



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de

Recursos Hídricos

Carolina Porto Ricardo da Silva

**Pagamento por serviços ambientais hídricos no bioma Mata Atlântica: uma
análise comparativa**

Rio de Janeiro

2019

Carolina Porto Ricardo da Silva

Pagamento por serviços ambientais hídricos no bioma Mata Atlântica: uma análise comparativa

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Curso de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROF-ÁGUA), na Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Regulação e Governança de Recursos Hídricos

Orientador: Prof. Dr. Friedrich Wilhelm Herms

Rio de Janeiro

2019

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/C

S586 Silva, Carolina Porto Ricardo da.
Pagamento por serviços ambientais hídricos no bioma Mata Atlântica:
uma análise comparativa / Carolina Porto Ricardo da Silva – 2019.
60.: il.

Orientador: Friedrich Wilhelm Herms.
Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro,
Centro de Tecnologia e Ciências.

1. Recursos hídricos – Administração – Brasil – Teses. 2.
Sustentabilidade – Mata Atlântica – Teses. 3. Águas subterrâneas – Mata
Atlântica – Teses. 4. Pagamentos por serviços ambientais – Teses. I.
Herms, Friedrich Wilhelm. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
Centro de Tecnologia e Ciências. III. Título.

CDU 556.18(81)

Bibliotecária responsável: Taciane Ferreira da Silva / CRB-7: 6337

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta
dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Carolina Porto Ricardo da Silva

Pagamento por serviços ambientais hídricos no bioma Mata Atlântica: uma análise comparativa

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Curso de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROF-ÁGUA), na Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Regulação e Governança de Recursos Hídricos.

Aprovada em 10 de dezembro de 2019.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Friedrich Wilhelm Herms (Orientador)
Instituto de Oceanografia – UERJ

Prof. Dr. Marcus Polette
Instituto de Oceanografia – UERJ

Prof. Dr. Aluísio Granato de Andrade
Embrapa Solos

Rio de Janeiro

2019

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Edvaldo (*in memoriam*) e Jane. Vocês que, com tanto esforço e dedicação iniciaram tudo isso, guiando ao caminho da educação e do conhecimento. Agradeço pelos ensinamentos, apoio e incentivo na busca por minhas realizações pessoais e profissionais.

Mãe. Você que foi a maior incentivadora para o caminho da educação. Tão visionária, prática e inspiradora! Obrigada por ter me direcionado e possibilitado alcançar tantas conquistas. A você, mãe e mestre da minha vida, dedico mais este título.

Pai. Agradeço por ter semeado tudo isso lá no início. Você que estaria tão orgulhoso em vivenciar mais esta conquista, obrigada por tanta dedicação e empenho durante a vida.

À minha família, a base e referência mais essencial da minha vida. Agradecimento em especial à Maria José (Avó), Fernando (irmão) e Livia (prima) por tantos estímulos, inspirações e apoio.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Agência Nacional de Águas (ANA) através do Projeto CAPES/ANA AUXPE N°. 2717/2015. Agradeço ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) pelo apoio técnico científico oferecido, e a ANA e a CAPES pelo apoio ao ProfÁgua aportado até o momento.

À UERJ e aos docentes do ProfÁgua. A estes agradeço por todo o empenho, dedicação, competência e conhecimento compartilhado. À instituição, tão importante e singular na educação pública e gratuita deste país, UERJ obrigada pela oportunidade!

Ao meu orientador Friedrich Wilhelm Herms. Obrigada pela orientação, competência, profissionalismo e dedicação. Foi o principal responsável pela inspiração e direcionamento deste trabalho. Sua sabedoria, dom no ensino da ciência e capacidade em orientar fez toda a diferença no caminho dentro do ProfÁgua. Foi uma grande honra tê-lo como orientador. Você é inspirador!

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Marcus Polette e Prof. Dr. Aluísio Granato que tão gentilmente aceitaram participar e colaborar com esta dissertação. Ao Dr. Alexander Resende, agradeço a participação e contribuição na banca de qualificação.

Aos amigos da turma II ProfÁgua UERJ - 2017, agradecida por tanta parceria e cumplicidade ao longo desta jornada. Com vocês, queridos, divido a alegria desta experiência e conquista.

Por fim, a todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desta dissertação, o meu sincero agradecimento.

RESUMO

SILVA, Carolina Porto Ricardo da. **Pagamento por serviços ambientais hídricos no bioma Mata Atlântica**: uma análise comparativa. 2019. 60 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – PROF-ÁGUA), Centro de Tecnologia e Ciências, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

A implementação de estratégias para o manejo sustentável dos recursos hídricos é essencial para o desenvolvimento social e econômico de um país. Em busca por soluções para garantir a recuperação e conservação das nascentes em áreas antropizadas, os programas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) são um forte aliado na promoção da sustentabilidade. Portanto, estudos da aplicação destes instrumentos econômicos são considerados urgentes. Este trabalho teve por objetivo contribuir para a melhoria da eficiência de programas de pagamentos por serviços ambientais hídricos no Brasil através de análise crítica comparativa de programas implantados no Bioma Mata Atlântica. Foram analisados 9 projetos no âmbito dos esquemas de PSA hídrico Produtores de Água, da Agência Nacional de Águas - ANA. A análise foi baseada em extenso levantamento bibliográfico. Primeiramente, são descritas e discutidas quantitativamente suas principais características metodológicas. Em segundo, foram identificadas lacunas que precisam ser preenchidas para permitir uma análise comparativa mais adequada. Esta limitação está relacionada principalmente aos princípios do PSA, que incluem o conceito de condicionalidade da ação de serviços, a definição do serviço e a negociação de pagamentos, altamente influenciados pelos custos da implantação e manutenção dos projetos. Este estudo mostra, ainda, que a determinação de melhores indicadores e variáveis, seja para a valoração dos serviços ecossistêmicos de uma localidade ou para a avaliação de projetos, baseia-se na escolha de ações que consideram a estrutura do meio físico, as condições socioeconômicas e culturais específicas de cada região. Assim, não é possível determinar um sistema simples de valoração, dada a complexidade dos serviços ecossistêmicos. Além disso, nos programas brasileiros de PSA é relevante o custo da implantação e do desenvolvimento dos projetos no longo prazo, a insuficiência de políticas públicas, gestão de contratos e o sistema de monitoramento.

Palavras-chave: Serviços Ecossistêmicos. Compensação ambiental. Recuperação de nascentes.

ABSTRACT

SILVA, Carolina Porto Ricardo da. **Payment for water ecosystem services in the Atlantic Forest biome: a comparative analysis.** 2019. 60 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – PROF-ÁGUA), Centro de Tecnologia e Ciências, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

Implementing strategies for the sustainable management of water resources is essential to the social and economic development of a country. In search of solutions to ensure the restoration and conservation of springs in anthropized areas, the Payment for Environmental Services (PSA) programs are a strong ally in fostering sustainability. Therefore, studies of the application of these economic instruments are considered urgent. This work aimed to compile and review comprehensively and systematically the updated literature on water PSA in Brazil, within the territory of the Atlantic Forest biome, in which 9 projects were analyzed within the framework of the *Produtor de Águas* PSA scheme from the *Agência Nacional de Águas - ANA*. The analysis was based on extensive bibliographic survey. First, the main methodological characteristics are described and discussed quantitatively. Second, gaps have been identified that need to be filled in order to allow a more appropriate comparative analysis. Finally, we contrast PSA theory with the evidence reported in the projects. It has been observed that, despite their recent and intense expansion in Brazil, there is a certain mismatch between the way PSA schemes are presented in theory and how they are actually practiced or reported. This limitation is mainly related to the principles of the PSA, which include the concept of conditionality of the services undertaken, definition of the service and payment negotiation. The last is highly influenced by project implementation and maintenance costs. This study also shows that the determination of the best indicators and variables, either for valuing the ecosystem services of a locality or for the evaluation of projects, is based on the choice of actions that consider the structure of the physical environment, the socioeconomic conditions, region-specific cultural and socioeconomic conditions. Thus, it is not possible to determine a simple system for valuing, given the complexity of ecosystem services. Similarly, project appraisal should not follow a single model for PSA projects, which have unique characteristics and adopt local specific practices. Other bottlenecks in the way of Brazilian PSA programs are producers lack of awareness of their environmental obligations, the cost of long-term implementation and development, insufficient public policies or excess of bureaucracy in the contract management, and lack of any implemented monitoring system.

Keywords: Environmental Services. Environmental compensation. Stream restoration.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Modelo de Serviços Ambientais hídricos.....	13
Figura 2 –	Número de artigos científicos que usam os termos “pagamento(s) por serviço(s) ecossistêmico(s)”, ou “pagamento(s) por serviço(s) ambiental(ais)”.....	14
Figura 3 –	Estrutura simplificada da lógica do PSA.....	16
Figura 4 –	Fluxograma de seleção dos projetos.....	20
Figura 5 –	Mapa da localização dos projetos de PSA hídrico no âmbito do Programa Produtores de Água no bioma Mata Atlântica, abordados neste estudo.....	22
Figura 6 –	Proposições dos projetos avaliados.....	32
Figura 7 –	Financiadores dos projetos avaliados.....	33
Figura 8 –	Responsabilidade pelos projetos avaliados.....	33
Figura 9 –	Fontes de financiamento dos projetos avaliados.....	34
Figura 10 –	Responsabilidade pela assessoria/apoio técnico aos projetos avaliados...	35
Figura 11 –	Forma de contrato dos projetos avaliados.....	35
Figura 12 –	Metodologia empregada no monitoramento.....	36
Figura 13 –	Base legal de enquadramento dos projetos avaliados.....	37
Figura 14 –	Valores máximos para pagamentos por serviços ambientais em salários mínimos mensais para os projetos avaliados.....	38
Figura 15 –	Relação custo/benefício aparente dos projetos avaliados.....	41
Figura 16 –	Relação entre dados, indicadores e usuários de informação.....	47

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1 –	Valores máximos para pagamentos por serviços ambientais em salários mínimos mensais para os projetos avaliados.....	39
Quadro 1 –	Serviços ecossistêmicos, seus índices sugeridos e alguns parâmetros indicadores associados.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
APP	Área de Preservação Permanente
CBH	Comitê de Bacias Hidrográficas
PCJ	Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá
EMASA	Empresa Municipal de Água e Saneamento de Balneário Camboriú
ES	Espírito Santo
FGBPN	Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza
FUNDAGUA	Fundo Estadual de Recursos Hídricos e Florestais do Espírito Santo
GEF	Fundo Global para o Meio Ambiente
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IEMA	Instituto Estadual de Meio Ambiente
IQA	Índice de qualidade da água
MG	Minas Gerais
MMA	Ministério do Meio Ambiente
ONG	Organização não-governamental
PSA	Pagamento por Serviços Ambientais
PR	Paraná
RJ	Rio de Janeiro
SANEPAR	Empresa de Abastecimento de Água e Saneamento do Paraná
SC	Santa Catarina
SEAS	Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade
TNC	The Nature Conservancy
UFEX	Unidade Fiscal do Município de Extrema
UFM	Unidade Fiscal Municipal
UGP	Unidade de Gestão do Projeto
WWF	<i>World Wide Fund for Nature</i>

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	11
1	OBJETIVOS	18
1.1	Objetivo Geral	18
1.2	Objetivos Específicos	18
2	MATERIAL E MÉTODOS	19
3	RESULTADOS	21
3.1	Projetos de PSA em execução	21
3.1.1	<u>Programa Conservador de Água</u>	23
3.1.2	<u>Programa Produtor de Água no PCJ</u>	24
3.1.3	<u>Produtores de Água e Floresta - Bacia do Guandu</u>	25
3.1.4	<u>Projeto Produtor de Água do Rio Camboriú</u>	26
3.1.5	<u>Programa ProdutorES de Água</u>	27
3.1.6	<u>Projeto Oásis São Paulo e Apucarana</u>	28
3.1.7	<u>Programa de Gestão Ambiental da Região dos Mananciais</u>	30
4	ANÁLISE DE RESULTADOS	32
4.1	Proposições	32
4.2	Financiadores	33
4.3	Responsável pelo projeto	33
4.4	Fonte dos recursos	34
4.5	Assessoria/Apoio Técnico	34
4.6	Desenho do contrato	35
4.7	Metodologia/Monitoramento	36
4.8	Base legal	36
4.9	Pagamentos	37
4.10	Resultados	38
4.11	Relação custo/benefício aparente	39
5	DISCUSSÃO	42
	CONCLUSÕES	53
	REFERÊNCIAS	55
	APÊNDICE – Projetos analisados ligados à PSA Hídrico	59

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas são constituídos por sistemas complexos de interações dinâmicas realizadas entre os meios físico e biológico, que formam parte das diversas interações existentes no meio ambiente. Os recursos bióticos (indivíduos, plantas e animais) e abióticos (minerais, fontes de energia fóssil, solar, entre outros) compõem os ecossistemas e constituem toda a estrutura para que os processos ecológicos aconteçam (DALY; FARLEY, 2004; TURNER; DAILY, 2008). Essas relações naturais nos propiciam uma variedade de serviços ecossistêmicos, os quais muitas vezes não são valorados ou são até mesmo desconsiderados, com a ausência de atividades visando sua conservação.

Os serviços ecossistêmicos são os benefícios oferecidos direta e indiretamente pela natureza, os quais ocorrem pelas constantes interações entre os elementos pertencentes a um meio. Podendo ser de provisão, suporte, regulação ou culturais, os serviços ecossistêmicos incluem a produção do ciclo hidrológico, a proteção da biodiversidade, a manutenção de recursos genéticos, a manutenção da fertilidade dos solos e o controle da erosão, a ciclagem de nutrientes, o armazenamento de carbono, a regulação do clima, a transferência de energia, a provisão de alimentos, a formação do solo, entre muitos outros (DALY; FARLEY, 2004).

Os serviços ambientais relacionados a água (serviços ambientais hídricos) estão diretamente relacionados à qualidade e à disponibilidade da água, bem como sua produção indireta pela manutenção de florestas. A relação entre floresta e disponibilidade hídrica demonstra que a manutenção ou recuperação dos recursos florestais é um grande aliado a provisão deste serviço ecossistêmico (BENNETT; CARROLL; HAMILTON, 2013). Em florestas preservadas há o favorecimento da infiltração, recarga e reserva da água na bacia, reduzindo, portanto, o escoamento da água superficial (GUEDES; SEEHUSEN; CUNHA, 2012).

Sendo assim, a proteção dos ecossistemas é indispensável para a manutenção dos serviços ecossistêmicos por eles prestados. Uma estratégia de gestão ambiental para a implementação de medidas de conservação dos recursos hídricos contempla o estabelecimento de um custo ambiental para sua degradação. No método mais tradicional, conhecido como “comando e controle”, a gestão ambiental dos recursos naturais é feita baseada em fiscalizações e multas. Há, no entanto, métodos baseados na valoração econômica da natureza (BÖRNER *et al.*, 2017).

Nesse contexto, os esquemas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) se apresentam como boa alternativa para a proteção ambiental e, por consequência, dos serviços ecossistêmicos. Os esquemas de PSA consideram que os beneficiários de um serviço ambiental gerado em uma determinada área podem efetuar pagamentos ao proprietário ou gestor da área em questão (BRASIL, 2011).

Os pagamentos efetuados servem como fonte adicional de renda aos proprietários, os quais devem garantir, por meio de práticas conservacionistas, a melhoria ou manutenção dos serviços ecossistêmicos prestados. Assim, o PSA pode ser definido a partir dos cinco critérios de Wunder: (1) uma transação voluntária, na qual (2) um serviço ambiental bem definido, ou um uso da terra que possa assegurar este serviço (3) é adquirido por, pelo menos, um comprador (4) de, no mínimo, um provedor (5) sob o princípio da condicionalidade, ou seja, sob a condição de que ele garanta a provisão do serviço (WUNDER, 2013).

Dentre os critérios estabelecidos por Wunder, uma atenção particular deve ser dada à condicionalidade. Este critério traduz a continuidade do fornecimento de um serviço bem definido (ROSA; CRUZ NETO, 2011). Para tanto, é indispensável que o monitoramento e a fiscalização das ações designadas sejam estabelecidos, principalmente através dos acordos entre os agentes privados, visto que a participação direta do governo é dificultada pela reduzida oferta de corpo técnico. Porém, é válido reforçar que a eficiência de uma política estatal de PSA pode ser reforçada através da verificação dos atributos da condicionalidade. Isto é, reconhecer como agentes provedores de serviços ambientais apenas aqueles que ofereçam efetivamente esses serviços para, então, remunerá-los (BARBOSA, 2017).

Em circunstância dos diversos tipos de serviços ambientais ou ecossistêmicos existentes, entre outros fatores propulsores, os programas de PSA podem ser agrupados por temas de interesse, de forma em que se possa direcionar ações e práticas focadas: PSA de carbono florestal, de conservação de recursos hídricos, de proteção da biodiversidade e da beleza cênica, por exemplo. Para cada um destes, tem-se o foco em objetivos e modalidades estratégicas de ações distintas (GUEDES; SEEHUSEN; CUNHA, 2012).

O PSA de conservação de recursos hídricos, ou PSA Hídrico, busca a melhoria em qualidade, quantidade e manutenção dos recursos hídricos, com práticas voltadas a conservação de áreas de remanescentes florestais, restauração florestal, regeneração, entre outros. As atividades de recuperação e conservação da vegetação nativa realizada pelas comunidades a montante dos mananciais permitem que os usuários possam receber água de qualidade e o reconhecimento do valor do serviço se dá através dos pagamentos (BENNETT; CARROLL;

HAMILTON, 2013). Esta importante relação pode ser observada como ilustrado no modelo da Figura 1.

Figura 1 – Modelo de Serviços Ambientais hídricos.



Fonte: Adaptado de Bennet e cols. (2013).

Já o PSA de sequestro de carbono ou PSA florestal foca na captura, manutenção ou emissões evitadas de carbono para a atmosfera, através de práticas de conservação e restauração da biodiversidade nativa, proteção de mananciais ou matas ciliares, enriquecimento de sistemas agroflorestais, entre outros. Em projetos ligados ao carbono a implementação das primeiras iniciativas foram induzidas por regulamentações internacionais, sendo o marco referencial o Protocolo de Kyoto, o qual estabeleceu compromissos rígidos para a redução da emissão de gases que provocam o efeito estufa e são a causa do fenômeno conhecido como aquecimento global (INSTITUTO ATKWHH, 2011).

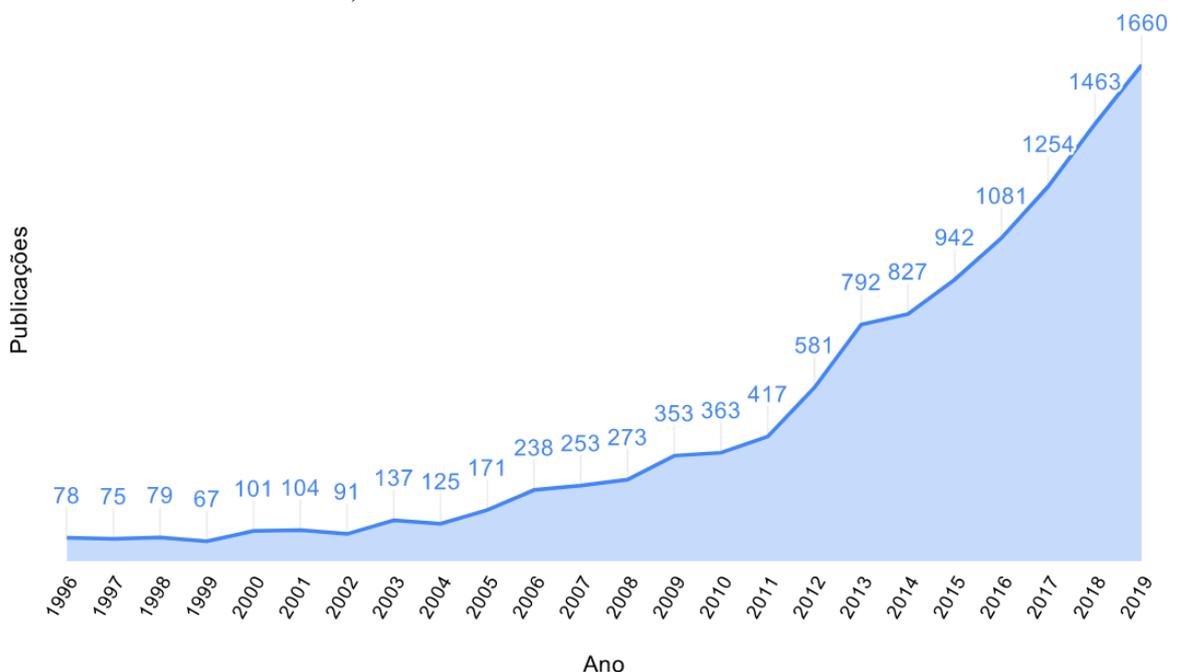
O PSA de proteção aos serviços da biodiversidade visa, entre outros objetivos, o enriquecimento da biodiversidade, proteção de espécies endêmicas, corredores biológicos, conservação e proteção em áreas protegidas e controle de pragas, atuando em práticas de conservação de vegetação nativa, manejo sustentável, sistemas agroecológicos, práticas de

conservação do solo, água e fauna. Estes serviços têm sido tratados em um eixo transversal, sendo comercializados conjuntamente com projetos de PSA de carbono e hídrico.

Por último, no PSA de beleza cênica o objetivo é garantir a possibilidade de uso do meio natural e desfrute coletivo de ecossistemas de interesse turístico, educacionais, espirituais e recreacionais, através de práticas de acordos de uso sustentável de recursos naturais, concessões para ecoturismo, aquisição e arrendamento de terras, permissões de acesso de longo prazo em áreas naturais, pacotes de serviços turísticos, entre outros.

Os debates sobre os esquemas de PSA tem crescido muito no mundo todo (CHAN *et al.*, 2017). De fato, em uma rápida busca no repositório Science Direct™, utilizando os termos “*payment for ecosystem service(s)*”, ou “*payment for environmental service(s)*”, foram recuperadas 11.525 publicações nos últimos 24 anos, incluindo artigos científicos de pesquisa, artigos de revisão, resumos de congresso, entre outros (Figura 2).

Figura 2 – Trabalhos científicos que usam os termos “pagamento(s) por serviço(s) ecossistêmico(s)”, ou “pagamento(s) por serviço(s) ambiental(ais)” (identificado em uma busca no ScienceDirect™ até novembro de 2019).



Fonte: A autora, 2019.

O avanço no interesse em PSA hídrico no Brasil tem gerado um crescente número de políticas públicas em âmbito estadual e municipal. Embora não haja uma política pública federal específica sobre o tema com regras gerais sobre PSA, o novo Código Florestal (Lei Federal nº. 12.651, de 25 de maio de 2012) passou a autorizar Governo a instituir tais

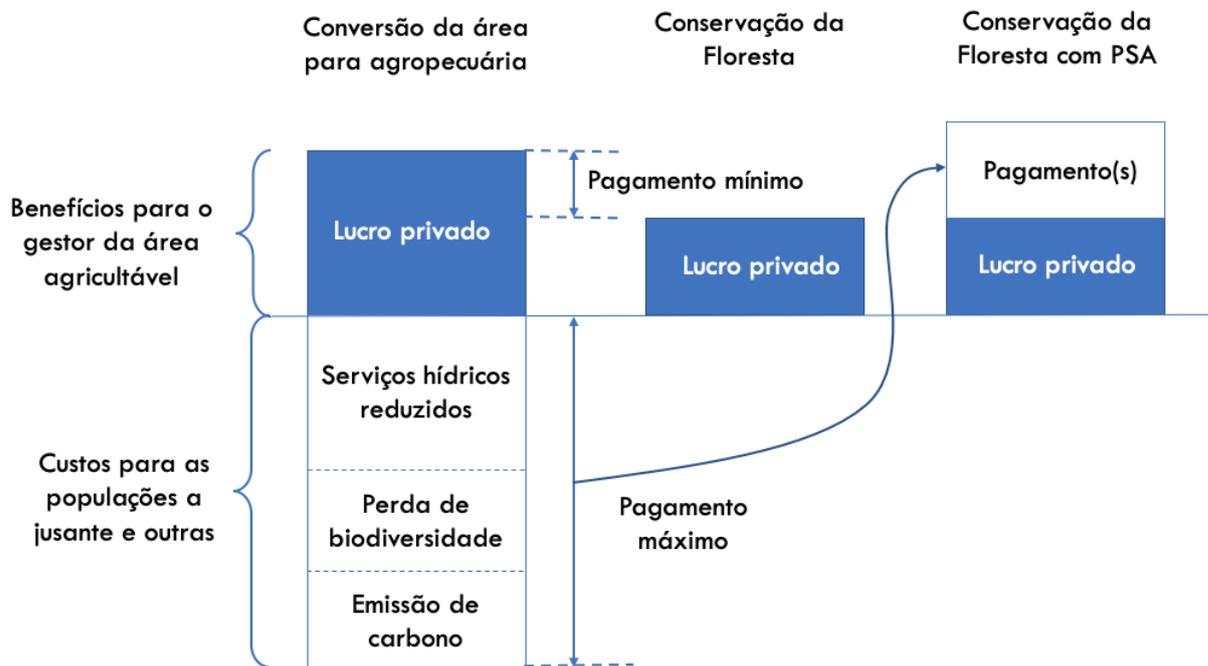
programas, objetivando o apoio e incentivo à conservação do meio ambiente e a proteção da vegetação nativa. Com isso, os estados e municípios passaram a ter capacidade plena para estabelecerem suas normas legais sobre esse tema. Embora a abordagem do PSA somente tenha sido adicionada recentemente ao conjunto de instrumentos de política ambiental, o Brasil avança na área, principalmente no direcionamento e controle deste mercado.

Determinar o valor dos serviços ecossistêmicos, especialmente aqueles associados à geração de recursos econômicos, auxilia o gestor na tomada de decisão (FIDALDO *et al.*, 2017). Para Packer (2015), a proposta de valoração econômica dos serviços ecossistêmicos apresenta falhas, porque é produzida pelo mesmo modelo econômico que gerou o quadro de escassez dos recursos naturais e o caráter econômico tem por objetivo a alocação desses escassos recursos de forma otimizada. Diante do atual quadro socioambiental, é necessário atribuir a noção de valor econômico aos serviços ecossistêmicos, a fim de oferecer uma redução das incertezas quanto à sua provisão. No entanto, a atribuição de valor aos serviços ecossistêmicos passou por simplificações que não correspondem à sua complexidade, pois depende diretamente de diferentes aspectos biológicos, ecológicos e da percepção do valor cultural, difíceis de determinar (FIDALDO *et al.*, 2017).

O fato é que o Brasil recepcionou bem essa proposta de valoração econômica dos bens comuns. A prova é o novo Código Florestal, que prevê o uso de instrumentos financeiros para conservação, e também o Projeto de Lei nº 792/2007, em tramitação na câmara dos deputados, que pretende instituir a Política Nacional de PSA, com três instrumentos – política nacional, fundo federal e cadastro nacional de PSA.

Na Figura 3, a primeira coluna mostra o exemplo de uma área de agricultura gerida para fins de lucros privados, que não considera a manutenção de APP hídricas, contabilizando as externalidades negativas criadas pela sua exploração. Na segunda coluna, há uma queda nos lucros privados, oriunda da cessação de exploração da APP. Essa queda pode ser compensada por meio de pagamentos por serviços ambientais e/ou implantação de atividade econômica permitida por Lei. O pagamento deve o bastante para cobrir todos os custos, incentivar o mantenedor do serviço pelo longo prazo e garantir que os ganhos pelo uso alternativo da terra seja contrabalanceado (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008).

Figura 3 – Estrutura simplificada da lógica do PSA.



Fonte: Adaptado de Engel e cols (2008).

Os estímulos atuais de conservação dos recursos naturais surgem como instrumentos importantes de auxílio aos esforços voltados a manutenção e melhoria dos serviços ambientais já existentes. Nesse contexto, o PSA é um importante instrumento econômico aliados no fomento o voluntariado e compensar financeiramente aqueles que efetivamente atuam em prol da provisão de serviços ecossistêmicos. Os sistemas de PSA oferecem meios de subsistência alternativos para as comunidades locais (MARTIN-ORTEGA; OJEA; ROUX, 2013). Embora um dos resultados do PSA seja a melhoria da condição socioeconômica de determinados grupos, principalmente dos mais vulneráveis, o objetivo principal do instrumento de PSA é servir como mecanismo de conservação e proteção ao meio ambiente, e não como uma ação meramente assistencialista (BRASIL, 2011).

O Brasil já foi considerado um exemplo na implementação de estratégias para o manejo sustentável dos recursos naturais, principalmente relacionado à redução do desmatamento (BOUCHER *et al.*, 2013). No entanto, no país, ao que concerne os programas de PSA, estes se mostram fortes aliados na busca por soluções para garantir a recuperação e conservação das florestas e nascentes em áreas antropizadas. De fato, vários programas ligados ao pagamento por serviços ambientais já foram implantados, executados e finalizados ou ainda estão em andamento. Quando se busca analisar as características que versam sobre os projetos de PSA, percebe-se que há práticas e tomadas de decisões que são adotadas sem considerar as

características e lições aprendidas de projetos já executados e em andamento no país. Este estudo busca, através da análise comparativa, descrever as principais características de programas de pagamentos por serviços ambientais hídricos do Bioma Mata Atlântica, de forma a possibilitar o bom aproveitamento de recursos financeiros direcionados e melhoria socioambiental de locais produtores de água.

1 OBJETIVOS

1.1 Objetivo Geral

Contribuir para a melhoria da eficiência de programas de pagamentos por serviços ambientais hídricos no Brasil através de análise crítica comparativa de programas implantados no Bioma Mata Atlântica.

1.2 Objetivos Específicos

Além do objetivo principal propõe-se:

- a) levantar informações sobre características dos programas de PSA Hídricos no Brasil;
- b) analisar a eficiência dos PSA Hídricos implantados no bioma Mata Atlântica;
- c) identificar as lacunas e os gargalos dos programas analisados;
- d) propor estratégias para melhoria do desempenho de novos PSA Hídricos.

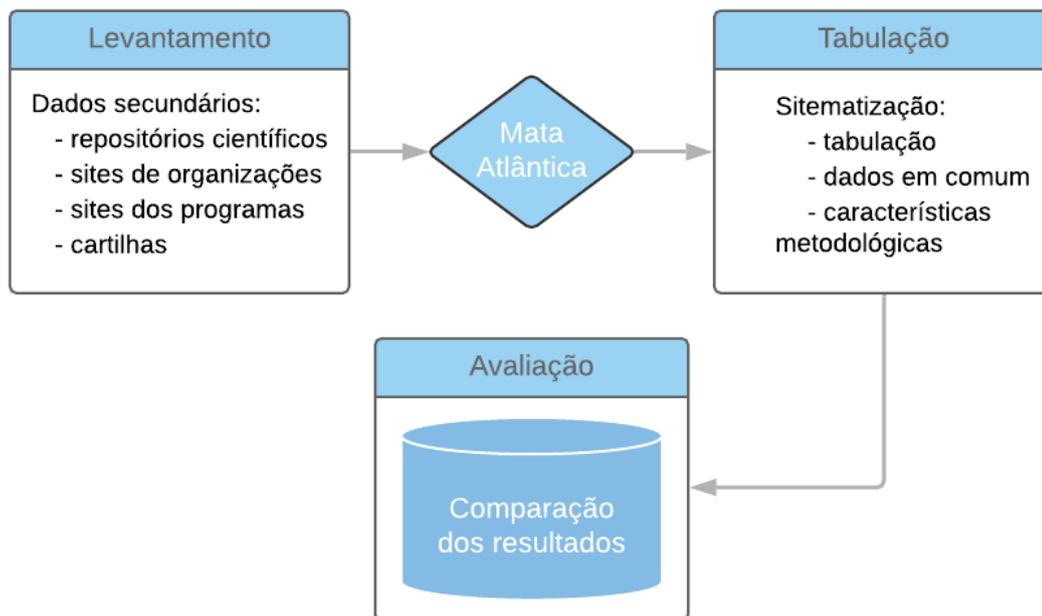
2 MATERIAL E MÉTODOS

As informações sobre os métodos de interesse para a execução de projetos e programas de PSA hídricos foram obtidas através de levantamento bibliográfico, que incluiu artigos científicos, textos de revisão, cartilhas e manuais dos projetos, sites de ONGs e de autarquias do governo, sites dos projetos etc. Todos os programas estudados tiveram suas informações detalhadas e tabuladas. A coleta de dos dados secundários se deu através de plataformas disponibilizadas pela Agência Nacional de Águas (ANA), bem como por órgãos estaduais e municipais, comitês, instituições privadas e outras instituições participantes. Apenas os projetos conduzidos na Mata Atlântica administrados com interface da ANA e da Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza (FGBPN) foram mantidos no banco de dados final. Esta medida foi tomada a fim de contar com uma melhor uniformidade de informações padronizadas nos vários projetos e programas, permitindo reduzir vieses de seleção.

Após o mapeamento dos dados, foram observadas as características e peculiaridades dos programas pertencentes de PSA voltados para a conservação de recursos hídricos existentes nas áreas do bioma Mata Atlântica. Os critérios de amostragem consideraram os programas já implantados, ou em estágio avançado de implantação, até dezembro de 2018. Consideraram-se as características utilizadas para implantação e monitoramento de PSA Hídricos, de tal forma que fosse possível realizar a comparação entre eles.

Buscou-se identificar características, variáveis e critérios que levaram às tomadas de decisão nesses programas de PSA hídricos. A análise crítica comparativa entre eles busca indicar quais são as principais condicionantes que podem resultar no desempenho positivo ou negativo de um projeto, por exemplo. Para tanto, foram apreciadas as características metodológicas utilizadas na concepção dos projetos de PSA hídricos como os critérios de definição de áreas beneficiadas, condições observadas e estratégias de monitoramento. Um fluxograma esquemático do processo de seleção dos projetos com o passo-a-passo das tarefas seguintes pode ser observado na Figura 4.

Figura 4 – Fluxograma de seleção dos projetos.



Fonte: A autora, 2019.

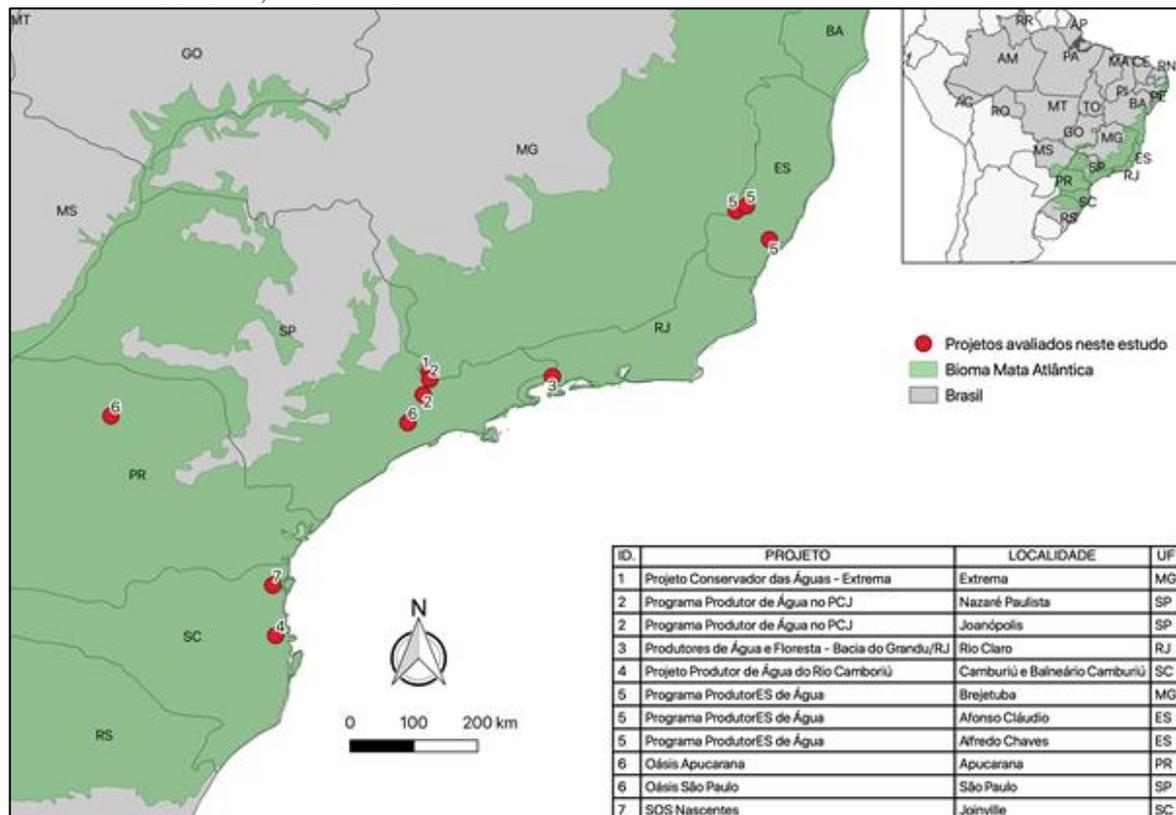
Conduziu-se o levantamento de todos os PSA hídricos em números, distribuição e características. Foram identificados as metodologias adotadas, os resultados alcançados, os parâmetros utilizados para definição das áreas prioritárias de recebimento de PSA, as características de implantação, entes envolvidos (responsáveis, financiadores, coordenadores e executores) e diversas características das áreas beneficiadas.

3 RESULTADOS

3.1 Projetos de PSA analisados

Os principais projetos ligados ao PSA Hídrico na Mata Atlântica que puderam ser avaliados tem metodologia estabelecida de acordo com projetos da Agência Nacional de Águas (ANA), The Nature Conservancy (TNC) e a Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza (FGBPN), conforme dados e informações apresentados no Apêndice A - Projetos analisados ligados à PSA Hídrico. A localização geográfica destes projetos pode ser observada na Figura 5. Os PSA Hídricos avaliados estão distribuídos em 6 estados brasileiros (Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais, Santa Catarina e Paraná), 11 cidades (Extrema, Nazaré, Joanópolis, Rio Claro, Camboriú, Brejetuba, Afonso Cláudio, Alfredo Chaves, Apucarana, São Paulo e Joinville), totalizando 7 programas, sendo: Conservador das águas, Produtor de água, Produtores de água e floresta, Produtor de água do rio Camboriú, ProdutorES de água, Oásis e SOS Nascentes, em 9 projetos, sendo: Projeto Conservador das águas (Extrema - MG), Programa Produtor de água no PCJ (Nazaré Paulista e Joanópolis - SP), Produtores de água e floresta (Rio Claro - RJ), Projeto Produtor de água do rio Camboriú (Camboriú e Balneário Camboriú - SC), Programa ProdutorES de água (Brejetuba – MG, Afonso Cláudio – ES e Alfredo Chaves – ES), Oásis Apucarana (Apucarana – PR), Oásis São Paulo (São Paulo – SP) e SOS Nascentes (Joinville - SC). Neste último caso, a contabilização do número de projetos considera os projetos em localidades diferentes, as quais fazem parte do mesmo programa, sendo: Programa ProdutorES de água que possui um projeto PSA em Alfredo Chaves e outro projeto PSA em Brejetuba e Afonso Cláudio, além do Programa Oásis, onde há 2 projetos de PSA analisados, sendo um em Apucarana e outro na cidade de São Paulo. Eles possuem diversas abordagens quanto as proposições, responsáveis, financiadores, gestores, metodologias de monitoramento, tipo de valoração, propulsores legais, entre outros, conforme verificado no capítulo 4.

Figura 5 – Mapa da localização dos projetos de PSA hídrico no âmbito do Programa Produtores de Água no bioma Mata Atlântica, abordados neste estudo.



Fonte: A autora, 2019.

Diversas outras instituições apresentam iniciativas de projetos relacionados à conservação dos recursos naturais no Brasil, como o Banco Interamericano para o Desenvolvimento e o Banco Mundial e fundos de cooperação internacional, como o Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF), embora não tenham como principal instrumento a aplicação do PSA. A ONG The Nature Conservancy possui a iniciativa em expansão nas áreas metropolitanas chamada “Coalizão Cidades Pela Água”, sendo esta iniciativa com o apoio do setor privado e a colaboração da população. Alguns projetos são localizados em Belo Horizonte (na bacia hidrográfica do Rio das Velhas), Curitiba (na área de influência dos Sistemas de abastecimento Alto Iguaçu, Iraí, Passaúna e Miringuava), Distrito Federal (na bacia do Ribeirão Pípiripau e Descoberto), Espírito Santo (Na bacia dos rios Barra Seca e Doce), Rio de Janeiro (na bacia hidrográfica do Guandu) e São Paulo (no Sistema Cantareira e Alto Tietê). Como é um projeto em franca expansão, os relatórios não apresentam ainda dados suficientes para comparação.

Visando obter informações padronizadas passíveis de comparação, foram analisados apenas os programas cadastrados no Ministério do Meio Ambiente dentro do Programa

Produtor de Água da ANA. O Programa Produtor de Água apoia projetos das áreas beneficiadas, na maioria dos casos, com as seguintes características: áreas de mananciais de abastecimento público; áreas de conflitos de usos de recursos hídricos; áreas com problemas ligados a qualidade da água; locais com vazão e regimes de rios sensivelmente alterados; e locais com ocorrências de eventos hidrológicos críticos.

O grande propulsor de projetos ligados ao PSA Hídrico no Brasil ocorreu a partir de 2006, com a criação do Programa Produtor de Água pela ANA. Este programa é voltado, principalmente, para atuação e revitalização de bacias hidrográficas de importância estratégica para a região em que estão inseridas no Brasil. De acordo com Fidalgo (2017), após o primeiro projeto ligado ao Programa Produtor de Água, implementado em Extrema (MG), o número total de PSA no Brasil saltou para 52 projetos ainda em 2014, sendo 34 deles implementados até aquele momento em várias iniciativas de diferentes instituições. Dentro do contexto do Programa Produtor de Água da ANA, atualmente 27 ações de PSA Hídrico estão em execução no Brasil, sendo implementadas em 36 localidades.

Das 27 ações levantadas, foram escolhidos 7 programas implementados, por meio de 9 ações distintas (projetos), em 11 diferentes cidades no Bioma Mata Atlântica, no âmbito do Projeto Produtor de Água e da iniciativa Oásis (FGBPN), e são apresentados a seguir.

3.1.1 Programa Conservador de Água (Extrema/MG)

Dentre os projetos que fazem parte do Programa Produtor de Água, o projeto Conservador das Águas é o pioneiro. Trata-se da primeira experiência de PSA no Brasil e hoje se encontra plenamente estabelecido, com extensa área recuperada e protegida e proprietários rurais recebendo pagamento por serviços ambientais. Essa iniciativa teve seu início oficial com a promulgação da Lei Municipal nº. 2.100, de 21 de dezembro de 2005, que criou o Projeto e se tornou a primeira lei municipal no Brasil a regulamentar o PSA relacionados à água. O caráter inovador do projeto atraiu diversos parceiros, que se juntaram à ANA e à prefeitura de Extrema no financiamento de suas ações. Os custos de transação desse projeto (diagnóstico das propriedades, cercamento das áreas de preservação permanente, plantio de mudas, terraceamento, readequação de estradas, execução de bacias de captação etc.) foram divididos entre: ANA, Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais, TNC, SOS Mata Atlântica e

Comitê PCJ. A renda mensal média das famílias participantes do projeto é de cerca de 1 salário mínimo. O pagamento aos proprietários rurais começou a ser feito em 2007, após executadas as ações de conservação nas propriedades. A duração dos contratos é de no mínimo 4 anos. Várias propriedades da Bacia Hidrográfica do Rio das Jaguari foram atendidas, inicialmente na sub-bacia do Ribeirão das Posses, sendo que o projeto segue se estendendo às sub-bacias dos Saltos e dos Forjos. A água proveniente da bacia do Jaguari alimenta as represas do Sistema Cantareira, que abastece mais de 50% do volume requerido na região metropolitana de São Paulo. A forma de valoração dos serviços é de custo de oportunidade, relativo ao local e à área total da propriedade destinada à produção agrícola (100 UFEX/ha/ano - Unidade Fiscal do Município de Extrema). A UFEX é atualizada anualmente, tendo como valor estabelecido para o ano de 2019 o valor de R\$2,95 (dois reais e noventa e cinco centavos). Isso significa que um voluntário com uma área de 10 hectares cadastrado no projeto receberia R\$ 245,83 por mês, ou aproximadamente ¼ de salário mínimo mensalmente em 2019. As atividades de monitoramento de recursos hídricos no projeto Conservador de Água estão sendo realizadas por meio de vistorias pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, por meio de convênio com a ANA e a prefeitura de Extrema.

3.1.2 Programa Produtor de Água no PCJ (Nazaré Paulista/Joanópolis-SP)

Com o início da cobrança pelo uso da água nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ), em 2006, vislumbrou-se a possibilidade de utilização de parte desses recursos no pagamento dos incentivos aos agentes que, comprovadamente, contribuíssem para a proteção e a recuperação de mananciais e auxiliassem na recuperação do potencial de geração de serviços ecossistêmicos, através de ações de conservação de solo, cercamento de fragmentos florestais e restauração florestal. A deliberação conjunta n° 51/06 dos comitês PCJ (CBH-PCJ, PCJ Federal e CBH-PJ1) permitiu o uso dos recursos da cobrança pelo uso da água no CBH PCJ para ações de projetos “Produtor de Água”. A remuneração dos produtores rurais pelos serviços ambientais tem sido feita com recursos da cobrança pelo uso da água nas sub-bacias do Moinho, em Nazaré Paulista, e Cancã, em Joanópolis, ambas localizadas no Estado de São Paulo. Essas microbacias paulistas foram selecionadas segundo critérios aprovados pelo CBH-PCJ, responsável também pela cobrança pelo uso da água. Elas

fazem parte do Sistema Cantareira, que fornece água para metade da população da Região Metropolitana de São Paulo. As instituições realizadoras do projeto são: TNC, ANA, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo que fornece assistência técnica e apoio a ações de conservação do solo, Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo e prefeitura de Extrema (MG). A duração dos contratos é de no mínimo 3 anos. Aproximadamente 40% das propriedades beneficiadas possuem até 10 ha; 53% possui entre 10 e 50 ha; 3,5% possui entre 50 a 100 ha e 3,5% entre 100 e 200 ha. A renda mensal média das famílias nessa região é de cerca de 1 salário mínimo/mês, quando a produção é leiteira e de 2 a 3 salários mínimos quando cultivam eucalipto. A valoração é baseada em Valores de Referência de Abatimento da Erosão, segundo a equação $PAE = 100 \times (1 - \frac{Z1}{Z0})$, calculada segundo o tipo de manejo do solo, podendo ser convencional (Z1) ou conservacionista (Z0). Os pagamentos variam entre R\$ 25,00 e 125,00/ha/ano. Isso significa que um voluntário com uma área de 10 ha cadastrado no projeto pode chegar a receber até R\$ 104,16 por mês, ou cerca de um décimo de salário mínimo mensal em 2019. As atividades de monitoramento se baseiam em vistorias técnicas das atividades realizadas junto aos produtores rurais, atividade conduzida por representantes da Câmara Técnica Rural do Comitê PCJ.

3.1.3 Produtores de Água e Floresta - Bacia do Rio Guandu, Guandu-Mirim e da Guarda (Rio Claro/RJ)

A Bacia Hidrográfica do rio Guandu é responsável por cerca de 80% do abastecimento de água e 25% da geração de energia elétrica para a região metropolitana da cidade do Rio de Janeiro, beneficiando aproximadamente 9 milhões de pessoas. O programa Produtores de Água e Floresta tem por objetivo remunerar produtores rurais cujas propriedades estão localizadas nessa bacia pela restauração florestal e manutenção de florestas “em pé” em suas propriedades. Esse programa possui pagamentos vigentes desde 2009. Os parceiros do programa são a TNC, Instituto Terra de Preservação Ambiental - ITPA, Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade - SEAS, Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro - INEA, Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Guandu, Guandu-mirim e da Guarda – Comitê Guandu, prefeitura de Rio Claro e ANA. Parte dos recursos para o pagamento é proveniente do pagamento pelo uso

dos recursos hídricos dos usuários do Comitê Guandu e cobrada pelo comitê desde 2004. A duração dos contratos é de no mínimo 5 anos. Das famílias participantes do primeiro edital 79% possuíam propriedades com áreas menores que 100 hectares e 72% percebiam uma renda mensal de até dois salários mínimos. O método de valoração é o custo de oportunidade local, calculado entre R\$10 e R\$ 60/ha/ano. Isso significa que um voluntário com uma área de 10 ha cadastrada no projeto receberia R\$ 50,00 por mês, ou aproximadamente ¼ de um salário mínimo mensalmente em 2019. O monitoramento se baseia no monitoramento hidrológico, monitoramento de fauna e avaliação da restauração, realizados por técnicos do CBH Guandu-RJ, TNC, ANA, WWF e Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC/USP).

3.1.4 Projeto Produtor de Água do Rio Camboriú (Camboriú e Balneário Camboriú/SC)

As praias do município de Balneário Camboriú atraem anualmente milhares de turistas à cidade. Durante os meses do verão, a população da cidade catarinense excede em quase dez vezes seu tamanho normal, o que gera constantes casos de falta de água na cidade. O cenário futuro é preocupante visto que o ramo imobiliário da cidade encontra-se em franca expansão (BRASIL, 2013). Um dos fatores que influenciou a sua idealização e constituição do projeto foi o fato de que a lei de criação da Empresa Municipal de Água e Saneamento de Balneário Camboriú (EMASA), previa também investimento obrigatório de pelo menos 1% da renda bruta anual em programas de preservação e recuperação ambiental. O projeto tem por objetivo a criação de instrumentos, estratégias e metodologias para efetuar a conservação e a restauração de zonas ripárias e áreas sensíveis para promoção da qualidade, quantidade e regulação do fluxo de água na Bacia Hidrográfica do rio Camboriú, a fim de proteger os mananciais da região. Para tanto, a EMASA tem destinado recursos financeiros para recuperação ambiental, por meio do Projeto Produtor de Água. A área do Projeto compreende 13.000 hectares da Bacia Hidrográfica do rio Camboriú, relativos à área de contribuição ao ponto de captação de água da empresa. Trata-se de uma bacia com características rurais, mas que mantém cerca de 55% de sua cobertura vegetal intacta. As primeiras propriedades entraram de fato no projeto, através da assinatura de contratos com duração mínima de 4 anos, em 2013. Até o final de 2018, o Projeto Produtor de Água contou com a participação de 22 produtores em 23 propriedades, totalizando

1.049,61 ha de área de conservação e 59,76 ha em processo de restauração. A valoração do PSA é realizada com base na Unidade Fiscal do Município (UFM), que em 2019 esteve estipulada em R\$ 304,44 (trezentos e quatro reais e quarenta e quatro centavos). A valoração é aplicada conforme a ação de proteção e a área: conservação de matas ciliares (1,5 UFM/ha/ano); conservação de áreas de vegetação nativa fora da mata ciliar (0,5 UFM/ha/ano); restauração de matas ciliares (1,5 UFM/ha/ano) e restauração fora de matas ciliares (1,5 UFM/ha/ano). O pagamento é repassado aos produtores a cada seis meses até o máximo de R\$ 2.200/ha/ano. Isso significa que um voluntário com uma área de 10 ha cadastrada no projeto receberia até R\$ 1.833,33 por mês, ou aproximadamente 2 salários mínimos mensais em 2019. O monitoramento é baseado em parâmetros hidrometeorológicos com vistoria técnica semestral por pelo menos três técnicos representantes da Fundação de Meio Ambiente de Camboriú (FUCAM), da Câmara de Vereadores de Balneário Camboriú e do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú. As instituições parceiras são: ANA, EMASA, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural - EMPAER, Agência de Serviços de Saneamento do Estado de Santa Catarina, o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense, Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Camboriú, prefeitura de Camboriú, Prefeitura de Balneário Camboriú, Instituto de Conservação Ambiental, TNC, Instituto de Desenvolvimento e Integração Ambiental e Bunge Natureza.

3.1.5 Programa ProdutorES de Água (Alfredo Chaves/Alto Rio Novo/Mantenópolis/Afonso Cláudio/Brejetuba - ES)

O projeto ProdutorES de Água é uma iniciativa do Estado do Espírito Santo para a revitalização de bacias hidrográficas de importância estratégica para o Estado. Tem como objetivo dar início ao processo de implantação do mecanismo de PSA, por meio do reconhecimento e da compensação financeira a proprietários rurais que possuam remanescentes de floresta nativa em áreas prioritárias para os recursos hídricos. É um projeto da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEAMA), executado pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA), e conta com a parceria do Banco de Desenvolvimento do Espírito Santo (BANDES), da ANA, do Instituto BioAtlântica (IBio), da TNC, dos comitês de bacia da Região do rio Benevente (CBH Benevente), do rio São José

(CBH São José), do rio Guandu (CBH Rio Guandu) e das prefeituras de Alfredo Chaves, Alto Rio Novo, Mantenópolis, Brejetuba e Afonso Cláudio. Os recursos financeiros utilizados para o PSA são provenientes do Fundo Estadual de Recursos Hídricos e Florestais do Espírito Santo - FUNDAGUA. Suas principais fontes de recursos são os *royalties* do petróleo e a compensação financeira do setor hidrelétrico pelo uso dos recursos hídricos, podendo ser complementado com o orçamento do Estado. O Projeto ProdutorES de Água está sendo implementado em áreas estratégicas das bacias dos rios Benevente, São José e Guandu, localizadas nos municípios de Alfredo Chaves (60 propriedades – 112 ha), Mantenópolis (27 propriedades – 30ha), Alto Rio Novo (3 propriedades – 5 ha), Brejetuba (4 propriedades – 3 ha) e Afonso Cláudio (11 propriedades - 13 ha). O método de valoração se dá por uma equação de PSA Água ($VSrh = 200 \times VRTE \times (1-Z) \times Kt$), que leva em consideração o coeficiente de potencial erosivo referente ao estágio de desenvolvimento da floresta (definido pelo estágio de regeneração - Z) e o coeficiente de ajuste topográfico definido pelas faixas de declividade (Kt). VRTE é a unidade do Valor de Referência do Tesouro Estadual, que em 2019 foi estipulada em 3,4217. A remuneração varia entre R\$ 80,00 e 340,00/ha/ano. Isso significa que um voluntário com uma área de 10 ha cadastrada no projeto receberia no máximo R\$ 283,33 por mês, ou um pouco mais de $\frac{1}{3}$ de um salário mínimo mensalmente em 2019. O monitoramento consiste em vistorias periódicas anuais, realizadas por técnicos do IEMA.

3.1.6 Projeto Oásis (São Paulo/SP e Apucarana/PR)

O Projeto Oásis consiste em um PSA focado na proteção de bacias hidrográficas através da conservação de florestas nativas em terras de propriedade privada. O objetivo é beneficiar proprietários de terras que historicamente conservam florestas e nascentes em suas propriedades, mas também incentivar a recuperação florestal, uma vez que ambos contribuem positivamente para a proteção dos fluxos de água (YOUNG; DE BAKKER, 2014). O projeto é coordenado pela organização não governamental Grupo Boticário de Proteção à Natureza (FGBPN), em associação com governos municipais e parceiros patrocinadores, como a Fundação Mitsubishi e a Empresa de Abastecimento de Água e Saneamento do Paraná (SANEPAR). As primeiras experiências foram implementadas em São Paulo (SP) e Apucarana (PR) e, posteriormente, foi estendido a outras cinco cidades: São Bento do Sul (SC) em 2010,

Brumadinho (MG) em 2013, Corredores ecológicos Timbó e Chapecó (SC) em 2014, São José dos Campos (SP) 2016 e Área de Proteção Ambiental do Pratigi (BA) em 2016. No entanto, essas são experiências muito recentes, com dados insuficientes no momento deste estudo. Por esses motivos, o presente trabalho utilizou apenas dados das experiências em Apucarana e São Paulo.

3.1.6.1 Projeto Oásis São Paulo e Apucarana

Para contribuir com a redução da perda de biodiversidade, que tem impacto direto na economia e na sociedade, em 2006 foi lançado o Projeto Oásis, iniciativas de PSA ligada à biodiversidade e à água. Iniciada na Região Metropolitana de São Paulo, com recursos da Fundação Mitsubishi e apoio da Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza (FBPN), o Projeto Oásis contribui para que mecanismos de PSA sejam melhor compreendidos e aplicados e, principalmente, para incentivar o investimento em iniciativas mais amplas, como estratégias de gestão territorial inteligente, para garantir e aumentar a resiliência da sociedade frente as mudanças no clima e alterações no uso do solo. Além de promover a valorização dos ambientes naturais, os propósitos da iniciativa incluem influenciar políticas públicas e estratégias do setor privado para que os serviços ecossistêmicos sejam considerados e tenham sua provisão garantida por mecanismos duradouros. A avaliação positiva incentivou a replicação da experiência e Apucarana ingressou no projeto em 2009, através das leis municipais nº 058/09 e nº 241/09, estabelecendo uma parceria financeira com a SANEPAR, na qual a SANEPAR transfere 1% de seus recebimentos obtidos no município ao Fundo Municipal Ambiental. Com esses recursos, o município paga aos proprietários participantes do projeto, com apoio técnico do FBPN. O primeiro Projeto Oásis em São Paulo difere dos outros programas por possuir poucas propriedades (apenas 14) com tamanho relativamente grande, com cerca de 60 hectares cada, localizado no extremo sul do município de São Paulo, na bacia hidrográfica de Guarapiranga, responsável pelo abastecimento de cerca de 4 milhões de pessoas na grande São Paulo. Mais importante ainda, essas propriedades não têm como objetivo principal a agricultura (geralmente são propriedades de lazer) e os pagamentos mensais oscilam entre R\$ 100 e R\$ 7.000,00 por mês, dependendo de características ambientais como densidade da água, conservação da floresta, e condições de saneamento. Isso significa que um voluntário com uma

área de 10 ha cadastrada no projeto receberia até R\$ 1.166,67 por mês, ou seja, 117% do valor de um salário mínimo, dependendo das características da propriedade. Enquanto isso, o Projeto Oasis em Apucarana (PR) apresenta uma realidade contrastante, com menor área média (24 hectares), mas todos eles são dedicados à produção agrícola. O número de propriedades é muito maior: no final de 2011, havia 133 propriedades participando do programa, com um total de 385 nascentes identificadas. O cálculo é baseado na fórmula $\text{Valor do PSA} = X \times Z \times (1 + \Sigma N)$, onde X é o custo de oportunidade (calculado como 25% do valor do arrendamento da área), Z é a área de intervenção e N são escores de proteção de água, conservação de recursos naturais e produção agrícola, definidos de acordo com uma matriz de referência para o projeto (YOUNG; DE BAKKER, 2014). Os pagamentos mensais variam de R\$ 80 a R\$ 597, ou seja, até quase 60% do valor de um salário mínimo vigente. Ainda assim, como o lucro líquido por propriedade é de aproximadamente R\$ 500 por mês, o PSA corresponde a um aumento na renda que varia de 18% a 100%, dependendo das características de produção e propriedade.

3.1.7 Programa de Gestão Ambiental da Região dos Mananciais – SOS Nascentes (Joinville/SC)

Implantado em Joinville (SC) no ano de 1997, o Programa SOS Nascentes buscou, através de seus projetos (Recuperação da Cobertura Florestal, Educação Ambiental, Fiscalização e Saneamento Rural), aliar a participação da comunidade com a gestão pública dos recursos hídricos, visando a conservação e preservação das Bacias Hidrográficas dos rios Cubatão, Piraí, Itapocuzinho e Palmital. A Fundação Municipal do Meio Ambiente (FUNDEMA - Joinville) é o órgão gestor do programa e contava com o apoio de outros órgãos, como a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento, Polícia de Proteção Ambiental, Fundação Municipal 25 de Julho (responsável pela geração de mudas), Secretaria Distrital de Pirabeiraba, Prefeitura Municipal de Garuva, Secretaria Regional da Vila Nova e a Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE). Entre as ações realizadas, o reflorestamento e a preservação da mata ciliar dos mananciais são fundamentais para a proteção da água que abastece a cidade. Estimou-se como beneficiários das Bacias do Rio Cubatão e do Rio Piraí, que abastecem respectivamente 70% e 30% da população de Joinville, um total de 500.000 habitantes. Famílias de agricultores receberam pagamentos mensais, conforme o tamanho da

propriedade, para a plantação de mudas nas áreas de mananciais. No âmbito da Educação Ambiental, técnicos da FUNDEMA promoveram a sensibilização dos moradores da Bacia do Rio Cubatão para a conservação e preservação da região. A fiscalização era conduzida em parceria com a Polícia Ambiental, e o saneamento rural também contou com a colocação de mais de mil conjuntos de fossas sanitárias e filtros biológicos na região. Cerca de 60 mil mudas foram utilizadas para a recuperação de 50 hectares de mata ciliar, o que correspondeu a 10% do total planejado no levantamento inicial, cuja meta era restaurar 200 ha em 2010. A compensação financeira era de acordo com o tamanho da área a ser recuperada. Até 2005 o tamanho das áreas incorporadas no projeto variava de 180 m² a 3,2 ha. A partir de 2006 o tamanho mínimo passou a ser de 900 m² e máximo 3 ha. Desde 1997, 92 produtores rurais participaram, sendo que em 2009, 18 propriedades estavam ativas, contado com o plantio de 7.740 mudas em 71.419 m² em recuperação, com custo mensal de R\$ 5.625,40 (cinco mil seiscentos e vinte e cinco reais e quarenta centavos). Em 2006, o valor do pagamento era estabelecido como um percentual do salário mínimo correspondendo a determinados intervalos de área. Por exemplo, uma área entre 900 e 3.150 m² corresponderia a 50% do salário mínimo (R\$ 175,00) enquanto outra entre 1,5 ha e 3 ha corresponderia a 160% do salário mínimo (R\$ 577,00). O monitoramento não era realizado durante a execução do projeto.

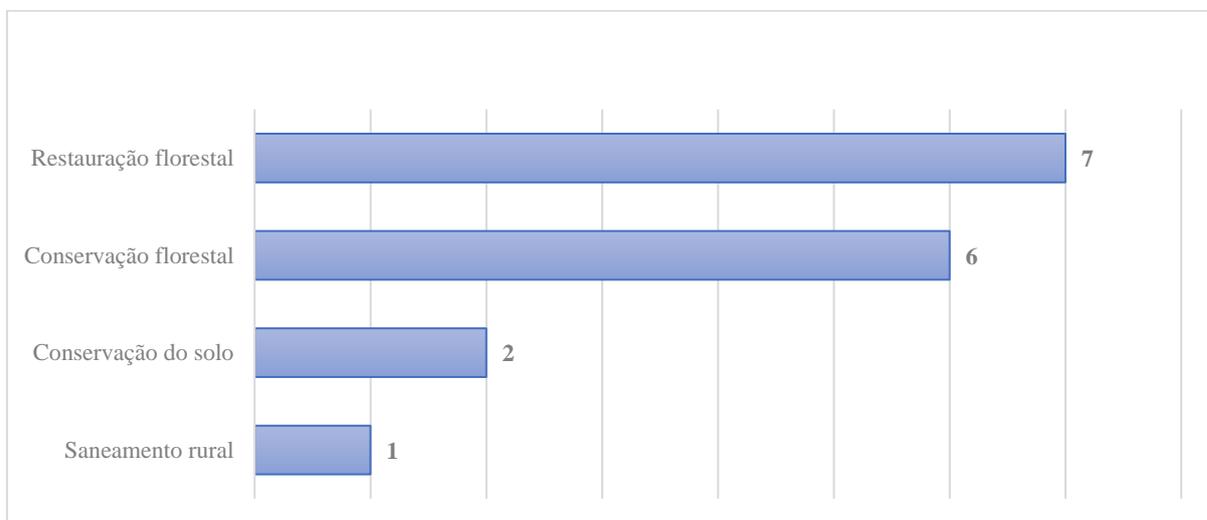
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise crítica comparativa entre os programas possibilitou o levantamento e a reunião de informações sobre as características dos programas de PSA hídricos do Bioma Mata Atlântica selecionados. Foram analisados 7 programas, responsáveis por 9 projetos em execução.

4.1 Proposições

Sete projetos têm como proposição a instituição de ações de restauração florestal, com práticas executadas em matas ciliares, áreas de preservação permanente, interligação de fragmentos florestais e Unidades de Conservação; dois projetos tem como interface ações voltadas a conservação do solo; seis projetos com práticas de conservação de florestas; um projeto apresenta ações voltadas para o saneamento rural; Esta distribuição está demonstrada na Figura 6. É necessário destacar que cada projeto pode atender a mais de uma proposição. A exemplo disto há o Produtores de água e floresta (Rio Claro/RJ) que tem como proposição a restauração florestal em áreas de preservação permanente e áreas interceptoras de água, conservação de florestas e saneamento rural.

Figura 6 –. Proposições dos projetos avaliados.

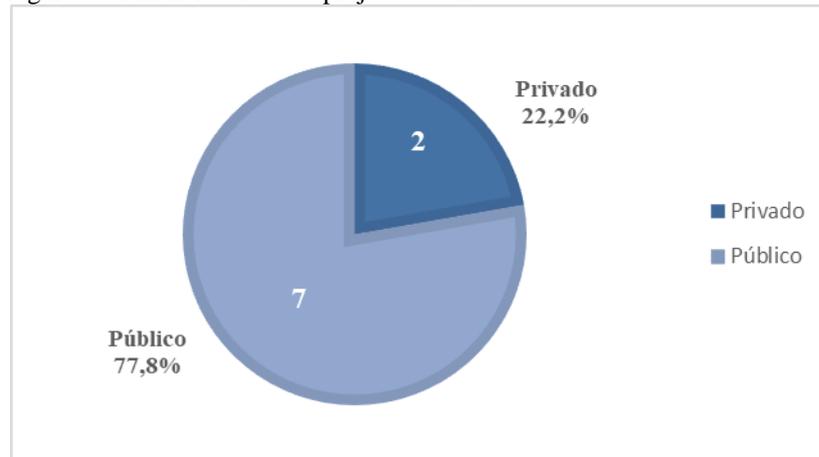


Fonte: A autora, 2019.

4.2 Financiadores

Sete projetos são financiados por fundos públicos (Comitê, órgãos estaduais e municipais) e dois de fundo privado.

Figura 7 – Financiadores dos projetos avaliados.

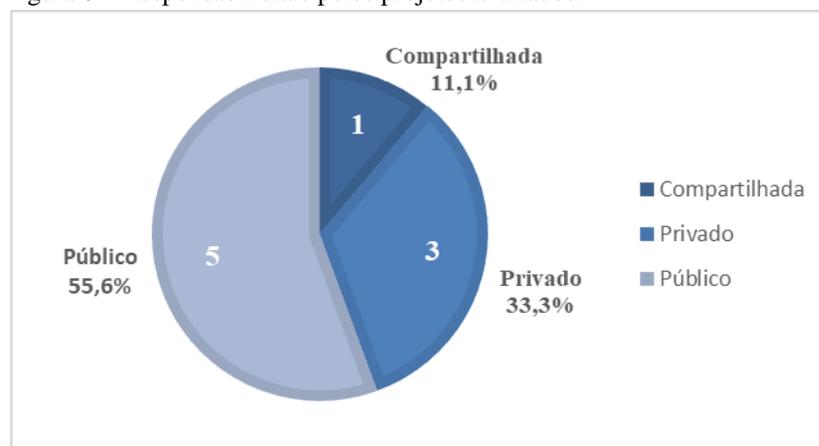


Fonte: A autora, 2019.

4.3 Responsável pelo projeto

Cinco projetos são de responsabilidade exclusiva de órgãos estaduais ou municipais; três projetos são de responsabilidade de instituições privadas; e um de responsabilidade compartilhada entre instituições pública e privada.

Figura 8 – Responsabilidade pelos projetos avaliados.

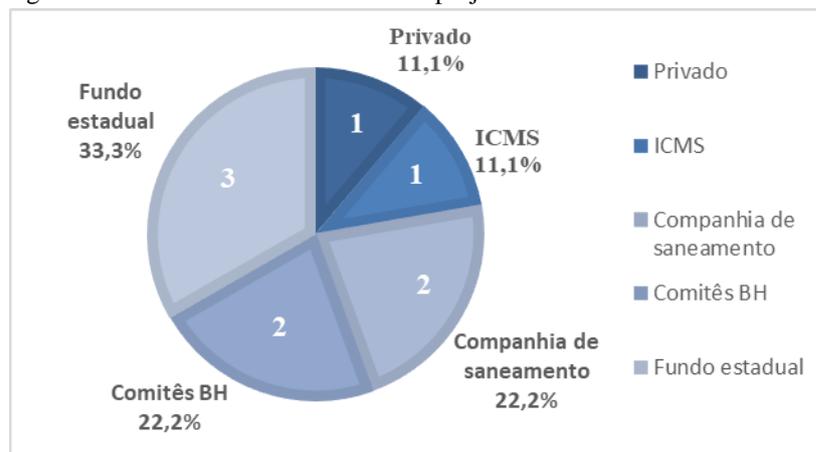


Fonte: A autora, 2019.

4.4 Fonte dos recursos

Dois são oriundos de cobrança pelo uso da água de comitê de bacias hidrográficas; três por fundo estadual de recursos hídricos; dois por companhia de saneamento/abastecimento; um por ICMS municipal; e um por fundo privado.

Figura 9 – Fontes de financiamento dos projetos avaliados



Fonte: A autora, 2019.

4.5 Assessoria/Apoio Técnico

Quatro projetos são assessorados exclusivamente órgãos estaduais e/ou municipais e a ANA; a assessoria e o apoio técnico de três projetos são de responsabilidade exclusiva de instituições privadas; em dois projetos estes serviços são compartilhados entre instituições públicas e privada.

Figura 10 – Responsabilidade pela assessoria/apoio técnico aos projetos avaliados.

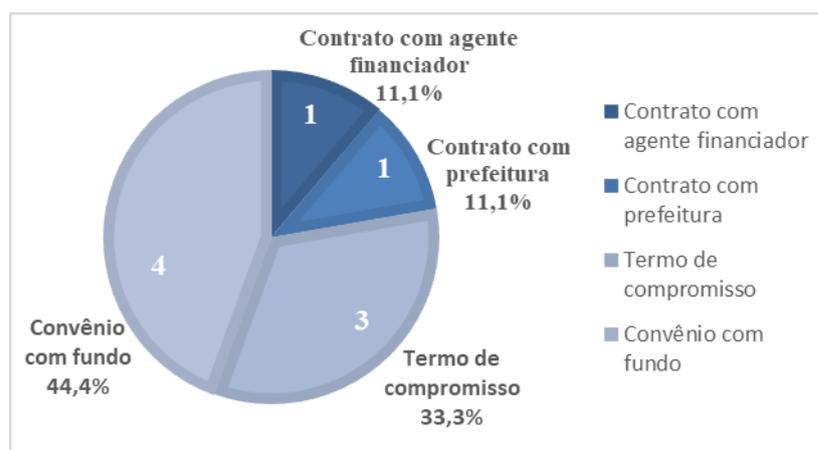


Fonte: A autora, 2019.

4.6 Desenho do contrato

Quatro projetos contam com a adesão através da assinatura de termo de compromisso; três através da firmação de contratos entre os proprietários e o agente financiador; um através da firmação de contrato entre os proprietários e a prefeitura municipal e um através de convênio firmado entre os proprietários e o fundo de compensação.

Figura 11 – Forma de contrato dos projetos avaliados.

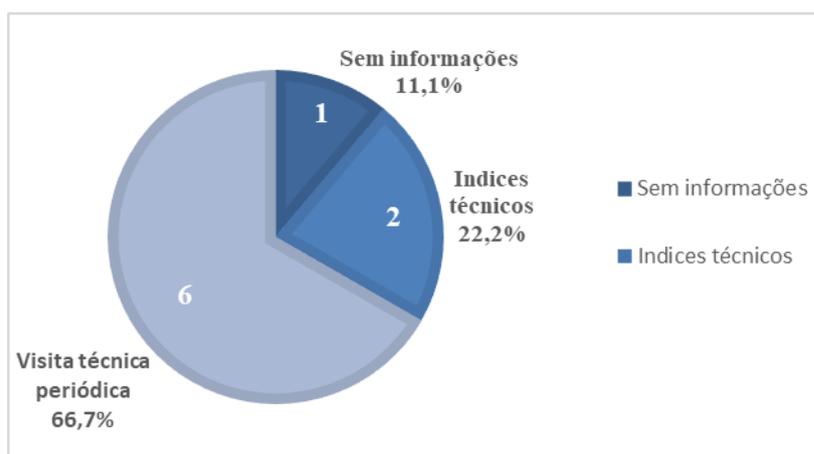


Fonte: A autora, 2019.

4.7 Metodologia/Monitoramento

Seis projetos empregam a metodologia de monitoramento através de vistorias nas propriedades; duas através por monitoramento de indicadores técnicos; uma sem informação clara.

Figura 12 – Metodologia empregada no monitoramento.

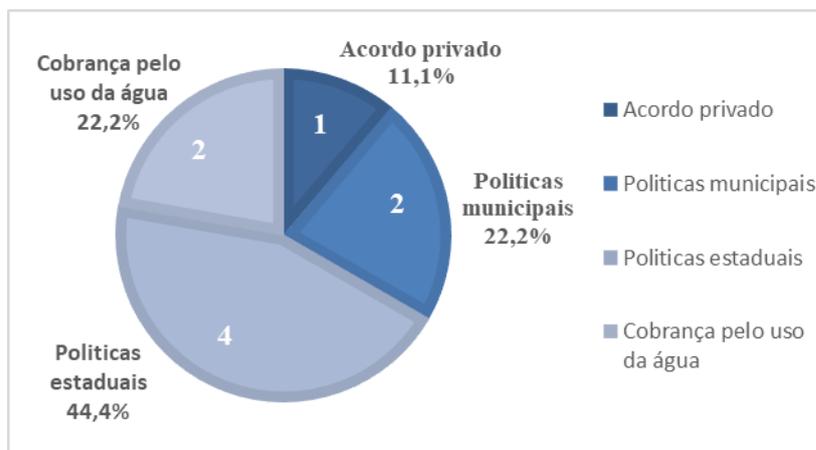


Fonte: A autora, 2019.

4.8 Base legal

Quatro através de políticas públicas estaduais que instituíram o pagamento por serviços ambientais; dois que permitiram o repasse de recursos obtidos de cobranças pelo uso da água; outros dois através de políticas municipais sobre gestão pública de recursos; e uma através de acordos privados.

Figura 13 – Base legal de enquadramento dos projetos avaliados.



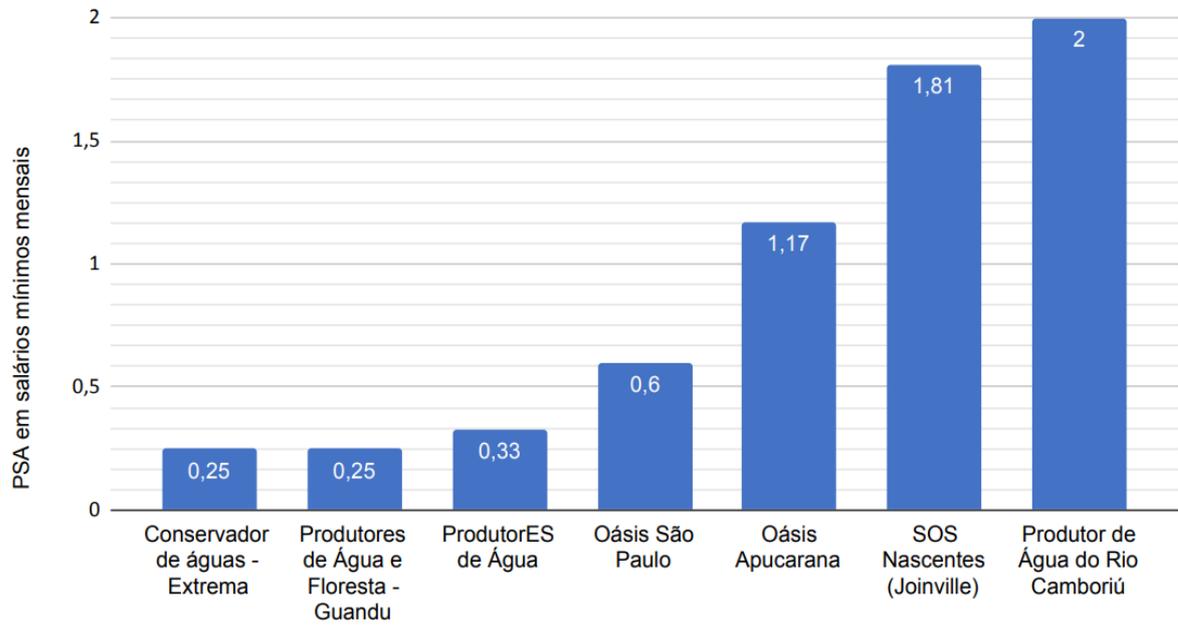
Fonte: A autora, 2019.

4.9 Pagamentos

A Figura 14 ilustra a comparação entre valores máximos para pagamentos por serviços ambientais feitos pelos projetos estudados. Para o projeto SOS Nascentes (Joinville), foi considerado o valor do salário mínimo em 2006. Para todos os outros considerou-se o salário mínimo em 2019.

A proximidade da localização de projetos à metrópole ou áreas urbanizadas tende a influenciar diretamente no valor pago aos participantes dos PSA hídricos. Percebe-se que em cidades onde o metro quadrado (m^2) de área é mais alto, o valor monetário repassado aos participantes dos projetos de PSA Hídrico é maior. Para estes, podemos citar a exemplo as cidades de Camboriú, Balneário Camboriú, Joinville, São Paulo, as quais respectivamente apresentaram os maiores valores recebidos em salário mínimo mensal considerando todos os projetos avaliados, possuem elevada urbanização, índice de desenvolvimento humano, renda per capita, entre outros fatores.

Figura 14 – Valores máximos para pagamentos por serviços ambientais em salários mínimos mensais para os projetos avaliados.



Fonte: A autora, 2019.

4.10 Resultados

A Tabela 1 elenca os principais resultados dos projetos avaliados.

Tabela 1 – Valores máximos para pagamentos por serviços ambientais em salários mínimos mensais para os projetos avaliados.

Programa/projeto	Total investido¹	Área protegida/ recuperada (ha)	População favorecida²	Participantes ativos³
Produtor de Água no PCJ	R\$ 3.600.000,00	6.849,00	10.000.000	244
Conservador de águas - Extrema	R\$ 4.464.953,00	6.378,00	12.000.000	224
Produtores de Água e Floresta - Guandu	R\$ 8.549.793,73	3.789,60	9.000.000	50
ProdutorES de Água	R\$ 1.314.668,04	2.211,45	8.000.000	217
Oásis São Paulo	R\$ 1.000.000,00	747,70	4.000.000	14
Oásis Apucarana	R\$ 951.156,88	1.304,28	967.508	184
SOS Nascentes (Joinville)	R\$ 180.012,80	7,14	500.000	18
Produtor de Água do Rio Camboriú e Balneário Camboriú	R\$ 2.700.000,00	1.129,00	447.732	26

Nota: ¹ Custos da implantação + PSA.

² População favorecida direta e indiretamente.

³ Até o final do projeto ou no ano do último relatório.

Fonte: A autora, 2019.

4.11 Relação custo/benefício aparente

A Figura 15 apresenta uma relação entre o custo total divulgado e os valores de área total preservada/recuperada, baseados na Tabela 1. O tamanho das bolas representam a população beneficiada.

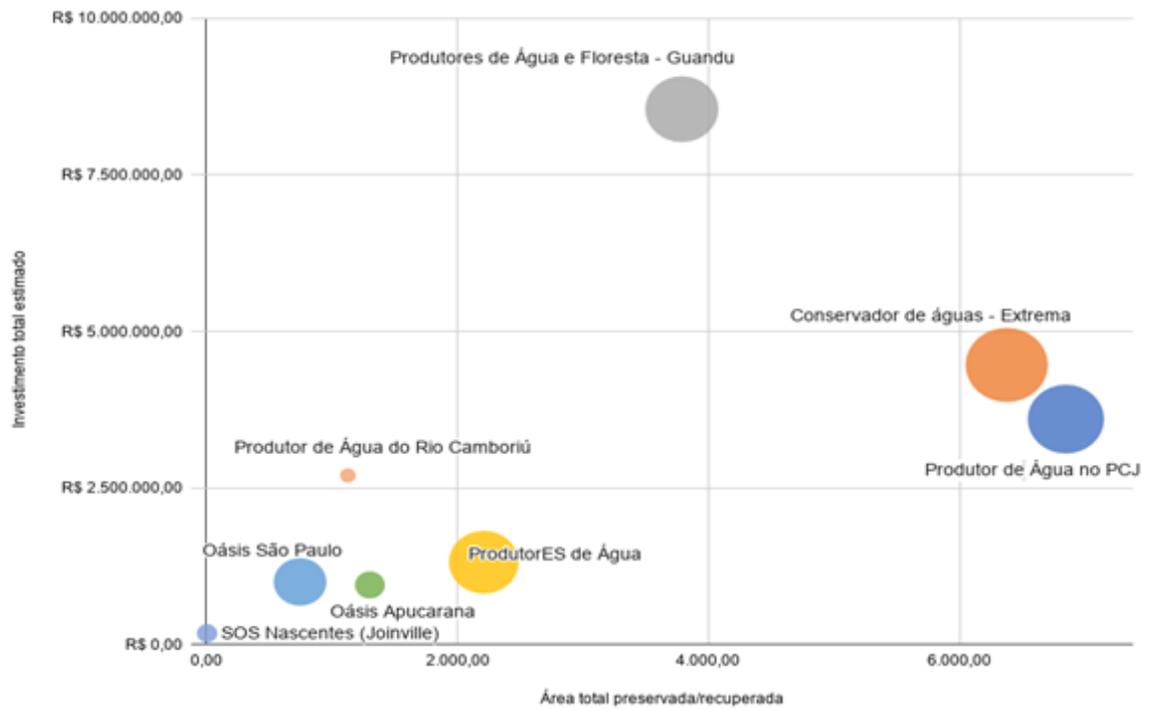
Ao analisar os dados apresentados relacionados aos custo-benefício aparente, verifica-se que o projeto Produtores de Água e Floresta da Bacia do Rio Guandu (PAF), no Rio de

Janeiro, é o que apresenta o maior investimento total estimado. O projeto, pioneiro no país em ser formalizado considerando as determinações e prioridades do Plano de Bacia (ANA, 2009), incentivou a participação de parceiros, aumento na previsão de investimentos de longo prazo e na construção de um manual operativo do programa. A fase 2 do PAF resultou na criação do Programa de Pagamento de Serviços Ambientais (PRO-PSA) na Região Hidrográfica II – Guandu em 2012, com a aplicação mínima de 3,5% do orçamento anual do Comitê Guandu em projetos de PSA (INEA, 2015). Todas estas condições levaram a um elevado custo de investimento voltado a este projeto. Há de se considerar também que o PAF, em conjunto com o Produtor de Água de Camboriú são os 2 únicos projetos que apresentam monitoramento técnico através de parâmetros hidrológicos, influenciando aumento do custo total do projeto. Quando se analisa o montante investido pelos parceiros, em cinco anos de atuação, chega-se ao valor superior a R\$ 8,5 milhões (INEA, 2015).

Os projetos Produtor de Água no PCJ e Conservador de Águas de Extrema foram os que, respectivamente, abrangeram o maior área com ações ligadas a conservação e recuperação. Cerca de 40% das propriedades beneficiadas nestes projetos possuem áreas com até 10ha, e menos de 5% destes com projetos em áreas maiores que 100 hectares. Quando se analisa os custos do projeto e comparando os valores de investimento, o projeto Conservador de Água de Extrema e o Produtor de Água no PCJ aparecem na segunda e terceira posição entre os projetos com maiores repasses realizados.

Ao analisar o tamanho das bolas, proporcional ao tamanho da população beneficiada, verifica-se que em locais com maior quantidade de habitantes e corpos hídricos utilizados para abastecimento de grandes aglomerados urbanos, o tamanho das bolas são maiores. Há de se considerar que não há dados suficientes para afirmar o quantitativo da população beneficiada indiretamente com estes projetos, e, portanto, considerou-se apenas o número de habitantes destas regiões e número de usuários dos recursos hídricos das bacias.

Figura 15 – Custo/benefício aparente dos projetos avaliados.



Fonte: A autora, 2019.

5 DISCUSSÃO

Os resultados dos programas avaliados relacionados ao números de habitantes beneficiados (direta ou indiretamente), a quantidade de hectares atendidos com ações de conservação e restauração e o número de proprietários participantes demonstram que no Brasil existe um potencial muito grande para o uso do PSA voltado ao manejo de bacias hidrográficas, por meio da manutenção dos serviços de suporte e regulação prestados pelo uso e manejo adequado do solo e a conservação de áreas naturais, podendo ser utilizado de forma complementar às ações de gestão ambiental.

Após contrastarmos a teoria do PSA com as evidências relatadas nos projetos, levando em consideração a definição de PSA e os critérios de Wunder, foi possível notar que há confusão com o uso dos termos “serviços ecossistêmicos” e “serviços ambientais” e que a maioria dos projetos/programas não cumpre os cinco critérios.

Serviços ecossistêmicos refletem apenas os benefícios diretos e indiretos providos pelo funcionamento dos ecossistemas, sem a interferência humana. Como exemplos, estão o fornecimento de água, matéria-prima, recursos genéticos, ciclagem de nutrientes, formação do solo, controle biológico, entre outros (COSTANZA *et al.*, 1997). Quanto a serviços ambientais, são conceituados como aqueles prestados pelos diversos agentes econômicos para conservação e/ou recuperação dos recursos naturais. Dentro os diversos exemplos, podem ser destacados a recuperação e manutenção da mata ciliar, construção de terraços e recuperação de áreas degradadas (TÔSTO *et al.*, 2012).

A confusão entre estes conceitos pode comprometer o sucesso de um projeto de PSA, pois pode gerar a inserção de objetivos múltiplos além do principal, que é a conservação, isso pode acarretar a oneração de determinado projeto e resultar em uma baixa eficácia dos serviços ambientais prestados, devido ao seu enfraquecimento.

No estudo foram identificadas lacunas que precisam ser preenchidas para que seja possível conduzir uma análise comparativa mais adequada. Desta forma, diversos desafios ainda devem ser superados, principalmente aqueles relacionados aos critérios de definição de áreas prioritárias, os métodos de valoração dos serviços ambientais, a fórmula de cálculo para pagamentos, a seleção de indicadores da eficiência dos programas já implementados e o monitoramento das ações no longo prazo.

Um modelo representativo do processo de delimitação de áreas de interesse para proteção e recuperação de mananciais (AIPMs), apresentado pelo INEA em seu Programa de Proteção e Recuperação de Mananciais do Estado do Rio de Janeiro, trata de critérios para definição de áreas prioritárias para restauração visando a proteção e recuperação de mananciais. Segundo o modelo apresentado, as AIPMs partem da área de drenagem situada à montante dos pontos de captação de mananciais estratégicos para o abastecimento público, e correspondem às áreas que influenciam diretamente a qualidade da água e integridade dos corpos hídricos.

Os projetos de restauração florestal promovidos ou apoiados devem privilegiar intervenções nas áreas identificadas como prioritárias para a proteção e recuperação de mananciais. As áreas prioritárias devem ser definidas a partir da análise multicritério, com base no emprego de índices e indicadores ponderados, gerando um mapa para restauração florestal visando a proteção dos mananciais de abastecimento público. Alguns critérios que foram considerados são: a pressão sobre as AIPMs e sua potencialidade ambiental para restauração florestal. O primeiro é gerado pela degradação de APP, suscetibilidade à erosão e o comprometimento da disponibilidade hídrica; o segundo está relacionado à manutenção da biodiversidade e dos processos ecológicos, à favorabilidade físico-climática para oferta hídrica e à potencialidade para regeneração natural da vegetação (INEA, 2015).

Tendo como objetivo principal estimar os valores econômicos para os recursos naturais, a valoração através da simulação de um mercado hipotético (valoração simulada) atribui valores para bens ambientais que tradicionalmente não possuem preço definido (NOGUEIRA, 2000). Os métodos de valoração econômica são técnicas específicas utilizadas para quantificar, monetariamente, os impactos socioeconômicos de projetos, e variam muito entre os programas e, até mesmo, entre projetos de um mesmo programa. As estruturas de valoração simulada estão entre as principais formas de valoração dos projetos avaliadas para o pagamento por esquemas de PSA Hídrico. Há outras formas bastante utilizadas em outras categorias de PSA, como os ativos de capital (valor de mercado) e as preferências reveladas (FRIPP, 2014), porém estão principalmente atreladas aos serviços de sequestro de carbono e redução da emissão de gases do efeito estufa.

Outras formas de valoração ainda podem ser sugeridas, a pensar no desenvolvimento de mais estudos sobre os serviços ecossistêmicos presentes nas áreas naturais protegidas. Detalhes como a ciclagem de nutrientes, conectividade entre áreas naturais internas, a presença de grutas e cavernas, animais bioindicadores, entre outros, poderiam ser contabilizados na valoração. A proteção de áreas que contém cavernas, por exemplo, implica na preservação de locais de

refúgio para os animais cavernícolas como os morcegos, que fornecem importantíssimos serviços ecossistêmicos, dentre eles a dispersão de sementes e a polinização de epífitas (KUNZ *et al.*, 2011). Organizações de pesquisa estimaram o valor global dos morcegos para a agricultura, e de acordo com estudos recentes, os morcegos entregam US\$ 3,7 bilhões à agricultura norte-americana (WESTERVELT, 2015).

Ao comparar as primeiras ações do projeto Oásis (Paraná) com experiências similares em Minas Gerais (Extrema) e Espírito Santo (ProdutorES de água), o PSA em análise era bem mais caro, uma vez que a unidade de referência deste foi o pagamento por hectare. Neste, o cálculo não levava em consideração o custo de oportunidade da terra, e sim, somente as características ambientais. Assim, uma série de problemas relacionados à metodologia originalmente adotada para estabelecer o valor desses pagamentos, como a falta de proporcionalidade à área de conservação da floresta, resultaram em uma demanda por uma revisão desses critérios. Um estudo específico foi realizado em 2013 (YOUNG; DE BAKKER, 2014) para propor uma nova fórmula para o cálculo dos pagamentos devidos aos proprietários de terras do projeto Oásis Apucarana.

Em 1997, um estudo estimou que as florestas e as áreas úmidas, como as do Pantanal Mato-grossense, correspondiam por 28,1% do Produto Mundial Bruto (PMB) e os sistemas costeiros por 32,1%. O serviço estimado mais caro foi o da ciclagem de nutrientes, que equivalia a 51,5% do PMB (COSTANZA *et al.*, 1997). Outros serviços, como a regulação da composição da atmosférica, a recuperação de distúrbios naturais, a regulação do fluxo de água, o suprimento de água, a reciclagem de materiais já utilizados, a produção de alimentos, custariam mais de 3% cada, por ano, se precisassem ser substituídos. Pode-se constatar que, mesmo se levarmos em consideração que o PMB em 2018 alcançou os US\$ 84 trilhões (BANCO MUNDIAL, 2019), o custo dos serviços ecossistêmicos é mais alto do que qualquer país isolado poderia pagar.

No Brasil, os projetos de PSA Hídrico focam principalmente na atuação voltada a ações de conservação de remanescentes florestais, restauração florestal e regeneração assistida em bacias hidrográficas (BRASIL, 2011). A implantação desses projetos requer financiamentos elevados, principalmente, durante a fase de execução das atividades de recuperação florestal.

Os custos de transação e oportunidade também devem ser abordados na análise dos programas de PSA, incluindo os custos de informação, negociação (entre vendedores e compradores), monitoramento, controle, supervisão e validação dos serviços prestados durante o período de implementação do projeto (WUNDER *et al.*, 2009). Os valores altos desses custos

em relação aos pagamentos é um fator que prejudica o sucesso dos projetos. No projeto Produtor de Água no PCJ, por exemplo, foi calculado que a cada R\$ 1 utilizado no PSA foram necessários 16 reais para a implantação do projeto e pagamento de outros custos relacionados (VIANI; BRACALE, 2015). No entanto, a eficiência dos programas de PSA e o alcance de um retorno financeiro com a razão custo/benefício justificável somente se dá com o passar dos anos. Para tanto, o financiamento dos programas deve ser garantido no longo prazo e sua viabilidade deve ser verificada através do monitoramento.

O custo significativo das atividades de implantação, desenvolvimento e a deficiência do recurso de longo prazo para os PSA, acabam por limitar a passagem da fase de desenvolvimento para a implementação, como pode ser observado no caso SOS Nascentes (Joinville, SC). Em 2012 a FUNDEMA divulgou uma portaria reformulando o SOS Nascentes em Joinville. A fundação alegou que apenas o plantio de mudas “não garante o sucesso do projeto, o que o torna eficiente é o estudo de cada propriedade” (WANZUITA, 2012). Em 2018, uma Comissão Especial criada pela Câmara de Vereadores de Joinville para estudar o relatório do Plano Estadual de Recursos Hídricos sugeriu a ampliação do repasse financeiro ao Programa SOS Nascente, a fim de implantar as atividades de monitoramento e Gestão da APA Dona Francisca, não tendo sido encontradas informações atualizadas do projeto após a sua retomada.

Deste forma, urge a necessidade de esforços para ampliar o arcabouço da legislação concernente aos PSA bem como dedicar-se à sua constante melhoria. No programa ProdutorES de Água, por exemplo, o Fundo Estadual de Recursos Hídricos e Florestais do Espírito Santo – FUNDAGUA, criado pela Lei Estadual nº 8.960/2008, é crucial para o sucesso deste projeto. O acompanhamento de novas necessidades e alterações no arranjo também deve ser realizado. No caso do FUNDAGUA, a sua lei de criação foi reformulada por meio da Lei Estadual nº 9.866/2012, e posteriormente alterada pela Lei Estadual nº 10.557/2016, com o objetivo de fornecer suporte à gestão de recursos hídricos.

O monitoramento é visto como um gargalo devido ao seu alto custo, falta de recursos e de equipe técnica. O monitoramento é interessante para mostrar a possíveis novos pagadores e aos produtores rurais quais são os benefícios associados à proteção dos mananciais, utilizando números. No entanto, a padronização dos métodos de monitoramento ainda não está estabelecida no Brasil, principalmente devido à escassez de informações acerca de quais parâmetros seriam ideais para avaliar os diferentes programas nas mais distintas áreas do Brasil.

Desta forma, há uma séria demanda por estudos e pesquisas científicas, que poderiam ser fomentadas por parcerias público-privadas com os beneficiários dos serviços ecossistêmicos

e as universidades que mantêm programas de mestrado e doutorado nas áreas de geologia, ciências ambientais, ciências florestais, engenharias, entre outras. A constatação da eficácia dos programas de PSA facilitaria uma cultura de implantação desses projetos em larga escala.

A necessidade de melhoria no serviço ecossistêmico fornecido é um princípio fundamental, incluindo uma mudança dos negócios como de costume para uma situação melhorada, buscando um cenário usual de negócios que considere fatores ambientais, sociais e econômicos (BÖRNER *et al.*, 2017). Para definir essa mudança, monitorar e relatar o progresso, serão necessários dados técnicos robustos (índices, parâmetros e indicadores) para estabelecer uma linha de base fidedigna que avalie a efetividade da recuperação dos processos hidrológicos, bem como o retorno e/ou melhoria dos serviços ambientais e ecossistêmicos. Estes dados podem ainda auxiliar na criação de protocolos de monitoramento que possibilitem determinar a real capacidade das ações/estratégias de restauração e reabilitação de áreas (LEIMONA *et al.*, 2015; LU; HE, 2014).

Para saber o resultado de alguma ação o qual objetivou modificar alguma coisa ou situação, é preciso avaliar o que se pratica. E para essa avaliação deve-se, principalmente, saber o que era esperado e em que prazo, além de comparar a situação atual com o que se buscava (UEHARA; GANDARA, 2011). A avaliação ao longo do processo, através de índices, indicadores e parâmetros pode possibilitar o entendimento de que ações já adotadas possam ser alteradas durante a vigência de um projeto, revertendo resultados negativos e possibilitando que projetos que porventura estejam sendo mal conduzidos ou apresentem resultados indesejados possam ser revisados.

Com a avaliação das atividades executadas e medição do progresso alcançado surge a oportunidade do exame voltado para a qualidade das atividades realizadas para um determinado objetivo (MITCHELL, 1996). Diante disso, as estratégias de restauração poderiam ser avaliadas se são mais apropriadas diante de um determinado cenário característico de uma região (VAN STRAALLEN, 1998).

De acordo com o TNC (2013), o monitoramento de áreas em processo de restauração aparece como ferramenta fundamental ao processo, porém há de se considerar aspectos mais amplos do que apenas a fisionomia florestal ou afins, como por exemplo, indicadores numéricos ecológicos ou descritivos das estratégias de restauração.

De acordo com Fidalgo (2017), o parâmetro é a forma de como se obtém um dado ou uma informação capaz de avaliar um fenômeno específico obtida através de uma metodologia. Já os indicadores podem ser constituídos de um ou a integração de mais parâmetros.

Individualmente são ferramentas variáveis identificáveis, fáceis de medir, de fácil compreensão e que representem o que se deseja avaliar (UEHARA; GANDARA, 2011).

Quando se deseja avaliar o meio natural, os denominados indicadores ecológicos devem ser sensíveis aos fatores que alterem o ecossistema, responder aos fatores atuantes sobre o ecossistema de forma previsível, possibilitar a previsibilidade sobre os efeitos benéficos e maléficos das práticas de manejo aplicadas, representar outras variáveis mais difíceis de medir e ter baixa variabilidade nas respostas aos fatores que representa. Atualmente a obtenção automatizada de alguns parâmetros pode ser realizada em tempo real por longo prazo, o que gera um custo/benefício alto (FRIPP, 2014; GARDON, 2016).

Indicadores são instrumentos que, de forma simples, expressam uma mensagem complexa, resultante da atuação de numerosos fatores (Figura 16). Por essa característica de sintetizar processos complexos, o interesse por indicadores eficazes e capazes de demonstrar o impacto de projetos de pagamento por serviços ambientais (PSA) hídricos é crescente. No entanto, não é tarefa fácil escolher os melhores indicadores a serem utilizados em cada estudo de caso. Um dos motivos é a abundância de parâmetros que podem ser usados como indicadores.

Figura 16 – Relação entre dados, indicadores e usuários de informação.



Fonte: Adaptado de Mitchell, 1996.

Segundo Mitchell (1996), é necessário escolher estrategicamente indicadores de desempenho de monitoramento acessíveis e de fácil aplicação que retratem as condições ecológicas condutoras do sucesso ou fracasso de ações, levando em consideração a relação que

existe entre os dados primários e os indicadores resultantes de sua agregação. Um estudo da Embrapa (FIDALGO *et al.*, 2017) sugeriu através de uma oficina multidisciplinar, sete serviços ecossistêmicos para a seleção de indicadores para monitoramento de PSA Hídrico, conforme verificado no Quadro 1, sendo dois de provisão (suprimento de água e alimento), quatro de regulação (regulação hídrica, controle de erosão, qualidade do solo e manutenção de habitats) e um cultural (cultural/recreação). Alguns parâmetros e índices disponíveis na literatura foram sugeridos para complementar a lista.

A coleta desses dados biofísicos qualitativos e quantitativos devem ser realizados com habilidade técnica adequada, de acordo com o serviço específico fornecido pelo ecossistema. Desta forma, a coleta e o monitoramento de dados podem envolver amostragem de água, medição de fluxos de sedimentação ou análise de práticas de uso da terra. Dados de linha de base devem ser gerados para cada indicador necessário para o monitoramento, considerando os indicadores exigidos pelo processo, como condições biofísicas, econômicas e sociais (YOUNG; DE BAKKER, 2014). A quantidade e especificidade de indicadores avaliados pode ser tão complexa que ferramentas de inteligência artificial tem sido sugeridas para realizar a avaliação dos serviços ecossistêmicos (VILLA *et al.*, 2014), inclusive de áreas de patrimônio natural e cultural, que fornecem valor para a humanidade não somente pela biodiversidade que contém, mas também porque promovem oportunidades de turismo e recreação, contém valores culturais e espirituais. Quantificar e mapear com acurácia estes locais pode ajudar os gerentes das propriedades e tomadores de decisão a justificar a importância destes locais para conservação, atrair novas fontes de investimento, gerir os locais mais eficientemente e alocar recursos humanos e financeiros nos locais em que são mais necessários (NEUGARTEN *et al.*, 2018).

Na maioria dos casos, um terceiro devidamente qualificado, como um grupo de pesquisa ou ONG local, poderia apoiar a coleta e análise de dados. As partes devem determinar se a evidência primária é necessária ou se os dados secundários são suficientes. Idealmente, as instituições e comunidades locais poderiam ser incluídas na coleta de dados e no suporte técnico fornecido. Isso fortalecerá ainda mais o envolvimento e o compromisso da comunidade local e das instituições relevantes na provisão a longo prazo do serviço do ecossistema.

Quadro 1 – Serviços ecossistêmicos, seus índices sugeridos e alguns parâmetros indicadores associados (Continua)

ÍNDICES	PARÂMETROS (VARIÁVEIS)
1. Suprimento de água	
IQA (Índice de qualidade da água)	Turbidez (sólidos suspensos)
	pH
	Oxigênio dissolvido
	Condutividade
	Temperatura
	Fósforo total
	Nitrogênio total
	Sólidos totais
	Carbono orgânico total
	Nitrato
	Coliformes termotolerantes
Demanda bioquímica de oxigênio	
2. Produção de alimentos e matéria-prima	
Produção agrícola	Agricultura orgânica certificada
	Quantidade de alimentos
	Utilização de insumos
	Preparo do solo e tratos culturais
Diversidade de produção	Controle biológico
	Rotação de culturas
3. Regulação hídrica	
Cobertura vegetal	% de cobertura de vegetação nativa
	Taxa de infiltração
	Nível do lençol freático
Regulação de fluxo hídrico	Capacidade de armazenamento de água
	Precipitação pluviométrica
Disponibilidade hídrica	vazão fluvial
	% domicílios com acesso a água
4. Controle de erosão	
Índice de Assoreamento	Perda de solo estimada por área
	Presença de processos erosivos
	Taxa de sedimentação nos corpos hídricos
5. Qualidade de solo	
Índice de estabilidade de agregados (IEA)	Resistência à erosão
	Condutividade hidráulica
	Velocidade de infiltração básica
Índice de cone	Resistência à penetração

Quadro 1 – Serviços ecossistêmicos, seus índices sugeridos e alguns parâmetros indicadores associados (Conclusão)

6. Manutenção de habitats	
Índices de diversidade (riqueza, dominância, equitabilidade etc.)	Espécies ameaçadas de extinção Ocorrência de espécies exóticas invasoras
Índices de vegetação (NDVI, SAVI)	Diâmetro/circunferência a altura do peito Estágio sucessional Número total de mudas
7. Cultural/recreação	
Modelos matemáticos multidimensionais de sustentabilidade e patrimônio natural e cultural (pesquisas em desenvolvimento)	Ocorrências de locais importantes relacionados ao patrimônio cultural e ambiental Nível de conservação dos locais importantes relacionados ao patrimônio cultural e ambiental % da ocorrência em áreas protegidas

Fonte: Modificado de Fidalgo (2017).

De acordo com o levantamento realizado no presente trabalho, as estratégias de monitoramento e formas de avaliação dos projetos ligados a PSA hídrico ocorrem de formas distintas para os projetos avaliados, conforme verificado na sessão anterior, podendo ser conduzidas até mesmo de forma parcial apenas. Para alguns projetos não foi possível realizar a avaliação por ausência de informações e acessibilidade aos dados e informações. A informação transparente sobre a efetividade do programa, seus custos e benefícios é uma condição indispensável para ampliar a participação do setor produtivo na disseminação dos objetivos dos programas (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008).

Para os projetos que realizam alguma forma de monitoramento e/ou avaliação, percebe-se que a maioria realiza estratégias subjetivas, praticando vistorias nos locais por meio de avaliações visuais de implantação das ações de planejadas. No Programa Conservador de Água - MG, Produtor de Água - SP, Produtores de água – ES e Oásis - PR, as diferentes fontes propulsoras dos projetos (responsável, financiador, assessoria, coordenador, entre outros), bem como as estratégias e objetivos definidos como meta são alguns dos arranjos que criam formas distintas de monitoramento.

O entendimento sobre a avaliação da efetividade das ações adotadas e as formas de gestão do projeto podem ser grandes aliadas na busca para as melhores estratégias de monitoramento. Dois projetos, Oásis – SP e Produtores de Água – RJ, utilizam parâmetros de qualidade e quantidade de diferentes aspectos (parâmetros físico-químicos de água, vazão,

precipitação, vazão, deflúvio, floresta, fauna, hidrografia, entre outros). Para estes, a forma efetiva da relação entre o custo de investimento e estratégia de restauração/recuperação podem estar mais claras quando se tem uma avaliação que responda de forma quali-quantitativa. Neste, a subjetividade não ocorre, sendo possível, portanto, ajustes ou rearranjos de estratégias ao longo da fase de execução e/ou pós-implantação do projeto.

Os monitoramentos que ocorrem nos projetos variam entre visitas as propriedades e avaliação quantitativa e/ou qualitativa de indicadores predeterminados. Apenas dois destes projetos apresentaram metodologias claras de realização de monitoramento através de parâmetros hidrológicos e florestais quantificáveis e qualificáveis, como parâmetros de qualidade, vegetação, fauna, hidrografia, entre alguns outros, sendo estes os únicos com resultados possíveis de comparação. Seis dos projetos analisados realizaram monitoramento através de vistorias periódicas apenas, ao passo que um destes programas, o mais antigo, não realizou monitoramento.

Percebe-se a dificuldade em estabelecer rotinas de monitoramento, impulsionado, portanto, apenas para a avaliação ao cumprimento de intervenções previstas dos termos do estabelecimento do contrato. A importância de se estabelecer um monitoramento nestes projetos condiciona a possibilidade de avaliação da eficácia das intervenções realizadas, na avaliação da estratégia da ação, na realização de um balanço dos resultados obtidos, no apoio aos gestores na formulação de políticas públicas e para o fortalecimento da relação de credibilidade entre o pagador e o recebedor.

Em programas de PSA hídricos, o monitoramento hidrológico se mostra como um forte aliado como meio de planejamento e avaliação ambiental das estratégias executivas nas áreas em processo de restauração. De acordo com Mitchell (1996), a investigação tende a auxiliar na melhor avaliação e proposição direcionadas as ações de manejo do solo, estratégias ligadas a restauração, conservação e reabilitação do meio, alcançando, portanto, uma otimização na busca e investimento na qualidade hídrica.

Algumas etapas devem ser consideradas no processo de definição da estratégia de monitoramento, como por exemplo, a abrangência da área, a quantidade e localização dos pontos de monitoramento, frequência, formas de avaliação e comparação, tempo de amostragem, entre outros (FIDALGO *et al.*, 2017).

Em alguns casos, são estabelecidas metas prévias, com resultados a serem alcançados, e estes viram objetos de referência (dados de linha de base) e comparação para as etapas e resultados seguintes. O aprofundamento dos estudos sobre indicadores da qualidade de águas

em bacias hidrográficas contempladas por programas de PSA, assim como as significâncias e as especificidades dos parâmetros, são demandas que garantem a continuidade dos trabalhos de pesquisa, que deverão culminar na proposição de índices adaptados às unidades de PSA Hídrico brasileiras (FIORE *et al.*, 2017).

Além de considerar as variáveis qualitativas e quantitativas no contexto biofísico, as estruturas de pagamento diferem dependendo do produto e da conjuntura em que se insere. Portanto, aqueles que projetam e implementam um sistema de PSA devem procurar usar as estruturas fiscais e de pagamento existentes no local, a fim de evitar a duplicação do trabalho e adequar as ações ao contexto socioeconômico, a fim de evitar impactos adversos nas populações carentes. É essencial monitorar de perto como os mercados de serviços ecossistêmicos podem afetar as pessoas pobres, pois eles geralmente têm direitos de propriedade limitados e pouco acesso a financiamentos. Os projetistas devem garantir que o esquema de PSA atenda também aos objetivos das populações mais humildes. A falta de consideração desta questão pode prejudicar seriamente os objetivos do PSA, pois os sistemas de PSA são sustentáveis somente se beneficiarem as comunidades locais (LANDELL-MILLS; PORRAS, 2002).

CONCLUSÕES

Os programas avaliados variam tanto no tipo de arranjo institucional, quanto no serviço ambiental e valores pagos aos provedores dos serviços, limitando a comparação entre ações de um mesmo programa em diferentes localidades. Esta limitação está relacionada, principalmente, aos princípios do PSA que incluem o conceito de condicionalidade da ação de serviços, a definição do serviço e a negociação de pagamentos.

Esquemas de PSA fornecem uma diversidade de benefícios, mas variam consideravelmente em seus resultados. Verificou-se que para os projetos analisados, impactos tanto na qualidade, como na quantidade da água ainda são pouco estudados e monitorados, implicando no entendimento insuficiente das relações entre as diversas variáveis envolvidas nos programas, com a efetivação de resultados no manejo de bacias hidrográficas.

De acordo com as discussões apresentadas neste trabalho verificaram-se muitas lacunas que ainda devem ser avaliadas e estudadas, como os critérios de definição dos parâmetros de avaliação. O compartilhamento de responsabilidades através da formação de parcerias com outras entidades de governo (extensão rural), do terceiro setor e da academia é desejável, considerando a limitada capacidade técnica dos órgãos ambientais estaduais e municipais. Apesar dos programas de PSA gerarem incentivos econômicos para cumprimento do código florestal, através das ações de restauração de APP e de reserva legal, o desconhecimento dos produtores em relação as suas obrigações ambientais limitam a adesão aos projetos.

Dentre os principais gargalos e dificuldades encontradas pelas iniciativas referentes ao PSA Hídrico, podemos citar algumas questões de cunho econômico, técnico, institucional e legal. Dada a sua existência recente, os programas de PSA Hídrico brasileiros apresentam-se em fase de coleta e armazenamento de dados para que se possa fazer uma análise do efeito desses projetos. Porém, a transparência e acessibilidade ao conteúdo dos relatórios com as fontes e aplicações dos recursos e os dados de monitoramento hidrológico devem ser incentivadas, principalmente pelos Comitês de Bacias. A publicação desses dados é de suma importância para avaliar a eficácia de um sistema de PSA Hídrico na recuperação dos serviços ecossistêmicos. Além de aumentar a visibilidade e fornecer credibilidade podem servir de linha de base para novos projetos.

O uso do PSA demonstra a importância do envolvimento dos usuários e produtores de serviços ambientais no âmbito da gestão integrada dos recursos hídricos, pois sem um bom

conhecimento da causa e efeito, não há como reconhecer os reais prestadores de serviços ambientais às comunidades. A maioria dos esquemas não abordam ligações causais entre os serviços ecossistêmicos e os resultados. Assim, uma abordagem mais voltada para as funções e orientada para os resultados melhoraria os esquemas de PSA.

Alguns autores tentaram fazer isso, mas encontraram dificuldade em apontar indicadores "universais", principalmente pela falta de padronização da avaliação entre os programas. O Programa Produtor de Água, por exemplo, é uma referência de PSA no país, pois este é um modelo bastante rigoroso e estruturado para a implantação dos projetos. No entanto, os métodos de avaliação são um tanto subjetivos e variam muito de caso a caso.

É preciso definir previamente quais são os serviços ambientais e ecossistêmicos que se visa regular. Isso porque cada localidade ou região do país apresenta suas peculiaridades ambientais e são elas que nortearão os principais aspectos a serem tratados em seus programas e projetos de PSA.

A inexistência no arcabouço legal do Brasil de instrumentos que possam regulamentar os programas de PSA, afetam diretamente a viabilidade desses programas voltados ao manejo de bacias hidrográficas. Ainda hoje, há muitos casos em que falta a consolidação legal para a implementação do PSA Hídrico em uma localidade.

O Brasil não tem ainda um sistema implementado de monitoramento para verificar se os financiamentos concedidos estão realmente promovendo a melhoria dos serviços ambientais fornecidos. O custo significativo das atividades de implantação e desenvolvimento e a deficiência do recurso de longo prazo para os PSA, acabam por limitar a passagem da fase de desenvolvimento para a implementação.

Por fim, a execução de recursos públicos, originada muitas vezes da ausência do arcabouço legal ou de processos extremamente burocráticos na gestão de contratos torna os processos laboriosos e leva à estagnação.

REFERÊNCIAS

BANCO MUNDIAL. **World Development Indicators Database**. Total GDP 2018. In: THE WORLD BANK. Washington, D.C., 2019. Disponível em: <http://wdi.worldbank.org/table/WV.1>. Acesso em: out. 2019.

BARBOSA, C. J. **Instrumento de Pagamento por Serviço Ambiental**: o caso do Ribeirão Abóbora. Série de Textos para Discussão do Curso de Ciências Econômicas. v. 64, Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Ciências Econômicas (FACE), Goiânia, 2017.22 f.

BENNETT, G.; CARROLL, N.; HAMILTON, K. **Charting New Waters: State of Watershed Payments 2012**. Washington, DC: Forest Trends, 2013.

BÖRNER, J. *et al.* **The Effectiveness of Payments for Environmental Services**. World Development, v. 96, p. 359–374, ago. 2017.

BOUCHER, D. *et al.* **Brazil's Success in Reducing Deforestation**. Tropical Conservation Science, vol. 6, no. 3, 2013, pp. 426–445.

BRASIL. **Pagamentos por serviços ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente (MMA), 2011.

BRASIL. **Programa Produtor de Água**. 2. ed. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas, 2013.

CHAN, K.M.A. *et al.* **Payments for ecosystem services**: Rife with problems and Potential—For transformation towards sustainability. *Ecol Econ* 2017;140:110-22.

CORBERA, E.; PASCUAL, U. **Ecosystem Services: Heed Social Goals**. *Science*, v. 335, n. 6069, p. 655–656, 10 fev. 2012.

COSTANZA, R. *et al.* **The value of the world's ecosystem services and natural capital**. *Nature*, v. 387, n. 6630, p. 253–260, maio 1997.

DALY, H. E.; FARLEY, J. **Ecological Economics: Principles And Applications**. [s.l.] Island Press, 2004.

ENGEL, S.; PAGIOLA, S.; WUNDER, S. **Designing payments for environmental services in theory and practice: An overview of the issues**. *Ecological Economics, Payments for Environmental Services in Developing and Developed Countries*. v. 65, n. 4, p. 663–674, 1 maio 2008.

FIDALGO, E. *et al.* (EDS.). **Manual para pagamento por serviços ambientais hídricos: seleção de áreas e monitoramento**. EMBRAPA, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1071113/manual-para->

pagamento-por-servicos-ambientais-hidricos-selecao-de-areas-e-monitoramento. Acesso em: 1 jul. 2019

FIORE, F. A. *et al.* **Monitoramento da qualidade de águas em programas de pagamento por serviços ambientais hídricos: estudo de caso no município de São José dos Campos/SP.** Engenharia Sanitaria e Ambiental, v. 22, n. 6, p. 1141–1150, dez. 2017.

FRIPP, E. **Payments for Ecosystem Services (PES): A practical guide to assessing the feasibility of PES projects.** [s.l.] Center for International Forestry Research (CIFOR), 2014.

GARDON, F. R. **Interceptação da chupa por plantios de restauração florestal.** Campinas: [s.n.].

GUEDES, F. B.; SEEHUSEN, S. E.; CUNHA, A. A. (EDS.). **Pagamentos por serviços ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios.** 2a. ed. rev ed. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Departamento de Conservação da Biodiversidade, 2012.

INEA. **Programa de Proteção e Recuperação de Mananciais do Estado do Rio de Janeiro.** INEA: Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/@inter_vpres_geiat/documents/document/zwew/mjax/~edisp/inea0201519.pdf. Acesso em: 18 out. 2019.

INEA. **Projeto Produtores de Água e Floresta (PAF).** INEA: Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Agendas/GESTAODEAGUAS/PagamentosproServiosAmbie ntais/ProjetosdePSA/ProjetoProdutores/index.htm%26lang=#ad-image-0>. Acesso em: 10 nov. 2019.

INSTITUTO ATKWHH. **ONU - Protocolo de Kyoto | Compêndio para a sustentabilidade.** Disponível em: <http://www.institutoatkwhh.org.br/compendio/?q=node/42>. Acesso em: 15 ago. 2019.

IORIS, A. A. R. **The Political Nexus between Water and Economics in Brazil: A Critique of Recent Policy Reforms.** Review of Radical Political Economics, v. 42, n. 2, p. 231–250, 1 jun. 2010.

KOSOY, N.; CORBERA, E. **Payments for ecosystem services as commodity fetishism.** Ecological Economics, Special Section - Payments for Environmental Services: Reconciling Theory and Practice. v. 69, n. 6, p. 1228–1236, 1 abr. 2010.

KUNZ, T. H. *et al.* **Ecosystem services provided by bats: Ecosystem services provided by bats.** Annals of the New York Academy of Sciences, v. 1223, n. 1, p. 1–38, mar. 2011.

LANDELL-MILLS, N.; PORRAS, I. T. **Silver bullet or fools' gold? A global review of markets for forest environmental services and their impact on the poor: Instruments for Sustainable Private Sector Forestry Series.** Londres: International Institute for Environment and Development, 2002. Disponível em: http://www.cifor.org/publications/pdf_files/Books/BFripp1401.pdf.

LEIMONA, B. *et al.* **Fairly efficient, efficiently fair: Lessons from designing and testing payment schemes for ecosystem services in Asia.** *Ecosystem Services*, v. 12, p. 16–28, abr. 2015.

LU, Y.; HE, T. **Assessing the effects of regional payment for watershed services program on water quality using an intervention analysis model.** *Science of The Total Environment*, v. 493, p. 1056–1064, set. 2014.

MARTIN-ORTEGA, J.; OJEA, E.; ROUX, C. **Payments for Water Ecosystem Services in Latin America: A literature review and conceptual model.** *Ecosystem Services, Payments for Ecosystem Services and Their Institutional Dimensions: Analyzing the Diversity of Existing PES Approaches in Developing and Industrialized Countries.* v. 6, p. 122–132, 1 dez. 2013.

MITCHELL, G. **PROBLEMS AND FUNDAMENTALS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT INDICATORS.** *Sustainable Development*, v. 4, n. 1, p. 1–11, mar. 1996.

MURADIAN, R. *et al.* **Reconciling theory and practice: An alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services.** *Ecological Economics, Special Section - Payments for Environmental Services: Reconciling Theory and Practice.* v. 69, n. 6, p. 1202–1208, 1 abr. 2010.

NEUGARTEN, R. A. *et al.* **Tools for measuring, modelling, and valuing ecosystem services: guidance for Key Biodiversity Areas, natural World Heritage sites, and protected areas.** 1. ed. [s.l.] IUCN, International Union for Conservation of Nature, 2018.

PACKER, L. A. **Novo Código florestal & pagamentos por serviços ambientais: regime proprietário sobre os bens comuns.** Curitiba: Juruá Editora, 2015.

REDFORD, K. H.; ADAMS, W. M. **Payment for Ecosystem Services and the Challenge of Saving Nature.** *Conservation Biology*, v. 23, n. 4, p. 785–787, 2009.

ROSA, T. O.; CRUZ NETO, C. C. **Payments for ecosystem services: an economic tool in cost-effective implementation of environmental legislation.** Disponível em: https://www.academia.edu/3524015/Payments_for_ecosystem_services_an_economic_tool_in_cost-effective_implementation_of_environmental_legislation. Acesso em: 21 nov, 2019.

TÔSTO, S. G.; PEREIRA, L. C.; MANGABEIRA, J. A. C. **Serviços ecossistêmicos e Serviços ambientais: Conceitos e importância.** Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2012/12/13/servicos-ecossistemicos-e-servicos-ambientais-conceitos-e-importancia-artigo-de-sergio-gomes-tosto-lauro-charlet-pereira-e-joao-alfredo-de-c-mangabeira/>. Acesso em: 16 nov. 2019.

TURNER, R. K.; DAILY, G. C. **The Ecosystem Services Framework and Natural Capital Conservation.** *Environmental and Resource Economics*, v. 39, n. 1, p. 25–35, 1 jan. 2008.

UEHARA, T. H. K.; GANDARA, F. **Cadernos da mata ciliar: Monitoramento de áreas em recuperação.** [s.l.] SMA, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de Sao Paulo, 2011.

VAN STRAALLEN, N. M. **Evaluation of bioindicator systems derived from soil arthropod communities.** *Applied Soil Ecology*, v. 9, n. 1–3, p. 429–437, set. 1998.

VIANI, R. A. G.; BRACALE, H. **Produtor de Água no PCJ - Pagamento por Serviços Ambientais: lições aprendidas e próximos passos.** The Nature Conservancy: Sao Paulo, 2015. 1a. ed.

VILLA, F. *et al.* **A Methodology for Adaptable and Robust Ecosystem Services Assessment.** *PLOS ONE*, v. 9, n. 3, p. e91001, 13 mar. 2014.

WANZUITA, C. **Fundema divulga portaria reformulando o SOS Nascentes em Joinville.** *Portal Saavedra*, 2012. Disponível em: <http://wp.clicrbs.com.br/saavedra/2012/12/06/fundema-divulga-portaria-reformulando-o-sos-nascentes-em-joinville/?topo=84,2,,,77>. Acesso em: 15 out. 2019

WESTERVELT, A. **Bats are worth \$3.7bn to US agriculture.** *The Guardian*, 14 out. 2015.

WUNDER, S. **When payments for environmental services will work for conservation: When PES will work.** *Conservation Letters*, v. 6, n. 4, p. 230–237, jul. 2013.

YOUNG, C. E. F.; DE BAKKER, L. B. **Payments for ecosystem services from watershed protection: A methodological assessment of the Oasis Project in Brazil.** *Natureza & Conservação*, v. 12, n. 1, p. 71–78, jun. 2014.

APÊNDICE – Projetos analisados ligados à PSA Hídrico

Nome do Projeto/Programa	Conservador de água	Produtor de água	Produtores de água e floresta	ProdutorES de água	ProdutorES de água	Oásis	Oásis	SOS Nascentes	Produtor de água
Estado	MG	SP	RJ	ES	ES	SP	PR	SC	SC
Município	Extrema	Nazaré Paulista e Joanópolis	Rio Claro	Alfredo Chaves	Afonso Cláudio e Brejetuba	São Paulo	Apucarana	Joinville	Balneário Camboriú e Camboriú
Bacia	Rio Jaguari, bacia PCJ, microbacias Posses e Salto, no Sistema Cantareira	Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá	Guandu	Benevente	Guandu	Guarapiranga	Tibagi e Pirapó	rio Cubatão e do rio Piraf	Ribeirão dos Macacos, Rio do Salto/Rio do Braço/rio Camboriú; e rio Pequeno
Bioma	Mata Atlântica	Mata Atlântica	Mata Atlântica	Mata Atlântica	Mata Atlântica	Mata Atlântica	Mata Atlântica	Mata Atlântica	Mata Atlântica
Fase	Execução	Execução	Execução	Execução	Execução	Execução	Execução	Execução	Execução
Data de início do PSA Hídrico	2007	2009	2009	2009	2009	2006	Sem informação	1997	2013
Data de fim do PSA Hídrico	Indeterminado	2012	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	2012	Sem informação	Sem informação	Sem informação
Proposição	Restauração florestal em APP (matas ciliares) e conservação de solo.	Conservação dos recursos hídricos através de ações de conservação de solo; cercamento de fragmentos florestais e restauração florestal.	Restauração florestal em APPs e áreas interceptoras de água; conservação de florestas e saneamento rural.	Conservação florestal para garantir a quantidade e qualidade dos recursos hídricos.	Restauração florestal e conservação de florestas para conservação dos recursos hídricos	Conservação florestal visando o armazenamento de água, o controle de erosão e a manutenção e qualidade da água.	Restauração florestal para conectividade entre fragmentos florestais e unidades de conservação, assim como orientação técnica para adequação ambiental das propriedades	Conservação dos recursos hídricos através da recuperação de matas ciliares.	Conservação dos recursos hídricos através de ações de conservação e restauração florestal e manutenção das estradas.
Responsável pelo projeto	Dep. de Meio Ambiente de Extrema	ANA - articulação TNC - Coordenação Projeto de Restauração de Matas Ciliares/SMA-SP – recuperação de matas ciliares	Instituto Terra	Instituto BioAtlântica/ IEMA	IEMA	Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza	Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza	Fundema	TNC
Financiador geral	Departamento de Meio Ambiente de Extrema	Comitê PCJ	SEAS/INEA; CBH Guandu; TNC; Prefeitura Municipal de Rio Claro	IEMA	IEMA	Fundação Mitsubishi	SEMATUR	Fundema	EMASA
Fonte dos recursos	ICMS - Prefeitura	Cobrança pelo uso da água – Comitê PCJ	Cobrança pelo uso da água – CBH Guandu	FUNDÁGUA	FUNDÁGUA	Fundação Mitsubishi	SANEPAR	Fundema e Fundação Municipal 25 de Julho	EMASA
Assessoria/apoio técnico	TNC / ANA / CBH-PCJ	CATI-SAA-SP – assistência técnica e apoio a ações de conservação do solo	TNC; UGP	ANA, Comitê da Bacia do Benevente e Prefeitura Municipal de Alfredo Chaves.	ANA, Comitê da Bacia do Benevente e Prefeituras Municipais de Afonso Cláudio e Brejetuba.	Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza	Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza	Secretaria do Meio Ambiente	TNC
Coordenador/gestor do projeto	Departamento de Meio Ambiente de Extrema	TNC; UGP	Instituto Terra	TNC	TNC	Fundação Grupo Boticário	SEMATUR	Secretaria do Meio Ambiente	EMASA
Executores do projeto em campo	TNC	Projeto de Restauração de Matas Ciliares/SMA-SP	Instituto Terra	IBIO	IBIO	Fundação Grupo Boticário	SEMATUR	Secretaria do Meio Ambiente	Instituto Ideia
Iniciativa público ou privada	Pública	Pública	Pública	Pública	Pública	Privada	Público	Público	Público
Desenho do contrato	TC entre os produtores rurais e a Prefeitura Municipal de Extrema	Cadastro e contrato	Contratos entre os produtores rurais e a FAPUR	TC assinado entre o BANDES, agente financeiro do Programa, e os produtores rurais	TC assinado entre o BANDES, agente financeiro do Programa, e os produtores rurais	Contrato	Contratos entre os produtores rurais e a Prefeitura de Apucarana.	Cadastro dos proprietários no convênio de compensação da Fundema	Sem informação
Duração mínima de contratos	4 anos	3 anos	5 anos	5 anos	Sem informação	Sem informação	4 anos, prorrogável por mais 4 anos	36 meses	4 anos
Beneficiários diretos	75 pequenos e médios produtores rurais	13 pequenos e médios produtores rurais	18 pequenos e médios produtores rurais	60 pequenos e médios produtores rurais	10 pequenos e médios produtores rurais	13 produtores rurais	64 produtores rurais	92 produtores rurais	1.962 hectares de áreas ripárias
Tamanho das propriedades beneficiadas	12,5% < 2 ha 37,5% de 2 a 10 ha 20% de 10 a 20 ha 25% de 20 a 80 ha 5% > 80 ha	Aproximadamente 40% destas possuem até 10 ha; 53% possui entre 10 e 50 ha; 3,5% possui entre 50 a 100 ha e 3,5% entre 100 e 200 ha	79% menores que 100 hectares	máximo 80 hectares	máximo 80 hectares	Preservação de 900 ha de áreas naturais em 13 propriedades.	média de 21ha	31% têm até 5ha; 8%, de 5 a 10ha; 5%, de 10 a 20 ha; e 8%, acima de 20 hectares.	Sem informação
Renda média mensal	1 salário mínimo à 1000 reais	1 salário mínimo/mês, quando a produção é leiteira, e de 2 a 3 salários mínimos quando cultivam Eucalipto	72% até dois salários mínimos	1 a 3 salários mínimos	1 a 3 salários mínimos	Sem informação	R\$ 525,00.	Sem informação	Sem informação
Tipo de valoração	Custo de oportunidade (local e a área total da propriedade)	Valores de Referência de Abatimento da Erosão (PAE = 100 (1- Z1 / Zo)	Custo de oportunidade local	Equação de PSA Água (critérios de declividade do terreno, estágio de regeneração da floresta e o custo de oportunidade) VSRh = 200 x VRTE x (1-Z) x Kt	Equação de PSA Água (critérios de declividade do terreno, estágio de regeneração da floresta e o custo de oportunidade) VSRh = 200 x VRTE x (1-Z) x Kt	Custo de reposição (conforme a conservação das áreas e o IVM - Índice de Valoração de Mananciais)	custo de oportunidade da terra e pela qualidade ambiental das propriedades	O valor do pagamento é estabelecido como um percentual do salário mínimo.	Custos de prevenção e de oportunidade; valoração segundo o estágio de conservação das áreas e área de intervenção
Preço da valoração	Até R\$ 24,58/ha/mês	Até R\$ 10,41/ha/mês	Até R\$ 5,00ha/mês	Até R\$ 28,33ha/mês	Até R\$ 28,33ha/mês	Até R\$ 116,66ha/mês	Até R\$ 116,66ha/mês	Até R\$ 577,00/ha/mês	Até R\$ 1183,33ha/mês
Metodologia/Monitoramento	Quantidade e qualidade de água e vistorias	Vistoria técnica das atividades realizadas junto aos produtores rurais.	Hidrológico (9 parâmetros de qualidade + precipitação + vazão + deflúvio), Ictiofauna, Avifauna, Restauração.	Vistorias periódicas anuais.	Vistorias periódicas anuais.	Avaliação dos aspectos: vegetação, hidrografia e manejo da propriedade, que influem no cálculo dos valores a serem recebidos pelos proprietários.	vistoria anual da propriedade rural	Parcial	parâmetros hidrometeorológicos com vistoria técnica semestral .
Base legal	Lei Municipal 2.100/05 – “Institui o projeto ‘Conservador das águas’ que autoriza ao executivo fornecer apoio financeiro aos produtores rurais e dá outras providências”.	Lei Federal 9.433/97 – base legal para a cobrança pelo uso da água; Lei Estadual 7.663/91 (CBH-PCJ) cria os Comitês das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá; Deliberação conjunta dos comitês PCJ nº 51/06 – permitiu o uso dos recursos da cobrança pelo uso da água no Comitê PCJ para ações de projetos “Produtor de água”.	Lei Federal 9.433/97; Lei Estadual 3.239/99, base legal para a cobrança pelo uso da água no estado do RJ; Lei 5.234/08 que altera o Artigo 27 da Lei 3.239/99. PL de PSA Estadual em discussão.	Lei Estadual 5.818/98, que dispõe sobre a política estadual de recursos hídricos; Lei 8.960/08, que dispõe sobre a criação do FUNDÁGUA; Lei Estadual 8.995 de 2008, que institui o Programa de Pagamento por Serviços Ambientais, e Decreto 2.168-R de 2008, que regulamenta o PSA Água; Portaria 015R/2009	Lei Estadual 5.818/98, que dispõe sobre a política estadual de recursos hídricos; Lei 8.960/08, que dispõe sobre a criação do FUNDÁGUA; Lei Estadual 8.995 de 2008, que institui o Programa de Pagamento por Serviços Ambientais, e Decreto 2.168-R de 2008, que regulamenta o PSA-Água.	Acordos privados.	Lei Federal 4.771/65; Lei Municipal 58/09; Lei Municipal 241/09; Decreto Municipal 107/09; e Instrução Técnica 01/09.	Lei Municipal Complementar 29/1996, institui o Código Municipal do Meio Ambiente; Lei 5.712/2006 que dispõe sobre a Política Municipal de Meio Ambiente e sobre o SISMMAN.	Lei Municipal 3.026/2009.