

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA
MONOGRAFIA DE BACHARELADO

**CUSTOS E BENEFÍCIOS DA RECUPERAÇÃO
AMBIENTAL: ANÁLISE DAS POSSIBILIDADES DE
UM PSA NA MATA ATLÂNTICA BRASILEIRA**

MARCOS PIRES MENDES
matrícula nº 113044674

ORIENTADOR: Prof. Dr. Carlos Eduardo Frickmann Young

ABRIL 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA
MONOGRAFIA DE BACHARELADO

**CUSTOS E BENEFÍCIOS DA RECUPERAÇÃO
AMBIENTAL: ANÁLISE DAS POSSIBILIDADES DE
UM PSA NA MATA ATLÂNTICA BRASILEIRA**

MARCOS PIRES MENDES
matrícula nº 113044674

ORIENTADOR: Prof. Dr. Carlos Eduardo Frickmann Young

ABRIL 2018

As opiniões expressas neste trabalho são da exclusiva responsabilidade do autor

“A natureza não é cruel, apenas implacavelmente indiferente.”

Richard Dawkins

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a todos que contribuíram para minha formação e para a elaboração dessa monografia. Especialmente, agradeço ao professor Cadu, meu orientador, pela paciência e pela confiança depositada em mim na realização do trabalho.

Também, a todos os integrantes que passaram ou ainda se encontram no GEMA, pelo trabalho, pelo companheirismo e pela amizade nesses últimos quase 3 anos da graduação. Vocês foram fundamentais no meu aprendizado e na minha formação não apenas como economista, mas como pessoa.

Agradeço ao Ministério do Meio Ambiente e o PNUD pelo financiamento durante minha participação no estudo do PSA no GEMA, trabalho que motivou e possibilitou essa monografia no tema.

Aos professores e funcionários do Instituto de Economia, por valorizarem o espaço de aprendizado que é a UFRJ, sempre buscando auxiliar os alunos no estudo da Economia. Agradeço especialmente aos professores João Felipe Cury, Maria Isabel Busato e Marcelo Paixão, com os quais tive o privilégio de aprender em aula, e por quem nutro grande admiração.

À minha família, amigos e namorada, pelo suporte, pela ajuda e pelo carinho dados a mim sempre que precisei. Sem vocês, nada disso faria sentido.

RESUMO

Este trabalho apresenta uma investigação das possibilidades de realização da recuperação ambiental na Mata Atlântica, a partir de instrumentos de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). Essa avaliação é feita a partir do dimensionamento dos custos e dos benefícios ambientais associados à recuperação, considerando diferentes cenários de aplicação. São consideradas como instrumento do PSA, as áreas relativas ao déficit ambiental de Reserva Legal e Área de Proteção Permanente do Código Florestal de 2012. O Passivo Ambiental total da Mata Atlântica é de 6,8 milhões de hectares, sendo pouco mais de 4 milhões de hectares de déficit em APP e pouco mais de 2,7 milhões em Reserva Legal.

Considerando os custos e de alguns benefícios associados à implementação do PSA para regularização das propriedades em déficit no bioma, foram projetados cenários de aplicação do instrumento. Esses cenários consideraram diferentes priorizações de benefícios, recuperação de todo o Passivo Ambiental, ou destinação de recursos orçamentários da União, pelo Ministério do Meio Ambiente. O custo para se zerar o Passivo Ambiental na Mata Atlântica pela recuperação ambiental varia entre R\$ 74,3 bilhões e R\$ 171,1 bilhões, considerando um horizonte de 15 anos.

Palavras-chave: Pagamento por Serviços Ambientais; Recuperação Ambiental; Regularização Ambiental

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	7
CAPÍTULO I – O PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS COMO INSTRUMENTO PARA RECUPERAÇÃO AMBIENTAL	10
I.1 – FUNDAMENTOS DO PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS.....	10
<i>I.1.1 – Serviços Ambientais</i>	<i>11</i>
<i>I.1.2 – Externalidades Ambientais.....</i>	<i>12</i>
<i>I.1.3 – As bases dos sistemas de Pagamento por Serviços Ambientais.....</i>	<i>16</i>
I.2 – FORMAS DE IMPLEMENTAÇÃO DO PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS	19
<i>I.2.1 – Características e categorização.....</i>	<i>19</i>
<i>I.2.2 – O Pagamento por Serviços Ambientais para Recuperação Ambiental.....</i>	<i>20</i>
I.3 – EXPERIÊNCIAS DE PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS	21
<i>I.3.1 – Experiências de PSA ao redor do Mundo</i>	<i>22</i>
<i>I.3.2 – Experiências de PSA no Brasil e na Mata Atlântica.....</i>	<i>26</i>
CAPÍTULO II – METODOLOGIA E DADOS.....	30
II.1 – DEFINIÇÃO DAS ÁREAS PARA APLICAÇÃO DO PSA	31
II.2 – CUSTOS DE IMPLEMENTAÇÃO	33
<i>II.2.1 – Custo de Oportunidade da Terra.....</i>	<i>33</i>
<i>II.2.1 – Custos de Recuperação.....</i>	<i>36</i>
II.3 – BENEFÍCIOS ASSOCIADOS	38
<i>II.3.1 – Captura de Carbono.....</i>	<i>39</i>
<i>II.3.2 – Redução de Erosão do Solo.....</i>	<i>39</i>
CAPÍTULO III – ESTIMATIVAS E CENÁRIOS DE UM PSA PARA A RECUPERAÇÃO AMBIENTAL NA MATA ATLÂNTICA BRASILEIRA	42
III.1 – DESTINAÇÃO DAS ÁREAS RECUPERADAS PELO PSA PARA GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO	42
III.2 – EXERCÍCIO PARA PSA-ÁGUA	44
III.3 – RECUPERAÇÃO PARA REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL	47
III.4 – EXERCÍCIO DE POSSIBILIDADES DIANTE DO CORTE ORÇAMENTÁRIO.....	49
CONCLUSÕES.....	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é um importante reduto da biodiversidade brasileira, além de importante para a uma grande parte da população do país, sendo quase 67% desta dependente da preservação do bioma para manutenção da qualidade de vida (MMA, 2010). Os benefícios que podem ser derivados da recuperação de áreas de Mata Atlântica são diversos, através da regulação de mananciais para abastecimento de água, regulação climática, proteção de encostas e morros, entre muitos outros.

Entretanto, a Mata Atlântica é hoje o bioma brasileiro com menor parcela de áreas de remanescente florestais naturais e áreas não antropizadas. Segundo o Atlas de Remanescentes Florestais da Fundação SOS Mata Atlântica (2016), apenas 15,3% do bioma é composto de áreas naturais de Mata Atlântica, sendo 12,4% do total correspondente a áreas de remanescente florestal. Deste modo, a recuperação de parte das áreas de floresta no bioma Mata Atlântica possui grande importância ecológica.

Com a aceleração do desenvolvimento no mundo, cada vez mais o meio ambiente sofre alteração pela ação humana, levando a permanência de áreas naturais se reduzirem. Dessa forma, serviços ambientais passam a se tornar cada vez mais escassos e ameaçados, o que os torna suscetíveis a sua comercialização por meio de mercados (Wunder, 2005). Dentre as formas de se abordar a conservação desses serviços providos pela natureza, a utilização de instrumentos de mercado como o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) passa a ser visto com maior destaque, por aliar duas coisas que são, muitas vezes, no senso comum, vistas como antagônicas: o Meio Ambiente e a Economia.

A utilização do PSA como instrumento para a conservação ambiental já é aplicada em diversas iniciativas no mundo, trazendo resultados promissores, mas ainda pouco explorados. Algumas iniciativas já existem no Brasil, tanto de iniciativa privada como aquelas a partir de ações intermediadas por governos, com leis estaduais que regulamentam esse tipo de pagamento e, sendo, inclusive, objeto de projetos de Lei em tramitação nas instâncias legislativas brasileiras, buscando regulamentar o PSA a nível nacional.

No âmbito brasileiro, há também a implementação do Novo Código Florestal Brasileiro, e suas implicações para incentivar uma aceleração do processo de recuperação das áreas em débito com a legislação florestal. O estabelecimento do Cadastro Ambiental Rural (CAR), e com a previsão de instrumentos para auxiliar na regularização das propriedades, como as Cotas de Reserva Ambiental (CRA), tem como justificativa a criação de um ambiente onde o cumprimento da legislação tenha uma maior viabilidade, devido à redução de custo, por parte dos produtores rurais. Entretanto, não basta a redução da exigência ambiental sobre os imóveis rurais, de modo a facilitar o atendimento da legislação. São necessárias medidas que ajudem na valorização das florestas e das contribuições destas para o bem-estar humano. O PSA se integra a essa lógica, no emprego de incentivos positivos aos responsáveis pela manutenção da qualidade ambiental e dos serviços ambientais providos pelos ecossistemas naturais.

Juntamente com a instituição do CAR e de outros mecanismos buscando a regularização fundiária de áreas rurais, o Brasil tem como meta, assumida no Acordo de Paris, a regeneração de 12 milhões de hectares de florestas até 2030. Nesse sentido, visando cumprir o compromisso com a comunidade internacional e promover a melhoria das condições do meio ambiente cada vez mais ameaçado, o PSA se apresenta como um instrumento valioso, que pode ser incorporado para a recomposição das florestas. Dada a condição de grande degradação e de grande importância que o bioma Mata Atlântica possui, a utilização do PSA para recuperação das áreas de floresta pode, e deve ser priorizada no bioma (Costa & Mendes, 2018).

Neste trabalho, são analisadas as possibilidades de se empregar esquemas de PSA para Recuperação Ambiental¹ na Mata Atlântica, buscando compreender se, e até que ponto, sua utilização pode auxiliar no processo de recompor a cobertura florestal tão escassa no bioma. Para tanto, serão considerados os custos e os benefícios associados ao emprego de esquemas de PSA no bioma, e as formas com que esses podem ser considerados. Também serão consideradas formas de integração dos diversos serviços ambientais que podem ser gerados através da utilização do instrumento.

O trabalho está organizado em quatro partes, além desta introdução. No capítulo I, são apresentadas contextualizações acerca do instrumento de PSA, sua base teórica, e experiências práticas de sua utilização. No capítulo II é apresentada a metodologia e os dados que serão

¹ A Recuperação Ambiental será entendida nesse trabalho como a reintrodução de florestas no bioma. Serão consideradas como ações de recuperação desde a interrupção da utilização da terra, mantendo esta parada para regeneração natural, até ações diretas de replantio de mudas, com acompanhamento de sua formação.

utilizados para a avaliação da aplicação de um PSA na recuperação ambiental da Mata Atlântica. O capítulo III apresenta diversos exercícios e cenários de aplicação do PSA a partir da metodologia, fazendo considerações sobre os custos e benefícios de cada um desses cenários. Ao fim, são apresentadas algumas conclusões sobre o assunto.

CAPÍTULO I – O PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS COMO INSTRUMENTO PARA RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

I.1 – Fundamentos do Pagamento por Serviços Ambientais

Por um longo período, a proteção de ecossistemas naturais e dos benefícios para a manutenção e melhoria da vida humana providos por estes esteve condicionada a ação direta do setor público, não apenas no Brasil, mas em todo o mundo. Em geral, o modelo de política ambiental predominante é baseado principalmente em instrumentos de comando e controle, definidos por Perman et al. (1996) como aqueles baseados em leis e regulações que proíbem, limitam ou exigem certas formas de comportamento.

Especificamente no caso brasileiro, os mecanismos de proteção baseados na ação governamental já são bem consolidados, com um Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) reconhecido e apoiado internacionalmente, além de contar com uma rede de comando e controle consolidada, tanto em regulamentação quanto em estrutura de órgãos públicos para licenciamento e fiscalização do cumprimento de normas ambientais (Young et al., 2016). Ainda assim, há muito espaço para aprimorar a proteção aos ecossistemas, através de instrumentos que vão além do tradicional comando e controle.

Dentre esses outros instrumentos para conservação, aqueles baseados em incentivos econômicos (ou em mercados) são de grande importância para alterar os padrões de utilização dos recursos naturais, através de mudanças em seu preço relativo. Tais instrumentos podem ser realizados, entre diversas formas, por vias fiscais através da instituição de taxas sobre a utilização, extração ou degradação dos recursos, por subsídios a atividades “limpas”, como redução de tributos sobre produtos menos poluentes, ou por soluções de mercado como o Pagamento por Serviços Ambientais.

Nesse contexto, o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) se destaca como valioso instrumento para a conservação da Natureza por ser um mecanismo de mercado. Diferentemente do modelo mais comum de proteção dos ecossistemas naturais baseado principalmente em medidas do tipo comando e controle, o PSA tem caráter fundamentalmente

voluntário da participação dos agentes nas transações, pressupondo a livre aceitação dos termos das ações de PSA por ambas as partes.

Primeiramente, ao se considerar os sistemas de PSA, é necessário compreender o que são serviços ambientais, e a importância de garantir a manutenção da provisão destes serviços prestados gratuitamente pela natureza, e que têm sua provisão cada vez mais comprometida pela degradação de recursos naturais.

I.1.1 – Serviços Ambientais

Serviços ambientais podem ser definidos de diferentes formas. Neste trabalho, será utilizada a definição de serviços ambientais que engloba os benefícios que os ecossistemas proveem para a sociedade, tanto pelos ecossistemas naturais como por aqueles manejados pelos seres humanos (MEA, 2005). Na classificação do *Millenium Ecosystem Assesment*, esses serviços podem ser divididos em quatro categorias:

- i) Serviços de provisão: alimentos, água, madeira, recursos genéticos;
- ii) Serviços de regulação: manutenção da qualidade do ar, regulação climática (global e local), manutenção da qualidade e vazão da água, controle da erosão, prevenção de desastres, etc;
- iii) Serviços culturais: benefícios espirituais, estéticos, e sociais, como senso de pertencimento, herança cultural;
- iv) Serviços de suporte: ciclagem de nutrientes e água, formação de solo.

Os serviços ambientais têm, portanto, papel fundamental na manutenção da qualidade de vida das sociedades humanas. Apesar de sua notória importância, a provisão de parte desses serviços é constantemente ameaçada pela degradação e alteração de ecossistemas naturais.

A natureza de grande parte dos serviços ambientais, principalmente aqueles mais relevantes para a análise de políticas ambientais, é de bens públicos, de natureza não-rival e não-exclusiva (Perman et al., 1996), ou bens comuns, que são não-exclusivos mas são rivais. O serviço de regulação do clima fornecido pela floresta amazônica, por exemplo, é não-rival, uma vez que ao usufruir de seu benefício, a quantidade do serviço disponível para outrem não se reduz, e também não-exclusivo, dado que não é possível, uma vez provido o serviço, impedir que qualquer indivíduo se beneficie deste. Já recursos pesqueiros em um lago, são bens comuns, uma vez que são não-exclusivos, mas são rivais, uma vez que a retirada desses recursos reduz sua disponibilidade para os demais.

Por serem bens públicos, muitos desses serviços ambientais não podem ser incorporados ao mercado, fazendo com que sua produção seja inferior à quantidade ótima de mercado, em que os benefícios da provisão dos serviços ambientais se igualam aos custos associado à produção e manutenção destes. Uma vez que não podem contar com a compensação necessária das práticas de conservação dos serviços ambientais, os produtores deixam de produzir esses serviços, enquanto aqueles que se beneficiam dos serviços ambientais de maneira generalizada, ficam prejudicados pela interrupção da provisão destes.

De maneira geral, as alterações realizadas nos ecossistemas naturais têm como objetivo aumentar a provisão de algum serviço ambiental (alimentos, madeira). É comum os agentes que produzem essas alterações se beneficiarem do aumento da produção desses serviços, sem, entretanto, arcarem privadamente com os custos indiretos da mudança nos ecossistemas. Esses custos existem em decorrência da existência de *trade-offs* entre diferentes serviços ambientais², como exemplificado pelo MEA (2005):

A modificação de um ecossistema para alterar um serviço ambiental (para aumentar a produção de alimentos ou madeira, por exemplo) geralmente resulta em mudanças em outros serviços ambientais também. (...) Por exemplo, ações para aumentar a produção de alimentos, frequentemente envolvem um ou mais dos seguintes fatores: aumento do uso da água, degradação da qualidade da água, redução da biodiversidade, redução da cobertura florestal, perda de produtos florestais ou liberação de gases de efeito estufa. (p.47, tradução nossa)

Essa perda de serviços ambientais decorrente das mudanças em um ecossistema, ou analogamente, o benefício adicional decorrente do aumento ou criação de novos serviços ambientais por uma prática de produção, que não são contabilizadas privadamente pelo agente causador da redução ou aumento dos serviços ambientais existentes é chamada uma externalidade ambiental.

I.1.2 – Externalidades Ambientais

Externalidades, na teoria econômica, são um tipo de falha de mercado em que, uma ação de produção ou consumo de um agente econômico incorre em uma alteração de bem-estar não

² Os *trade-offs* entre serviços ambientais podem se manifestar, em muitos casos, em áreas distantes do local onde ocorre a degradação, ou deslocado no tempo (MEA, 2005), fazendo com que seja difícil a associação direta entre a mudança no ecossistema original e as perdas em serviços ambientais, e que raramente esses *trade-offs* sejam levados em conta em sua totalidade.

intencional a outro(s) agente(s), sem que ocorra uma compensação correspondente. Ou seja, sempre que a ação de um agente causa uma perda ou ganho de bem-estar a outrem, sem que haja um pagamento ou compensação, há uma externalidade (Perman et al., 1996).

Externalidades podem ser negativas, quando a ação de um agente gera custos adicionais ou redução do bem-estar de outro agente, ou positivas, quando geram aumento de bem-estar ou redução de custos, e se originam tanto em situações de produção como de consumo, podendo afetar tanto outros produtores quanto consumidores.

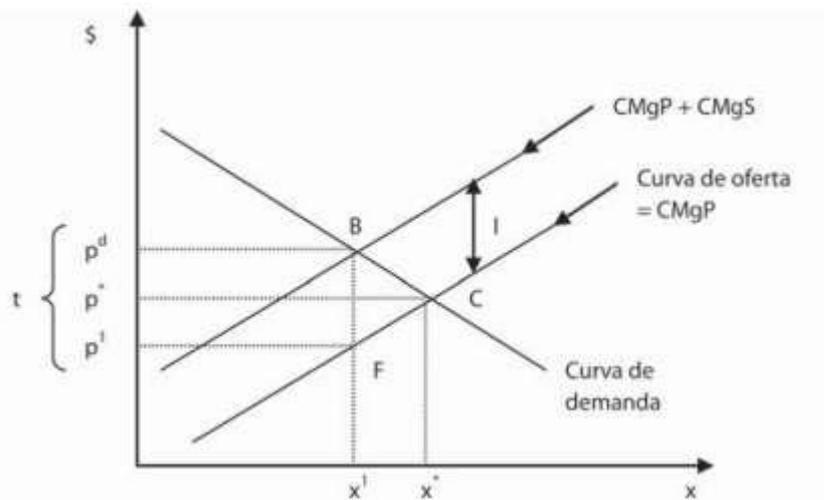
Um caso clássico de externalidade negativa associado a uma atividade de produção, é o de uma indústria que despeja poluentes em um rio próximo, causando redução na qualidade da água e, conseqüentemente, reduzindo a quantidade disponível de peixes para os pescadores que pescam no mesmo rio. Nessa situação, a atividade da indústria gera um aumento do custo de produção para os pescadores, sem que este seja compensado pela indústria. Assim, a quantidade produzida pela indústria, embora uma solução ótima pela ótica privada, pode não ser eficiente ao se contabilizar os custos incorridos pelos pescadores.

Em outro exemplo, um produtor rural que mantém uma área florestada em sua propriedade, permitindo a manutenção de abelhas que realizam o serviço ambiental de polinização, beneficiando o produtor de uma propriedade vizinha. Esse serviço de polinização, embora seja decorrente do uso do solo de um produtor, gera benefícios ao produtor vizinho sem que este realize um pagamento que compense a manutenção do serviço ambiental por parte do primeiro. Nesse caso, essa externalidade positiva, por não ser internalizada pelo proprietário da área de floresta, pode levar a quantidade de floresta mantida pelo proprietário ser inferior ao que corresponderia ao maior benefício para a produção do produtor vizinho.

Com a existência de externalidades, o custo de produção de um empreendimento arcado privadamente torna-se inferior, ou superior ao custo efetivamente incorrido pela produção, que engloba os custos ou benefícios decorrentes da produção arcados por terceiros, chamado de custo social. A correta consideração dessa diferença entre custo privado e social é fundamental na abordagem da produção de serviços ambientais, uma vez que os benefícios provenientes desses serviços podem ser generalizados na sociedade, de modo que sua não contabilização leva a prejuízos de bem-estar para um grande número de agentes que dependem da provisão destes.

O problema das externalidades foi analisado por Pigou (1932), levando-o a considerar que a solução para o problema das externalidades negativas passaria pela intervenção do Estado, a partir da imposição de um tributo sobre cada unidade da produção igual à diferença entre o custo marginal privado e o custo marginal social, chamado de Taxa Pigouviana (ver Figura 1).

Gráfico 1. Taxa Pigouviana



Fonte: Cánepa (2010).

Com a instituição da Taxa Pigouviana, os produtores poluidores internalizariam os custos da externalidade causada pela poluição, deslocando a curva de custo marginal de produção para cima, incorporando também o custo marginal social. Dessa forma, a quantidade produzida seria reduzida, e o preço final do produto aumentaria, levando a um novo equilíbrio de mercado.

Esse tipo de instrumento econômico, baseado em uma taxa ou pagamento referente ao dano ambiental causado por um agente, é chamado de Princípio do Poluidor-Pagador (PPP). Esse princípio supõe a internalização das externalidades negativas causadas pelas atividades poluidoras, através de um pagamento, de modo a controlar os níveis de poluição.

De maneira análoga, podemos imaginar um cenário onde o custo marginal privado é superior ao custo social, devido a existência de externalidades positivas decorrentes da produção. Partindo do mesmo princípio de internalização das externalidades, seria necessária então a criação de um subsídio à produção nesse mercado (Taxa Pigouviana negativa), reduzindo o custo marginal privado na mesma proporção do benefício social gerado.

Em relação à teoria de Pigou e o instrumento da Taxa Pigouviana, algumas das principais críticas se referem à dificuldade para se mensurar o impacto da externalidade, visto que para aplicação de um tributo sobre a poluição é necessário conhecer o custo social associado, que é, via de regra, de difícil mensuração.

Em contrapartida à contribuição de Pigou para a economia das externalidades, Ronald Coase (1960) demonstra em seu ensaio uma solução de mercado para as externalidades, partindo da negociação entre os poluidores (causadores da externalidade) e os agentes afetados pela externalidade. O resultado apresentado por Coase em seu texto seminal, que mostra que externalidades podem ser corrigidas pela livre negociação entre os agentes privados, desde que os direitos de propriedade sejam bem delimitados anteriormente, ficou conhecido como o Teorema de Coase.

No Teorema de Coase, a definição dos direitos de propriedade é fundamental para resolver o problema da externalidade, levando a um resultado eficiente. Não apenas é possível chegar a esse resultado eficiente, como, independentemente de para quem (poluidor ou afetado) o direito de propriedade sobre a externalidade seja garantido, a solução final será eficiente, sem que ocorra nenhuma perda de recursos.

Vale notar que, a forma como popularmente ficou conhecido o Teorema de Coase, ignora uma parte importante do postulado pelo autor. Como analisa Fiani (2011), o Teorema de Coase, no sentido exposto, somente seria válido para o próprio Coase em uma situação de custos de transação nulos ou irrelevantes. Essa suposição sobre os custos de transação é considerada pelo próprio autor como irrealista, sendo apenas utilizada para ilustrar o argumento, de modo que o caso comum é o de custos de transação existentes e relevantes.

Meu objetivo ao fazer isso não foi descrever como seria a vida em tal mundo, mas oferecer um cenário simples para desenvolver a análise e, o que era mais importante, tornar claro o papel fundamental que os custos de transação jogam, e devem jogar ao dar forma às instituições que compõem o sistema econômico. (Coase, 1988 p.13 apud Fiani, 2011 p.70).

Em situações onde há custos de transação, portanto, o resultado da livre negociação entre as partes privadamente dependerá da alocação inicial dos direitos de propriedade. Essa constatação afeta a ideia de que, deixados a livre negociação, as externalidades serão resolvidas levando a um resultado eficiente.

A livre negociação pelo mercado, portanto, não é solução para todas as formas de externalidade. Nesse caso geral, onde há custos de transação relevantes, a necessidade de intervenção do Estado se faz presente, além da alocação dos direitos de propriedade, mas também na própria resolução do problema das externalidades (Bakker, 2014).

I.1.3 – As bases dos sistemas de Pagamento por Serviços Ambientais

Partindo de ambas as visões sobre a forma de resolução do problema das externalidades, o Pagamento por Serviços Ambientais se caracteriza por modificar a lógica punitiva das ações ambientais, baseadas no PPP, e se basear em um sistema de recompensas pela produção das externalidades positivas na forma dos serviços ambientais, seguindo o Princípio do Protetor-Recebedor (PPR).

O PPR se caracteriza pela ideia de que, um agente que adota práticas de proteção à natureza e aos serviços ambientais, deve ser compensado por suas ações de conservação, na forma de incentivos positivos, tanto financeiros como não-financeiros. É a partir desse princípio, de consideração que os agentes que contribuem para a manutenção da provisão de serviços ambientais ou criação de novos serviços ambientais não providos anteriormente devem ser compensados por suas ações de proteção, que se justifica o PSA.

O PSA é definido por Wunder (2005) como uma situação em que aqueles que se beneficiam de serviços ambientais realizam pagamentos para os donos ou usuários de terras em contrapartida à adoção de práticas que assegurem a conservação ou recuperação de ecossistemas, de forma direta, contratual e condicional. Ainda na definição do autor, o PSA é descrito como “uma transação voluntária em que um serviço ambiental bem-definido (ou um uso da terra apropriado para garanti-lo) é ‘comprado’ por no mínimo um comprador, de no mínimo um ‘vendedor’ se e apenas se este assegurar a provisão do serviço ambiental” (Wunder, 2005, tradução nossa).

Em uma atualização do tema por Wunder (2015), a partir de críticas e estudos de experiências práticas de PSA, essa definição é alterada de forma pontual, mas importante. Nesta nova percepção, leva-se em conta que, em geral, a ideia de que esquemas de PSA sejam construídos sobre serviços ambientais bem definidos não se observa na prática, sendo, portanto, mais adequado a ideia de concordância entre as partes sobre a forma de utilização dos recursos naturais pelo dono da terra. São levados em conta os benefícios gerados *offsite*, ou seja, aqueles que se dão longe da área física onde os serviços são providos, e, portanto, não podem ser

cobrados diretamente dos beneficiados. Além disso, a ideia de ‘compradores’ e ‘vendedores’ de serviços ambientais foram substituídos por ‘usuários’ e ‘provedores’ dos serviços ambientais, dada uma ideia de mercado mais adequada ao pretendido pelo autor.

A definição de PSA proposta por Wunder (2015) é a de “transações voluntárias entre usuários e provedores dos serviços que são condicionadas a regras concordadas sobre o manejo de recursos naturais, pela geração de serviços *offsite*” (tradução nossa).

Como abordado neste capítulo, o PSA é fundamentalmente diferente de políticas de comando e controle por sua natureza voluntária e condicional. A condicionalidade do PSA assume que assim que o provedor do serviço ambiental deixa de manter o manejo do uso da terra e, conseqüentemente, a provisão do serviço ambiental concordado entre as partes, ou o usuário deixa de cumprir com o pagamento, o esquema de PSA pode ser encerrado por ambas as partes.

Em geral, os esquemas de PSA se dão a partir de um arranjo onde o(s) usuário(s) dos serviços ambientais oferecem uma compensação (financeira ou não-financeira) ao proprietário da terra, ou posseiro, para que este altere ou mantenha um uso da terra que ajude a manutenção da provisão do serviço ambiental.

Parte importante da justificativa para a realização desses pagamentos, é a existência de relevantes *trade-offs* associados aos diversos usos da terra possíveis de implementação pelo proprietário (Wunder, 2005). Assim, para que o proprietário abdique de um uso potencialmente mais vantajoso individualmente em favor do uso pretendido para provisão dos serviços ambientais, este deve ser compensado pelos usuários.

Essa compensação será maior tanto maior for o custo de oportunidade associado aos usos da terra alternativos. Assim, é necessário conhecer, ao menos aproximadamente, esta diferença de rentabilidades, de modo a compreender quanto recurso deve ser empregado para diferentes alternativas na manutenção dos serviços ambientais.

Uma vez que essas externalidades positivas causadas por um uso da terra desejável pelos usuários de serviços ambientais muitas vezes não possuem preço de mercado, e, portanto, não podem ser comparados de maneira simples com o valor a ser gasto com o PSA, é necessária uma ferramenta capaz de atribuir valor econômico aos serviços ambientais. Essa ferramenta é a valoração, com a qual se atribui valor indiretamente aos serviços ambientais a partir de cenários contrafactuais.

Existem diversas técnicas de valoração dos benefícios gerados pelos ecossistemas, que serão mais ou menos indicadas de acordo com a natureza dos diversos serviços ambientais associados à conservação dos recursos naturais. Apesar de não ser imprescindível para a realização de ações de PSA, uma vez que qualquer valor pode ser negociado desde que acordado entre as partes, a valoração desses serviços ambientais pode servir como forte argumento na negociação dos valores dos contratos para ambos os lados, ou ainda para determinar a viabilidade da construção de um esquema de PSA (Wunder, 2005; 2007).

Por se tratar de um mecanismo em que é necessário compensar o custo de oportunidade do proprietário, o PSA é mais adequado em situações onde há apenas uma diferença marginal entre as rentabilidades do uso da terra existente e o pretendido. Isso porque usos da terra que possuem uma rentabilidade muito alta, acarretariam o emprego de grande quantidade de recursos para uma conservação pequena, levando a um baixo retorno sobre os pagamentos.

Finalmente, a eficiência de um PSA pode ser considerada a partir de sua adicionalidade. A adicionalidade está relacionada a diferença entre a provisão dos serviços ambientais com e sem a existência do PSA (Wunder, 2007), ou seja, se o PSA realmente funciona, sendo responsável por um aumento nos serviços ambientais existentes. Uma vez que haja pouca ou nenhuma adicionalidade, o mecanismo do PSA pode ser questionado quanto a sua importância, visto que com ou sem o PSA, a oferta do serviço ambiental se manteria basicamente inalterada.

A adicionalidade, apesar de uma importante característica para análise da efetividade da conservação, não é um critério determinante na caracterização de uma iniciativa de PSA. Isto porque, em geral, a adicionalidade é de difícil mensuração, por questões práticas e metodológicas. Desse modo, a adicionalidade, em muitos casos, não é um objetivo factível para o esquema de PSA, ainda que essa noção seja importante para direcionar os recursos disponíveis para as várias alternativas (Sommerville et al., 2009)

Os sistemas de PSA não são, portanto, uma alternativa para substituir as formas convencionais de proteção de recursos naturais e serviços ambientais, como as políticas do tipo comando e controle ou instrumentos tributários e fiscais. Pelo contrário, o PSA pode fornecer novos recursos e fontes de financiamento para a conservação, e, aliado a outros instrumentos, melhorar o sustento de comunidades provedoras de serviços ambientais, ajudando a garantir a provisão desses serviços para a sociedade a longo prazo (Young & Bakker, 2015).

I.2 – Formas de implementação do Pagamento por Serviços Ambientais

O crescimento e desenvolvimento dos sistemas de Pagamento por Serviços Ambientais permitiu sua adequação a diversos contextos institucionais e econômicos muito diferentes. Dentre essas novas formas de PSA, algumas categorizações podem ser feitas de acordo com características importantes desses esquemas, como fonte de financiamento, forma de realização dos pagamentos, principal serviço ambiental considerado, entre outros fatores.

I.2.1 – Características e categorização

Uma maneira de se analisar essa questão parte do entendimento da esfera responsável pelo financiamento das ações, diferenciando iniciativas de PSA baseadas principalmente em acordos privados (seja por meio de ONG's, ou agentes privados com fins lucrativos) daqueles acordos mediados por governos (Young & Bakker, 2015). Pagamentos mediados por governos têm, geralmente, caráter mais amplo em relação aos serviços ambientais buscados com os programas, enquanto pagamentos baseados em acordos privados são em geral mais focalizados, buscando benefícios específicos.

Da mesma forma, é possível essa diferenciação pelo tipo de serviço ambiental que deve ser conservado a partir da iniciativa. Nesse caso, três tipos de serviço ambiental se destacam entre as ações de PSA existentes: os esquemas de PSA de carbono, seja a partir da conservação de estoques de formações florestais ou pela captura da atmosfera pela introdução de novas áreas florestadas; os esquemas de PSA de água, com diversas frentes de conservação da qualidade e disponibilidade hídrica; e o PSA de biodiversidade. (Wunder, 2005; Dalla Pria et al., 2013)

Outra possibilidade para a classificação do tipo de PSA existente é a consideração do tipo de atividade realizada pelos provedores, se para manutenção de serviços ambientais existentes ou para a restauração ou criação de novos serviços ambientais. Nessa diferenciação, se destacam principalmente duas formas de ação: a conservação de áreas florestadas, principalmente aquelas com forte pressão de desmatamento e a recuperação de áreas degradadas, seja por reflorestamento ou outras formas de regeneração. (Young et al. 2016; Costa & Mendes, 2018)

De toda forma, o desenho de uma iniciativa de PSA será de grande importância qualquer que seja a fonte de financiamento ou o serviço ambiental desejado. Esse desenho dependerá de diversos fatores relacionados ao contexto institucional em que está inserido, como as características dos agentes inseridos no contexto do PSA (Sommerville, 2009).

Uma característica importante do desenho institucional dessas iniciativas é o tipo de incentivo a ser utilizado. Wunder (2005) argumenta que o modelo de pagamento é determinante para a eficiência de um PSA, muitas vezes determinando a sustentabilidade do acordo entre as partes. Em alguns casos, o pagamento em dinheiro diretamente ao provedor pode ser a melhor forma, enquanto em outros, incentivos não-financeiros como treinamento em práticas sustentáveis ou facilidades para obtenção de crédito podem ter um impacto positivo maior sobre os donos da terra.

Além disso, distinguir quais agentes devem receber incentivos via PSA e quais não também é uma questão importante no desenho dessas iniciativas. Questões acerca da posse da terra, e da ameaça real aos serviços ambientais (adicionalidade), devem ser levadas em conta pelos tomadores de decisão (Wunder, 2005).

Dentre as diversas formas de aplicação dos princípios do PSA, a utilização deste instrumento para promover a recuperação de áreas degradadas e restauração dos serviços ambientais prestados por ecossistemas destruídos pode ter papel fundamental na política ambiental. Este tipo de esquema será analisado nesse trabalho de maneira a compreender as possibilidades da aplicação do PSA para a recuperação ambiental.

I.2.2 – O Pagamento por Serviços Ambientais para Recuperação

Ambiental

A recuperação de áreas florestadas é um imperativo para a sociedade brasileira. Não apenas os serviços ambientais providos pelas florestas são fundamentais para a manutenção da qualidade de vida, como também são abordados na legislação, notadamente no Novo Código Florestal Brasileiro³ (CFB). O CFB traz as determinações sobre as áreas a serem preservadas nas propriedades rurais, assim como as obrigações de recomposição de vegetação, em Reserva Legal (RL) e em Áreas de Preservação Permanente (APP), nas propriedades em desacordo com as disposições sobre a conservação.

Ao mesmo tempo, o Brasil determinou uma meta de reflorestamento de 12 milhões de hectares de floresta até 2030 através do Planaveg⁴, o que intensifica essa necessidade do ponto

³ A Lei de Proteção da Vegetação Nativa, que ficou conhecida como Novo Código Florestal Brasileiro foi instituída por meio da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.

⁴ O Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (Planaveg) foi lançado por meio da Portaria Interministerial nº 230, de 14 de novembro de 2017. O objetivo do Plano é “ampliar e fortalecer as políticas

de vista legal. O PSA pode ser uma fonte importante de financiamento para atingir esses objetivos, aliando a necessidade de recuperação de áreas de floresta com os incentivos econômicos apropriados para tal.

A recuperação de áreas florestadas pode se dar de diferentes formas, seja pelo replantio de mudas e acompanhamento do processo de crescimento ou pela desocupação total, de modo a permitir a regeneração natural da vegetação. Neste trabalho, não iremos definir uma forma ideal, mas considerar ambos em um contexto maior, entendendo que a identificação da melhor maneira de realizar a recuperação passa por uma análise das características caso a caso, fora do escopo mais geral pretendido.

A recuperação será considerada neste trabalho de maneira simplificada como a reintrodução de vegetação nativa, seja por replantio ou pela regeneração natural, entendendo que a recuperação da cobertura florestal traz diversos importantes benefícios pela restauração de serviços ambientais.

I.3 – Experiências de Pagamento por Serviços Ambientais

O Pagamento por Serviços Ambientais vem crescendo no século XXI como alternativa e complemento aos instrumentos de conservação convencionais, sendo que projetos de PSA já em execução existem em diversos países ao redor do globo. Em alguns deles, como o caso da marca de água mineral *Vittel*, da *Nestlé-Waters*, na comuna francesa homônima, esses esquemas de PSA funcionam a partir de arranjos basicamente privados, com participação do setor governamental através de suporte. Em outros casos, como do PSA da Costa Rica para redução do desmatamento, a participação do Estado é direta, através da regulação, fiscalização e realização dos pagamentos para os provedores dos serviços ambientais.

No Brasil, apesar do PSA ainda não ser adotado de maneira generalizada, diversas iniciativas baseadas nesse instrumento em execução se destacam, principalmente aquelas relacionadas à melhoria da disponibilidade e qualidade de recursos hídricos, principalmente no

públicas, incentivos financeiros, mercados, boas práticas agropecuárias e outras medidas necessárias para a recuperação da vegetação nativa de, pelo menos, 12 milhões de hectares até 2030, principalmente em áreas de preservação permanente (APP) e reserva legal (RL), mas também em áreas degradadas com baixa produtividade.” (MMA)

Disponível em: <http://www.mma.gov.br/florestas/politica-nacional-de-recuperação-da-vegetação-nativa>

bioma Mata Atlântica. Entre esses projetos de PSA com foco na água existentes, são encontrados exemplo das possibilidades e da eficácia da aplicação do instrumento de PSA para o país, de modo a proteger esses recursos hídricos, que geram diversos serviços ambientais, e cuja abundância vem sendo comprometida pela falta de empenho na sua gestão, com ocorrências de escassez em regiões importantes do país.

Nesta seção, serão abordadas algumas experiências de Pagamento por Serviços Ambientais, em outros países e no Brasil, especificamente no caso brasileiro para o bioma Mata Atlântica, ressaltando a forma como são postos em prática e seus pontos positivos, buscando compreender as especificidades associadas a diferentes modelos de PSA, e quais os principais desafios para a implementação de uma política de PSA na prática, visando ações de recuperação ambiental.

I.3.1 – Experiências de PSA ao redor do Mundo

Fora do Brasil, diversos esquemas de PSA se destacam em suas mais diferentes formas, demonstrando a capacidade desse mecanismo em prover melhorias na utilização dos recursos naturais e na manutenção da provisão de serviços ambientais.

PSA Costa Rica

A Costa Rica foi o primeiro país a criar um projeto de PSA a nível nacional, em 1997, cuja adoção parte da percepção de elevadas taxas de desmatamento no país, que reduziram entre as décadas de 1950 e 1980 a cobertura florestal da Costa Rica de 70% para 20% de sua área total. Desde sua implementação, quase um milhão de hectares de floresta receberam incentivos à conservação pelos pagamentos do programa, dentre os quais 90% para proteção, 6% para reflorestamento, 3% para manejo sustentável e 1% para regeneração, de modo que em 2010, 52% do território estava em alguma forma de cobertura florestal (Porrás et al., 2013).

Os recursos para o pagamento pelos serviços ambientais são principalmente governamentais, e estabelecidos em lei, através da taxação de combustíveis fósseis e água, mas contando também com recursos voluntários do setor privado a partir de serviços de certificação ambiental (Porrás, 2013). O orçamento do programa gira em torno de US\$ 35 milhões ao ano (Sáenz-Ferron et al., 2010), e tem como objetivo determinado pelo Ministério de Meio Ambiente e Energia em 2006 atingir a posição de neutralidade das emissões em 15 anos (MINAE, 2010).

O programa mistura diversas formas de regulação e recompensas, de modo a incentivar os agentes para a conservação, através de uma legislação que define a forma de financiamento, assim como aqueles aptos a participar. O PSA é intermediado pelo Fundo Nacional de Florestas (FONAFIFO), responsável pelos acordos e contratos com os detentores de florestas e fiscalização de conformidade com o programa por parte destes. Em contrapartida aos pagamentos, os proprietários transferem direitos sobre os serviços ambientais para o FONAFIFO, que gera créditos de serviços ambientais, e, posteriormente, uma parte desses são vendidos aos compradores (Porras et al., 2013).

O exemplo da Costa Rica demonstra como a utilização do instrumento da taxa Pigouviana pode ser utilizado na aplicação de uma política de PSA, garantindo fontes de financiamento bem definidas e continuadas. Além disso, a experiência da Costa Rica serve como um bom exemplo de como um PSA regulado principalmente pelo governo pode trazer resultados efetivos na conservação, a partir de uma política nacional que defina bem as atribuições e os principais atores a serem incluídos em sua regulamentação.

PSA Nova Iorque

Idealizado a partir da percepção das mudanças no padrão de ocupação da terra nas bacias que abastecem a cidade, o programa “Whole Farm”, em Nova Iorque pode ser considerado como uma das ações mais inovadoras em controle da qualidade da água em grandes cidades no mundo, contribuindo para a reversão da tendência de degradação deste recurso (Veiga, 2008). Este exemplo de política de PSA demonstra como a mudança no direcionamento do controle ambiental das ações de comando e controle para a abordagem dos serviços ambientais pode aumentar os benefícios e reduzir os custos em situações de externalidades causadas por poluição difusa.

O sistema de água de Nova Iorque abastece mais de nove milhões de pessoas, e após a década de 1980, o avanço da urbanização nas principais bacias hidrográficas que abastecem esse sistema passaram a ameaçar a disponibilidade de água limpa para a cidade no longo prazo. Devido a esse processo de urbanização, e o aumento da poluição difusa na bacia derivado deste, a bacia de Croton (que respondia por 10% da vazão total do sistema) passou a ter problemas de qualidade da água, criando a necessidade da construção de uma estação de tratamento de água com enormes custos, estimados na casa de US\$ 1 bilhão, além de um custo operacional de US\$ 50 milhões anuais. (Appleton, 2002)

Essa rápida deterioração da bacia despertou uma preocupação com as outras duas bacias que formam o sistema, as bacias Catskill e Dellaware (Cat-Del), nas quais apenas 30% da área estava sob domínio do poder público. O restante das áreas era tradicionalmente ocupado por fazendas familiares e pequenos vilarejos, com atividades de baixo impacto sobre a qualidade da água. Após os anos 80, essa tendência se modifica devido à dificuldade econômica de manutenção dessas atividades, levando esses fazendeiros à adoção de práticas mais intensivas, e assim, mais poluentes. Além disso, áreas não mais adequadas à agropecuária passaram a ser vendidas para construção de casas de férias, que agravaram ainda mais a situação da poluição nas bacias (Appleton, 2002).

Devido aos problemas na legislação dos EUA sobre controle de poluição difusa, a percepção geral sobre o problema era de que o processo de filtragem da água precisaria ser implantado em Cat-Del, assim como na bacia de Croton, e de que essa ação era inevitável. O custo estimado de tal obra seria de US\$ 4 a US\$ 6 bilhões de dólares, assim como um custo de US\$ 250 milhões anuais para sua operação, com enorme impacto sobre as taxas sobre água e esgoto pagas pelos cidadãos (Appleton, 2002).

Ao invés disso, foi posto em prática o programa “Whole Farm”, uma política de Pagamento por Serviços Ambientais implantada nessas regiões em um projeto desenvolvido pelos próprios fazendeiros, a partir de negociação com a Prefeitura, e que após 5 anos teve 93% de adesão por parte destes. O programa consistia na designação de equipes especializadas para elaborar para cada fazenda individualmente um plano de controle de poluição, de modo a maximizar sua efetividade e minimizar os custos, sempre de modo integrado ao plano de negócios de cada fazendeiro, sendo os custos de pessoal e de capital totalmente custeados pela prefeitura (Appleton, 2002). O programa gerou dessa forma uma eficiência não apenas com relação aos custos⁵, mas também na manutenção da viabilidade da atividade de agropecuária na região, vista nesta bacia como o uso da terra ideal para manutenção da qualidade da água.

Essa experiência extremamente bem-sucedida em Nova Iorque demonstra como a utilização de abordagens de PSA podem reduzir os custos e maximizar os benefícios individuais e sociais. Nesse caso, a utilização de uma abordagem baseada em serviços ambientais levou não apenas a melhores resultados sobre a qualidade ambiental, mas também a um custo bem

⁵ Segundo Appleton (2002), os custos referentes ao programa foram da ordem de 1/8 do custo que seria incorrido caso a perda da qualidade da água houvesse criado a necessidade da construção da estação de filtragem.

menor do que as abordagens ambientais tradicionais. Além disso, a experiência de Nova Iorque pode demonstrar a viabilidade de negociações com os agentes interessados, em substituição às políticas “de cima para baixo”, que ignoram as necessidades e os conhecimentos das partes.

PSA Vittel/Nestlé-Waters

O caso do PSA da empresa de água engarrafada Perrier-Vittel, mais tarde adquirida pela Nestlé-Waters, é emblemático para os sistemas de Pagamento por Serviços Ambientais. Este exemplo é talvez o mais próximo de um esquema de PSA “puro”, como a definição de Wunder (2005) preconiza. O desenho desse esquema passa principalmente por acordos privados e voluntários entre a Vittel e proprietários rurais em áreas a montante da sua fonte de água.

A percepção da necessidade de ação por parte da empresa ocorre a partir da observação de ameaça à produção de água no aquífero de Vittel, causado pela ocupação das áreas no entorno da bacia hidrográfica em que está localizada pela agropecuária, devido ao tipo de prática de manejo produtivo. O diferencial de competitividade desta empresa é a alta qualidade da água, medida através da concentração de algumas substâncias em seu ponto de captura, e uma vez que esta ultrapasse padrões estabelecidos, perderia certificados de qualidade e, conseqüentemente, perderia o poder de mercado que permite a manutenção de seus preços acima dos concorrentes. Dessa forma, a manutenção da qualidade da água é de extrema importância para manter-se no mercado de água engarrafada para a empresa (Perrot-Maître, 2006).

Com essa necessidade em mente, a Vittel realizou um grande esforço de levantamento de dados sobre as condições necessárias para manter a qualidade da água nos níveis determinados. A conclusão dos estudos foi de que seriam necessárias mudanças no manejo das áreas de agropecuária, incluindo grandes mudanças nas atividades realizadas à época pelos proprietários. Essas mudanças incluíram a utilização de pecuária extensiva, migração para a atividade de pecuária leiteira, melhoria no manejo de esterco do gado e a eliminação do cultivo de milho por parte dos fazendeiros, o que evitaria a utilização de agrotóxicos (Veiga, 2008; Perrot-Maître, 2006).

O programa foi posto em prática após mais ou menos dez anos de negociação, e foram concordados contratos entre 18 e 30 anos de duração, prevendo a mudança de utilização da terra, associada a uma remuneração anual para manter uma renda contínua enquanto as mudanças são estabelecidas, além de subsídio para a compra das máquinas e outros

equipamentos necessários e capacitação dos fazendeiros. Também foram resolvidas pendências financeiras dos fazendeiros, que em geral tinham débitos relacionados a empréstimos de longo prazo utilizados para aquisição da terra. É importante notar que os valores referentes aos contratos levaram em conta o custo de oportunidade das terras, ao invés do benefício derivado pela empresa (Veiga, 2008).

Em média, durante os primeiros sete anos de implementação o PSA Vittel pagou para proprietários de terra em torno de 980 euros por hectare por ano, somando um valor em torno de 24,25 milhões de euros (INRA, 1997). Associado a isso, não há estimativas do benefício gerado por esse esquema de PSA, mas este benefício deve levar em conta a lucratividade da atividade de água mineral da Vittel no longo prazo.

Esta experiência demonstra a possibilidade de arranjos privados, onde a atuação do Estado está restrita ao suporte e ao desenvolvimento das instituições, sob as quais os contratos serão desenhados e concordados. Além disso, essa experiência traz lições importantes sobre a capacidade de articulação necessária para construção de um projeto de PSA bem-sucedido. Neste caso, o fator principal para o sucesso da iniciativa não foi financeiro, mas o entendimento de toda a dinâmica relacionada às atividades nas fazendas, e das necessidades dos diferentes tipos de proprietários (Perrot-Maître, 2006). Esse exemplo nos mostra a importância de um correto entendimento dos incentivos necessários para a viabilidade de um esquema privado de PSA, assim como demonstra que incentivos além de pagamentos diretos aos proprietários podem funcionar de melhor forma como esses incentivos.

I.3.2 – Experiências de PSA no Brasil e na Mata Atlântica

Uma vez que o objetivo deste trabalho é dimensionar os custos e benefícios da recuperação especificamente para o bioma Mata Atlântica, sob a perspectiva de um programa de PSA, nesta subseção serão analisadas as experiências de PSA que já ocorrem no bioma, com destaque para aquelas que visam ações de reflorestamento ou outras formas de recuperação ambiental. Apesar de apenas algumas ações serem exemplificadas aqui, o levantamento desse tipo de iniciativa já vem sendo realizado, demonstrando o potencial de crescimento das medidas de PSA no país⁶.

⁶ Ver MMA (2010) e Pagiola et al. (2012).

Programa Conservador das Águas (Extrema – MG)

O Programa Conservador das Águas, realizado pelo município de Extrema (MG) é um projeto pioneiro no Brasil, por ser o primeiro arranjo de PSA municipal no país (Bakker, 2014). Este programa é de grande relevância na manutenção de nascentes hídricas, uma vez que as bacias abrangidas pelos pagamentos fazem parte do Sistema Cantareira, que abastece mais de 8,8 milhões de pessoas na região metropolitana de São Paulo (Veiga & Galvão, 2010).

O projeto foi concebido inspirado na metodologia do Programa Produtor de Água da Agência Nacional de Águas (ANA), diferenciando-se desse, entretanto, por ter também o objetivo de regularização ambiental e melhorias no sistema de saneamento das propriedades, enquanto o programa da ANA abrange apenas o abatimento de sedimentação a partir da adoção de práticas conservacionistas (Chaves et al., 2004). Esta necessidade de regularização, existente para todas as propriedades da bacia de referência fora avaliada em projetos anteriores realizados pelo município, levando em 2005 à criação do programa com este propósito (Pereira, 2012).

O programa foi desenhado com o pagamento mensal aos proprietários, baseado no custo de oportunidade das propriedades, medido pelo valor de arrendamento médio de pastagens⁷ por hectare por ano, que em 2005 correspondia a R\$120. Os critérios para adoção ao programa foram definidos para os proprietários, que devem ter propriedade na sub-bacia do projeto com área igual ou maior que dois hectares e ter uso da água regularizado por meio de outorga. O valor dos pagamentos proposto foi de R\$ 141 por hectare por ano, com referência a unidade fiscal de Extrema (UFEX), valor equivalente a 100 UFEX (R\$ 198 em 2012). Os pagamentos foram considerados para a área total das propriedades participantes (Pereira, 2012).

Além dos pagamentos nominais aos proprietários, também são oferecidos aos proprietários os projetos técnicos, com todos os insumos e mão-de-obra necessários para o cumprimento das metas estabelecidas (Pereira, 2012). Diversos parceiros auxiliam na implementação do programa, mas a fonte principal de financiamento é a arrecadação do município oriunda do ICMS Ecológico, e embora sejam os consumidores de água abastecidos pelas sub-bacias contempladas pelo programa os grandes beneficiados, estes não arcam com seu financiamento (Bakker, 2014).

⁷ A principal atividade dos agropecuária nestas propriedades é a pecuária de leite e de corte extensiva de baixa tecnologia (Pereira, 2012), justificando a utilização do arrendamento das áreas de pastagem como *proxy* para o custo de oportunidade.

O Conservador de Água em Extrema pode ser considerado um sucesso, visto que participação neste é de quase 100% dos proprietários nas bacias, totalizando 100 propriedades com 2.850 hectares no ano de 2011, e todos os contratos pagos integralmente e renovados por mais 4 anos. Foram contabilizados aumentos na cobertura vegetal de 10% da área de uma bacia (dobrando o percentual total anterior) e de 20% da área de outra bacia (elevando o percentual desta para 30% de sua área), fatores responsáveis pela manutenção da qualidade das águas (Pereira, 2012). Essa iniciativa do município de Extrema demonstra como uma ação municipal pode gerar benefícios ambientais a partir de medidas de PSA, contando principalmente com recursos orçamentários próprios, que são uma fonte de financiamento mais ou menos estável.

Projeto Oásis

O projeto Oásis é um programa de Pagamento por Serviços Ambientais realizado pela Fundação Grupo Boticário de Proteção da Natureza (FGB), iniciado em 2006 e que até 2016 já foi implantado em 7 localidades: Região Metropolitana de São Paulo-SP, Apucarana-PR, São Bento do Sul-SC, Brumadinho-MG, Corredores Ecológicos Timbó e Chapecó-SC, São José dos Campos-SP e APA do Pratigi-BA (FGB et al., 2017). As primeiras experiências do Projeto, em São Paulo e Apucarana são largamente reconhecidas, tendo recebido diversos prêmios de sustentabilidade⁸ desde seu lançamento. O objetivo do programa é premiar os agentes responsáveis por ações de conservação, de modo a fortalecer a proteção de remanescentes (Nunes et al., 2012).

O projeto inicial em São Paulo foi desenhado tendo como referência a Área de Proteção aos Mananciais da Região Metropolitana de São Paulo, localizado na bacia do Guapiranga, manancial mais ameaçado do sistema que abastece a região (Nunes et al., 2012), e que abastece quase 4 milhões de pessoas, com objetivo de manter um modelo integrado de conservação de áreas naturais, assim como reduzir os custos de tratamento da água na região (FGB, 2011).

A metodologia adotada no projeto Oásis-SP, desenvolvido pela FGB, foi inédita no Brasil, partindo da valoração do serviço ambiental em si pelo método do Custo de Reposição⁹, diferentemente daqueles baseados no custo de oportunidade. A definição das áreas contempladas foi definida a partir da avaliação das bacias de modo a gerar o maior benefício

⁸ <http://www.fundacaogrupoboticario.org.br/pt/o-que-fazemos/oasis/pages/default.aspx>

⁹ Método de valoração baseado no custo incorrido para retornar o serviço ambiental à condição anterior, ou substituir a utilidade derivada de seu uso por outro equivalente (Seroa da Motta, 1997).

possível, de acordo com a capacidade de geração hídrica por unidade de área. Os pagamentos, realizados semestralmente, foram financiados por doação pela Mitsubishi Corporation Foundation for the Americas, enquanto os recursos para gestão e monitoramento foi da própria FGB (Nunes et al., 2012).

Com o sucesso da iniciativa em São Paulo, o projeto foi replicado em Apucarana (PR) por pedido da Secretaria de Meio Ambiente e Turismo do município (SEMATUR), com objetivo de melhorar a qualidade de vida e aumento da qualidade da água nas nascentes do município, que abastecem 400 mil pessoas (Nunes et al., 2012). O projeto se diferenciou do anterior pela introdução de novos critérios ambientais, como existência de nascentes ou de RPPN¹⁰, visando incentivar a proteção das florestas e nascentes, aumentar a cobertura vegetal, implantar ações de saneamento ambiental, promover a adoção de práticas conservacionistas de solo e recuperação de áreas degradadas (Bakker, 2014).

Inicialmente, o projeto não incluía o custo de oportunidade no cálculo, assim como a área das propriedades. A metodologia foi alterada para uma mais flexível posteriormente, passando a levar em conta as características econômicas destas áreas (em sua maioria com produção agrícola, ao contrário das propriedades contratadas em São Paulo, onde a terra agrícola é usada por muitos para lazer, ao invés da produção agrícola), levando em consideração os custos de oportunidade e levando em consideração somente as áreas naturais a serem conservadas e áreas que serão destinadas a restauração (Young et al., 2012). O projeto Oásis de Apucarana é financiado por recursos da Empresa de Saneamento e Abastecimento do Paraná (SANEPAR), referentes a 1% do faturamento desta no município, além de receitas de ICMS Ecológico (Veiga & Galvão, 2011). Os pagamentos são repassados mensalmente com valores que variam entre R\$ 924 e R\$ 6.922 por ano (Nunes et al., 2012).

A experiência do projeto Oásis no Brasil demonstra uma possibilidade de alinhamento entre diversos agentes privados em acordos de PSA, ao mesmo tempo evidencia algumas dificuldades. Em ambos os projetos, a grande dificuldade encontrada pela FGB foram as fontes de financiamento para a realização dos pagamentos aos proprietários, o que impediu uma maior expansão do projeto para mais propriedades (Nunes et al., 2012). Apesar disso, em 2016 todo o projeto já conta com 505 propriedades beneficiadas, conservando mais de 5 mil hectares de área naturais, além de 340 nascentes (FGB, 2016).

¹⁰ Reserva Particular do Patrimônio Natural.

CAPÍTULO II – METODOLOGIA E DADOS

Este capítulo apresenta as considerações metodológicas acerca da aplicação do PSA como instrumento de recuperação ambiental. A metodologia definida aqui será utilizada no próximo capítulo deste trabalho com objetivo de demonstrar os impactos de possíveis aplicações desse instrumento na Mata Atlântica.

De modo a entender de que forma a recuperação ambiental na Mata Atlântica pode funcionar a partir de um PSA, foram levadas em consideração as percepções encontradas nas experiências existentes desse instrumento. Entre os principais pontos a serem levantados, estão a definição das áreas que serão consideradas aptas a receber as ações, a avaliação dos custos que serão incorridos para incentivar a participação pelos proprietários destas terras, e os serviços ambientais gerados a partir da implementação das ações de recuperação ambiental. Há, também, outros pontos importantes a serem abordados na perspectiva desse sistema de PSA.

A definição das fontes de financiamento dos recursos para pagamento dos benefícios financeiros aos proprietários (como demonstrado pelo caso do Projeto Oásis) pode ser uma grande barreira para a aplicação do instrumento em larga escala. Além disso, também é de grande relevância o contexto institucional em que este programa estará inserido, dado pela regulamentação do instrumento de PSA que ainda não é claramente definido. Essa não definição impacta, entre outros pontos, a definição da forma e condições dos incentivos (financeiros ou não-financeiros, periodicidade, etc.) aos provedores dos serviços ambientais.

O escopo deste trabalho será limitado à análise dos custos e benefícios gerados pela recuperação ambiental, a partir da definição de áreas das áreas de referência, e serão considerados cenários de prazo relativamente longo, abrangendo um período de 15 anos, com realização dos pagamentos por igual período. Os demais pontos levantados, apesar de serem de grande importância para a aplicação prática do instrumento de PSA, serão tratados apenas de maneira indireta ou pontual, de maneira a simplificar a análise. Ainda assim, a discussão sobre esses pontos numa possível aplicação do PSA no sentido proposto aqui, são de extrema importância e não devem ser tratados como triviais.

II.1 – Definição das áreas para aplicação do PSA

Como apresentado anteriormente, a recuperação de áreas de vegetação nativa é fundamental para a preservação de diversos serviços ambientais, e é definida pelo Código Florestal como uma das formas para regularização das propriedades que não atendem aos requisitos de Reserva Legal e APP. Ao mesmo tempo, no bioma Mata Atlântica, a recuperação se torna ainda mais importante devido por se tratar do bioma mais degradado do Brasil, com apenas 15,4% (SOSMA, 2016) de sua cobertura vegetal remanescente original, além de abrigar a maior parte da população do país, que dependem direta e indiretamente dos serviços ambientais provenientes das florestas ainda existentes.

Considerando a necessidade de regularização existente, aliada aos benefícios gerados pela reintrodução de vegetação em áreas degradadas, as áreas utilizadas como referência para ações de PSA neste trabalho serão determinadas pelo Passivo Ambiental de Reserva Legal e APP nos municípios do bioma Mata Atlântica. Assim, serão analisadas algumas possíveis aplicações do instrumento de PSA com objetivo de regularização ambiental por meio da recuperação nessas áreas.

Os valores referentes ao Passivo Ambiental na Mata Atlântica utilizados neste trabalho serão os disponibilizados no Atlas Agropecuário (Imaflora, 2017), calculados a partir de dados do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SiCAR) e outras informações de cadastro fundiário, juntamente com dados de cobertura florestal. Essa base de informações apresenta a necessidade de regularização ambiental das propriedades tanto com relação à Reserva Legal, como para as APPs Hídricas (APPs de nascentes e cursos d'água). Os valores do Passivo Ambiental de RL e APP para o bioma Mata Atlântica estão expressos por estado na tabela 1.

Tabela 1. Passivo Ambiental de APP e RL na Mata Atlântica – Total por UF (ha)

Estado	Déficit de APP Total (ha)	Déficit de RL Total (ha)	Passivo Ambiental Total (ha)
AL	37.993	67.917	105.910
BA	388.086	602.051	990.138
ES	218.093	77.154	295.247
GO	19.094	82.083	101.177
MG	932.813	324.375	1.257.187
MS	37.249	182.959	220.208
PB	16.217	25.807	42.023
PE	60.992	55.827	116.819
PR	1.234.875	421.749	1.656.624
RJ	111.887	75.485	187.372
RN	5.548	12.204	17.752
RS	208.359	205.627	413.985
SC	169.516	87.985	257.501
SE	42.307	28.502	70.808
SP	564.260	486.962	1.051.223
Mata Atlântica	4.047.290	2.736.685	6.783.975

Fonte: Imaflora (2017).

Pelas estimativas do Imaflora (2017), as áreas em déficit com a legislação ambiental no bioma somam um total de 6,8 milhões de hectares, sendo destes 4 milhões de hectares referentes a APPs hídricas e 2,7 milhões de hectares referentes ao total de Reserva Legal. Esse valor total corresponde a aproximadamente 46% das áreas existentes de remanescente florestal na Mata Atlântica (SOSMA, 2016), e representam pouco mais de um terço do total do Passivo Ambiental no Brasil (18,7 milhões de hectares, segundo o Atlas). É importante notar que essas áreas não contabilizam APPs não-hídricas (topos de morro, encostas, etc.) cuja proteção também é definida no CFB, mas as estimativas representam ainda assim a maior parte do Passivo total existente.

Como pode ser observado, a área de déficit em APP supera em número o déficit de RL no bioma. Essa percepção é importante, uma vez que aponta a maior degradação justamente nas áreas de maior importância ambiental, principalmente com relação a qualidade e disponibilidade de recursos hídricos. Dessa forma, torna-se duplamente prioritária a recuperação de áreas de APP, pela situação mais crítica de degradação e pelo fator ambiental de regulação hídrica, dada a ameaça à disponibilidade dos recursos hídricos no bioma, vide a crise hídrica no estado de São Paulo, agravada pela baixa existência de remanescentes em nascentes de abastecimento (Calixto, 2014).

II.2 – Custos de Implementação

A recuperação ambiental, qualquer que seja a sua forma de implementação, envolve custos relevantes. Nesta seção, serão abordados os custos de implementação de uma política de Pagamento por Serviços Ambientais na Mata Atlântica, de modo a apresentar uma análise posterior da viabilidade de uma tal política, e das possibilidades para a aplicação do PSA para a Recuperação Ambiental no bioma.

Uma vez que se supõe a utilização do PSA como meio para realização dessas ações de recuperação ambiental, é necessário a avaliação de dois custos distintos associados a essas iniciativas, e que serão incorridos pelos usuários dos serviços ambientais. São estes o Custo de Oportunidade das terras a serem incorporadas em atividades de recuperação ambiental, e também o Custo de Recuperação Florestal, associado às práticas a serem implementadas nessas áreas para promover o aumento de cobertura florestal.

Ambos os custos serão utilizados neste trabalho seguindo os valores de referência da base SISGEMA, calculados por Young et al. (2016). A descrição da metodologia de cálculo dos Custos de Oportunidade da Terra e de Recuperação Florestal dessa base de informações, assim como os valores de referência para o bioma Mata Atlântica serão apresentados nessa seção.

II.2.1 – Custo de Oportunidade da Terra

O Custo de Oportunidade da Terra (COT) é entendido como o valor monetário que o proprietário de terra poderia auferir ao empregar esta em atividade agropecuária, ou seja, o valor que este proprietário deixaria de receber ao abdicar da utilização econômica da terra. O COT representa, assim, o valor monetário pelo qual o proprietário estaria disposto a abrir mão da produção agropecuária para empregar as áreas em fins conservacionistas, como ações de recuperação ambiental.

Como pode ser observado nas experiências de PSA apresentadas anteriormente, a definição do valor do benefício a ser pago aos proprietários que disponibilizam suas áreas rurais para projetos que visam a melhoria da provisão dos serviços ambientais deve levar em conta esse Custo de Oportunidade, que representa um incentivo que compensa os provedores de serviços ambientais pela não utilização dessas terras para fim alternativo. Dessa maneira, a

introdução do COT é fundamental para a definição dos custos associados à implementação de projetos de Recuperação.

O COT calculado em Young et al. (2016) é composto a partir de três metodologias distintas, de modo a atenuar possíveis vieses de cálculo de uma ou outra em função da qualidade dos dados disponíveis. Os valores aqui utilizados são calculados no estudo como a média entre os três modelos, para cada município brasileiro, explicitados em R\$ por hectare por ano.

A primeira metodologia de cálculo do Custo de Oportunidade foi realizada a partir da utilização de uma estimativa da rentabilidade média da terra empregada na agropecuária em cada município no Brasil como *proxy* para o COT. Este valor foi estimado a partir de dados do valor da produção agropecuária municipal do IBGE. Foram calculados os valores médios da rentabilidade para três diferentes usos da terra nos municípios: agricultura, pecuária e silvicultura. A partir dos valores da produção municipal desses três usos, o Custo de Oportunidade médio foi determinado pela média das rentabilidades ponderada pela proporção da área de cada uma das três atividades no município de referência.

A segunda estimativa para o COT foi feita a partir da estimação do valor médio do arrendamento a partir do preço da terra observado. O preço da terra para cada município foi calculado a partir de uma extrapolação dos preços declarados na Pesquisa Agriannual (Informa Economics FNP, 2014) de matas, lavouras e pastagens referentes às regiões em que estão inseridos, definidas na pesquisa. Os valores por categoria de uso da terra foram ponderados pela área de cada uma dessas categorias, gerando um preço médio da terra no município. A partir desse preço médio da terra, foi aplicada uma taxa de desconto para estimar o valor anual do arrendamento, utilizado como *proxy* para o COT.

O terceiro cálculo do Custo de Oportunidade foi realizado a partir de um modelo econométrico, para estimar o preço da terra no município. Esse modelo teve como variável endógena o preço da terra, definido a partir de características físicas e econômicas determinantes em cada município. Ao valor do preço médio da terra estimado pelo modelo, assim como na segunda estimativa, foi aplicada uma taxa de desconto para se chegar ao valor médio anual do arrendamento no município.

Apesar das diferentes metodologias utilizadas para a estimação do Custo de Oportunidade nos municípios, os valores encontrados convergem entre si em ordem de grandeza. Devido às limitações de cada método individualmente, e seguindo a sugestão

proposta em Young et al. (2016), neste trabalho será utilizada uma média simples entre as três estimativas do COT, realizando as devidas correções destes para valores em R\$ de 2017 pelo deflator implícito do PIB. Considerando o período de pagamento de 15 anos do programa de PSA, será utilizado o valor total dos desembolsos, medidos em valor presente¹¹.

Tabela 2. Custo de Oportunidade da Terra – Média por UF (R\$ de 2017)

Estado	Média do COT (R\$/ha/ano)	VP 15a - Média do COT (R\$/ha)
AL	571	5.876
BA	429	4.417
ES	872	8.977
GO	733	7.547
MG	548	5.644
MS	738	7.598
PB	370	3.811
PE	529	5.447
PR	1.086	11.184
RJ	574	5.914
RN	310	3.187
RS	1.245	12.821
SC	1.291	13.295
SE	444	4.570
SP	817	8.416
Mata Atlântica	847	8.719

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do SISGEMA (Young et al., 2016)

A tabela 2 apresenta os valores médios do Custo de Oportunidade para cada estado, considerando apenas os municípios no bioma Mata Atlântica, como definidos no Atlas Agropecuário (Imaflora, 2017). O valor médio do COT para os municípios da Mata Atlântica é de R\$847, que representa um total em valor presente de R\$ 8.719 para 15 anos. Os valores são maiores nos estados de maior produtividade da agropecuária, ultrapassando uma média de R\$ 1.000 por hectare no Paraná (estado com maior Passivo Ambiental do bioma), Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

A partir dos Custos de Oportunidade, pode-se definir formas de priorização para o pagamento dos benefícios associados a utilização do PSA. Em geral, a aplicação ótima dos

¹¹ Considerando uma taxa de desconto de 6% a.a., seguindo os valores de referência de Young et al. (2016).

recursos financeiros será aquela onde se obtenha o maior retorno por unidade de gasto, seja em relação à maior extensão de área recuperada possível, ou em relação ao maior benefício ambiental por R\$ despendido. Nesse trabalho, o menor custo será um dos fatores de priorização para aplicação do PSA, mas, como pode ser observado no caso do Paraná, nem sempre o critério de menor custo por área atenderá as áreas de maior necessidade de recuperação.

II.2.1 – Custos de Recuperação

Os Custos de Recuperação (CR) se referem aos custos que devem ser incorridos em ações de recuperação de vegetação nativa em áreas já desmatadas. O pagamento do Custo de Recuperação em uma ação de PSA deve ser incorrido, adicionalmente ao pagamento do Custo de Oportunidade da Terra, de modo a custear as ações de recuperação, seja por reflorestamento com plantio de mudas, seja por métodos de regeneração natural da vegetação.

Os custos associados à recuperação usados nesse trabalho, calculados em Young et al. (2016), têm como base o estudo de diversas bibliografias sobre os tipos e quantidades de insumos utilizados em processos de recuperação da vegetação em áreas desmatadas. Para tanto, foram calculados dois custos relacionados a ações de recuperação: Custo de Cercamento (CC) e o Custo de Recuperação das áreas.

O Custo de Cercamento se refere ao gasto necessário para a instalação de cercas ao redor da área destinada ao projeto de recuperação. Esse custo foi calculado a partir de dados sobre preço dos insumos necessários para as cercas, incluindo o pagamento de mão-de-obra. Young et al. (2016) calculam um valor entre R\$ 2.660 e R\$ 3.049 (valores ajustados para R\$ de 2017), com pouca variabilidade, uma vez que os custos e quantidades de insumos para o cercamento são calculados para todo o Brasil, variando apenas o custo da mão-de-obra, calculado como uma média por estado.

O Custo de Recuperação das áreas, relacionado ao tratamento do solo e plantio de mudas na propriedade, além de acompanhamento e manutenção dos processos de reflorestamento, foi calculado levando em conta diversos fatores regionais. Entre esses fatores, os custos variam com relação ao preço de mão-de-obra, densidade de mudas empregadas nas áreas por bioma, preço médio de mudas no varejo e atacado, quantidade e preço dos insumos (herbicidas, formicidas, adubo, etc.) relacionados às ações de limpeza do solo e implantação do projeto de reflorestamento. Esse custo não inclui o valor do Cercamento.

Esses custos são considerados para dois cenários de aplicação. O primeiro, envolve o acompanhamento apenas até a implantação do reflorestamento, com manutenção no primeiro ano. O segundo, envolve uma manutenção para três anos no total, incorrendo em custos principalmente de coroamento e combate às formigas, incluindo mão-de-obra. Os valores para a Mata Atlântica do Custo de Cercamento e Recuperação estão dispostos na tabela 3.

Tabela 3. Custos de Cercamento e Recuperação – Média por UF

Estado	Média do Custo de Cercamento (R\$/ha)	Média do Custo de Recuperação (R\$/ha)
AL	2.680	12.311
BA	2.706	12.381
ES	2.853	12.668
GO	2.957	20.722
MG	2.854	12.551
MS	2.951	20.798
PB	2.673	11.886
PE	2.687	12.109
PR	2.912	14.696
RJ	2.848	12.517
RN	2.715	12.550
RS	2.950	15.586
SC	3.018	16.651
SE	2.747	13.369
SP	3.048	15.737
Mata Atlântica	2.905	14.362

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do SISGEMA (Young et al., 2016)

Os custos de recuperação têm um valor que varia entre R\$ 11.886 em média na Paraíba e R\$ 20.798 em média no Mato Grosso do Sul, com valor médio de R\$ 14.362 (R\$ de 2017) para o bioma Mata Atlântica. Esses valores se referem ao cenário de maior custo, com manutenção dos projetos de recuperação por 3 anos, com mudas a preços baixos, e adicionando custos de transporte dos insumos e administração dos projetos. Esses valores serão utilizados nesse estudo como referência para a faixa superior do Custo de Recuperação, somando-se ao Custo de Cercamento e ao valor do Custo de Oportunidade, enquanto a faixa inferior corresponde apenas aos custos de Cercamento e de Oportunidade. Dada a baixa quantidade de remanescentes florestais no bioma, em grande parte do bioma a regeneração natural (correspondente à faixa de custos inferior) não seria adequada, necessitando ações diretas de replantio.

II.3 – Benefícios Associados

A recuperação ambiental pode gerar diversos benefícios na forma de serviços ambientais. Ações desse tipo poderiam se encaixar nas quatro principais categorias de serviços ambientais com projetos de PSA existentes: carbono, água, biodiversidade e beleza cênica. Dentre alguns desses serviços ambientais, estão a capacidade de estocagem de carbono, redução de assoreamento em corpos hídricos, melhoria da capacidade de infiltração no solo, melhoria da qualidade da água gerando redução dos custos de tratamento, criação de corredores ecológicos que contribuem para a manutenção da biodiversidade, composição de paisagens com potencial de visitação, entre outros.

Dentro dessa grande gama de serviços ambientais providos pela recuperação de áreas degradadas com reestabelecimento da cobertura florestal, muitos são de difícil mensuração, principalmente considerando uma abrangência do tamanho do bioma Mata Atlântica. Ganhos de biodiversidade e beleza cênica não podem ser quantificados de maneira simples, e também para serviços como atratividade de ecoturismo ou turismo de observação de aves necessariamente são determinados por questões espaciais específicas que não são compatíveis com o escopo mais amplo deste trabalho.

Desta forma, a definição dos benefícios a serem considerados nesse trabalho levam em conta essas dificuldades inerentes de uma análise geral dos serviços ambientais providos pelo programa de PSA. Neste caso, os benefícios considerados serão aqueles de mais fácil quantificação e entendimento.

A definição dos benefícios ambientais a serem considerados com o estabelecimento do PSA seguem a separação apresentada em Young et al. (2016) com relação à atividade de recuperação ambiental. Serão, portanto, tratados os benefícios referentes à captura de carbono atmosférico pelo reflorestamento das áreas desmatadas, a redução da erosão do solo pela mudança do tipo de uso da terra, e, mais pontualmente e de maneira não numérica, a proteção à biodiversidade.

Dessa forma, os benefícios apresentados aqui devem ser vistos como uma referência das possibilidades de aumento na provisão de serviços ambientais por ações de recuperação. Trata-se de uma estimativa de alguns dos benefícios, de forma que o impacto positivo total da recuperação será sempre subestimado, ao se considerar apenas uma parte de todos os benefícios.

II.3.1 – Captura de Carbono

A captura ou sequestro de carbono pela regeneração de estruturas florestais tem papel importante no combate às mudanças climáticas causadas pelas atividades humanas. Devido à capacidade de estocagem de carbono, as florestas podem ser consideradas como uma das principais formas de abatimento das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE).

Neste trabalho serão utilizadas como referência as taxas de captura de carbono atmosférico estimadas para os biomas brasileiros em Palermo (2011). Especificamente para a Mata Atlântica, o valor considerado para captura no estudo é de 5,92 tC/ha/ano. Utilizaremos como referência a unidade de emissões de dióxido de carbono equivalente, que corresponde a uma taxa de sequestro de carbono de 21,71 tCO₂e/ha/ano.

Essa taxa deve ser entendida como um valor médio, uma vez que as diferenças na densidade de árvores para cada localidade, assim como a utilização de diferentes espécies nativas e exóticas, levarão a uma taxa de sequestro maior ou menor do que o valor de referência. Além disso, apesar de ser expressa em uma unidade temporal de um ano, o processo de captura de carbono e de estabelecimento da biomassa se dá de maneira irregular no tempo, a diferentes taxas anuais de acordo com a idade dos reflorestamentos.

Ainda assim, uma vez que o processo de recuperação será considerado para um período relativamente longo, de 15 anos, a utilização de uma taxa anual de captura única não será de maior importância, dado que o objeto mais importante considerado será o estoque total de carbono capturado ao longo dos projetos de recuperação.

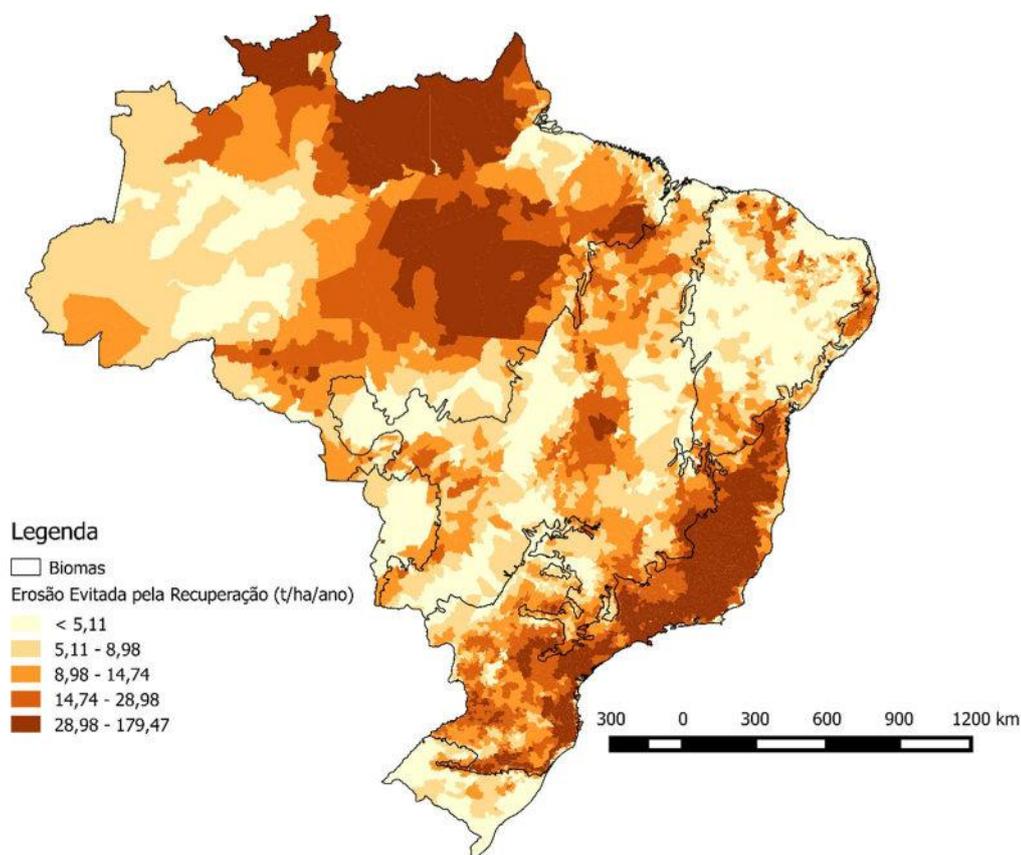
II.3.2 – Redução de Erosão do Solo

O segundo benefício considerado nesse trabalho diz respeito à redução de erosão ocasionada pela mudança de cobertura do solo. A redução da erosão tem impactos positivos sobre a disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos, reduzindo o assoreamento de corpos d'água e contribuindo também para a geração de energia hidrelétrica, pela redução do assoreamento de reservatórios. Dado que a utilização do PSA para conservação de recursos hídricos é uma das formas mais utilizadas do instrumento ao redor do mundo, a mensuração do benefício da recuperação em termos de erosão evitada é de grande relevância para a decisão das áreas incorporadas em um PSA.

A estimativa do diferencial de erosão que deixaria de acontecer com a recuperação foi calculada para todos os municípios do Brasil em Young et al. (2016). Essa estimativa foi feita a partir da utilização do modelo de Equação Universal de Perda do Solo (USLE), que fornece uma estimativa da quantidade de erosão ocorrida em determinada área medida em toneladas por hectare por ano. A USLE possui poder preditivo satisfatório (Risse et al., 1993; Tiwari et al., 2000), apesar de ser um modelo simples de cálculo, e, portanto, pode ser considerada uma estimativa razoável considerando a extensão em que foi aplicada no estudo, para todo o território nacional.

A USLE é calculada a partir de fatores de influência no potencial erosivo do solo, considerando 4 fatores principalmente: erosividade da chuva, erodibilidade do solo, topografia e cobertura do solo. Na metodologia adotada em Young et al. (2016), o benefício de redução da erosão é calculado a partir do diferencial entre os valores da USLE considerando a substituição de cobertura do solo com a recuperação ambiental. No estudo é considerada a diferença de erosão com a substituição de áreas de pastagem por áreas de floresta.

Mapa 1. Erosão Evitada pela Recuperação – Média por Município (t/ha/ano)



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do SISGEMA (Young et al., 2016)

Cabe destacar que os valores de erosão média por hectare no bioma Mata Atlântica calculados por Young et al. (2016) é o mais alto dentre os biomas brasileiros, como pode ser observado no mapa 1. Ou seja, o benefício associado à redução de erosão por recuperação da cobertura vegetal é ainda maior no bioma comparado ao restante do país. Isso se deve principalmente pela ocorrência de terrenos mais acidentados no bioma, com maior declividade.

É possível dessa maneira perceber que a recuperação na Mata Atlântica tem alto impacto sobre a disponibilidade e qualidade de recursos hídricos, que são afetados diretamente pela perda de solo decorrente da erosão, entre outros benefícios gerados pela existência de cobertura florestal em áreas de mananciais.

CAPÍTULO III – ESTIMATIVAS E CENÁRIOS DE UM PSA PARA A RECUPERAÇÃO AMBIENTAL NA MATA ATLÂNTICA BRASILEIRA

Este capítulo tem por objetivo apresentar possibilidades para a utilização de esquemas de PSA para recuperação ambiental na Mata Atlântica, a partir da aplicação de alguns cenários relacionados a quantidade de recursos, dimensão de projetos e serviço ambiental priorizado na definição do escopo. Para tanto, serão utilizados os dados e a metodologia apresentados no capítulo anterior.

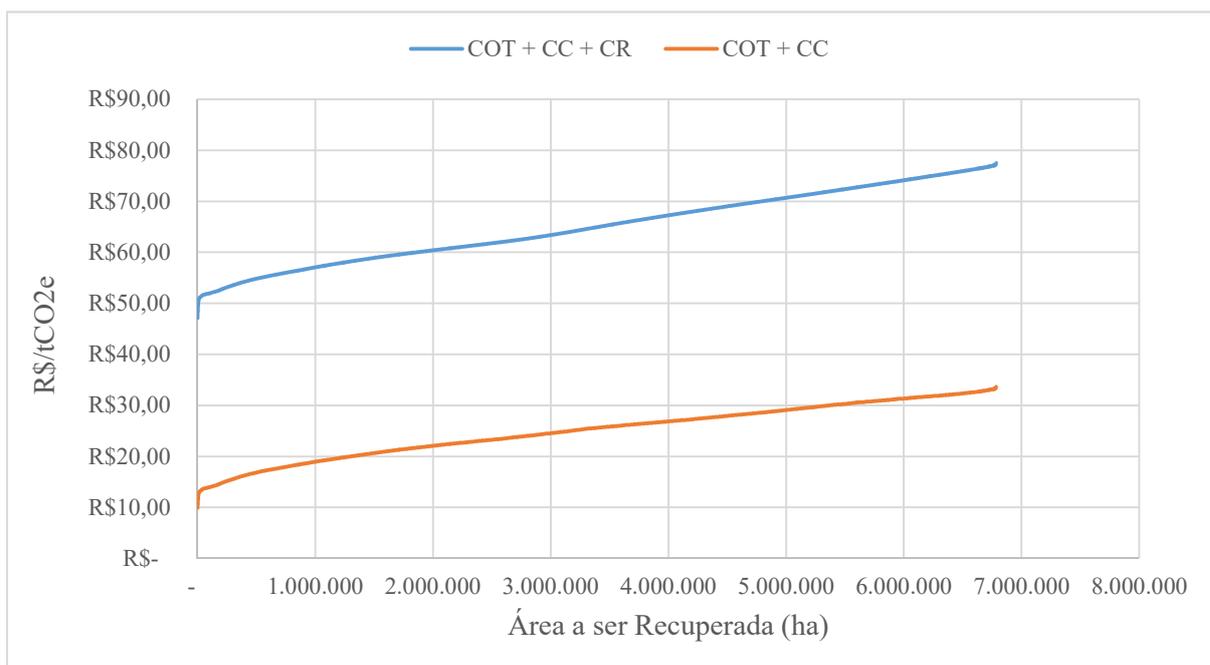
Serão considerados quatro cenários para a aplicação de um sistema de PSA para recuperação ambiental. Os cenários 1 e 2 apresentam exercícios de priorização pelo benefício gerado por unidade de custo. O primeiro cenário considera uma possibilidade de se transacionar o carbono estocado nas áreas de reflorestamento. O segundo, considera a aplicação de um PSA com finalidade de conservação de recursos hídricos, a partir da análise da redução de erosão. O terceiro cenário analisa os custos e benefícios para se zerar o Passivo Ambiental na Mata Atlântica. O quarto cenário apresenta um exercício que considera um aporte de recursos para financiamento das ações de recuperação baseado no valor “perdido” pelos cortes no orçamento do Ministério do Meio Ambiente, especificamente os recursos para regularização de imóveis rurais. Todos os cenários levam em conta o custo piso (Custo de Oportunidade e Cercamento) e custo teto (Custo de Oportunidade, Cercamento e Recuperação).

III.1 – Destinação das áreas Recuperadas pelo PSA para geração de Créditos de Carbono

O primeiro cenário levará em conta a possibilidade de destinar os projetos de PSA, a partir do benefício referente à mitigação de GEE por captura de carbono, para geração de certificados transacionáveis de redução de emissões. Apesar de não ocorrerem mecanismos que permitam a mitigação de emissões a partir de ações de reflorestamento, esse exercício dará a dimensão de quão possível poderia ser essa solução, e a qual preço da tonelada dióxido de carbono seria possível atender um programa PSA para recuperação.

Foi estabelecida a faixa de preço entre o menor custo (Custo de Oportunidade e Cercamento) e o maior custo (adicionados os Custos de Recuperação), e a captura foi considerada no horizonte de 15 anos.

Gráfico 2. Curva de Oferta de Recuperação pelo preço do Crédito de Carbono



O gráfico 2 apresenta o preço da tCO₂e necessário em um suposto esquema de venda de crédito de carbono por mitigação de emissões pela recuperação, a partir do custo de implantar a recuperação por um PSA. Com um preço da tonelada de dióxido de carbono de R\$ 33,60, seria possível recuperar todo o Passivo Ambiental a partir de uma abordagem de regeneração natural, enquanto com uma abordagem de reflorestamento das áreas de Passivo, seria possível a regularização com o preço em R\$ 77,50 por tonelada.

Usando como referência o mercado de crédito de carbono europeu, o preço médio transacionado na série histórica entre os meses agosto de 2005 e março de 2018 é de € 11,82, o que corresponde a um valor próximo de R\$ 43¹². Com esse valor, seria possível recuperar todo o déficit considerando a realização apenas de regeneração natural, cenário improvável dada a baixa quantidade de remanescentes no bioma, que tornam necessário o reflorestamento em boa

¹² A uma taxa de câmbio de R\$ 3,67/€ (média mensal no ano de 2017).

parte das áreas que possam vir a receber ações de recuperação. Ao se considerar um cenário de recuperação com replantio nos moldes de maior custo, o preço mínimo para recuperação seria de pouco mais de R\$ 47, valor maior do que o considerado para a tonelada no mercado europeu.

Ainda que a implementação de um mercado de carbono que inclua ações de recuperação para certificação de abatimento de emissões ocorra, a viabilidade da utilização do mercado desses certificados transacionáveis para realização da recuperação na Mata Atlântica dependeria fortemente de uma valorização do preço da tonelada de CO₂e.

III.2 – Exercício para PSA-Água

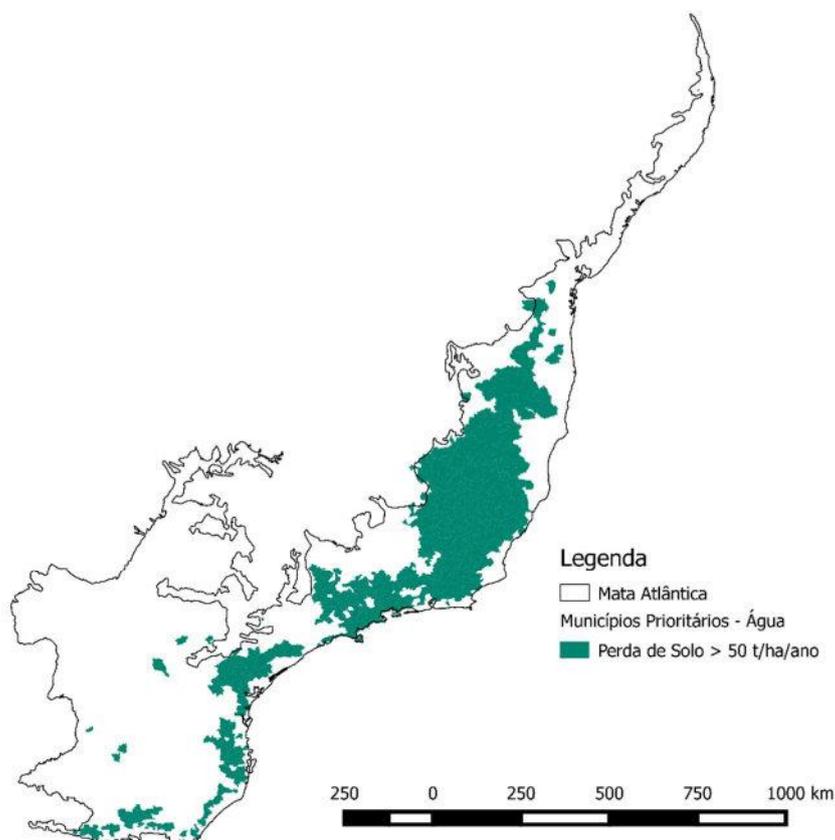
Considerando um PSA com objetivo de manutenção da qualidade e disponibilidade hídrica, o benefício de maior importância a se considerar dentro do quadro utilizado neste trabalho é o de redução da erosão pela mudança no uso do solo. Neste sentido, de modo a compreender a possibilidade de utilização da recuperação em um PSA-Água, este exercício leva em conta os custos de recuperação nas áreas de maior potencial de impacto sobre os recursos hídricos, definidos pelos de maior potencial erosivo.

Tabela 4. Categorias de grau de erosão

Perda de Solo (t/ha/ano)	Grau de Erosão
< 10	Nenhuma ou ligeira
10 – 50	Moderada
50 – 200	Alta
> 200	Muito alta

Fonte: Galdino et al. (2003)

Para tanto, realizamos um exercício de recuperação do déficit ambiental em todos os municípios com média de erosão considerada alta ou muito alta a partir da definição de Galdino et al. (2003), apresentado na tabela 4.

Mapa 2. Municípios com Grau de Erosão alta e muito alta

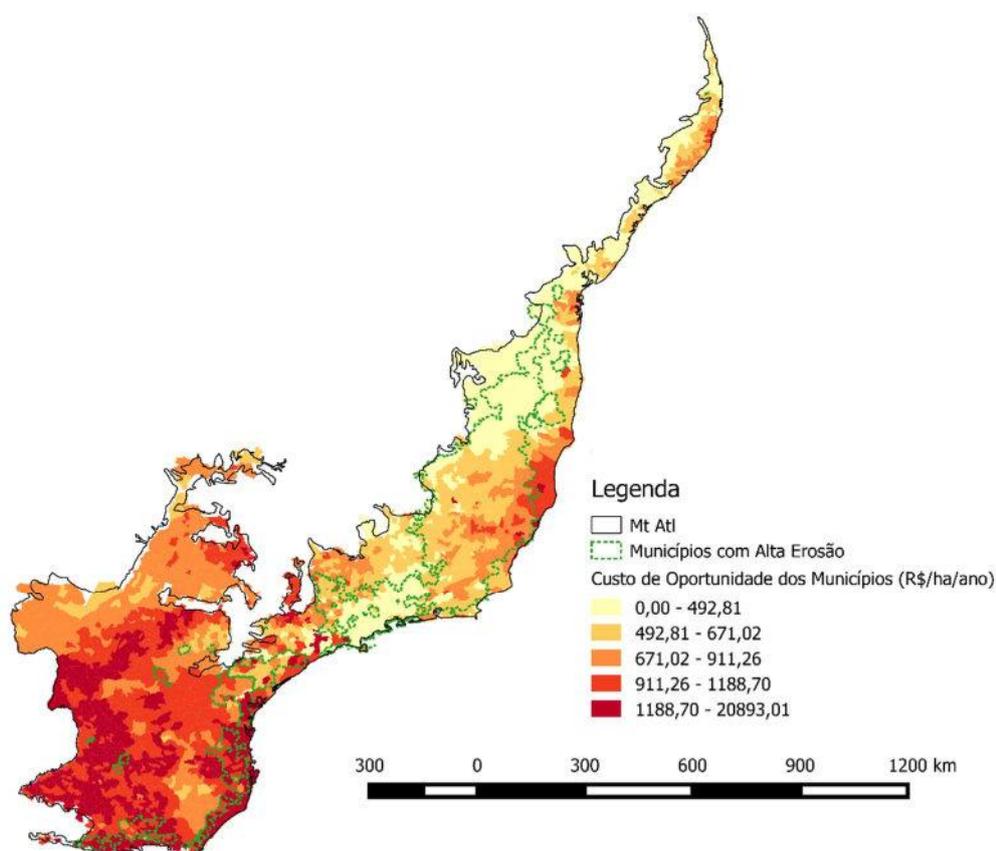
Adotando essa definição de Galdino et al. (2003), 725 municípios se enquadram na categoria de grau de erosão do solo muito alta, representados no mapa 2. Foi considerada para o exercício a recuperação de todo o Passivo Ambiental desses municípios. O intuito do exercício é encontrar o melhor resultado pelo custo, de forma que os municípios onde a recuperação é mais barata serão considerados como os primeiros a serem recuperados.

Tabela 5. Custos e Benefícios da Recuperação das Áreas de Erosão Alta e Muito Alta (> 50 t/ha/ano)

Área	Passivo Ambiental a ser Recuperado (ha)	
	1.581.932	
Custos	Custo - Piso (R\$ milhão)	Custo - Teto (R\$ milhão)
	14.446	35.145
Benefícios	Erosão Evitada (t/ha/ano)	Captura de Carbono (tCO₂e/ano)
	118.086.515	34.338.462

Como apresentado na tabela 5, a recuperação das áreas com alto potencial de erosão corresponderia a regularização de 1,6 milhão de hectares de área rural, que representa 23% de todo o déficit no bioma. Para tanto, seria necessário um pagamento entre R\$ 14,4 bilhões e R\$ 35,1 bilhões em valor presente para 15 anos, e haveria uma redução da perda de solo na ordem de 118 milhões de t/ano. Além disso, também haveria uma captura de 34,3 milhões de tCO₂e por ano.

Mapa 3. Custo de Oportunidade dos Municípios com maior Erosão



O mapa 3 apresenta a relação entre o Custo de Oportunidade da terra e as áreas de maior erosão no bioma. As áreas de maior erosão estão localizadas em geral em uma faixa de COT médio, contendo também algumas das áreas de menor Custo de Oportunidade e poucas de Custo mais alto. Isso pode ser explicado pela relação entre maior declividade e maior erosão, sendo essas áreas de maior declividade, geralmente, também de menor rentabilidade. Dessa forma, a priorização do serviço ambiental de redução da erosão pode ser uma situação de ganho-ganho, com maximização do benefício ao mesmo tempo que os custos são baixos.

De modo a dimensionar um dos benefícios gerados pela erosão, será empregada a metodologia de cálculo para valoração do serviço de redução da erosão, apresentada por

Fernandes et al. (2014). Esta metodologia considera o preço de retirada de sedimentos como um dos custos causados pela erosão do solo, e será, portanto, um custo abatido pela redução de erosão proveniente da recuperação das áreas. O valor de referência é de R\$ 11 por tonelada de sedimentos (corrigido para R\$ de 2017). O valor foi multiplicado pelo total do benefício de redução de erosão por 15 anos, seguindo a metodologia deste trabalho, que gera um abatimento de um custo de R\$ 13,4 bilhões, calculados em valor presente. Esse valor, entretanto, deve ser olhado com cuidado, uma vez que a USLE superestima a deposição de sedimentos decorrente da erosão no solo nas áreas, principalmente aquelas mais distantes de corpos hídricos.

É importante observar que o abatimento do custo de remoção de sedimentos não corresponde ao valor total do benefício em relação aos recursos hídricos gerados pela recuperação ambiental. A utilização deste serve como ilustração de um dos vários importantes impactos positivos do aumento da cobertura vegetal.

Adicionalmente, se considerarmos conjuntamente ao valor abatido de erosão o valor da tonelada de carbono de R\$ 43, o benefício de captura de carbono em valor presente para os 15 anos seria de R\$ 15,2 bilhões, o que equivaleria a um valor total para os dois benefícios de R\$ 28,6 bilhões. Em um horizonte de integração de ambos os serviços ambientais, seria possível a realização de formas de recuperação adequadas para cada região específica, uma vez que o valor chega próximo à faixa superior dos custos.

III.3 – Recuperação para Regularização Ambiental

Este cenário levará em conta os custos e benefícios associados a aplicação de um PSA que consiga realizar a regularização ambiental de 100% das áreas de APP em déficit com o Código Florestal na Mata Atlântica, ou de todo o Passivo Ambiental no bioma. Para tanto, será utilizada a metodologia e os dados de custos e benefícios apresentados no Capítulo II, de modo a estimar qual seria o valor necessário para financiar esse PSA e quais os benefícios derivados das ações de recuperação.

Serão considerados também os valores monetários associados aos benefícios, conforme postos nos dois primeiros cenários, aplicando um preço de R\$ 43 para a tonelada de CO₂e e de R\$ 11 para a tonelada de perda de solo. O cenário leva em conta a duração da ação de PSA por 15 anos, com o pagamento do Custo de Oportunidade por todo esse período, além dos custos de Cercamento e Recuperação para a implementação dos projetos.

O déficit de APP nos municípios da Mata Atlântica é de pouco mais de 4 milhões de hectares. Para a recuperação desse déficit em um esquema de PSA com duração de 15 anos, seriam incorridos os custos e gerados os benefícios apresentados na tabela 6.

Tabela 6. Custos e benefícios da recuperação de todo o déficit de APP

Área	Déficit de APP a ser Recuperado (ha)	
		4.047.290
Custos	Custo - Piso (R\$ milhão)	Custo - Teto (R\$ milhão)
	45.247	102.225
Benefícios	Erosão Evitada (t/ha/ano)	Captura de Carbono (tCO ₂ e/ano)
	142.293.572	87.853.167

Como mostra a tabela, a utilização de um PSA para recuperação dos 4 milhões de hectares de APP em déficit com o Código Florestal custaria entre R\$ 45,3 bilhões e R\$ 102,2 bilhões. Seria evitada a perda de 142 milhões de toneladas de solo por ano, e seriam capturados 88 milhões de toneladas de CO₂e, que correspondem a um valor de respectivamente R\$ 16,1 bilhões e R\$ 38,9 bilhões, ou um total de R\$ 55 bilhões para os dois serviços ambientais considerados.

Replicando o exercício utilizado na recuperação das APPs para todo o Passivo Ambiental da Mata Atlântica, os custos e benefícios associados à recuperação são os apresentados na tabela 7.

Tabela 7. Custo e benefícios da recuperação de todo o Passivo Ambiental

Área	Passivo Ambiental a ser Recuperado (ha)	
		6.783.975
Custos	Custo - Piso (R\$ milhão)	Custo - Teto (R\$ milhão)
	74.309	171.125
Benefícios	Erosão Evitada (t/ha/ano)	Captura de Carbono (tCO ₂ e/ano)
	202.458.980	147.257.477

Como apresentado na tabela, seriam necessários gastos em torno de R\$ 74,3 bilhões e R\$ 171,1 bilhões para implementar um PSA que recuperasse os 6,8 milhões de hectares de Passivo Ambiental existentes na Mata Atlântica. A recuperação dessas áreas geraria benefícios na ordem de 202 milhões de toneladas de erosão evitada por ano, e 147 milhões de toneladas de CO₂e capturado por ano. Esses benefícios correspondem a um valor de R\$ 23 bilhões no caso da erosão evitada, e de R\$ 65 bilhões para a captura de carbono, calculados em valor presente considerando um período de 15 anos.

Para dimensionar o benefício de se recuperar todo o déficit florestal da Mata Atlântica, a quantidade de carbono abatido pelo cenário de recuperação de APP corresponde a 3,9% do total de emissões brutas de GEE no Brasil no ano de 2016, segundo dados do Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG)¹³. Com a regularização de todos os imóveis do bioma para APP e Reserva Legal, seriam capturados o equivalente a 6,5% das emissões brasileiras para 2016.

III.4 – Exercício de Possibilidades diante do Corte Orçamentário

Este último cenário apresentado no capítulo consistiu de um exercício de projeção de uma atuação governamental no financiamento das ações de PSA para recuperação ambiental, a partir de recursos orçamentários.

Observa-se que o gasto em meio ambiente é subfinanciado (Young & Santoro, 2011) de maneira permanente no tempo, sendo contingenciado mesmo em momentos de grande crescimento e sofrendo cortes diante da realidade de crise fiscal em anos mais recentes. O objetivo desse exercício é realizar uma retrospectiva através do orçamento, e demonstrar que, essa abordagem de reduções nos gastos ambientais inibe ações que poderiam gerar benefícios relevantes, partindo da percepção das reduções de gastos com a pauta ambiental evidenciados pelo WWF (2018), em particular o valor reduzido para ser empregado em “Regularização dos Imóveis Rurais”.

¹³ Disponíveis em: http://plataforma.seeg.eco.br/total_emission

Para a definição do valor que será utilizado como referência, foram somadas as perdas apresentadas pelo WWF (2018) no orçamento para “Regularização dos Imóveis Rurais”, ao longo dos anos 2015 e 2018, que vai de R\$ 69,3 milhões para R\$ 4,7 milhões, uma redução de 95%. Essa perda de orçamento, calculada com o orçamento de 2015 como referência, foi aplicada para os anos desse período, e projetada para os anos seguintes (supondo a manutenção do valor real do orçamento de 2018 nos anos posteriores), num horizonte de 15 anos. Os valores foram corrigidos e calculados para valor presente, de forma a gerar uma dotação de recursos para serem utilizados em uma política de PSA para recuperação.

Tabela 8. Recuperação com aporte orçamentário

Custo	Valor do Orçamento (R\$ milhão)	
		752
Área	Pagamento do Teto do Custo (ha)	Pagamento do Piso do Custo (ha)
	43.543	162.104
Benefícios	Erosão Evitada (t/ha/ano)	Captura de Carbono (tCO₂e/ano)
	762.356 - 3.815.531	945.165 - 3.518.734

O valor total considerado, em valor presente para 15 anos, é de R\$ 752 milhões. A tabela 8 apresenta a área total possível de conservação com o emprego desse recurso, assim como os benefícios derivados da recuperação utilizando-os. Poderiam ser recuperados e regularizados entre 43,5 mil e 162 mil hectares de áreas rurais na Mata Atlântica, gerando um benefício de redução de erosão do solo de entre 726 mil e 3,8 milhões de toneladas por ano, e de captura de carbono entre 945 mil e 3,5 milhões de toneladas de CO₂e por ano. Esses benefícios corresponderiam a um valor total entre R\$ R\$ 504 milhões e R\$ 2 bilhões.

A oportunidade de aplicação desses recursos para a implementação de uma política de PSA, auxiliando na regularização ambiental dos produtores e promovendo a ampliação dos serviços ambientais, está sendo perdida pelo governo. Entretanto, a possibilidade de se recuperar grandes extensões de terra deveria ser considerada pelo setor público, uma vez que há possibilidade de se alinhar essas ações com as metas ambientais assumidas internacionalmente pelo país.

Ainda assim, dados os benefícios associados à recuperação, assim como os custos associados a esta, há grande espaço para a utilização do PSA como política ambiental, assim como sua utilização como instrumento de mercado para negociação entre privados. Seja qual for a forma de implementação, uma melhor definição institucional, e incentivos para a sua adoção, são necessários para que o PSA possa vir a ser um instrumento implementado em larga escala.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados e das comparações realizadas, é possível concluir que o Pagamento por Serviços Ambientais pode ser um importante instrumento para recuperação na Mata Atlântica. Além disso, pode também funcionar como um acelerador no processo de regularização ambiental das propriedades em descumprimento das exigências do Código Florestal.

Apesar de ser um instrumento com possibilidades interessantes para incluir a utilização de incentivos positivos na conservação da natureza, sua aplicabilidade prática parece estar restringida a pequenas iniciativas, tanto públicas quanto privadas. No quadro geral atual, a generalização do instrumento de PSA parece altamente improvável em ambas as esferas. Para tanto, é necessária uma correta definição das fontes de financiamento, dos serviços ambientais a serem transacionados e outros aspectos institucionais relevantes.

No caso do setor privado, a falta de incentivos tanto para a demanda quanto oferta de serviços ambientais, parece ser um dos principais empecilhos a uma maior utilização de instrumentos baseados em serviços ambientais, causando uma escassez de recursos para financiamento de projetos.

Na esfera pública, o PSA esbarra na falta de uma regulamentação ou política que induza sua utilização. O financiamento dessa agenda por vias orçamentárias parece ser extremamente improvável dada a crise fiscal e o contingenciamento já em curso e inerente na perspectiva futura. Mais do que isso, a agenda ambiental não é prioridade para a esfera pública historicamente.

O gargalo de financiamento, apesar de não abordado diretamente nesse trabalho, é um tema fundamental à discussão do PSA. Fontes alternativas para o financiamento de ações de PSA como o pagamento pelo uso da água (Young et al., 2016), a utilização de *royalties* da exploração de combustíveis fósseis (Bakker, 2014), ou a utilização de instrumentos como o ICMS ecológico – como utilizado nos projetos Conservador das Águas e Oásis – são possibilidades a serem exploradas.

Mesmo assim, como os exercícios aqui propostos sugerem, apesar dos altos custos associados à recuperação ambiental, – principalmente em uma região onde o custo de oportunidade é relativamente mais alto – os benefícios gerados pela reintrodução de cobertura florestal podem compensar o ônus.

Ainda que os benefícios considerados neste trabalho sejam subestimados pela complexidade de se calcular todos os efeitos da recuperação e pela limitação de escopo da pesquisa, a comparação dos cenários indica que uma valorização dos ativos ambientais e uma definição dos direitos de propriedade sobre as externalidades pode fazer com que uma utilização em larga escala do PSA pode ser viável.

É necessário, entretanto, a percepção das sinergias existentes entre os diversos serviços ambientais providos pelas florestas. Por esse motivo, a consideração separada de diferentes serviços ambientais de mesma origem, age em prejuízo ao melhor aproveitamento do instrumento. A percepção desses serviços de maneira integrada deve ser um objetivo para as iniciativas de PSA, de modo a captar maior quantidade de recursos para o financiamento dessas ações, além de criar uma percepção mais abrangente dos benefícios difusos que a conservação pode gerar.

O PSA, entretanto, não deve ser visto como única alternativa para sanar o grave déficit ambiental existente, devido às suas limitações expressas aqui. Sua utilização de maneira integrada com políticas e ações que tenham objetivo de tornar a conservação uma necessidade econômica, mais do que somente uma necessidade humanitária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APPLETON, A. F. (2002) *How New York City Used an Ecosystem Services Carried out Through an Urban-Rural Partnership to Preserve the Pristine Quality of Its Drinking Water and Save Billions of Dollars*. Paper presented at the Meeting of Forest Trends, Tokyo, November 2002.

BAKKER, L.B. (2014) *O papel dos royalties do petróleo na institucionalização de uma política de pagamento por serviços ambientais: estudo de caso para a conservação da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro*. Dissertação de Mestrado. PPED/IE/UFRJ.

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

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

CALIXTO, B. (2014) *A diminuição da mata nos mananciais e a lição da seca em São Paulo*. Revista Época, Blog do Planeta. Disponível em: <https://epoca.globo.com/colunas-e-blogs/blog-do-planeta/noticia/2014/10/bdiminuicao-da-matab-nos-mananciais-e-blicao-da-secab-em-sao-paulo.html>

CÁNEPA, E. M. (2010) *Economia da poluição*. In: MAY, P. H. (Org.). *Economia do meio ambiente: teoria e prática*. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 79-98.

CHAVES, H. et al (2004) *Quantificação dos benefícios ambientais e compensações financeiras do Programa do Produtor de Água (ANA)*. Teoria. Agência Nacional de Águas – ANA – Brasília, DF.

COASE, R. H. (1960) *The Problem of Social Cost*. Journal of Law and Economics, 3 (October), p. 1-44.

COSTA, L. A. N.; MENDES; M. P. (2018). *Custos e Benefícios da Conservação e Recuperação Ambiental: Um Estudo Das Possibilidades para um PSA Nacional*. V Prêmio Serviço Florestal Brasileiro em Estudos de Economia e Mercado Florestal. Brasília.

DALLA PRIA, A., DIEDERICHSEN, A.; KLEMZ, C. (2013) *Pagamento por Serviços Ambientais—uma estratégia para a conservação ambiental nas regiões produtivas do Brasil?/Payment for Ecosystem Services—A strategy for environmental conservation in productive agricultural regions of Brazil?.* Sustentabilidade em Debate, 4(1), 317-340.

FIANI, R. (2011) *Cooperação e conflito: instituições e desenvolvimento econômico*. Rio de Janeiro: Elsevier, Cap. 3, p. 57-82.

FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO DE PROTEÇÃO À NATUREZA (FGB) (2011) *Projeto Oásis – São Paulo*. Resumo Executivo.

_____. (2016) *Relatório Anual 2016*. p. 75. Disponível em: <http://www.fundacaogrupoboticario.org.br/pt/quem-somos/pages/relatorio-anual.aspx>

Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza (FGB); The Nature Conservancy do Brasil (TNC); Ministério do Meio Ambiente (MMA); Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH (2017) *Guia para Formulação de Políticas Públicas Estaduais e Municipais de Pagamento por Serviços Ambientais*. p. 77. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/publicacoes/biodiversidade/category/143-economia-dos-ecossistemas-e-da-biodiversidade>

GALDINO, S.; VIEIRA, L.M.; SORIANO, B.M.A. (2003) *Perdas de solo na bacia do alto Taquari*. Corumbá. Corumbá, Embrapa Pantanal. 40p. (Boletim técnico, 52).

GUEDES, F. B.; SEEHUSEN, S. E. (2011) *Pagamento por serviços ambientais na mata atlântica: lições aprendidas e desafios*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF.

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

INFORMA ECONOMICS FNP (2014) *AGRIANUAL 2014: Anuário da agricultura brasileira*. Informa Economics FNP, São Paulo.

INRA (1997) *Les Dossiers de l'Environnement de l'INRA*. No. 14.

MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT - MEA (2005) *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington DC. Disponível em português em: <http://www.maweb.org/documents/document.446.aspx.pdf>.

MINAET (2010) *Proyecto NEEDS Opciones de Mitigación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Costa Rica: Hacia el Carbono Neutralidad en 2021*. Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones de Costa Rica; INCAE Business School; Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central. Disponível em: http://unfccc.int/files/cooperation_and_support/financial_mechanism/application/pdf/costa_rica_needs_final_report_spanish.pdf

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA (2007) *Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização - Portaria MMA nº9, de 23 de janeiro de 2007*. / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. – Brasília: MMA, 2007.

NUNES, M.L.S.; TAKAHASHI, L. Y.; FERRETI, A.R.; KRIECK, C. A. (2012) *Projeto Oásis São Paulo e Apucarana*. In: PAGIOLA, S.; GLEHN, H. C. V. e TAFFARELLO, D., *Experiências de pagamentos por serviços ambientais no Brasil*. SMA/ CBRN, Ed. São Paulo, pp. 49-66.

PAGIOLA, S.; VON GLEHN, H.C. TAFFARELLO, D. (2012) *Experiências de pagamentos por serviços ambientais no Brasil*. Secretaria do Meio Ambiente. São Paulo, 336 p.

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, COPPE/UFRJ.

- PEREIRA, P.H. (2012) *Conservador das águas - Extrema*. In: PAGIOLA, S.; GLEHN, H. C. V. e TAFFARELLO, D., Experiências de pagamentos por serviços ambientais no Brasil. SMA/CBRN, Ed. São Paulo, pp. 29-42.
- PERMAN, R. et al. (2003) *Natural Resource and Environmental Economics*. 3rd Ed.
- PERROT-MAÎTRE, D. (2006) *The Vittel Payments for Ecosystem Services: A 'Perfect' PES Case?* Project Paper, no. 3. London: IIED.
- PIGOU, A. C. (1932) *The Economics of Welfare*. 4th Ed.
- PORRAS, I. (2013) *Learning from 20 years of payments for ecosystem services in Costa Rica*. International Institute for Environment and Development, London.
- PORRAS, I. (2013) Payments for environmental services: lessons from the Costa Rica PES programme. Munich Personal RePEc Archive.
- RISSE, L.M.; NEARING, M.A.; NICKS, A.D. & LAFLEN, J.M. (1993) *Error assessment in the universal soil loss equation*. Soil Sci. Soc. Am. J., 57:825-833.
- SÁENZ-FAERRÓN, A. et al (2010) *Propuesta para la preparación de Readiness R-PP Costa Rica*. Presented at the Forest Carbon Partnership Facility (FCPF).
- SEROA DA MOTTA, R. (1997) *Manual de valoração econômica de recursos ambientais*. Brasília: IPEA/MMA.
- SOMMERVILLE, M.; JONES, J. P.G.; MILNER-GULLAND, E. J. (2009) *A Revised Conceptual framework for payments for environmental services*. Ecology and Society, Nova Scotia, v. 14, n. 34.
- 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. (2000) *Evaluation of WEPP and its comparison with USLE and RUSLE*. Trans. Am. Soc. Agron. Eng., 43:1129-1135.
- VEIGA, F. (2008) *A construção dos mercados de serviços ambientais e suas implicações para o desenvolvimento sustentável no Brasil*. Tese de Doutorado, CPDA/UFRRJ. p. 286.
- VEIGA, F; GALVADÃO, M. (2011) *Iniciativas de PSA de Conservação dos Recursos Hídricos na Mata Atlântica*. In: GUEDES, F. B.; SEEHUSEN, S. E., Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios. MMA, Ed. Brasília, pp. 123-146.
- WUNDER, S. (2005) *Payments for environmental services: some nuts and bolts*. Center for International Forestry Research (CIFOR), Occasional Paper n. 42.
- _____. (2007) *The Efficiency of Payments for Environmental Services in Tropical Conservation*. Conservation Biology. Vol. 21 Issue 1. P. 48-58.
- _____. (2015) *Revisiting the concept of payments for environmental services*. Ecological Economics 117, 234–243.

WWF (2017) *Cortes no Orçamento da União para 2018 Atingem Unidades de Conservação e Combate ao Desmatamento*. Disponível em: https://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/ploa_mma_definitivo_baixa.pdf

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

YOUNG, C. E. F., BAKKER, L, FERRETTI, A. R., KRIECK, C. A., ATANAZIO, R. (2012) *Implementing payments for ecosystem services in Brazil: Lessons from the Oasis Project*. In: XII Biennial Conference of the International Society for Ecological Economics (ISEE), Rio de Janeiro.

YOUNG, C. E. F., BAKKER, L. B. D. (2015) *Instrumentos econômicos e pagamentos por serviços ambientais no Brasil*. In: Forest Trends (ed.) *Incentivos Econômicos para Serviços Ecosistêmicos no Brasil*. p.33-56. Rio de Janeiro: Forest Trends.