

002TMG

**CONCURSO DE MONOGRAFIAS V PRÊMIO SERVIÇO
FLORESTAL BRASILEIRO EM ESTUDOS DE ECONOMIA E
MERCADO FLORESTAL**

**CUSTOS E BENEFÍCIOS DA CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO
AMBIENTAL: UM ESTUDO DAS POSSIBILIDADES PARA UM PSA
NACIONAL**

CATEGORIA: GRADUANDO

TEMA: ECONOMIA E OS MERCADOS FLORESTAIS

SUBTEMA: ÁGUA E FLORESTAS

2017

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	6
2.PSA PARA CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL	8
2.1.ÁREAS CONSIDERADAS PARA AS POLÍTICAS DE PSA	10
3.CUSTOS DAS POLÍTICAS DE PSA.....	14
4.BENEFÍCIOS DAS POLÍTICAS DE PSA.....	17
4.1REDUÇÃO DE GEE.....	18
4.2REDUÇÃO DE EROSÃO DO SOLO	21
5.RESULTADOS.....	24
6.CENÁRIOS DE UM PSA NACIONAL.....	31
7.CONCLUSÕES	38
8.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

RESUMO

O presente trabalho busca apresentar uma estimativa dos custos e benefícios associados a uma política de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) com objetivo de incentivar a preservação das águas e florestas no Brasil. São realizadas comparações entre uma política de conservação de áreas sob pressão de desmatamento, e uma política de recuperação do passivo ambiental, de modo a dimensionar a possibilidade de aplicação efetiva de ambas em conjunto. Os resultados apresentados evidenciam a importância de que seja dada preferência às políticas de prevenção ao desmatamento, de maneira que os recursos aplicados sejam otimizados: com um aporte de R\$ 54 bilhões, seria possível conservar 20,5 milhões de hectares a partir de uma política de PSA com duração de 15 anos, zerando o desmatamento líquido esperado para o período 2016-2030. Por outro lado, uma política de PSA para recuperar as áreas de passivo ambiental (Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal, determinados no Código Florestal Brasileiro de 2012), que somam entre 18,7 e 18,9 milhões de hectares, seria necessária uma quantia que pode ir de R\$ 121,4 bilhões até R\$ 323,8 bilhões, a depender da forma que a recuperação ambiental será determinada no desenho da política. Também são avaliados a contribuição das políticas para a redução da concentração de Gases de Efeito Estufa, que fica na ordem de 5,6 bilhões de toneladas de CO₂e para a conservação e entre 4,8 bilhões e 5,5 bilhões de toneladas de CO₂e para a recuperação, bem como a redução do potencial de erosão do solo pela conservação e recuperação. Priorizando a conservação, mas reconhecendo os benefícios de políticas que visem a recuperação de áreas degradadas, foram elaborados ainda

cenários básicos, considerados viáveis, com os menores custos possíveis, com o intuito de pôr em discussão a possibilidade e os benefícios que uma política nacional de PSA é capaz de gerar para a sociedade.

Palavras-chaves: Pagamento por Serviços Ambientais; Conservação Florestal;
Recuperação Ambiental

ABSTRACT

This work seeks to present an estimative of the costs and benefits associated with a Payment for Ecosystem Services (PES) policy, with the objective of encouraging the preservation of water and forests in Brazil. Comparisons are made between a policy for the conservation of areas under deforestation pressure and a policy for the recovery of environmental liabilities, in order to assess the possibility of effective application of both together. The results presented highlight the importance of preference to be given for policies to prevent deforestation, optimizing the application of the resources: with a budget of R\$ 54 billion, it would be possible to conserve 20.5 million hectares with the PES policy with a duration of 15 years, zeroing expected net deforestation for the period 2016-2030. On the other hand, a PES policy to recover the areas of environmental liabilities (Areas of Permanent Preservation and Legal Reserve, determined in the Brazilian Forest Code of 2012), which total between 18.7 and 18.9 million hectares, would require a budgeted can range from R\$ 121.4 billion to R\$ 323.8 billion, depending on how the environmental recovery will be determined in the policy design. The contribution of policies to reduce the concentration of greenhouse gases were also evaluated, in the order of 5.6 billion tons of CO₂e for conservation and between 4.8 billion and 5.5 billion tons of CO₂e for recovery, as well as the reduction of soil erosion potential through conservation and recovery. Prioritizing conservation, but recognizing the benefits of policies aimed at the recovery of degraded areas, basic scenarios considered viable were elaborated, with the lowest possible costs, in order to discuss the possibility and benefits that a national PES policy is able to generate for society as a whole.

Keywords: Payment for Ecosystem Services; Forest Conservation; Environmental Restoration

1. INTRODUÇÃO

A utilização de instrumentos econômicos como forma de incentivar práticas conservacionistas, e de ações que visem garantir a provisão de serviços ambientais, tais quais a gestão de águas e florestas, por parte dos proprietários de terras com potencial produtivo, é uma discussão recorrente no campo da Economia do Meio Ambiente. Dentre os instrumentos comumente estudados, o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) se destaca pela existência de diversas iniciativas, tanto privadas como aquelas mediadas por governos, postas em prática tanto dentro do território nacional e internacional. O PSA é também objeto de projetos de lei em tramitação que visam regulamentar a prática e possibilitar sua extensão. Deste modo, o presente trabalho, apresentado como uma extensão de estudo anterior realizado em Young et al. (2016), busca formular alguns dos resultados desenvolvidos neste, de forma a compreender melhor as possibilidades de aplicação de uma Política Nacional de PSA, seus custos e impactos na geração e manutenção de benefícios ambientais por parte de produtores privados.

É importante ressaltar que este artigo não tem como objetivo adentrar no campo teórico da discussão sobre a validade do PSA como instrumento de política ambiental, mas tão somente apresentar e comparar os custos, benefícios e algumas especificidades dos cenários de aplicação do PSA em âmbito nacional com vista a duas possibilidades: a conservação de áreas de floresta nativa já existentes, nas quais exista a perspectiva de pressões de desmatamento a serem contidas; e a recuperação de áreas já convertidas, promovendo assim o reestabelecimento de áreas florestadas, tanto através da recuperação natural destas como através do reflorestamento com o plantio de mudas. Primeiramente, é importante destacar que ambos os processos têm sua importância em dadas regiões e contextos específicos dentro de um cenário

nacional de PSA. Se o objetivo for, por exemplo, uma aplicação dessa política no bioma Amazônia, o problema maior é controlar a ocorrência de desmatamento em florestas nativas que entre 2015 e 2016, por exemplo, teve um crescimento estimado em 29% (PRODES). De outro modo, uma política de PSA na Mata Atlântica, que já teve a maior parte de suas florestas desmatadas, terá como seu maior desafio a recuperação dessas áreas convertidas (MMA, 2010). O objetivo, portanto, não é destacar uma dessas duas formas de política ambiental como mais eficiente ou substitutiva a outra, e sim priorizar cada uma delas a contextos específicos nas quais sejam viáveis e necessárias, mostrando as diferenças entre seus custos de implementação e os benefícios decorrentes destas.

Existe, entretanto, grande diferença nas possibilidades de cada uma dessas políticas serem efetivamente aplicada, dadas as diferenças de custos serem muito. A ideia do PSA com intuito de evitar o desmatamento é induzir o proprietário rural a aceitar que parte de sua terra seja destinada à conservação. Para tal, é necessário que se ofereça uma compensação equivalente a, pelo menos, uma parte do que este esperaria receber pelo uso dessa terra em atividade agropecuária, estimado pelo custo de oportunidade da terra (COT). No caso da recuperação de uma área degradada, além da compensação pela renda sacrificada com a destinação das áreas à conservação, são necessários também gastos para reintroduzir vegetação nativa nessas áreas, que podem incluir: custos de cercamento da área, preços das mudas que serão plantadas, dos insumos utilizados no plantio (formicidas, fertilizantes, condicionadores de solo, etc.), gastos com mão de obra, além de custos de transporte dos insumos e de administração do projeto. Dentre esses vários custos associados à recuperação, alguns estarão ou não inclusos no projeto, a depender do orçamento e do objetivo a ser alcançado. Porém, mesmo que se considere um cenário em que ocorra apenas o

cercamento da área para recuperação natural da vegetação, esses custos superam e muito o pagamento apenas do custo de oportunidade para a conservação, tendo como consequência uma aplicabilidade menor de políticas dessa natureza.

Se o custo de implementação da política é um fator determinante na sua aplicação, a perspectiva do benefício gerado por ela deve receber igual atenção. O foco pode estar na gestão das águas, dando ênfase à áreas mais propensas a processos erosivos e de sedimentação, ou então na gestão de florestas, considerando as regiões com maior potencial de mitigar emissões de gases do efeito estufa e com maior biodiversidade. Obviamente os benefícios de políticas ambientais são diversos e amplos, porém, para efeito desse estudo, serão analisados os benefícios na perspectiva da erosão e do carbono evitado e sequestrado. Não pretende-se, portanto, calcular o valor dos serviços ambientais ou sugerir uma metodologia para tal, apenas quantificar os benefícios gerados e usá-los como parâmetros para analisar os cenários de um PSA em nível nacional.

2. PSA PARA CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

A utilização do Pagamento por Serviços Ambientais como um instrumento econômico válido para a promoção de ações conservacionistas passa pela necessidade de se considerar que essas ações gerem benefícios para a sociedade, sejam esses benefícios difundidos de maneira ampla ou diretamente a agentes específicos. Assim, garantindo a provisão e manutenção da qualidade dos recursos naturais e, conseqüentemente, a manutenção dos benefícios provenientes destes, o PSA seria uma ferramenta para complementar ações de comando e controle, sendo capaz de internalizar as responsabilidades e os benefícios das ações de conservação.

Assim como o estudo de Young et al (2016), a análise deste trabalho irá considerar que qualquer área estará sujeita a ações de PSA a priori, independente de sua adicionalidade. Isso significa que, nesse estudo, o fato de uma propriedade estar em débito em relação à área que deveria ser mantida obrigatoriamente como floresta segundo o CFB, não impede que esta seja considerada uma área apta a participar de projetos de PSA.

Este estudo não pretende também, desconsiderar a discussão acadêmica acerca da adicionalidade em relação ao CFB, sendo está uma discussão ampla e importante para as decisões acerca do PSA.

Dado que a proteção do meio ambiente produz benefícios (ou impede que estes deixem de ser providos), esses benefícios, chamados de serviços ambientais, podem ser de diversas naturezas, sendo comumente separados em quatro categorias: sequestro e armazenamento de carbono, proteção da biodiversidade, proteção de bacias hidrográficas e proteção de belezas cênicas.

A partir dessas considerações, é necessário pontuar as formas de política de PSA que serão consideradas nesse estudo, e quais benefícios serão contabilizados. De maneira simplificada, sendo o objeto deste estudo uma estimativa a nível nacional dos custos e benefícios de ações de PSA, serão consideradas duas formas de aplicação deste mecanismo.

Para preservação de áreas onde existam remanescentes florestais, impedindo que estas venham a ser desmatadas para qualquer fim, será considerada uma política de conservação destas áreas, tendo como mecanismo o pagamento de um valor estimado para que o proprietário da terra garanta que essas áreas com pressão do desmatamento não sejam convertidas.

Por outro lado, em áreas rurais em que não há cobertura vegetal, independente do uso da terra para o qual sejam destinadas, será considerada uma política de recuperação ambiental, incentivando a adoção de medidas para a recomposição da vegetação nativa e sua manutenção.

3. ÁREAS CONSIDERADAS PARA AS POLÍTICAS DE PSA

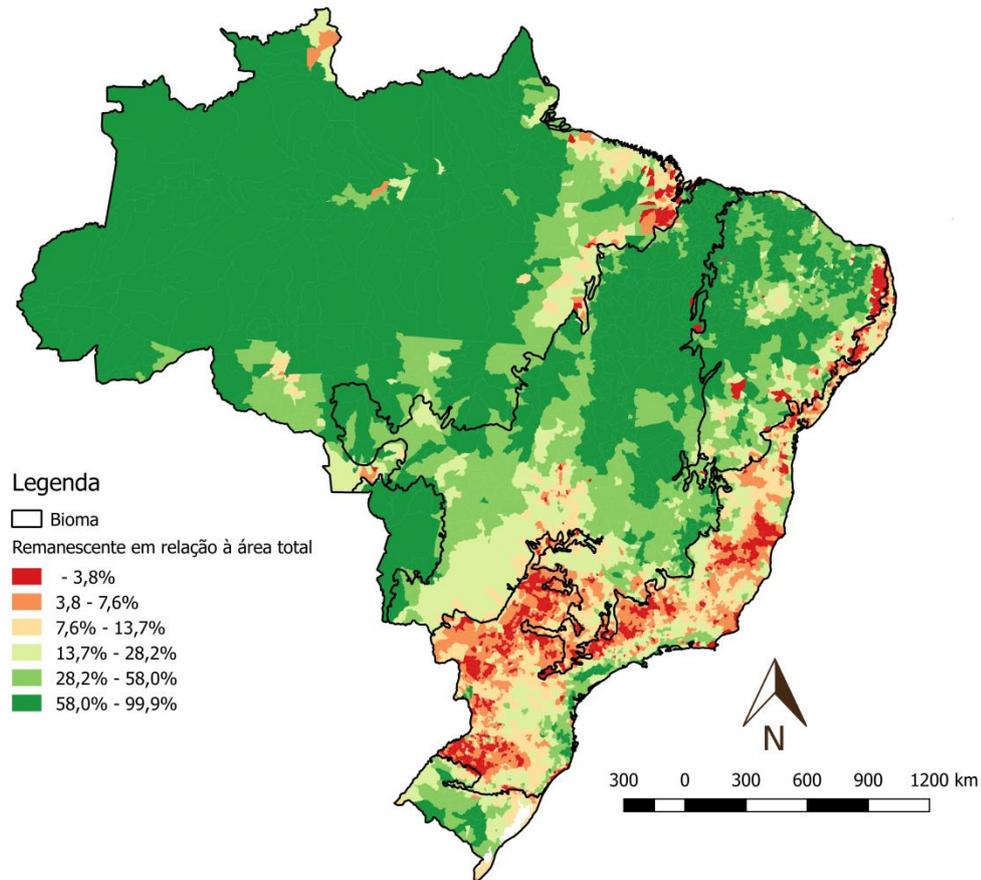
É necessário, sobretudo, definir o espaço geográfico específico ao qual serão aplicadas políticas de conservação ou de recuperação ambiental. São considerados assim, seguindo a metodologia aplicada em Young et al. (2016), dois conjuntos de áreas para aplicação das políticas de PSA:

- (i) As áreas com forte pressão de desmatamento, a partir de uma projeção do desmatamento esperado para os períodos seguintes, onde se realizaria uma política ambiental voltada para a conservação de florestas nativas;

- (ii) As áreas referentes ao passivo ambiental dos proprietários rurais (Reserva Legal e Área de Preservação Permanente do Código Florestal), onde se poderia realizar uma política de recuperação ambiental, com objetivo de fazer com que as determinações do Código Florestal sejam integralmente cumpridas através da recomposição dessas áreas em vegetação nativa.

A partir da delimitação desses espaços geográficos, é necessário compreender a extensão dos esforços a serem empregados e a dimensão dos benefícios que serão provisionados a partir dessas ações.

Mapa 1. Porcentagem de Remanescente Florestal nos Municípios



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do PRODES, SOS Mata Atlântica e PMDBBS.

No Mapa 1, são apresentadas as porcentagens existentes de remanescentes florestais em relação à área dos municípios brasileiros, calculados a partir dos dados do PRODES (Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite) para a Amazônia, do SOS Mata Atlântica para a Mata Atlântica e do PMDBBS (Projeto de Monitoramento do Desmatamento dos Biomas Brasileiros por Satélite) para os demais biomas. Como ilustrado no mapa, os municípios com maior presença de remanescentes encontram-se concentrados principalmente no bioma Amazônia e, em menor grau, Caatinga e Cerrado. Utilizando-se a projeção de desmatamento do modelo SISGEMA, elaborado em Young et al. (2016), onde o desmatamento apresenta, por hipótese, uma tendência de taxas positivas, porém decrescentes, a

partir da trajetória prévia do desmatamento em cada município e bioma, a área total de conversão de remanescentes estimada para o período 2016-2030 corresponde a 20,5 milhões de hectares. A Tabela 1 apresenta os valores totais do desmatamento que foi estimado no período para cada Bioma brasileiro a partir da projeção SIGGEMA.

Tabela 1. Projeção de Desmatamento SIGGEMA

Biomias	Desmatamento 2016-2030 (ha)
Amazônia	2.759.357
Caatinga	2.853.910
Cerrado	14.416.009
Mata Atlântica	11.238
Pampa	175.605
Pantanal	332.244
Brasil	20.548.362

Fonte: Young et al. (2016)

O passivo ambiental é o estoque de área, definido pelas regras do Código Florestal Brasileiro de 2012¹, que os proprietários rurais deveriam, por lei, manter conservados em suas terras. Nesse estudo, foram utilizadas duas estimativas das áreas correspondente ao déficit ambiental para todo o país, calculadas em Soares-Filho (2013), e pelo Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola (Imaflora), através do Atlas Agropecuário (Imaflora, 2017), em que este passivo é calculado a partir do cruzamento de dados de cobertura florestal com as informações do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SiCAR) e outras bases de cadastro fundiário.

No estudo anterior de Young et al. (2016), apenas a estimativa de Soares-Filho (2013) foi utilizada para definir o passivo ambiental. Nesse caso, apenas as áreas do passivo ambiental referentes ao déficit de Reserva Legal (RL) foram incluídos nos cálculos.

¹ Regulado pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.

Uma das contribuições desse trabalho é incluir a utilização de um cálculo para as Áreas de Preservação Permanente Hídricas (APPs de nascentes e cursos d'água), utilizando as estimativas do Atlas Agropecuário. É importante destacar que há grande diferença entre os valores estimados de déficit de Reserva Legal pelos cálculos do Atlas – 10,7 milhões de hectares – e das bases de dados associadas ao estudo de Soares-Filho (2013) – 18,8 milhões de hectares – como ilustrado na tabela 2. Para a compreensão das possíveis implicações dessa diferença, os resultados desse estudo serão apresentados a partir da utilização de ambas as estimativas.

Tabela 2. Passivo Ambiental por Bioma

Biomas	Soares-Filho (2013)	Imaflora (2017)		
	Passivo RL (ha)	Passivo APP (ha)	Passivo RL (ha)	Passivo Total (ha)
Amazônia	7.624.226	969.230	3.089.117	4.058.347
Caatinga	650.592	744.762	235.916	980.678
Cerrado	5.022.044	1.843.231	4.208.283	6.051.514
Mata Atlântica	5.073.871	4.047.290	2.736.685	6.783.975
Pampa	409.801	301.742	449.542	751.284
Pantanal	90.653	27.153	32.857	60.010
Brasil	18.871.187	7.933.408	10.752.400	18.685.808

Fonte: Elaboração própria a partir de Soares-Filho (2013) e Imaflora (2017).

4. CUSTOS DAS POLÍTICAS DE PSA

Para ambas as estratégias de PSA apresentadas, um dos custos referentes à sua aplicação foi calculado a partir de estimativa do Custo de Oportunidade da Terra (COT), realizado em Young et al. (2016). O Custo de Oportunidade corresponde ao

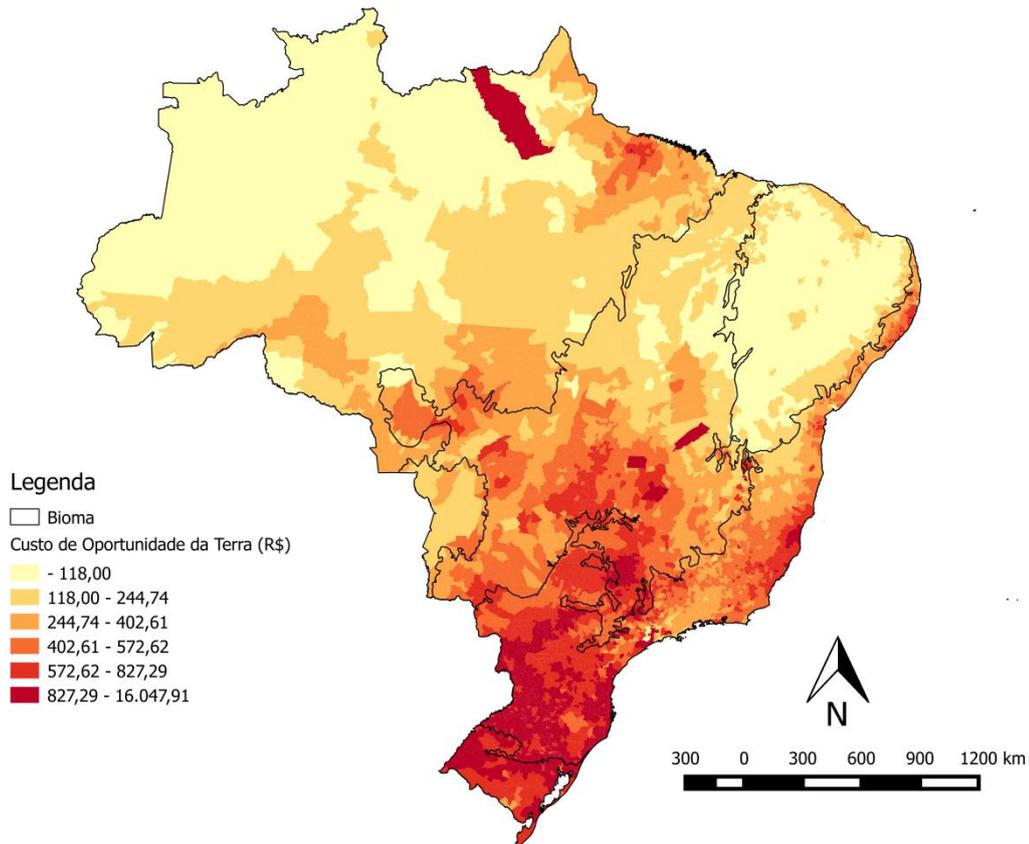
valor pecuniário que os proprietários poderiam auferir da terra ao destiná-la para fins alternativos, seja pela produção diretamente ou pelo arrendamento da terra a terceiros, ao invés de práticas de conservação ou recuperação.

Esse custo foi estimado (medido em R\$/hectare/ano) para cada município do Brasil, valendo-se de três metodologias distintas:

- (i) Pela estimativa do lucro anual médio de um hectare de terra no município, calculado a partir das estatísticas de valor da produção rural do IBGE;
- (ii) Pela estimativa do valor médio do arrendamento de um hectare de terra, a partir de seu preço de venda observado nas estatísticas da pesquisa Agriannual;
- (iii) A partir de um modelo econométrico de estimação do preço da terra, calculando posteriormente o valor médio do arrendamento.

Apesar dos modelos apresentarem valores diferentes entre si para o mesmo município, o resultado se mostrou altamente convergente. Portanto, o COT efetivamente utilizado, foi consolidado pelo cálculo da média aritmética simples dos resultados obtidos em cada metodologia, como forma de eliminar possíveis vieses decorrentes de cada método de estimação. O mapa 2 apresenta como o COT está espacialmente distribuído pelo país, sendo em geral maior nas regiões Sul, Sudeste, e em parte da região Centro-Oeste, e menor nas regiões Norte e Nordeste.

Mapa 2. Custo de Oportunidade da Terra por município (em R\$ de 2013*)



Fonte: Elaboração própria a partir de Young et al. (2016).

No cenário de reflorestamento, além do pagamento do custo de oportunidade, deve-se considerar os custos adicionais que podem estar inclusos nesta forma de ação, em maior ou menor grau, dependendo do objetivo a ser alcançado. No projeto de implementação do PSA, através da recuperação de área convertida, podem ser considerados os custos relacionados ao cercamento da área a ser recuperada pela política, os custos com insumos usados diretamente no reflorestamento, como herbicidas, adubo, mão de obra, mudas, custos de transporte desses insumos e de administração do projeto. Todos os custos relacionados às ações de recuperação foram estimados a nível de estado e bioma em Young et al. (2016). Neste trabalho, foram traçadas duas estratégias que possibilitam um melhor entendimento do custo total que está envolvido em uma política de PSA para recuperação ambiental:

- (i) Como uma estimativa mais conservadora, um cenário onde seria desembolsada a quantia referente ao COT do município e o custo de cercamento (CC) da área, que será considerado o piso para os custos de reflorestamento;

- (ii) Considerando uma ação de recuperação integralmente cenário onde, além do COT e do CC, seriam incluídos os custos com os insumos diretamente usados no reflorestamento e a manutenção nos dois anos seguintes (CR3), além do custo de transporte (CT) e custo de administração (CA), que será chamado de teto do custo de reflorestamento.

Com esses cenários é possível indicar a faixa do custo que a implementação da política de PSA via recuperação de uma área degradada teria, podendo ir do cenário (i), onde o custo é o menor possível, até o cenário (ii), onde todos os custos são considerados. Por abarcar tanto o custo de oportunidade como os outros custos associados, é possível perceber que, comparados ao pagamento apenas do COT, a dimensão dos custos de recuperação será consideravelmente superior aos custos de conservação.

Dados os custos por hectare associados a cada política, assim como as áreas onde estas deverão ser aplicadas, é possível calcular a magnitude dos custos de cada forma de política e sua aplicabilidade. Desta maneira, resta conhecer o quanto a conservação ou recuperação dessas áreas irá produzir em retorno, na forma de provisão de serviços ambientais.

5. BENEFÍCIOS DAS POLÍTICAS DE PSA

Uma política de incentivo à provisão de serviços ambientais pressupõe que, a partir desses, pode-se extrair benefícios de alguma natureza, ou seja, considera-se que a conservação de áreas já florestadas ou o reflorestamento de áreas degradadas devem gerar externalidades positivas, de modo a promover um aumento de bem-estar, seja para algum agente ou grupo isolado, como para sociedade como um todo. Tais benefícios associados a uma política ambiental podem ser de difícil mensuração, uma vez que as externalidades positivas decorrentes dessas não possuem valor de mercado bem definido. Portanto, é necessário um exercício de valoração que, em geral, acaba por subestimar o impacto positivo dos serviços e seu valor, ou, como no caso da biodiversidade, por exemplo, podem não possuir um consenso definitivo quanto a forma de sua mensuração. Dadas essas limitações, os benefícios que serão considerados em decorrência do PSA serão apresentados e mensurados a partir dos dados utilizados em Young et al. (2016), considerando-se apenas suas quantidades absolutas, sem uma valoração desses. Deste modo, foram considerados dois benefícios que decorrem de ambas as formas de política ambiental consideradas, porém, com a compreensão que estes não são necessariamente os únicos benefícios gerados pela conservação ou reflorestamento, sendo a preservação da biodiversidade um exemplo de benefício que pode derivar de tais políticas não calculado neste exercício. São considerados os seguintes benefícios ambientais:

- (i) As emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) decorrentes da conservação de áreas de floresta nativa, ou captura de carbono da atmosfera decorrente da recuperação ambiental de áreas degradadas.

- (ii) A erosão adicional que deixaria de ser provocada, através da conservação de uma área sob pressão de desmatamento, com conseqüente manutenção de potencial erosivo inferior a outras formas de uso da terra, ou a erosão evitada pela recuperação de uma área degradada e alteração desse potencial.

6. REDUÇÃO DE GEE

Para realizar uma estimativa do benefício que pode ser gerado pela política de PSA em relação ao combate à mudança climática e seus impactos, foi considerada a redução da concentração de GEE na atmosfera decorrentes da aplicação tanto de uma política de conservação, como de uma política de recuperação.

7. EMISSÕES EVITADAS POR CONSERVAÇÃO

No caso da política de PSA para conservação de área de floresta, o benefício por redução de GEE corresponde ao estoque de carbono florestal existente na área a ser conservada. Esse benefício é considerado a partir de uma situação em que, sem o PSA, a área alvo da política seria convertida, dada a pressão do desmatamento existente sobre esta. Neste caso, o estoque de carbono florestal seria transformado em emissões de CO₂, partindo de uma simplificação metodológica em que esse estoque seria emitido na atmosfera integralmente no momento da conversão. Dessa forma, o desmatamento evitado pela conservação evitaria também as emissões referentes à área desmatada em um cenário sem conservação.

Nesse caso, para se dimensionar o quanto a política de conservação evitaria em emissões por desmatamento, é preciso calcular a área total que deixa de ser desmatada em virtude da conservação, assim como o estoque de carbono existente

por unidade de área. As áreas sujeitas ao desmatamento já foram estimadas pelo modelo de projeção de desmatamento apresentado na Seção 2, sendo necessário se conhecer a segunda informação.

Os dados do estoque de carbono florestal por unidade de área, que serão chamados de “densidade de carbono”, foram calculados em Young et al (2016), a partir dos valores presente em relatório da Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologias Espaciais – FUNCATE (2010). As informações de densidade de carbono foram calculadas como um valor médio para cada município, por bioma. Assim, obtém-se o total do benefício gerado em tCO₂e a partir da equação:

$$\text{Emissão de CO}_2 \text{ Evitada} = \text{Densidade de Carbono} * \text{Área Conservada} * 44/12^2$$

O produto dessa equação será o total do benefício de emissões evitadas de CO₂ por desmatamento evitado causado pela política de PSA para conservação. Na tabela 3, está apresentada a densidade de carbono média para cada bioma brasileiro.

Tabela 3. Densidade de Carbono - Média por Bioma

Biomassas	Densidade de Carbono Média (tCO ₂ e/ha)
Amazônia	607,59

² A razão 44/12 é a taxa de conversão de massa da unidade medida tC para a unidade tCO₂e. Os dados de densidade de carbono são expressos em tC/ha, de modo que ao se multiplicar os valores por essa razão, obtém-se a densidade medida em CO₂e/ha.

Caatinga	106,91
Cerrado	244,50
Mata Atlântica	427,80
Pampa	80,26
Pantanal	147,04
Brasil	271,27

Fonte: Elaboração própria a partir de Young et al. (2016)

1.1.1. CAPTURA DE CARBONO POR RECUPERAÇÃO

No caso da recuperação, o benefício gerado pelo PSA em redução de GEE é medido a partir da captura de carbono atmosférico por vegetação secundária, decorrente da introdução da vegetação em áreas convertidas. A taxa de captura de carbono pela recuperação é considerada de maneira simplificada como uma média por ano para cada bioma brasileiro, apesar dessa captura não ocorrer de maneira linear ao longo do tempo. Esse potencial de captura de carbono a partir da recuperação de áreas degradadas é definido pela taxa de regeneração natural, apresentada por bioma em Palermo (2011) em tC/hectare/ano, de modo que para dimensionar o benefício total gerado pela captura de carbono pela recuperação se dá pela equação:

$$\text{Carbono Capturado} = \text{Taxa de Captura} * \text{Área Recuperada} * 44/12$$

Essa equação irá gerar a taxa anual de captura de carbono, a partir da recuperação das áreas degradadas. Portanto, o benefício total se dará de acordo com o período total de manutenção da recuperação, sendo usado como padrão neste trabalho o período de 15 anos. Na tabela 4, são apresentadas as taxas de captura de carbono atmosférico pela recuperação, por bioma.

Tabela 4. Captura de Carbono – Média Anual por Bioma

Biomias	Taxa de Captura de Carbono (tCO2e/ha/ano)
---------	---

Amazônia	26,51
Caatinga	6,42
Cerrado	9,64
Mata Atlântica	21,71
Pampa	5,50
Pantanal	9,64

Fonte: Palermo (2011).

1.2. REDUÇÃO DE EROSIÃO DO SOLO

O cálculo de erosão, tanto a não provocada através da conservação de uma área sobre pressão do desmatamento, quanto a evitada pela recuperação, foram retirados de Young et al. (2016), onde foi usado o modelo de Equação Universal de Perda do Solo (USLE). Esse modelo desenvolvido por Wischmeier & Smith (1978) visava nos anos 1970 estudar e planejar o manejo de terras agrícolas e de práticas conservacionistas nos EUA. Atualmente a sua aplicação é mais extensa, incluindo estudos de gestão hídrica, de manutenção e recuperação da qualidade do solo e no planejamento de políticas ambientais.

O modelo fornece uma estimativa média de toneladas de sedimentos erodidos por hectare e por ano. Além do satisfatório poder preditivo em relação à erosão média observada (Risse et al., 1993; Tiwari et al., 2000), até mesmo se comparada com modelos mais modernos, a USLE é um modelo simples, de entendimento relativamente intuitivo e de aplicação universal. Em contrapartida, esse método não se verifica satisfatório em eventos climáticos extremos e em outras situações específicas, podendo provocar um erro preditivo nessas circunstâncias (Wischmeier, 1976).

A partir do cálculo do fator de erosividade da chuva (R), do fator topográfico (LS), do fator de erodibilidade do solo (K) e do fator de cobertura do solo (C), esse modelo

estimou o potencial erosivo em toneladas por hectare e por ano para o território nacional. A conta para esse potencial consiste no produto entre todos os fatores:

$$USLE= C*R*LS*K$$

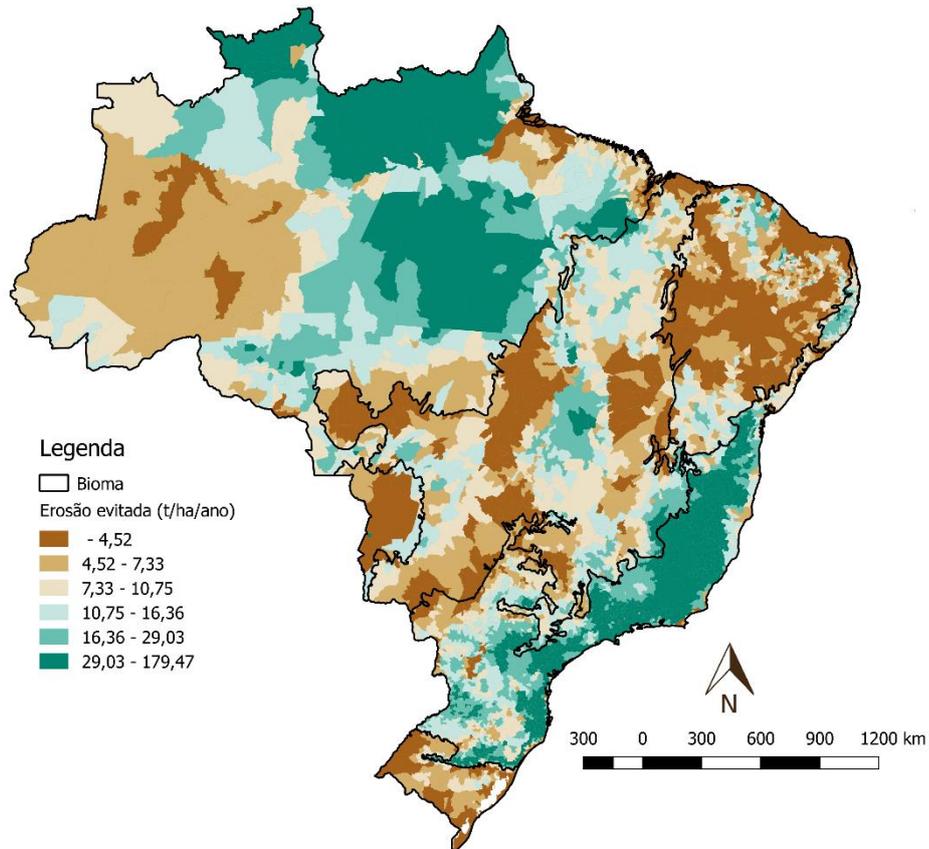
Importante destacar que o método de cálculo de cada fator e a escala espacial dessas estimativas influenciam diretamente no resultado encontrado, podendo sub ou superestimar o resultado final (Wu et al., 2005).

A fim de estimar o benefício em termos de erosão evitada, tanto pela conservação quanto pela recuperação florestal, Young et al. (2016) desenvolve um método pragmático relacionando os diferentes usos do solo: o benefício gerado em toneladas por hectare e por ano em ambos os processos será o produto dos fatores “R”, “LS” e “K” pela diferença entre o fator “C” da área degradada e o fator “C” da área conservada ou recuperada:

$$\text{Benefício} = (C_{\text{Degradado}} - C_{\text{Conservado ou Recuperado}}) * R * LS * K$$

No mapa 3 é possível identificar os municípios cujo a média do benefício de erosão evitada pela recuperação ou pela conservação é maior: quanto mais verde, mais erosão é evitada por qualquer uma das políticas citadas. Percebe-se que as regiões topograficamente mais acidentadas, com maior intensidade de chuvas ou com cobertura vegetal mais densa são as regiões de maior benefício.

Mapa 3. Erosão Evitada Média por Hectare por ano



Um outro benefício associado à erosão evitada é a sedimentação evitada. A sedimentação é função direta da erosão observada na bacia (Borselli et al., 2008). Portanto, a erosão evitada, além de ser benéfica para manutenção da qualidade do solo da região, é uma proxy para a sedimentação evitada pela conservação ou pela recuperação. Dessa forma, é possível usar essa estimativa para projetar um PSA que vise a gestão hídrica de uma bacia, por exemplo.

Uma limitação dessa metodologia é que nada garante que o fator de área recuperada (C) será igual ao da área de remanescente florestal. Isso dependerá principalmente do tipo de vegetação usada no reflorestamento e da densidade da nova cobertura florestal. Além disso, o fator de cobertura do solo no caso de áreas recuperadas não é estático no tempo, de modo que ele tende a ser menor conforme a vegetação usada se torne mais densa. Porém as implicações dessas limitações pouco prejudicam os objetivos desse cálculo: é provável que as estimativas fossem mais precisas caso não

houvessem as limitações citadas, porém elas são o suficiente para identificar regiões prioritárias e com maior potencial de se evitar processos erosivos.

8. RESULTADOS

A partir dos dados gerados, nesse capítulo são calculados os custos e os benefícios por bioma da conservação total das áreas projetadas de desmatamento, bem como os custos e benefícios da recuperação total do passivo de Reserva Legal. Ao final do capítulo são elaborados dois cenários onde as políticas de PSA via conservação e recuperação são direcionadas para regiões onde é possível otimizar os recursos disponíveis.

Na tabela 5, é possível notar que o Cerrado³, a Caatinga e a Amazônia são os biomas com maiores perspectivas de desmatamento no período 2016-20130, o que revela a importância de políticas conservacionistas nesses biomas. Em um cenário de conservação de 100% da área projetada de desmatamento em 15 anos (20,5 milhões de hectares), seriam necessários, em valor presente, R\$ 54,1 bilhões para todo o período.

Tabela 5. Custos e benefícios totais da conservação por bioma

³ 6,9 milhões de hectares ou 48,6% do desmatamento projetado para o Cerrado estão localizados em áreas de Amazônia Legal, sendo o custo médio do COT nessa região de interseção corresponde a R\$2234,88.

Biomass	Desmatamento Projetado (ha)	VP COT – Total (milhão R\$)	Erosão Não Provocada – Total (t/ano)	Carbono Evitado – Total (tCO ₂ eq)
Amazônia	2.759.357	5.748	61.261.642	1.676.568.035
Caatinga	2.853.910	3.073	18.518.597	305.124.415
Cerrado	14.416.009	42.703	123.045.100	3.524.725.301
Mata Atlântica	11.238	99	188.341	4.807.636
Pampa	175.535	1.495	928.342	14.088.811
Pantanal	332.244	972	2.577.741	48.852.922
Brasil	20.548.292	54.092	206.519.764	5.574.167.119

Fonte: Elaboração própria a partir de Young et al.(2016).

Na tabela 6, é possível perceber que os biomas Amazônia e Caatinga se destacam, apresentando a média do COT por hectare em nível mais baixo que a média nacional. Se forem considerados os benefícios intrínsecos analisados, evidencia-se a importância do bioma amazônico, uma vez que o estoque de carbono armazenado e a erosão não provocada pela conservação são mais relevantes nesse bioma.

Tabela 6. Custos e benefícios médios da conservação por bioma

Biomass	VP do COT – Média (R\$/ha/15 anos)	Erosão Não Provocada – Média (t/ha/ano)	Carbono Evitado – Média (tCO ₂ eq/ha)
Amazônia	2.083,28	22,20	607,59
Caatinga	1.076,84	6,49	106,91
Cerrado	2.962,21	8,54	244,50
Mata Atlântica	8.857,47	16,76	427,80
Pampa	8.519,28	5,29	80,26
Pantanal	2.926,51	7,76	147,04
Brasil	2.632,44	10,05	271,27

Fonte: Elaboração própria a partir de Young (2016).

O Pantanal também apresenta um considerável nível de desmatamento projetado em relação à área total do bioma. Por mais que os dois benefícios analisados sejam menos relevantes para o Pantanal, e que o COT seja, em média, mais elevado do que na Amazônia, na Caatinga e em parte importante do Cerrado, esse bioma conta com uma biodiversidade de extrema relevância.

A tabela 7 apresenta a área de passivo de Reserva Legal por bioma, na metodologia de Soares-Filho (2013), além do custo associado nos dois diferentes cenários (o Piso, considerando apenas COT e CC, e o teto, em que são adicionados os custos de reflorestamento, de transporte de insumos e de administração do projeto). Com esses dois cenários é possível saber o quanto pode variar o custo de implementação do PSA via recuperação. Para recuperar todo o passivo ambiental (18,9 milhões de hectares) seriam necessários R\$121,4 bilhões se considerados apenas o COT e o CC, ao passo em que se adicionados os custos de reflorestamento, o custo de transporte e de administração no projeto, o custo total poderia chegar a R\$318,9 bilhões.

Tabela 7: Custos e benefícios totais da recuperação por bioma – Passivo Soares-Filho (2013)

Biomás	Área Recuperada (ha)	Piso do Custo – Total (milhão R\$)	Teto do Custo – Total (milhão R\$)	Erosão Evitada – Total (t/ano)	Carbono Capturado – Total (tCO ₂ e em 15 anos)
Amazônia	7.624.226	35.723	109.427	121.588.298	3.031.773.598
Caatinga	650.592	2.232	7.151	3.582.905	62.619.483
Cerrado	5.022.044	34.874	90.373	34.762.613	726.438.687
Mata Atlântica	5.073.871	43.396	100.791	127.954.379	1.652.052.396
Pampa	409.801	4.699	9.605	1.487.957	33.808.550
Pantanal	90.653	488	1.597	661.400	13.112.909
Brasil	18.871.187	121.415	318.946	290.037.551	5.519.805.622

Fonte: Elaboração própria a partir de Young et al. (2016).

Novamente os custos médios são menores na Caatinga e na Amazônia para a recuperação do passivo ambiental destacado. Porém, em termos de benefício, se destaca na tabela 8, além da Amazônia, a Mata Atlântica, onde a erosão evitada é em média de 25,2 toneladas por hectare por ano. O carbono capturado pela recuperação é maior na Amazônia (397,6 CO₂e por hectare em 15 anos), mas na Mata Atlântica também existe um grande potencial de captura (325,6 CO₂e por hectare em 15 anos).

Tabela 8: Custos e benefícios médios da recuperação por bioma – Passivo Soares-Filho (2013)

Biomassas	Piso do Custo - Média (R\$/ha/15 anos)	Teto do Custo - Média (R\$/ha/15 anos)	Erosão Evitada - Média (t/ha/ano)	Carbono Capturado - Média (tCO ₂ eq/ha/15 anos)
Amazônia	4.685	14.352	15,95	397,65
Caatinga	3.431	10.992	5,51	96,25
Cerrado	6.944	17.995	6,92	144,65
Mata Atlântica	8.553	19.864	25,22	325,60
Pampa	11.467	23.438	3,63	82,50
Pantanal	5.385	17.622	7,30	144,65
Brasil	6.433	16.901	15,37	292,50

Fonte: Elaboração própria a partir de Young et al.(2016).

Partindo dos valores de passivo ambiental do Atlas Agropecuário do Imaflora (2017), o padrão de custos e, principalmente, os benefícios totais se modificam. O benefício da erosão evitada passa de 290 milhões para 333 milhões de toneladas por ano e, em captura de carbono, de 5,52 bilhões para 4,86 bilhões de toneladas de CO₂e, apesar de uma área total de recuperação similar ao calculado utilizando o passivo de Soares-Filho (2013). Essa diferença no benefício gerado se dá pela distribuição geográfica do passivo, principalmente pela diferença de mais de 3,5 milhões de hectares na Amazônia entre a estimativa de Soares-Filho e do Atlas.

Em relação aos custos, o total necessário estaria entre R\$ 130,7 bilhões e R\$ 323,8 bilhões. Dessa forma, comparando com a tabela 7 feita com a estimativa de Soares-Filho (2013), os custos totais de recuperação são mais próximos, tendo apenas uma diferença de 7,1% no piso do custo. A tabela 9 apresenta os valores totais dos custos e benefícios relacionados a recuperação do passivo estimado por Imaflora (2017).

Tabela 9: Custos e benefícios totais da recuperação por bioma – Passivo
Imaflora (2017)

Biomassas	Passivo Total (ha)	Piso do Custo - Total (milhão R\$)	Teto do Custo - Total (milhão R\$)	Erosão Evitada - Total (t/ano)	Carbono Capturado - Total (tCO ₂ e)
Amazônia	4.058.347	19.071	56.720	72.086.839	1.612.631.855
Caatinga	980.677	3.284	10.690	6.016.952	94.372.139
Cerrado	6.051.514	42.358	106.290	48.829.746	874.962.836
Mata Atlântica	6.783.974	57.071	131.430	202.449.176	2.208.731.034
Pampa	751.284	8.624	17.618	3.257.693	61.980.941
Pantanal	60.010	303	1.041	485.250	8.680.469
Brasil	18.685.808	130.710	323.790	333.125.657	4.861.359.274

Fonte: Elaboração própria a partir de Young et al. (2016) e Imaflora (2017).

Em relação aos valores médios, os custos por hectare pelo passivo do Atlas variam entre R\$ 7 mil e R\$ 17,3 mil, enquanto os benefícios são de 17,8 toneladas por hectare por ano de erosão, e de 260 toneladas de CO₂e por hectare de redução de GEE por captura de carbono. Os valores médios dos custos e benefícios da recuperação do passivo estimado no Atlas Agropecuário estão expressos na tabela 10.

Tabela 10: Custos e benefícios médios da recuperação por bioma – Passivo
Imaflora (2017)

Biomassas	Piso do Custo - Média (R\$/ha)	Teto do Custo - Média (R\$/ha)	Erosão Evitada – Média (t/ha/ano)	Carbono Capturado – Média (tCO ₂ e/ha)
-----------	--------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------	---

Amazônia	4.699	13.976	17,8	397,4
Caatinga	3.348	10.901	6,1	96,2
Cerrado	6.999	17.564	8,1	144,6
Mata Atlântica	8.413	19.374	29,8	325,6
Pampa	11.479	23.450	4,3	82,5
Pantanal	5.054	17.343	8,1	144,7
Brasil	6.995	17.328	17,8	260,2

Fonte: Elaboração própria a partir de Young et al. (2016) e Imaflora (2017).

Uma grande vantagem do estudo do Imaflora é permitir a divisão do escopo da política entre Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal. Como as APPs são áreas de proteção direta à diversos recursos hídricos e naturais, elas costumam ser tratadas com maior prioridade que as RLs. Na tabela 11 estão explícitos os benefícios médios por bioma separados pela categoria de passivo ambiental.

Tabela 11: Benefícios médios da recuperação por bioma e por categoria de passivo ambiental – Passivo Imaflora (2017)

Biomass	Área de Preservação Permanente		Reserva Legal	
	Erosão Evitada – Média (t/ha/ano)	Carbono Capturado – Média (tCO ₂ e/ha)	Erosão Evitada – Média (t/ha/ano)	Carbono Capturado – Média (tCO ₂ e/ha)
Amazônia	21,1	396,8	16,7	397,5
Caatinga	6,4	96,2	5,3	96,3
Cerrado	10,1	144,4	7,2	144,7
Mata Atlântica	35,2	325,6	22,0	325,6
Pampa	4,7	82,5	4,1	82,5
Pantanal	7,3	144,7	8,8	144,7
Brasil	23,7	260,8	13,5	259,7

Fonte: Elaboração própria a partir de Young et al. (2016) e Imaflora (2017).

Pelos resultados da tabela de benefícios médios por categorias do passivo ambiental é possível concluir que há uma grande correlação entre maior passivo de APP e grande potencial de erosão evitada nos municípios. Esse resultado indica que um PSA de recuperação em Áreas de Proteção Permanente terá maior efeito na proteção e

gestão dos recursos hídricos, uma vez que o assoreamento derivado da erosão é um dos responsáveis pela deterioração desses recursos. Em relação ao carbono capturado, os resultados foram estatisticamente indiferentes, o que não determina uma prioridade para uma das categorias nesse termo.

Um critério relevante para definir a prioridade de recuperação em cada bioma, além da área de passivo ambiental, é a quantidade de remanescente ainda existente. A ideia é que os biomas mais degradados – com menor taxa de remanescente florestal – deveriam ser prioritários na implementação de uma política de recuperação ambiental, como sugerido pelo Instituto LIFE et al. (2015). Na tabela 12 estão as áreas de remanescente e a proporção pela área total do bioma.

Tabela 12: Remanescente total e percentual por bioma

Biomassas	Remanescente Observado (ha)	Área Total do Bioma (ha)	Remanescente Florestal (%)
Amazônia	321.147.008	424.223.371	75,7%
Caatinga	44.774.111	83.187.652	53,8%
Cerrado	103.367.668	204.235.575	50,6%
Mata Atlântica	14.743.816	112.831.854	13,1%
Pampa	6.130.267	16.570.461	37,0%
Pantanal	11.932.247	15.133.692	78,8%
Brasil	502.095.116	856.182.607	58,6%

Fonte: Elaboração própria a partir de PRODES/INPE, SOS Mata Atlântica e PMDBBS/MMA.

Pelo fato do monitoramento não ser feito anualmente para todos os biomas, existe uma defasagem temporal nos dados para cada bioma, mas que não será de grande importância para essa análise: a Mata Atlântica é, evidentemente, prioritária em termos de uma política de recuperação ambiental (MMA, 2010), enquanto Cerrado,

Pantanal e Amazônia são prioritários para uma política de conservação de remanescentes de floresta nativa.

9. CENÁRIOS DE UM PSA NACIONAL

Com a intenção de contribuir com uma proposição de PSA mais objetiva e real, foram elaborados dois cenários de aplicação de política ambiental para conservação florestal e recuperação ambiental, concentrando-se nos biomas apontados anteriormente como prioritários. Nestes cenários, foram consideradas alocações de recursos apenas para o pagamento do custo de oportunidade das áreas, a partir do critério de ordenação do menor custo para o maior, de modo que nas áreas a serem reflorestadas, os custos adicionais como cercamento das áreas, plantio de mudas, mão-de-obra, outros insumos, transporte e administração estão explícitos separadamente. Assim, o orçamento considerado em cada cenário seria dividido entre ações de conservação nos biomas Amazônia, Caatinga, Cerrado e Pantanal; e ações de recuperação focalizadas apenas na Mata Atlântica. São apresentados para cada cenário seus respectivos custos e benefícios para o período 2016-2030, além das regiões onde estarão concentrados os esforços e os municípios onde as áreas serão conservadas ou recuperadas.

- (i) O primeiro cenário foi constituído a partir da delimitação de um orçamento que dispusesse de R\$ 15 bilhões, calculados em valor presente ao longo do período para serem gastos com o COT dos produtores participantes durante 15 anos. Nesse caso, 80% (R\$12 bilhões) do valor seria destinado para a conservação e 20% (R\$3 bilhões) para produtores abrirem mão da produção e recuperarem o seu passivo de Reserva Legal. Além desse

montante haverá, no caso da recuperação, um esforço na etapa inicial que pode variar de R\$ 2,4 bilhões (considerando apenas o custo de cercamento) e R\$ 13,4 bilhões (considerando o custo de cercamento, custo de mão de obra, de insumos para o reflorestamento, custo de transporte dos insumos e administração do projeto). Pela metodologia de Soares-Filho (2013), os valores de recuperação para o mesmo orçamento do custo de oportunidade total variam entre R\$ 2,1 bilhões e R\$ 11,9 bilhões. Na tabela 13 estão os custos e os benefícios por bioma gerados pela conservação, enquanto na tabela 14 estão os custos e os benefícios gerados pela recuperação para a Mata Atlântica.

Tabela 13: Custos e benefícios gerados pela conservação no cenário (i)

Biomassas	Área Conservada (ha)	VP COT Total (milhão R\$)	Erosão Não Provocada - Total (t/ano)	Carbono Evitado – Total (tCO ₂ e)
Amazônia	1.427.769	1.908	39.196.209	922.693.944
Caatinga	2.647.360	2.554	17.389.936	276.515.276
Cerrado	5.109.135	7.476	52.320.250	1.482.230.762
Pantanal	19.666	35	89.029	3.831.735
Total	9.203.931	11.974	108.995.424	2.685.271.717

Fonte: Elaboração própria a partir de Young (2016) e Imaflora (2017).

Tabela 14: Custos e benefícios gerados pela recuperação no cenário (i)

Aplicações na Mata Atlântica	Área Recuperada (ha)	CC – Total (milhão R\$)	CC+ CR3+ CA+ CT – Total (milhão R\$)	Total de Erosão Evitada (t/ano)	Carbono Capturado (tCO ₂ e em 15 anos)
------------------------------	----------------------	-------------------------	--------------------------------------	---------------------------------	---

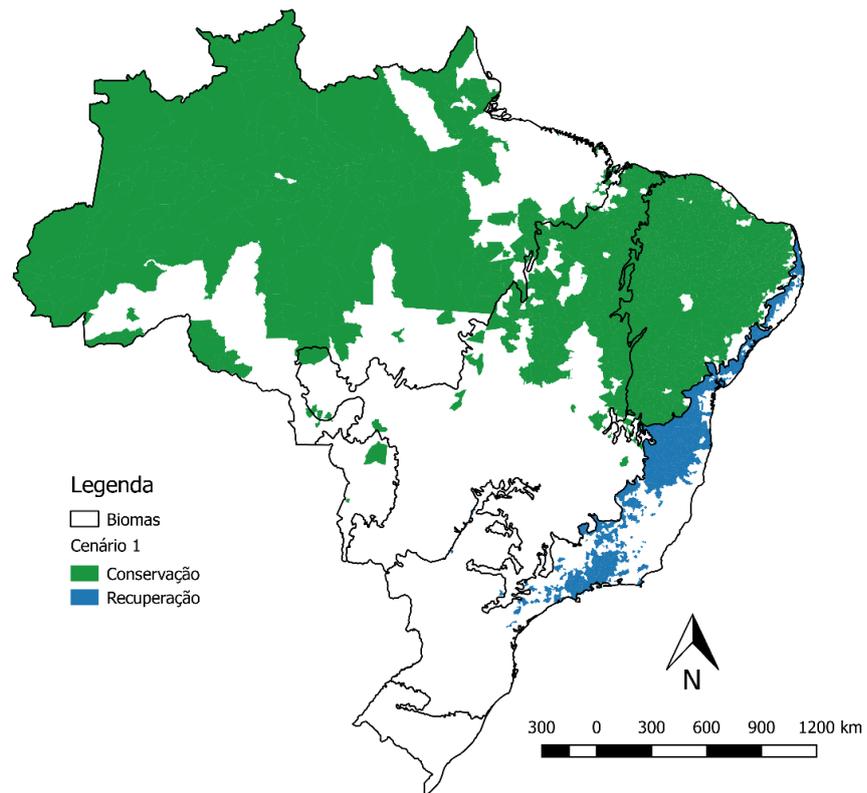
Imaflora (APP)	945.509	2.051	11.458	41.106.567	307.857.799
Imaflora (RL)	915.957	1.938	10.838	31.669.464	298.235.729
Imaflora (APP e RL)	1.127.262	2.402	13.427	40.887.466	367.036.453
Soares-Filho (RL)	1.000.377	2.139	11.921	37.626.847	325.722.804

Fonte: Elaboração própria a partir de Young (2016) e Imaflora (2017).

Contrastando os cálculos de Imaflora (APP e RL) e Soares-Filho (RL), percebe-se que o benefício no primeiro é relativamente maior com custos similares. Isso acontece porque o passivo estimado nessa metodologia se concentra em um grupo menor de municípios com o COT médio mais baixo. Outro resultado relevante é que um PSA focado nos municípios com passivo de APP evita mais erosão do que o um PSA nos municípios com passivo de RL (na média, 43,5 t/ha/ano em contraste com 34,6 t/ha/ano).

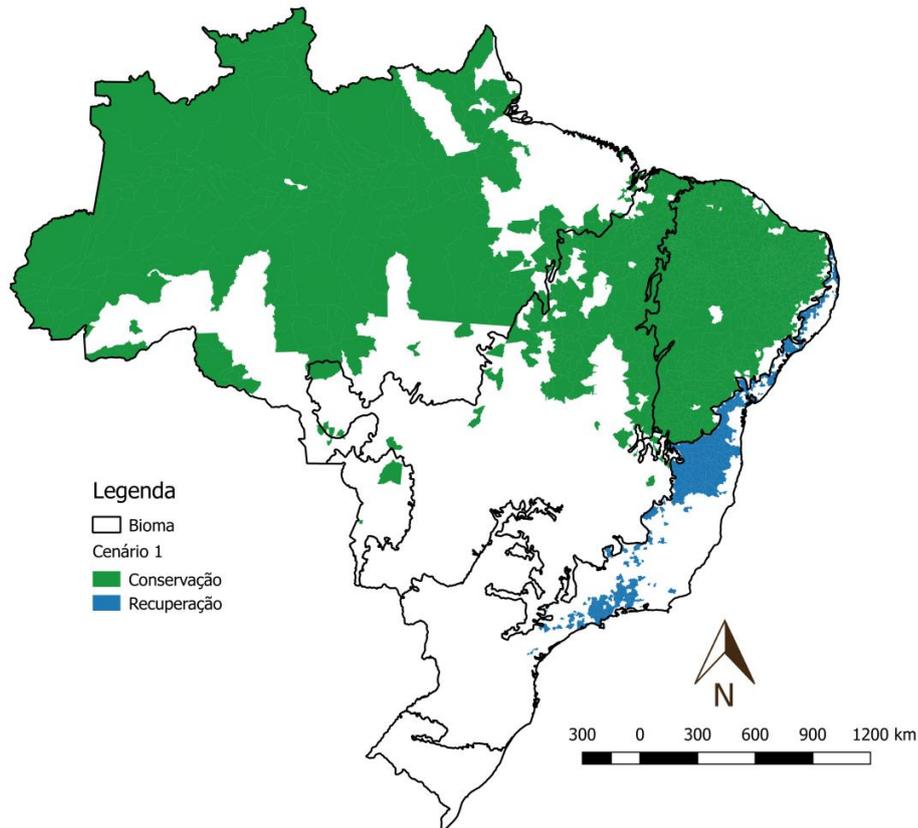
O mapa 4 apresenta os municípios beneficiados pela conservação e pela recuperação em todo o país, considerando o passivo ambiental estimado por Soares-Filho (2013). No mapa 5 o exercício considera o passivo ambiental calculado por Imaflora (2017).

**Mapa 4: Municípios beneficiados pela política nacional de PSA no cenário (i) –
Passivo Soares-Filho (2013)**



Fonte: Elaboração própria

Mapa 5: Municípios beneficiados pela política nacional de PSA no cenário (i) – Passivo Imaflores (2017)



Fonte: Elaboração própria

- (ii) No segundo cenário, foram orçados R\$ 22,5 bilhões em valor presente para serem gastos com o COT dos produtores participantes durante todo o período. De maneira análoga ao cenário anterior, 80% (R\$ 18 bilhões) seriam direcionados para o pagamento do COT de áreas conservadas sob pressão de desmatamento, enquanto 20% (R\$ 4,5 bilhões) seriam destinados para a recuperação do passivo de Reserva Legal. No caso da recuperação ainda estariam inclusos custos iniciais derivados do esforço de reflorestamento que podem variar entre R\$ 3,2 bilhões e R\$ 18,2 bilhões. Utilizando a metodologia para cálculo do passivo ambiental de Soares-Filho (2013), os custos de recuperação ficam entre R\$ 2,9 bilhões e R\$ 16,1 bilhões. Os custos e benefícios associados a conservação e a recuperação, respectivamente, estão apresentados nas tabelas 15 e 16.

Tabela 15: Custos e benefícios gerados pela conservação no cenário (ii)

Biomassas	Área Conservada (ha)	VP COT – Total (milhão R\$)	Erosão Não Provocada – Total (t/ano)	Carbono Evitado – Total (tCO ₂ e)
Amazônia	1.940.387	3.052.996.333	49.791.887	1.239.335.221
Caatinga	2.773.767	2.833.427.875	18.161.162	292.896.587
Cerrado	7.054.267	11.707.962.985	69.574.010	1.958.275.856
Pantanal	185.516	427.148.515	949.383	26.481.630
Brasil	11.953.938	18.021.535.708	138.476.443	3.516.989.293

Fonte: Elaboração própria a partir de Young (2016).

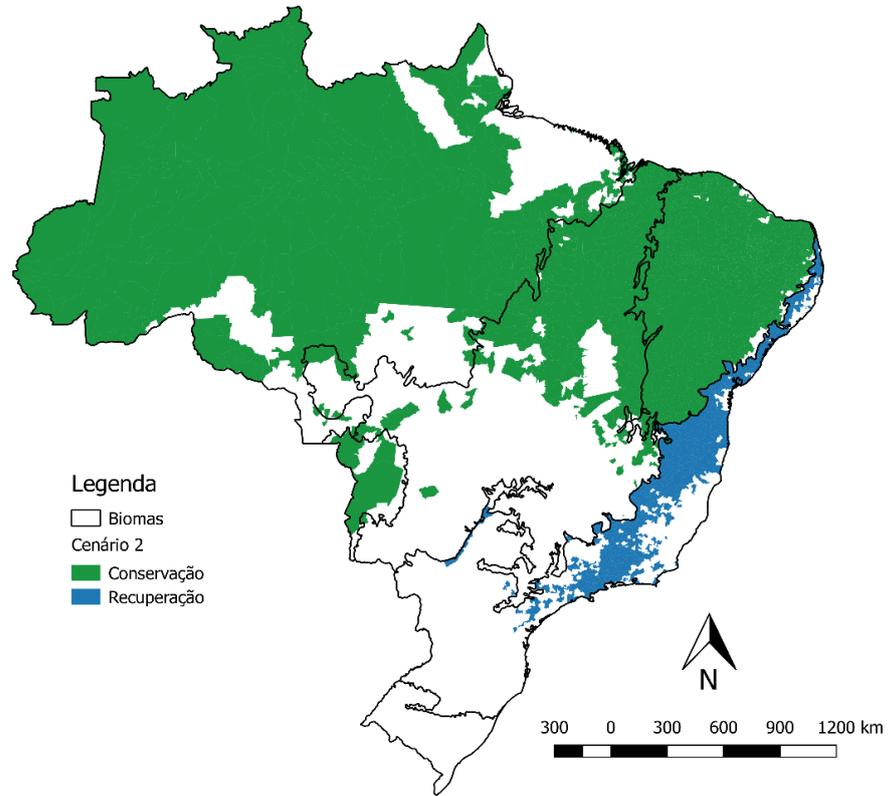
Tabela 16: Custos e benefícios gerados pela recuperação no cenário (ii)

Aplicações na Mata Atlântica	Área Recuperada (ha)	CC – Total (milhão R\$)	CC+ CR3+ CA+ CT – Total (milhão R\$)	Erosão Evitada – Total (t/ano)	Carbono Capturado – Total (tCO ₂ e em 15 anos)
Imaflora (APP)	1.284.509	2.793	15.563	60.126.804	418.236.020
Imaflora (RL)	1.208.038	2.585	14.830	38.782.951	393.337.319
Imaflora (APP e RL)	1.525.775	3.262	18.176	56.275.798	496.792.350
Soares-Filho (RL)	1.338.324	2.877	16.141	54.784.448	435.758.396

Fonte: Elaboração própria a partir de Young (2016).

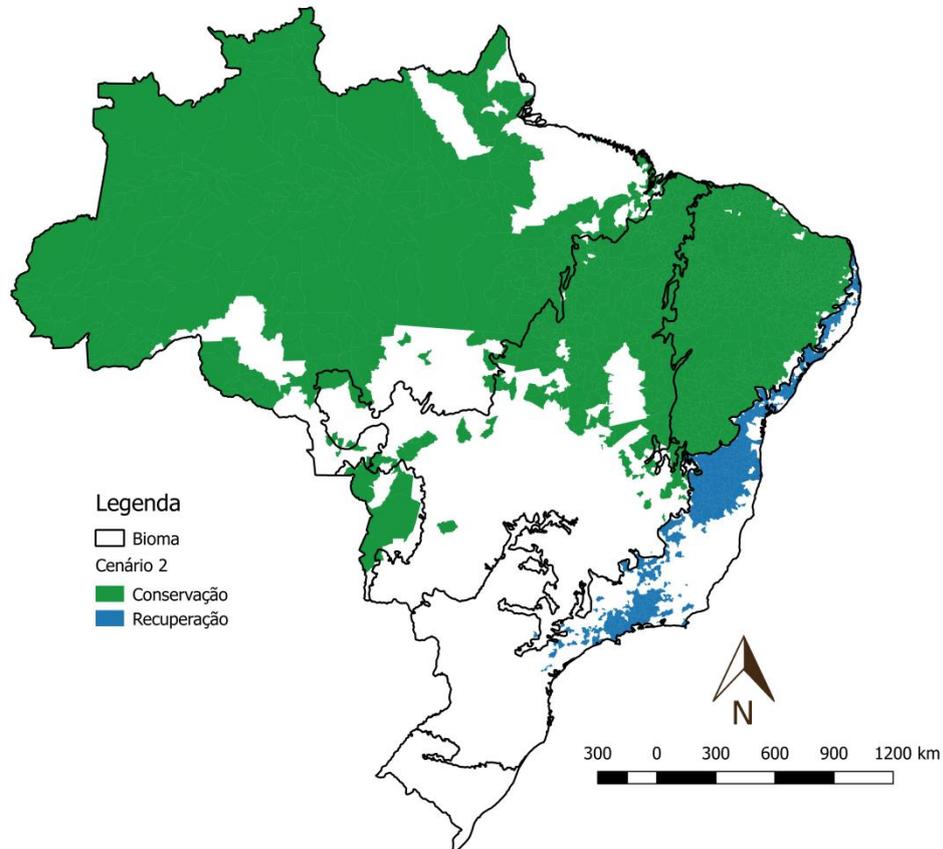
O mapa 6 apresenta os municípios beneficiados por ambas as políticas, onde o passivo ambiental considerado foi o Soares-Filho (RL). No mapa 7 é apresentado o mesmo resultado utilizando a estimativa de passivo ambiental Imaflora (APP e RL)

**Mapa 6: Municípios beneficiados pela política nacional de PSA no cenário (ii) –
Passivo Soares-Filho (2013)**



Fonte: Elaboração própria

Mapa 7: Municípios beneficiados pela política nacional de PSA no cenário (ii) – Passivo Imaflora (2017)



Fonte: Elaboração própria

10. CONCLUSÕES

A primeira importante conclusão decorrente dos exercícios aqui empregados, é que os custos de implementação de um PSA nacional com objetivo de promover a conservação de áreas florestadas são muito inferiores aos custos de um PSA com vista a recuperar as áreas de passivo de Reserva Legal existente nas propriedades do Brasil. Isso se dá, principalmente, por dois motivos: (i) As áreas já desmatadas que compõe o passivo ambiental são, em geral, áreas com uma maior produtividade, fazendo com que o COT dessas localidades seja comparativamente maior; e (ii) os

custos com cercamento, mão de obra, insumos e serviços prestados numa ação de reflorestamento levam a um custo total muito superior ao pagamento de apenas o custo de oportunidade da terra.

Deve-se ressaltar também que a projeção de desmatamento para os próximos 15 anos ultrapassa em área o passivo de Reserva Legal. É contraditório, portanto, a realização de um forte esforço para a recuperação de áreas já degradadas, dado que em uma década e meia a incidência de desmates terá transformado uma área superior àquela reflorestada, criando a necessidade de novas ações de reflorestamento.

Levando em conta os benefícios gerados pelas duas políticas, é possível identificar os biomas em que eles são maximizados: na conservação das áreas estimadas de desmatamento destaca-se, principalmente, a erosão não provocada e o estoque de CO₂e na Amazônia, enquanto na recuperação do passivo ambiental da Mata Atlântica existiriam grandes benefícios em erosão evitada e na captura de carbono, além desse bioma ser o principal demandante de políticas de recuperação, dado o baixo nível de remanescente florestal existente.

Destacados os principais pontos que o texto busca levantar, tendo como objetivo entender as necessidades e a melhor alocação dos recursos que possivelmente seriam usados em uma política ambiental desta natureza, as observações contidas nesse trabalho sugerem que uma política de PSA nacional deve priorizar a conservação e manutenção dos biomas brasileiros, valorizando os remanescentes e a biodiversidade ainda existente, buscando alcançar também áreas degradadas da Mata Atlântica, principalmente as regiões montanhosas e de maior declividade, onde há um maior potencial erosivo, além de matas ciliares, com o objetivo de promover a manutenção da riqueza hídrica do país.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORSELLI, L., CASSI, P., TORRI, D., 2008. Prolegomena to sediment and flow connectivity in the landscape: A GIS and field numerical assessment. *Catena* 75, 268–277.

BRASIL (2010) Ministério do Meio Ambiente (MMA). Mata Atlântica: Patrimônio Nacional dos Brasileiros. Brasília: Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Núcleo Mata Atlântica e Pampa, 2010.

BRASIL (2012) Lei 12.651. Dispõe sobre o Novo Código Florestal Brasileiro. Brasília.

CHAVES, H.M.L. Incertezas na predição da Erosão com a USLE: Impactos e mitigação R. Bras. Ci. Solo, 34:2021-2029, 2010

Fundação de Ciência Aplicações e Tecnologias Espaciais – FUNCATE (2010). Emissões de Dióxido de Carbono no Setor Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas. Ministério da Ciência e Tecnologia.

IMAFLORA (2017). Atlas Agropecuário. 2017. Disponível em: <http://www.imaflora.org/atlasagropecuario/>

INSTITUTO LIFE et al. (2015). Ecorregiões do Brasil - prioridades terrestres e marinhas. Série Caderno Técnico Vol. III. Curitiba: Instituto Life. Disponível em: <http://institutolife.org/tecnico/prioridades-life/>

MENDONÇA, C. Reconhecimento a quem cuida: Proprietários rurais de Brumadinho recebem verba do Projeto Oásis, da Fundação Grupo Boticário, eleito o “Melhor

Exemplo em Flora”, em 2013. A Ecológico. 14 de fevereiro de 2014. Disponível em: <http://www.revistaecologico.com.br/materia.php?id=76&secao=1234&mat=1356>

NASH, J.E. & SUTCLIFFE, J.V. River flow forecasting through conceptual models part I — A discussion of principles. J. Hydrol., 10:282-290, 1970.

PALERMO, G. (2011) Emissões de gases de efeito estufa e medidas mitigatórias da pecuária: potencialidades da intensificação e do confinamento do gado bovino de corte brasileiro. Dissertação de Mestrado da COPPE/UFRJ.

PRODES. Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>

RENARD, K., FOSTER, G., WEESIES, G., MCCOOL, D., YODER, D., 1997. Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the revised soil loss equation.

RISSE, L.M.; NEARING, M.A.; NICKS, A.D. & LAFLEN, J.M. Error assessment in the universal soil loss equation. Soil Sci. Soc. Am. J., 57:825-833, 1993.

SOARES-FILHO, B. (2013) Impacto da revisão do Código Florestal: como viabilizar o grande desafio adiante? Desenvolvimento Sustentável, Subsecretaria SAE

SOS Mata Atlântica (2016). Fundação e INPE divulgam dados do Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica no período de 2014 a 2015. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/projeto/atlas-da-mata-atlantica/dados-mais-recentes/>

TIWARI, A.K.; RISSE, L.M. & NEARING, M.A. Evaluation of WEPP and its comparison with USLE and RUSLE. Trans. Am. Soc. Agron. Eng., 43:1129-1135, 2000.

WISCHMEIER, W.H. & SMITH, D.D. Predicting rainfall erosion losses – A guide to conservation planning. Washington, USDA, 1978. 58p. (USDA AH-537)

WISCHMEIER, W. Use and misuse of the universal soil loss equation. *J. Soil Water Conserv.*, 31:5-9, 1976.

WU, S.; LI, J. & HUANG, G. An evaluation of grid size uncertainty in empirical soil loss modeling with digital elevation models. *Environ. Modeling Assessment*, 10:33- 42, 2005.

YOUNG, C. E. F. (coord.). Estudos e produção de subsídios técnicos para a construção de uma Política Nacional de Pagamento por Serviços. Relatório Final com apêndices. Instituto de Economia, UFRJ, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p. 488. 2016.