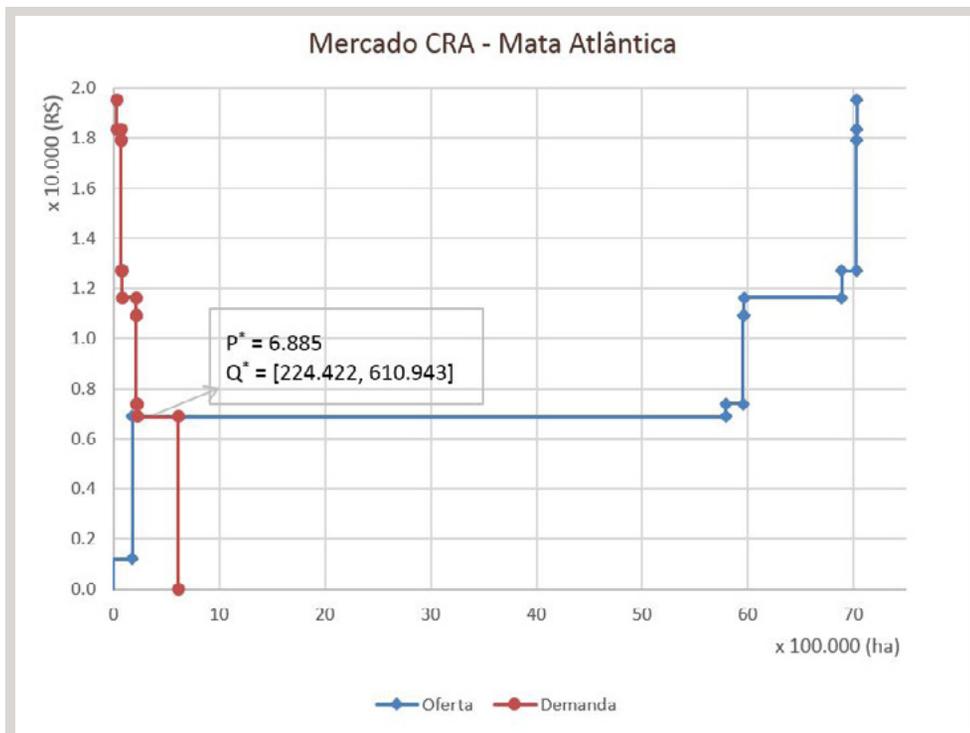


Figura 12: Oferta e demanda de CRA na Mata Atlântica no Cenário II - Mercado CRA restrito ao bioma (Elaboração dos autores).

Em comparação com o cenário de Comando e Controle, a quantidade total de áreas conservadas e restauradas no cenário onde o mercado de CRA é restrito ao bioma, será menor, pois parte do excedente de RL pode agora ser comercializada. Dentre todas essas áreas, apenas 115.332 hectares correspondem a áreas prioritárias insubstituíveis, resultando em um custo de adequação por hectare igual a R\$ 39.398 – 17% maior do que o mesmo custo no cenário de Comando e Controle.

Do ponto de vista conservacionista, o cenário II tende a proteger áreas de menor valor ambiental, principalmente nos biomas Caatinga e Cerrado. Isso acontece em função do excedente de vegetação nativa existente fora de áreas prioritárias, que serão utilizadas para atender à demanda por CRA.

Por outro lado, diferentemente do cenário de Comando e Controle, a existência do mercado de CRA permite a geração de ganhos econômicos. A Tabela 3 mostra os ganhos econômicos para cada atividade, em cada um dos três biomas. O cálculo do ganho econômico é feito da seguinte forma:

Equação do ganho econômico:

$$\text{Ganho Econômico} = (\text{custo}_{\text{opportunidade da terra}} + \text{custo}_{\text{recuperação}}) - \text{preço}_{\text{CRA}}$$

Quadro 6: Equação do ganho econômico em reais por hectare

Tabela 3: Ganho econômico por hectare para o produtor no cenário II (em R\$)

Bioma (Preço de equilíbrio)	Caatinga (R\$ 346/ha)	Cerrado (R\$ 2.702/ha)	Mata Atlântica (R\$ 6.885/ha)
<b>Atividade</b>			
Pastagem	6.539	3.837	-
Cacau	7.051	4.349	511
Café	10.587	7.885	4.047
Agricultura familiar	11.281	8.579	4.742
Cana-de-açúcar	12.347	9.645	5.808
Agricultura irrigada	17.546	14.844	11.007
Laranja	17.998	15.296	11.459
Silvicultura	19.162	16.460	12.622

(Elaboração dos autores).

Com exceção da atividade pastagem no bioma Mata Atlântica, os ganhos em participar do mercado são bastante expressivos, principalmente para as atividades mais rentáveis como, por exemplo, laranja e silvicultura.

### **3.4.3 Cenário III: Mercado de CRA restrito ao estado, bioma e áreas prioritárias**

Neste cenário, a oferta de áreas passíveis de serem convertidas em RL é restrita às áreas prioritárias, o que reduz significativamente a oferta total. Porém, tal redução não é suficiente para mudar a relação entre a oferta de vegetação nativa e a demanda por RL nos biomas Caatinga e Cerrado. Em ambos os biomas, a oferta de vegetação nativa existente ainda é maior do que a demanda por RL. Sendo assim, os preços de equilíbrio nos biomas Caatinga e Cerrado são, como antes, iguais aos preços das áreas com vegetação nativa. Mas, o uso apenas de áreas prioritárias faz com que os preços das áreas com vegetação nativa, e, portanto, os preços de equilíbrio, sejam maiores nesses dois biomas em comparação com o cenário II. Os preços de equilíbrio são, respectivamente, R\$ 392 por hectare e R\$ 5.990 por hectare.

As Figuras 13 e 14 mostram as curvas de oferta e de demanda nos biomas Caatinga e Cerrado. O mercado, em ambos os biomas, é capaz de suprir toda a demanda por CRA, o que significa que as quantidades de equilíbrio são 336.064 hectares no bioma Caatinga e 81.631 hectares no bioma Cerrado. Como o preço de equilíbrio é menor do que o custo de oportunidade de todas as atividades agropecuárias analisadas neste estudo, todas as atividades participam do mercado. Os proprietários de áreas de pastagem e terras agrícolas compram CRAs ao invés de converterem parte de suas propriedades em RL.

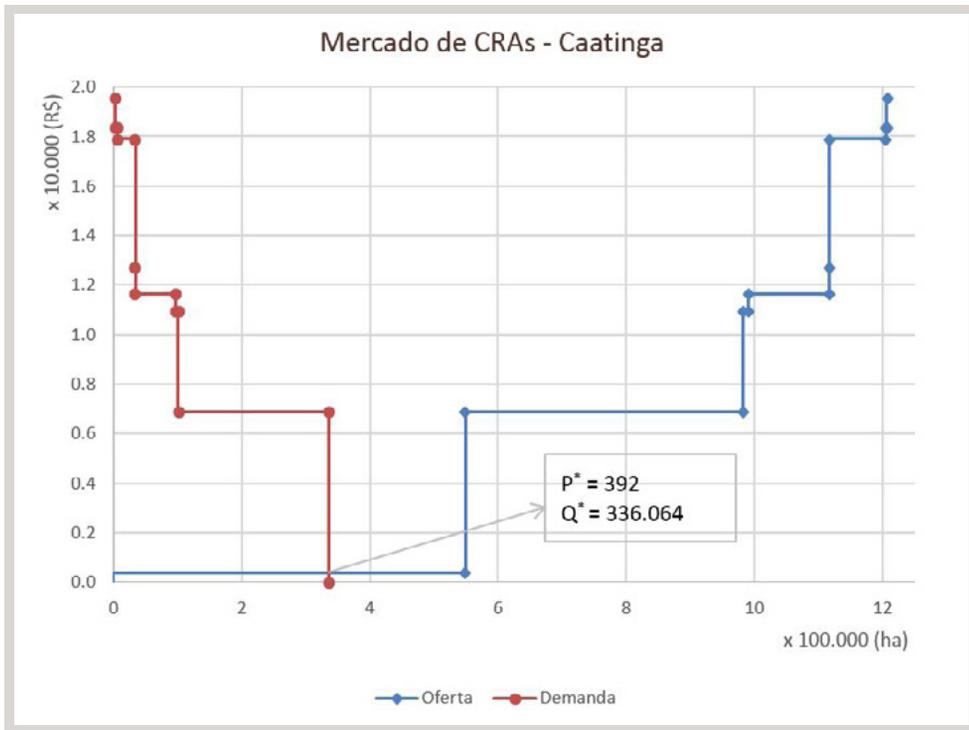


Figura 13: Oferta e demanda de CRA na Caatinga no Cenário III - Mercado de CRA restrito ao bioma e áreas prioritárias para conservação (Elaboração dos autores).

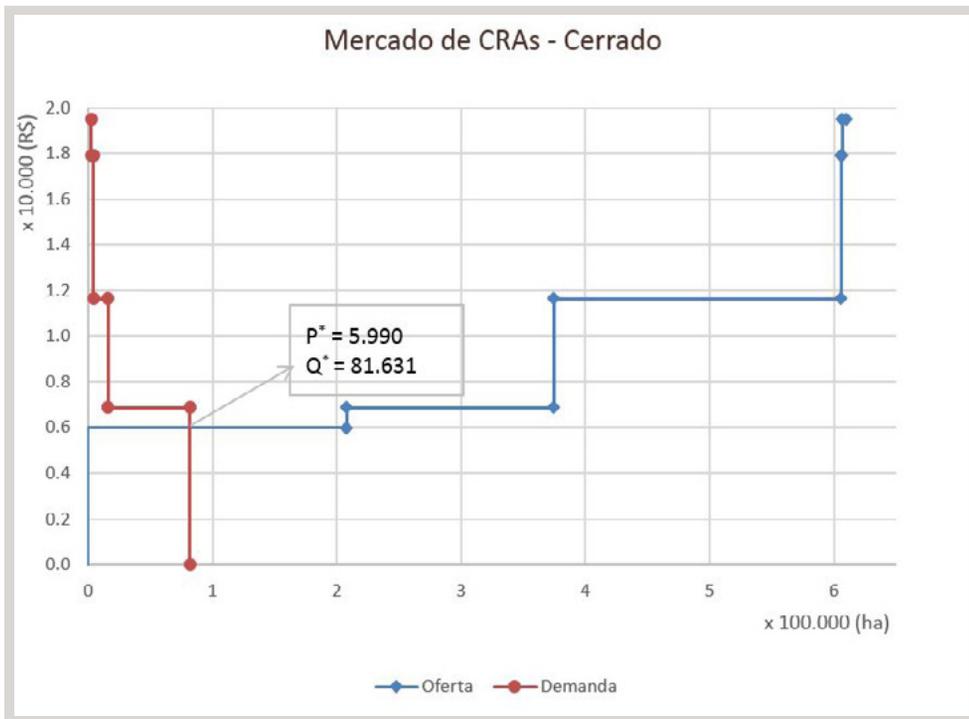


Figura 14: Oferta e demanda de CRA no Cerrado no Cenário III - Mercado de CRA restrito ao bioma e áreas prioritárias para conservação (Elaboração dos autores).

A Figura 15 apresenta a dinâmica do mercado de CRAs no bioma Mata Atlântica. Enquanto a oferta de vegetação nativa excedente existente é igual a 48.655 hectares, a demanda por RL é igual a 610.943 hectares. Para atender à demanda, o preço de equilíbrio deve ser maior do que o preço da vegetação nativa, de modo que outras áreas de RL sejam ofertadas. De fato, observamos que o preço de equilíbrio é igual a R\$ 6.885 por hectare e, assim como no cenário II, parte da área de pastagem (216.213 hectares) é convertida em RL e comercializada no mercado. Em comparação com o cenário II, temos que os preços de equilíbrio são iguais. A igualdade entre os preços se deve à oferta de área de pastagem passível de ser convertida em RL em ambos os cenários. Independentemente de serem áreas prioritárias ou não, as áreas de vegetação nativa existentes mais as áreas de pastagem são suficientes para atender à demanda, não havendo pressão no mercado para que o preço aumente mais do que o custo de oportunidade da pastagem.

Especificamente sobre a quantidade de equilíbrio, temos que esta não é única. Assim como antes, os proprietários de pastagem estão indiferentes entre participarem do mercado e converterem parte de suas propriedades em RL. O resultado sugere que a quantidade de equilíbrio pode ser qualquer valor entre 264.878 hectares e 530.193 hectares. Diferentemente do cenário II, o mercado restrito às áreas prioritárias não é capaz de absorver toda a demanda por RL (610.943 hectares). Assim sendo, no mínimo 80.750 hectares de pastagem não participarão do mercado. A análise gráfica sugere que essa quantidade será recuperada pelos próprios proprietários. Dado que o total de áreas de pastagem em áreas prioritárias é igual a 481.528 hectares, a recuperação dessas áreas ocorre em áreas categorizadas como não prioritárias.<sup>12</sup>

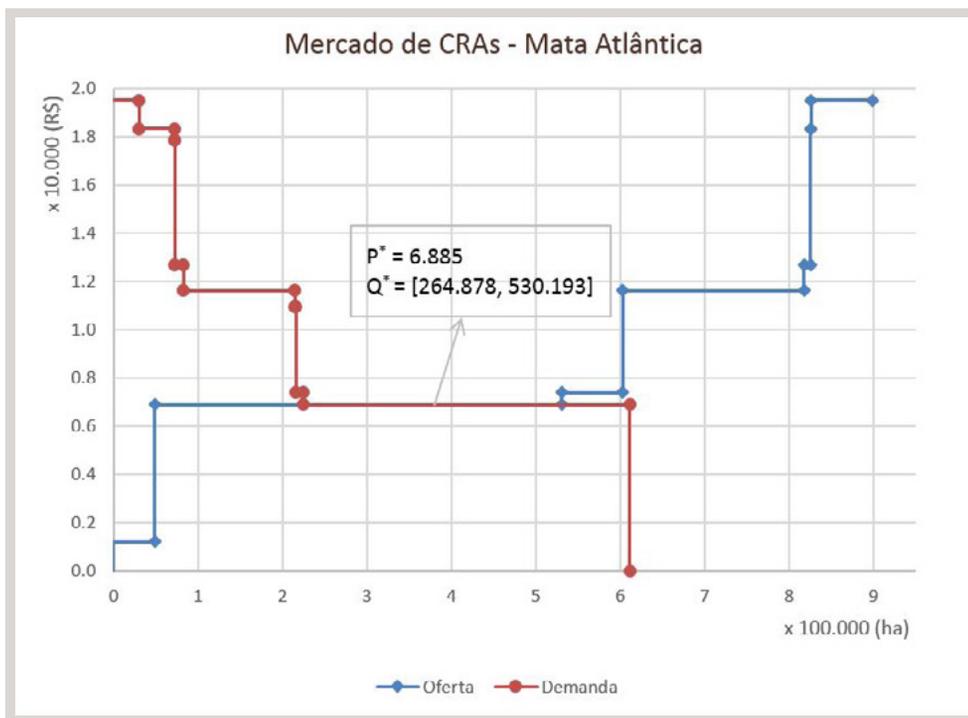


Figura 15: Oferta e demanda de CRA no bioma Mata Atlântica no Cenário III - Mercado de CRA restrito ao bioma e áreas prioritárias para conservação (Elaboração dos autores).

12 Por que 80.750 hectares de pastagem não participam, com certeza, do mercado de CRAs? Suponha que, ao invés de 80.750 hectares, temos que 40.000 hectares não participam do mercado. Neste caso, a demanda total por CRAs ao preço de R\$ 6.885 seria de, aproximadamente, 571.000 hectares (610.943 – 40.000). Mas, dado o preço de equilíbrio, a oferta máxima possível é igual a 530.193 hectares. Portanto, o mercado não estaria em equilíbrio.

O custo total de adequação à legislação no cenário III é igual a R\$ 4,8 bilhões. Em comparação com os demais cenários, temos que este custo é, como esperado, menor do que o custo total no cenário de Comando e Controle (R\$ 9,4 bilhões) e maior do que o custo total no cenário II (R\$ 4,5 bilhões) em função do aumento do preço das áreas com vegetação nativa. Especificamente sobre o custo-efetividade, temos que este é igual a R\$ 5.092 por hectare. Na seção seguinte, analisamos mais detalhadamente os custos-efetividade nos diferentes cenários e biomas.

Assim como no cenário II, a existência do mercado de CRAs possibilita ganhos econômicos para os produtores. Na Tabela 4, apresentamos os ganhos em cada bioma e para cada atividade econômica. A compensação via o mercado de CRAs reduz significativamente os custos associados à adequação à lei, em comparação com os custos no cenário de Comando e Controle.

Tabela 4: Ganho econômico por hectare para o produtor no cenário III (em R\$)

Bioma (Preço de equilíbrio)	Caatinga (R\$ 392/ha)	Cerrado (R\$ 5.990/ha)	Mata Atlântica (R\$ 6.885/ha)
<b>Atividade</b>			
Pastagem	6.493	895	-
Cacau	7.005	1.407	511
Café	10.541	4.943	4.047
Agricultura familiar	11.236	5.638	4.742
Cana-de-açúcar	12.302	6.704	5.808
Agricultura irrigada	17.500	11.902	11.007
Laranja	17.953	12.355	11.459
Silvicultura	19.116	13.518	12.622

(Elaboração dos autores).

A Tabela 4 mostra, por exemplo, que, nos biomas Caatinga e Cerrado, todos os produtores ganham, ou deixam de gastar, com o mercado. Quanto maior o custo de oportunidade da atividade, maior o ganho. Para os silviculturistas, por exemplo, o mercado representa um ganho de R\$ 19.116 no bioma Caatinga, R\$ 13.158 no Cerrado e R\$ 12.622 no bioma Mata Atlântica. Para áreas de pastagem, atividade menos rentável, o ganho é igual a R\$ 6.493 na Caatinga, R\$ 895 no Cerrado e R\$ 0,00 no bioma Mata Atlântica. Como vimos anteriormente, o preço de equilíbrio na Mata Atlântica é igual ao custo de oportunidade em áreas com pastagem mais o custo de restauração. Como consequência, todos os produtores estão indiferentes entre participar do mercado ou não. A análise das curvas de oferta e demanda sugere que alguns produtores escolhem restaurar mais áreas de RL do que exigido, e vender o excedente no mercado de CRAs. Tal situação, além de interessante do ponto de vista de uso do solo, não representaria uma perda grande de empregos, pois, diferentemente das demais atividades, a pastagem não é uma atividade intensiva em mão de obra.

Para as análises apresentadas, o preço de equilíbrio calculado se deu em função do custo de restauração de R\$ 5.000. Para os cenários II e III, foi realizada uma análise de sensibilidade com diferentes custos de restauração. Em ambos os cenários II e III não ocorre variação no preço de equilíbrio dos biomas Caatinga e Cerrado, pois estes não dependem do custo de restauração, ou seja, dependem apenas do preço da vegetação nativa.

Já para o cenário da Mata Atlântica, o preço de equilíbrio se dá em função do custo de oportunidade somado ao custo de restauração. Portanto, seu preço varia com a análise de sensibilidade. Neste caso, o preço de equilíbrio aumenta conforme aumentamos o preço de restauração. Com o custo de R\$ 10.000 por hectare, o preço de equilíbrio para o bioma Mata Atlântica (em ambos os cenários) fica em R\$11.885; com custo em R\$ 15.000, o preço de equilíbrio é de R\$ 16.885; com o custo de restauração de R\$ 20.000, o preço de equilíbrio para Mata Atlântica fica em R\$ 21.885. Com isso, pode-se notar que o preço de equilíbrio segue um padrão, em função do custo de restauração, alterando o preço. Porém, como o preço aumenta da mesma forma para todos os usos, a dinâmica do mercado permanece a mesma, ou seja, as áreas de vegetação nativa ainda serão compensadas primeiro, seguidas da restauração de áreas com pastagem. Concluindo, para que a análise de sensibilidade gerasse resultados mais expressivos, seria necessário um detalhamento maior em nível municipal ou de microrregião sobre os custos de restauração para o bioma Mata Atlântica.

### 3.5 Análise custo-efetividade

Na Tabela 5 apresentamos o total de áreas prioritárias protegidas em cada cenário e bioma. A análise sugere que, em termos de conservação de áreas com maior valor ambiental, o Cenário II é o que menos protege áreas prioritárias insubstituíveis dentre os três cenários. A diferença é maior nos biomas Caatinga e Cerrado. Se considerarmos apenas as áreas comercializadas no mercado de CRAs, então temos que 6,78% e 3,54% do total de áreas protegidas e restauradas na Caatinga e Cerrado, respectivamente, são áreas consideradas insubstituíveis para a conservação.<sup>13</sup> Em comparação com o cenário Comando e Controle, temos que as proporções são, respectivamente, 26,41% e 48,59%. No cenário III, 100% das áreas comercializadas nos biomas Caatinga e Cerrado são áreas insubstituíveis e no bioma Mata Atlântica a proporção é igual a 87%<sup>14</sup>. Especificamente sobre a Mata Atlântica, os cenários I e II apresentam resultados bastante semelhantes: 24,92% das áreas, no primeiro cenário, estão localizadas em áreas prioritárias e 21,5%, no segundo cenário.

A Tabela 5 apresenta também os custos totais de adequação das áreas de RL à legislação ambiental. Para o cálculo dos custos no bioma Mata Atlântica nos cenários II e III, assumimos, arbitrariamente, que, quando indiferentes, metade dos produtores participarão do mercado de CRAs. Neste estudo, supomos que não existe custo de transação ao entrar no mercado, mas é possível argumentar que tal suposição é pouco realista.<sup>15</sup> Com base nessa hipótese, encontramos que o custo total de adequação é menor no cenário II, onde o mercado de CRA é restrito ao estado e bioma (R\$ 4,5 bilhões). Esse custo total é próximo ao custo total obtido no cenário III, mercado de CRA restrito ao estado, bioma e às áreas prioritárias insubstituíveis, R\$ 4,8 bilhões, e menor do que o custo no cenário de Comando e Controle (R\$ 9,4 bilhões).

---

<sup>13</sup> Para esse cálculo consideramos apenas as áreas comercializadas no mercado de CRAs, ou seja, as áreas demandadas.

<sup>14</sup> Como as áreas prioritárias insubstituíveis não são suficientes para atender a demanda no bioma Mata Atlântica, a proporção em relação à área total utilizada para suprir a demanda não é 100%. Ou seja, além de todas as áreas insubstituíveis existentes na Mata Atlântica, outras áreas (não insubstituíveis) são também utilizadas para atender a demanda neste bioma.

<sup>15</sup> Ver Seção Discussões.

Tabela 5: Compilação dos resultados referentes ao custo total, hectares protegidos e dos três cenários analisados em cada um dos biomas

Cenário	Bioma	Custo (Milhões de R\$)	Custo Total (Milhões de R\$)	Hectares (ha) Protegidos
I	Caatinga	3.008	9.438	336.065
	Cerrado	666		81.631
	Mata Atlântica	5.764		610.943
II	Caatinga	116	4.543	336.065
	Cerrado	221		81.631
	Mata Atlântica	4.207		610.943
III	Caatinga	132	4.828	336.065
	Cerrado	489		81.631
	Mata Atlântica	4.207		610.943

(Elaboração dos autores)

A análise dos custos por bioma sugere custos diferentes para os diferentes cenários, com exceção do bioma Mata Atlântica. Os custos de adequação são maiores no cenário Comando e Controle, pois o custo de restaurar o passivo da área é igual ao custo de oportunidade da atividade mais o custo de restauração. No caso dos cenários II e III, os custos diferem nos biomas Caatinga e Cerrado, por causa do preço da vegetação nativa. Com relação ao bioma Mata Atlântica, os custos são iguais, pois não só o preço de equilíbrio, em ambos os cenários, é o mesmo (R\$ 6.885 por hectare), mas também a dinâmica do mercado é igual. Os produtores que não participam do mercado são os donos de pastagem que recuperarão o passivo de suas áreas. O custo, neste caso, é exatamente igual ao preço de equilíbrio (R\$ 6.885 por hectare). Portanto, apesar da quantidade de equilíbrio ser diferente em ambos os cenários (417.683 hectares no cenário II e 397.539 hectares no cenário III) a soma do custo total dos agentes que participam do mercado com os agentes que não participam do mercado é igual.

A análise dos custos totais de adequação, no entanto, não é suficiente para a determinação do cenário ótimo, dado o objetivo da política ambiental. Neste caso, o custo-efetividade é a melhor ferramenta para ajudar o *policymaker* com a sua tomada de decisão. Para o cálculo desse custo, consideramos que o objetivo da política ambiental pode ser:

- i) A conservação e a restauração da vegetação nativa; ou
- ii) A conservação e a restauração da vegetação nativa apenas em áreas prioritárias insubstituíveis para conservação.

Total de Hectares (ha) Protegidos	Custo-Efetividade (R\$/ha)	Hectares Protegidos de Áreas Prioritárias (ha)	Total de Hectares Protegidos de Áreas Prioritárias (ha)	Custo-Efetividade na Proteção de Áreas Prioritárias (R\$/ha)
1.028.639	9.175	88.750	284.695	33.622
		39.668		
		152.277		
1.028.639	4.417	22.784	115.332	39.398
		2.894		
		89.654		
1.028.639	4.693	336.065	947.889	5.092
		81.631		
		530.193		

A Tabela 5 mostra os custos-efetividade assumindo os objetivos (i) e (ii) respectivamente. Se o objetivo da política ambiental for o de garantir a conservação e restauração de áreas de vegetação nativa ao menor custo total, então, de acordo com os resultados da Tabela 5, o cenário II seria a melhor opção. Porém, como argumentado anteriormente, a maior parte das áreas de vegetação nativa existentes nos biomas Caatinga e Cerrado tendem a ser áreas de baixo valor ambiental. No bioma Caatinga, por exemplo, menos de 23.000 hectares dos 336.071 hectares do déficit total do bioma seriam alocados em áreas prioritárias insubstituíveis. De forma similar, no bioma Cerrado apenas 3.000 hectares seriam alocados em áreas insubstituíveis.

Sendo assim, se considerarmos apenas as áreas com alto valor ambiental (áreas prioritárias insubstituíveis), para o cálculo do custo-efetividade, então o resultado muda consideravelmente. O custo-efetividade do cenário II aumenta para R\$ 39.398 por hectare. Dentro deste contexto, a Tabela 5 mostra que o custo-efetividade calculado para o cenário III é o que apresenta melhor relação dentre os três cenários analisados (R\$ 5.092), o que sugere que, dada a política de conservação e restauração de áreas com alto valor ambiental, o cenário III (permitindo a compensação via CRAs e, ao mesmo tempo, restringindo as áreas passíveis de serem comercializadas apenas às áreas prioritárias) é o mais adequado.

Com base nos resultados, podemos analisar a tendência de alocação das CRAs nos biomas no estado da Bahia. Conforme analisado nas curvas de oferta e demanda para os biomas Caatinga e Cerrado, o mercado de CRAs deve se estabelecer com base no preço da terra com vegetação nativa. Tais valores tendem a variar dentro do bioma e, segundo as Figuras 16 e 17, podemos identificar os Territórios de Identidade que apresentam os menores preços médios, por hectare de vegetação nativa, e, por isso, tendem a ser pontos focais para recepção das CRAs.



O cenário III, ao permitir a compensação via CRAs restringindo as áreas passíveis de comercialização apenas às áreas prioritárias, é o mais adequado. Este apresenta melhor relação de custo-efetividade na proteção de áreas prioritárias dentre os três cenários analisados.

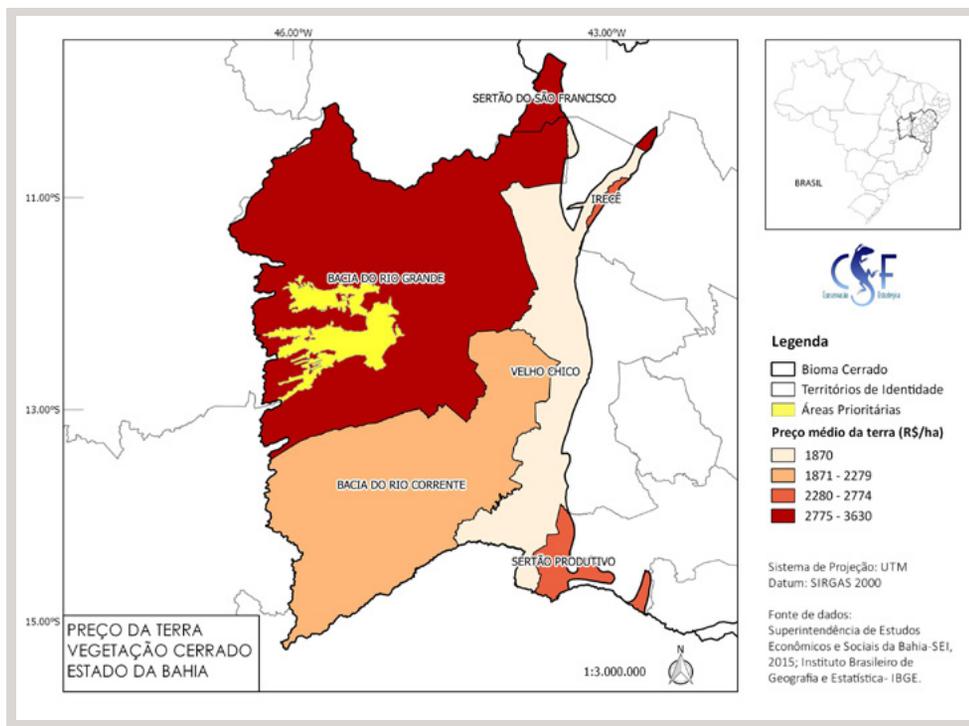


Figura 16: Mapa dos preços médios das áreas de vegetação nativa dos TIs no bioma Cerrado (Elaboração dos autores).

No caso do bioma Cerrado, o TI Bacia do Rio Grande apresenta o maior valor médio por hectare de vegetação nativa no bioma, R\$ 3.630. Coincidentemente, as áreas prioritárias para conservação e uso sustentável, no bioma do Cerrado (WWF-Brasil, 2015), estão concentradas no mesmo Território de Identidade. Levando isto em conta, caso o mercado de CRAs fosse restrito apenas ao bioma (cenário II), a tendência de alocação das Cotas de Reserva Ambiental seria direcionada aos TIs com menor custo de oportunidade (nesse caso menor preço da terra nativa), como o TI Velho Chico. Entretanto, para o bioma Cerrado, essas seriam áreas de menor valor ambiental, sendo que as áreas prioritárias estão concentradas espacialmente no TI de maior custo por hectare. Para esse caso, existe uma forte necessidade de restrição do mercado apenas em áreas de grande relevância ambiental.

Apesar de o bioma Caatinga apresentar preços por hectare menores do que o Cerrado, existe uma variedade maior de preços das áreas de vegetação nativa (quantidade de TIs), de R\$ 265 (TI Irecê) a R\$ 1200 (TI Médio Rio das Contas) (Figura 17). Neste caso, o mercado das CRAs, restrito apenas às áreas no mesmo bioma (cenário II), apresenta uma tendência de alocação para áreas de menor valor por hectare, no oeste e sul do bioma. Neste cenário, seriam alocados em áreas prioritárias para conservação, cerca de 22.784 ha (6,7%) dos 336.065ha de passivo do bioma. Já para o cenário III, onde ocorre a restrição da alocação também nas áreas prioritárias, todo o passivo seria alocado nas áreas mais relevantes para a biodiversidade da Caatinga, com um custo adicional de apenas R\$ 16 milhões, cerca de 13% a mais do que o cenário II.

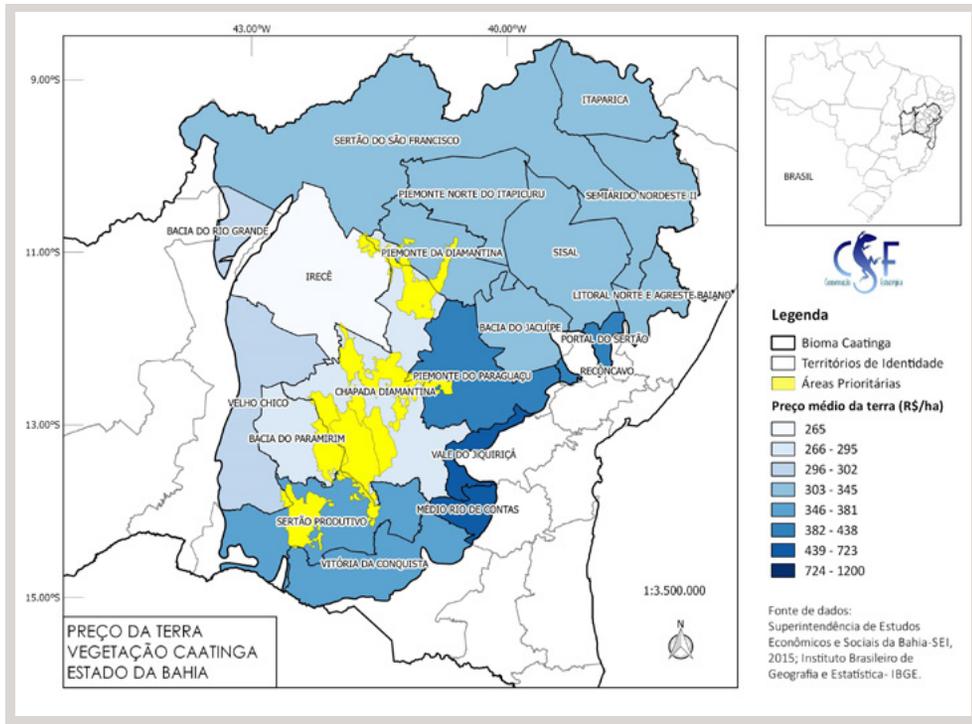


Figura 17: Mapa dos preços médios das áreas de vegetação nativa dos TIs no bioma Caatinga (Elaboração dos autores).

A adequação dos 610.943 hectares de passivo de Reserva Legal no bioma Mata Atlântica, apresenta uma dinâmica distinta dos outros dois biomas. Neste caso, a oferta de áreas de vegetação nativa é menor do que o passivo total, sendo que partes das áreas de pastagem tenderão a ser restauradas. Sendo assim, em ambos os cenários (II e III), a vegetação nativa já existente será ofertada no mercado de CRAs, que espacialmente estão situadas na costa do estado (TIs com maior custo de oportunidade médio). Porém, para o cenário II, a conversão das áreas de pastagem seria maior, em termos de área, nos TIs Vitória da Conquista e Médio Sudoeste da Bahia, que apresentam uso do solo predominante voltado para a pecuária. Isto resultaria na proteção de cerca de 89.654 ha prioritários para a conservação, aproximadamente seis vezes menos do que no cenário III (530.193 ha), no qual as áreas de pastagem restauradas que entrariam no mercado de CRAs estariam restritas as áreas prioritárias.

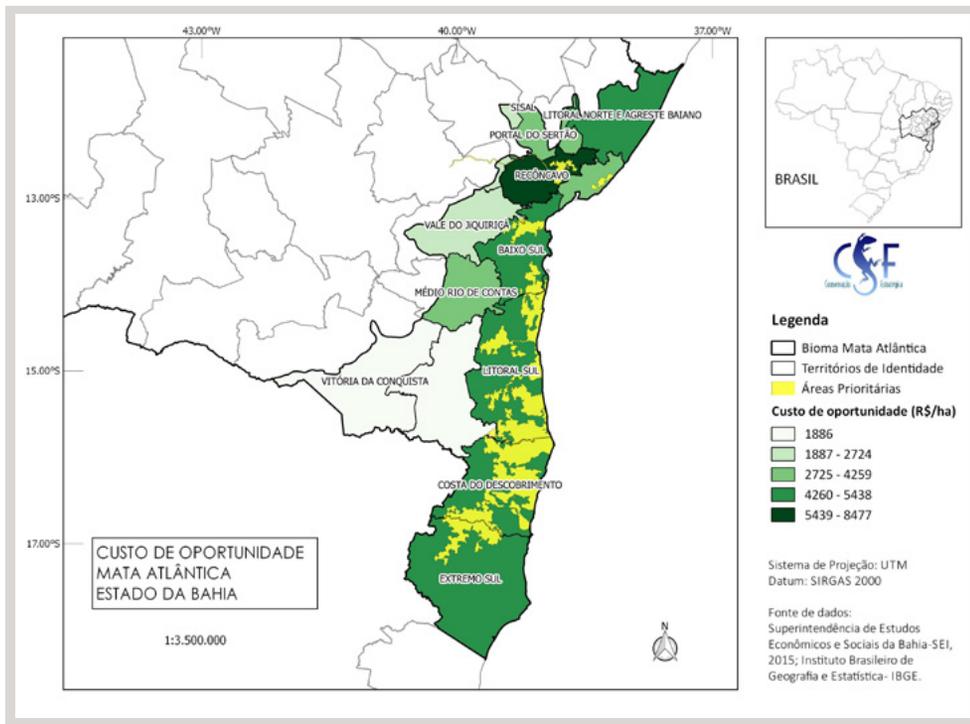


Figura 18: Mapa dos custos de oportunidade dos TIs no bioma Mata Atlântica (Elaboração dos autores).



## 4. Discussão

Para promover a conservação e a restauração de áreas de vegetação nativa dentro do contexto das CRAs, identificamos oito pontos importantes.

**Primeiro, a necessidade de determinação de áreas passíveis de serem utilizadas como mecanismo de compensação de áreas com déficit de RL.** Os resultados encontrados neste estudo indicam que as áreas prioritárias devem ser utilizadas, inicialmente, a fim de garantir que as áreas conservadas e restauradas sejam áreas de maior valor ambiental. Em um contexto no qual a demanda por RL é maior do que a oferta de RL, então, a alocação das áreas deve priorizar, primeiro, as áreas de maior valor para a conservação e, uma vez esgotada essa opção, as demais áreas devem ser alocadas para atender à demanda restante por RL. Nossos resultados corroboram os encontrados para o estado de São Paulo. Conforme Bernasconi (2013), a proposta de inclusão de uma restrição ao mercado (áreas prioritárias) apresentou ganhos de efetividade de conservação substancialmente grandes comparados ao aumento dos custos, sendo a opção de melhor custo-efetividade ecológica para adequação às metas de Reserva Legal no estado.

**Segundo, a diferenciação de preços dentro de uma mesma área.** Neste estudo, assumimos que todas as áreas de vegetação nativa, que pertencem, por exemplo, às áreas prioritárias para conservação, têm o mesmo valor econômico, sendo o preço da vegetação nativa uma função apenas do bioma. Poderíamos ter, no entanto, preços diferenciados dentro de uma mesma área de preservação. Tais preços seriam uma função não só do bioma, mas também do valor ambiental da área em particular. Neste caso, a compensação de áreas com déficit de RL nessas áreas poderia ser incentivada, não só através do requisito descrito no cenário III, mas também através de algum tipo de prêmio dado ao comprador de CRAs. O prêmio pode variar de incentivos ao estabelecimento de que 1 hectare de RL em áreas de maior valor ambiental equivaleria a 5 ou até 10 hectares de RL em áreas com pouca biodiversidade ou baixa qualidade ambiental.

**Terceiro, a opção de políticas de conservação específicas para cada bioma.** Os resultados obtidos neste estudo mostram que a dinâmica do mercado de CRAs, nos biomas Caatinga e Cerrado, é diferente da dinâmica no bioma Mata Atlântica. O mesmo foi visto para o estado do Mato Grosso, que possui um ativo florestal muito maior do que seu passivo, cerca de 17,5 milhões e 10,5 milhões e hectares, respectivamente (Micol *et al.*, 2013). Por conta do excesso de oferta de vegetação nativa existente, nos biomas Caatinga e Cerrado, no estado da Bahia, a demanda por RL é 100% satisfeita pela conservação de áreas com vegetação nativa já existentes. Nesses dois biomas, não há restauração de áreas com déficit de RL; apenas transferência de renda e de direitos de propriedade. Diante do excesso de oferta, o mercado de CRAs apenas formaliza a preservação de áreas de vegetação nativa existentes. Em um cenário, onde, além da conservação, o objetivo da política ambiental é o de converter áreas de uso da terra em vegetação nativa, políticas direcionadas a esses dois biomas podem ser utilizadas. Poderíamos supor, por exemplo, que existe um prêmio de 20% sobre o preço das CRAs em áreas convertidas em RL. Para incentivar a compra de CRAs associadas a estas áreas poderíamos, assim como antes, assumir que 1 hectare dessas áreas equivaleria a 5 hectares de RL em áreas não convertidas, nos biomas Caatinga e Cerrado. Para garantir o valor ambiental dessas áreas, as condições do cenário III seriam mantidas: apenas áreas prioritárias insubstituíveis seriam comercializadas.

**Quarto, o timing da política ambiental.** De acordo com o Código Florestal, a restauração de áreas com déficit pode ser feita em até 20 anos, contanto que, a cada dois anos, o proprietário recupere, pelo menos, 10% da área total deficitária. Tal exigência justifica a existência do mercado de CRAs, mas adiciona uma dimensão temporal que não foi inicialmente considerada no estudo. A dimensão temporal pode afetar a dinâmica do mercado na medida em que os custos de oportunidade das atividades produtivas e de áreas de vegetação nativa mudam ao longo do tempo. Para identificarmos a direção da mudança, teríamos, dentre outros fatores, de projetar a oferta e a demanda de cada produto agropecuário considerado neste estudo, assim como o preço da terra de vegetação nativa.

**Quinto, o timing dos efeitos da política ambiental, obtidos com o mercado de CRAs, tende a variar quando a área de RL corresponde a uma área de vegetação nativa existente ou a uma área recuperada.** Enquanto os benefícios ambientais da primeira são imediatos, os benefícios de áreas recuperadas podem ocorrer apenas no longo prazo. Dessa forma, é preciso definir se todas as áreas recuperadas podem ser comercializadas ou se existe um período (por exemplo, 10 anos) a partir do qual as áreas de RL recuperadas se tornariam passíveis de serem comercializadas no mercado de CRAs.

**Sexto, o estabelecimento das CRAs como títulos de longo prazo.** O estabelecimento do mercado de CRAs depende, dentre outros fatores, da definição, em termos práticos, das Cotas de Reserva Ambiental. Para incentivar a conservação e práticas sustentáveis, as CRAs devem ser definidas como títulos de longo prazo. Neste estudo, supomos que o pagamento ocorre uma única vez e é definido pelo preço de equilíbrio. Diante de instituições fortes, que garantirão o monitoramento e o estabelecimento, se necessário, de multas, o pagamento único não deve ser um problema. No entanto, em um contexto de pouca fiscalização, uma vez recebido o valor do pagamento, o produtor não tem incentivos à conservação da área de RL, podendo convertê-la em uma área agropecuária, conforme citado por May *et al.*, (2015). Este indicou que alguns proprietários de terra estariam mais interessados em servidões temporárias do que permanentes, justamente devido à possibilidade de mudar o status da área mais tarde, se o valor das CRAs já não for de interesse financeiro. Para evitar isso, uma opção seria o pagamento inicial para adquirir a CRA e o pagamento de cupons (pagamentos semestrais), de modo a garantir que o proprietário de RL seja constantemente incentivado a manter sua área de RL (os cupons seriam ajustados em função de mudanças no preço das CRAs, que depende do custo de oportunidade das atividades agropecuárias e do preço de áreas de vegetação nativa).

**Sétimo, a regulamentação clara e monitoramento efetivo.** Existe a necessidade eminente de se criar uma regulamentação, a nível federal e estadual, que seja clara, e que atinja o objetivo ambiental proposto pela Lei 12.651. Para isso, será necessário um sistema de fiscalização, tanto das áreas ofertadas quanto das demandadas. Uma plataforma de cruzamento de dados de sensoriamento remoto e dados de nível de propriedade do Cadastro Ambiental Rural pode ser uma maneira inicial de fiscalização. Conforme levantado por May *et al.*, (2015), a efetividade das CRAs vai depender do efetivo monitoramento e fiscalização das restrições de uso da terra, contidas na própria legislação florestal, em conjunto com os contínuos esforços para motivar a restauração de áreas degradadas na paisagem produtiva. Caso o sistema não funcione corretamente, o mercado corre o risco de não funcionar como proposto em um médio e longo prazo.

**Oitavo, a limitação da venda e compra de CRAs apenas no estado da Bahia.** Neste estudo, assumimos que as CRAs não podem ser comercializadas fora do estado da Bahia. A possibilidade de comprar e vender CRAs em outros estados aumentaria, significativamente, a complexidade do mercado de CRAs e dificultaria a fiscalização das áreas de RL, utilizadas para a compensação de áreas em déficit. Além disso, para alguns biomas, é possível que a área total de vegetação nativa existente seja maior do que a demanda total e, como resultado, a compensação ocorreria 100% via CRA. Neste contexto, a determinação das áreas passíveis de serem comercializadas se torna ainda mais importante.<sup>16</sup> Caso todas as áreas, prioritárias ou não, sejam alocadas para o mercado, então, a demanda por RL seria, provavelmente, suprida com áreas de baixo valor ambiental. A comercialização de CRAs entre estados requer o estabelecimento de regras conjuntas e coordenação entre os estados, o que pode ser difícil, sem um profundo conhecimento do funcionamento do mercado de CRAs, não só na Bahia, mas em todos os demais estados. Assim, a recomendação, portanto, é, em um primeiro momento, restringir o mercado ao estado da Bahia.<sup>17</sup>

---

**16** Essa determinação, assim como a fiscalização das áreas de RL, exigiria uma coordenação entre os estados.

**17** O programa RGGI – Regional Greenhouse Gas Initiative – apresenta alguns insights sobre como funciona um Mercado interestadual de licenças de, no caso desse programa, emissões de CO<sub>2</sub> nos Estados Unidos. Nove estados americanos participam do RGGI (<https://www.rggi.org/>).



## 5. Conclusões



A CSF desenvolveu este estudo com o objetivo de contribuir com a escolha do mecanismo ótimo dos proprietários de áreas de pastagem e agrícola em relação à adequação ambiental das áreas de Reserva Legal ao disposto na Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei No.12.651). Primeiro, analisamos o balanço de RL existente no estado da Bahia, através de um estudo qualitativo dos dados disponíveis. Segundo, calculamos os custos totais de adequação e os custos-efetividade em três cenários: Comando e Controle no estado, mercado de CRA restrito ao estado e bioma, e mercado de CRA restrito ao estado, bioma e áreas prioritárias para conservação. Para os dois últimos cenários calculamos ainda as curvas de oferta e de demanda por RL.

Em comparação com o cenário Comando e Controle, a existência de um mercado de CRAs reduz o custo total de adequação à lei nos três biomas existentes no estado da Bahia: Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica. No entanto, sob a perspectiva ambiental, o mercado não necessariamente garante que as áreas prioritárias (áreas de maior valor ambiental) sejam conservadas e restauradas. No cenário II, por exemplo, o custo-efetividade é o menor dentre os três cenários, se considerarmos o total de áreas de vegetação nativa. Porém, uma análise mais detalhada mostra que a maior parte das áreas conservadas e restauradas nesse cenário são áreas de baixo valor ambiental. Ao restringirmos o cálculo às áreas prioritárias, temos que o cenário III apresenta o menor custo por hectare de área prioritária conservada e restaurada.

Com relação às curvas de oferta e de demanda, encontramos que, nos cenários que analisam o mercado de CRA (cenários II e III), o excedente de vegetação nativa existente, em relação à demanda por RL, faz com que os preços de equilíbrio, nos biomas Caatinga e Cerrado, sejam iguais aos preços das áreas de vegetação nativa (R\$ 346 e R\$ 2.702, no primeiro cenário, e R\$ 392 e R\$ 5.990, no segundo cenário). A quantidade de equilíbrio, em ambos os cenários e biomas, é exatamente igual à quantidade demandada, o que significa que todos os proprietários com déficit de RL usam o mercado como forma de compensação, não havendo restauração de áreas de vegetação nativa em nenhuma propriedade com déficit.

No bioma Mata Atlântica, o total de área de vegetação nativa existente, em ambos os cenários, é menor do que a demanda por RL. Como consequência, o preço de equilíbrio é maior do que o preço da vegetação nativa. Encontramos que, tanto no cenário II quanto no III, o preço é igual a R\$ 6.885. Esse preço corresponde ao custo de oportunidade da atividade pastagem mais o custo de recuperação da área em vegetação nativa. Dada a hipótese de que o custo de oportunidade não varia entre os produtores de uma mesma atividade, não conseguimos determinar uma quantidade única de equilíbrio. As curvas de oferta e de demanda indicam que existem múltiplos equilíbrios e que todos os proprietários de pastagem estão indiferentes entre participar ou não do mercado. Sabemos, no entanto, que, para atender à demanda total por RL, parte da área de pastagem será convertida em RL. Isto significa que alguns proprietários de pastagem irão recuperar mais de 20% (mínimo de Reserva Legal) de suas propriedades e venderão o excedente no mercado.

Sendo assim, diante dos resultados obtidos neste estudo, a opção pelo mercado como forma de compensação parece ser a opção ótima, do ponto de vista econômico. Especificamente sob a perspectiva ambiental, a escolha do melhor sistema irá depender de uma melhor definição das áreas que serão conservadas e restauradas. Neste contexto, para aumentar o valor ambiental das áreas protegidas pelo mercado de CRAs, recomendamos que as áreas prioritárias (cenário III, onde o mercado de CRA é restrito ao bioma e áreas prioritárias para conservação) sejam priorizadas pelo governo estadual. Em comparação com o cenário II, o cenário III tem o maior custo total de adequação ao Código Florestal. Mas a diferença de 6% é justificada pelo aumento de proteção de aproximadamente 600% de áreas prioritárias para a conservação, as áreas de maior importância para a conservação da biodiversidade.

**Para aumentar o valor ambiental das áreas protegidas pelo mercado de CRAs, recomendamos a priorização de áreas prioritárias para a conservação de ecossistemas e da biodiversidade.**



## 6. Referências



- AGRIANUAL. (2015). *Agriannual 2015: anuário da agricultura brasileira*. São Paulo: Informa Economics FNP. 480 p.
- BAHIA. SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS SOCIAIS E ECONÔMICOS DA BAHIA (SEI). (2015). *Estatísticas dos Municípios Baianos*: [http://www.sei.ba.gov.br/index.php?option=com\\_content&id=76&Itemid=110](http://www.sei.ba.gov.br/index.php?option=com_content&id=76&Itemid=110). Acessado 10 de novembro de 2015.
- BAHIA. SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DA BAHIA (SEPLAN). (2015). TI. <http://www.seplan.ba.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=17>. Acessado 10 de novembro de 2015.
- BATISTA, M. A.; TIMMERS, J. F.; CUNHA, R. P. P. (2006). Os Estados da Mata Atlântica – Bahia. In: CAMPANILI, M.; PROCHNOW, M. (Org.) *Mata Atlântica – Uma rede pela floresta*. Brasília: Rede de ONGs da Mata Atlântica, v. 129-141.
- BERNASCONI, P. (2013). *Custo-efetividade ecológica da compensação de RL entre propriedades no estado de São Paulo*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Economia da Universidade de Campinas (UNICAMP), Campinas, São Paulo, Brasil, 96 p.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. (2011). *Projeto de Monitoramento do Desenvolvimento dos Biomas Brasileiros por Satélite. Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite – Monitoramento do Bioma Caatinga 2008-2009*. Brasília, MMA.
- BRASIL. Lei Federal n.º 12.651 de 2012. (2012). Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm). Acessado em 20 de julho de 2015.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. (2014). *Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa. Versão Preliminar*. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80049/Planaveg/PLANAVEG\\_20-11-14\\_copy.pdf](http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80049/Planaveg/PLANAVEG_20-11-14_copy.pdf). Acessado em 20 de outubro de 2015.
- CAVALCANTI, C. (2006) *Opulência Vegetal, Cobiça Insaciável e a Entronização da Entropia: Uma Visão da História Socioambiental da Mata Atlântica*. Em: SIQUEIRA FILHO, J. A.; LEME, E. M. C. (orgs.), *Fragmentos da Mata Atlântica do Nordeste – Biodiversidade, Conservação e suas Bromélias*. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio, 12-45 pp.
- CHOMITZ, K.; ALGER, K.; THOMAS, T. S.; ORLANDO, H.; NOVA, P. (2005). Opportunity cost of conservation in a biodiversity hotspot: the case of Southern Bahia. *Environment and Development Economics*, 10:293-312.
- COIMBRA-FILHO, A. F.; CÂMARA, I. DE G. (1996). *Os limites originais do bioma Mata Atlântica na região Nordeste do Brasil*. Fundação Brasileira para Conservação da Natureza, Rio de Janeiro.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2004). *Mapa de Biomas do Brasil, primeira aproximação*. Rio de Janeiro: IBGE. Acessível em [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2010). *Produção Agrícola Municipal, 2010*. Rio de Janeiro: IBGE.

MAY, P. H.; BERNASCONI, P.; WUNDER, S.; LUBOWSKI, R. (2015). Environmental reserve quotas in Brazil's new forest legislation: An ex ante appraisal. Occasional Paper 131. Bogor, Indonesia: CIFOR.

MICOL, L.; ABAD, R.; BERNASCONI, P. (2013). Potencial de aplicação da Cota de Reserva Ambiental em Mato Grosso. Instituto Centro de Vida (ICV). Cuiabá, Brasil, 6 p.

NAIDOO, R.; IWAMURA, T. (2007). Global-scale mapping of economic benefits from agriforestry lands: Implications for conservation priorities. *Biological Conservation* 140: 40-49 pp.

OANDA. <http://www.oanda.com/>. Acessado em 31 de janeiro de 2015.

RAJÃO, R.; SOARES-FILHO, B. (2015). Cotas de reserva ambiental (CRA): viabilidade econômica e potencial do mercado no Brasil. 1. ed. Belo Horizonte: IGC/UFMG.

SAATCHI, S.; AGOSTI, D.; ALGER, K.; DELABIE, J.; MUSINSKY, J. (2001). Examining fragmentation and loss of primary forest in the southern Bahian Atlantic forest of Brazil with radar imagery. *Conservation Biology*, 15:867.

SCHROTH, G.; FARIA, D.; ARAUJO, M.; BEDE, L.; VAN BAEL, S. A.; CASSANO, C. R.; OLIVEIRA, L. C.; DELABIE, J. H. C. (2011). Conservation in tropical landscape mosaics: the case of the cacao landscape of southern Bahia, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 20: 1635 – 1654 pp.

SILVA, J. M. C. DA; CASTELETI, C. H. M. (2003). Status of the biodiversity of the Atlantic Forest of Brazil. In: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. (Eds.), *The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status, Threats, and Outlook*. CABS and Island Press, Washington, 43 – 59 pp.

SOARES-FILHO, B. S. (2013). Impacto da revisão do Código Florestal: como viabilizar o grande desafio adiante? Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência, 28 p.

SOARES-FILHO, B.; RAJÃO, R.; MACEDO, M.; CARNEIRO, A.; COSTA, W.; COE, M.; RODRIGUES, H.; ALENCAR, A. (2014a). Cracking Brazil's Forest Code. *Policy Forum. Land Use. Science*, 344:363-364 pp. Disponível em: <http://www.csr.ufmg.br/forestcode/>

SOARES-FILHO, B.; RAJÃO, R.; COSTA, W.; LIMA, L. DE; OLIVEIRA, A. DE; RODRIGUES, H.; MACIEL, T.; TEIXEIRA, I.; DAMACENO, C.; GOMES, W.; SILVEIRA, A.; FIGUEIRA, D.; DAVIS, J.; FERREIRA, B. & LEITÃO, R. (2014b). Impacto de políticas pública voltadas à implementação do novo código florestal. Relatório de Projeto. Contrato entre Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) e Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa (FUNDEP). Belo Horizonte, Brasil, 75 p.

SOS MATA ATLÂNTICA (2014). Nossa Causa. Fundação SOS Mata Atlântica, Brasil. Disponível em: <http://www.sosma.org.br/nossa-causa/a-mata-atlantica/>

WORLD BANK. (2010). Brazil Low Carbon Country Case Study. Energy Sector Management assistance Program (ESMAP); Brief note 005/10. Washington, DC. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/17526>

WWF-BRASIL. (No prelo 2015). Mapeamento das Áreas Prioritárias para Conservação da biodiversidade no Estado da Bahia.

ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO (ZEE). (2014). Versão Preliminar. Secretaria de Meio Ambiente (SEMA). Bahia.



**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 Diabolo (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-Díaz, 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 comunitaria 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 econômica, 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 río 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 Moreno-Sánchez 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 Alexis 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). Sophia Espinoza, Alfonso Malky 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.

REALIZAÇÃO



APOIO

