

## MÉTODOS DE PAGAMENTO POR SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS: APLICAÇÕES EM ÁREA DE NASCENTES NA BACIA DO RIO GRAMAME, PB

MARIA CAMERINA MAROJA LIMEIRA<sup>1</sup>, NADJA VALÉRIA PINHEIRO<sup>1</sup>, TARCISO CABRAL DA SILVA<sup>2</sup>, HAMILCAR JOSÉ ALMEIDA FILGUEIRA<sup>2</sup>, JAMILTON MEDEIROS BARBOSA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Docente da Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Administração, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Campus I, João Pessoa. Paraíba. E-mail: [marojalimeira@yahoo.com.br](mailto:marojalimeira@yahoo.com.br); [nadvaleria@uol.com.br](mailto:nadvaleria@uol.com.br)

<sup>2</sup>Docente da Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Centro de Tecnologia. Laboratório de Recursos Hídricos e Engenharia Ambiental, Campus I, João Pessoa. Paraíba. E-mail: [tarcisocabral@yahoo.com.br](mailto:tarcisocabral@yahoo.com.br), [hfilgueira@gmail.com](mailto:hfilgueira@gmail.com)

<sup>3</sup>Discente de Graduação de Administração, bolsista do CNPq. Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Campus I. João Pessoa. Paraíba. E-mail: [jamilton.mb@gmail.com](mailto:jamilton.mb@gmail.com)

Recebido em abril de 2015. Aceito em outubro de 2015. Publicado em dezembro de 2015.

**RESUMO** – Devido à diversidade de métodos para estabelecer um valor de Pagamento de Serviços Ecosistêmicos, esse trabalho tem como objetivo apresentar um estudo comparativo de três experiências brasileiras e uma proposta para implantação desse pagamento aplicado à restauração de um trecho do rio Gramame a partir da nascente principal. Foi utilizada a metodologia de análise comparativa baseada nos parâmetros adotados nas experiências selecionadas, associada ao método do Diagnóstico Rural Participativo. Um dos resultados alcançados sugere que experiências financiadas pelo setor público se propõem a seguir duas premissas, uma de induzir a criação de um mercado de serviços ecosistêmicos e a outra, a de promover a proteção da água em função do desenvolvimento econômico. Recomenda-se o aprofundamento de estudos que enfatizem o setor do agronegócio como possível produtor de serviços ecosistêmicos em relação aos seus próprios interesses de sustentabilidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** *pagamento por serviços ecosistêmicos, restauração de nascentes, proteção dos recursos hídricos.*

### METHODS OF PAYMENT FOR ECOSYSTEM SERVICES: APPLICATIONS IN THE AREA OF THE HEADWATERS OF THE RIVER BASIN GRAMAME, PB

**ABSTRACT** – Based on the diversity of methods to establish a Value for Ecosystem Services, this work aims to present a comparative study of three Brazilian experiences and a proposal for the deployment of such payment applied to the restoration of the headwaters of the Gramame River in the farm settlement of Nova Aurora. A methodology of comparative analysis based on the parameters adopted in the selected case studies, and associated with Participatory Rural Diagnostic was used, trying to adjust these services to the local reality. One of the results suggests that strategies financed by the public sector should follow two premises, one to induce the creation of a market for ecosystem services, and to promote the protection of water as a function of economic development. Further studies that emphasize the agribusiness sector as a possible producer of ecosystem services, based on their own interests of sustainability are needed.

**KEY WORDS:** *payment for ecosystem services, restoration of springs, water resources protection.*

### MÉTODOS DE PAGO POR SERVICIOS ECOSISTÉMICOS: APLICACIÓN EN EL ÁREA DE NACIENTES DE RIOS EN LA CUENCA DEL RIO GRAMAME, PB

**RESUMEN** – Basado en la grande variedad de métodos conocidos para establecer el valor del Pago por Servicios Ecosistémicos, este trabajo tiene por objeto presentar un estudio comparativo de tres experiencias brasileñas y una propuesta para la implantación del pago aplicado a la restauración de un trecho del rio Gramame a partir de su nascente principal. Utilizamos un método de análisis comparativo asociado al método de Diagnóstico Rural Solidario basado en parámetros adoptados en los estudios de caso selectos. Uno de los resultados alcanzados sugiere que estrategias financiadas por el sector público deberían seguir dos caminos básicas: una de inducir la creación del mercado de servicios de ecosistémicos y otro, de promocionar la protección del agua en función del desarrollo económico. Se recomienda el estudios con énfasis en el el sector del agronegocio como posible productor de servicios de ecosistémicos relacionadas a sus intereses propios de sustentabilidad.

**Palabras llaves:** *pago por servicios ecosistémicos, restauración de fuentes, protección de recursos hidráulicos.*

## INTRODUÇÃO

Atualmente no Brasil, diversos segmentos da sociedade, destacando-se os agentes políticos e pesquisadores, têm se interessado pela preservação ambiental, em particular, com a restauração dos cursos d'água. Um dos meios apontados para a viabilização desse desiderato, relativamente às matas ciliares, é a remuneração financeira como um instrumento de gestão que torne possível associar a produção de serviços ecosistêmicos e o interesse econômico dos atores sociais nessas áreas. Isso se deve ao fato de que as Áreas de Preservação Permanente mesmo sendo consideradas por lei destinadas a manter as condições ecológicas em áreas ribeirinhas, em geral elas não estão sendo respeitadas conforme a previsão legal. À medida que os habitats naturais e a proteção vegetal vão se tornando escassos, os serviços ecosistêmicos antes oferecidos gratuitamente pela natureza vêm sendo cada vez mais ameaçados.

Essa crescente escassez os torna sujeitos potenciais para a comercialização. A ideia principal do denominado Pagamento por Serviços Ecosistêmicos - PSE é que os beneficiários externos desses serviços paguem, de maneira direta através de contratos onde se estabelecem as condições, aos proprietários rurais por adotarem práticas que assegurem a preservação, conservação e restauração dos ecossistemas locais.

A implantação de um sistema de Pagamento por Serviços Ecosistêmicos, voltada para a restauração de nascentes de rios, como os primeiros elementos a serem restaurados em uma bacia hidrográfica, é o objeto de deste trabalho. O objetivo é apresentar resultados de uma pesquisa realizada em áreas de influencia de uma nascente de característica difusa situada no assentamento rural denominado Nova Aurora e localizado na bacia hidrográfica do rio Gramame, litoral sul do Estado da Paraíba. A referida bacia

hidrográfica é responsável por cerca de 70% do sistema de abastecimento d'água da Grande João Pessoa que compreende os municípios de João Pessoa, Cabedelo, Bayeux. Abastece também parte do município de Santa Rita, das cidades de Pedras de Fogo e Conde (Limeira et al. 2010). O crescimento da população desses seis municípios que são atendidos por essa bacia hidrográfica não tem sido pequeno, tendo atingido 1.025.000 habitantes em 2009 (IBGE 2010). Esta evolução tem ameaçado consideráveis reservas de água doce nessa região e ocasionado potenciais restrições de suprimento de água em qualidade e quantidade adequadas. Diante desse quadro se faz necessário explorar estratégias para a gestão sustentável dos recursos hídricos da bacia.

Para a efetivação de um sistema de PSE, diante da diversidade de métodos para estabelecer um valor de pagamento para esses serviços, apresenta-se aqui um estudo comparativo incluindo três modelos utilizados em experiências brasileiras: no Distrito Federal, no município de Extrema em Minas Gerais e no Espírito Santo. Além disso, propõe-se um método de cálculo para PSE voltado para a gestão de restauração de nascentes fazendo-se uma aplicação à nascente Nova Aurora na bacia do rio Gramame. Para essa proposição específica foi feita a escolha por um modelo de mercado, considerando-se o custo de oportunidade, devido a sua adequação ao contexto rural onde o uso do solo é predominante agrícola.

A compra de serviços ecossistêmicos produzidos em propriedade privada rural e que proporciona a defesa de um bem público (a água doce), ocasiona o encaminhamento de uma política nacional de suporte aos processos de manutenção e restauração ecológica com alcance de qualidade total de vida, no presente e no futuro, como se pode ver no Projeto de Lei 5487/2009 (Brasil 2009) em tramitação no Congresso Nacional.

O crescente interesse político, em geral relacionado aos serviços ecossistêmicos e seus conceitos, indica a tendência de uma política em direção ao investimento do setor público e privado que dê suporte a esses serviços oferecidos pelos proprietários rurais. Esse movimento representa uma significativa oportunidade para instituições de diferentes jurisdições elaborarem estratégias e programas que apoiem a produção desses serviços. Assim, esse trabalho tenta contribuir para o planejamento e ações que requerem capacidades de obter informações que geralmente não são de fácil acesso.

## Conceitos e Fatores de Mercado do PSE

### *Serviços Ecossistêmicos*

Phillips e Lowe (2005) definem os serviços ecossistêmicos como a oferta de benefícios de serviços públicos, tais como o ar e a água limpa, o aumento e gestão da biodiversidade, a mitigação da salinidade da água potável, a gestão das condições do solo, o sequestro de carbono, a polinização, a gestão de nutrientes da água e do solo, a assimilação dos resíduos etc. Eles analisam esses serviços como produzidos em terras privadas, e por outro lado, ressaltam que a sociedade está chegando rapidamente a um ponto em que ela deseja procurar “bens públicos” não mercantis oriundos da paisagem rural. Nesse sentido, adotou-se para esse trabalho a definição de serviços ecossistêmicos desses autores, serviços que podem ser chamados de serviços ambientais por outros autores.

Já o conceito básico apresentado por Veiga (2010) enfoca o Pagamento por Serviços Ambientais, como um esquema que remunera produtores rurais pela proteção e restauração de ecossistemas naturais em áreas estratégicas para a produção de água.

### *Críticas ao Pagamento por Serviços Ecossistêmicos*

Em qualquer sociedade humana, a economia não funciona sem os serviços ecossistêmicos. A economia realiza-se extraindo

recursos e energia proveniente da natureza, emite lixo e emissões de volta para dentro do ecossistema. Toda a existência humana depende de gerenciamento ou não dos serviços ecossistêmicos, de forma inteligente dentro de políticas institucionais, sociais e econômicas (RSBS 2006).

Embora haja várias críticas aos métodos de avaliação monetária para os serviços ecossistêmicos, principalmente quando se diz que a avaliação monetária cria mais problemas do que soluções, um dos seus méritos é que tal abordagem se adapta bem dentro do nosso atual modelo econômico e assim oferece um caminho para as pessoas fazerem julgamentos. Entre alguns pontos críticos analisados por uma equipe de cientistas no Japão (RSBS 2006) destacam-se os seguintes: i) o problema da taxa de desconto futura (a sustentabilidade não pode ser apropriadamente precificada nos termos de uma economia de mercado); ii) o problema de avaliar “o todo”: uma escolha individual não é capaz de avaliar a natureza e serviços ecossistêmicos como um todo; iii) o problema da irreversibilidade: um valor apropriado não pode ser colocado em fenômeno irreversível; iv) o problema da regionalidade: um valor que só pode ser estabelecido em um nível regional não pode ser refletido apropriadamente em um sistema econômico; v) problemas éticos: a avaliação econômica talvez seja vista como uma má desculpa para não tomar decisões éticas ou morais apropriadas.

A equipe japonesa ressaltava ainda que uma das razões para que o valor da natureza e dos serviços ecossistêmicos terem sido negligenciados até agora é que a valoração é difícil de ser compreendida. Acrescenta que para explicar os méritos e deméritos de uma determinada política de avaliação ambiental, o importante é que ela seja útil para atender a uma análise de custo-benefício.

Essas dificuldades podem ser relacionadas à baixa probabilidade de haver um pagamento uniforme ou padronizado. Em países em desenvolvimento da América Latina, um dos resultados de uma pesquisa realizada por Southgate et al. (2009) revela que a uniformidade poderia criar ineficiência, se alguns recebedores aceitassem menor remuneração por adotarem medidas de conservação de bacias hidrográficas. Esses autores também analisam a variedade de compensações demandadas pelos diferentes proprietários rurais, concluindo que estas são fundamentadas nas estratégias individuais para aumentar a renda e tratar com riscos.

### *Fatores de mercado que influenciam no PSE*

A adoção do PSE na América Latina encontra-se em etapa embrionária e mergulhada em indefinições e inseguranças. Wunder (2005) aponta para dois obstáculos da atual etapa: o primeiro obstáculo refere-se à demanda limitada. Para ele, há muito poucos usuários desses serviços que tem confiança no mecanismo de como pagar – isso se deve ao fato de que para alguns casos a relação entre o uso da terra e a provisão do serviço ecossistêmico é ambígua ou pouco clara. O segundo obstáculo se trata do pouco conhecimento sobre a dinâmica do abastecimento desses serviços. Isto é, onde existe a demanda e a disposição a pagar? Quais são as condições institucionais exigidas pelos que oferecem o serviço para se negociar o PSE? Diante dessas incertezas, o autor afirma que se sabe muito pouco, e, por isso, são necessárias mais experiências pontuais.

Para esse autor, algumas confusões conceituais ainda criam barreiras na comunicação, visto que não há uma definição formal para todas as situações. Em seu trabalho de campo ele utilizou cinco critérios para descrever os princípios do PSE. Para ele, um sistema de PSE envolve: i) uma transação voluntária; ii) um serviço ecossistêmico bem definido; iii) a compra por pelo menos um comprador; iv) existência de pelo menos um provedor do serviço ecossistêmico; e, v) só o provedor assegura a provisão do serviço negociado (condicionamento).

Em qualquer sistema de PSE deve haver recursos que variam de pelo menos um comprador e pelo menos um vendedor, ainda que às vezes haja a presença de um intermediário. Os pagamentos devem ser realmente condicionados a um serviço oferecido de maneira ininterrupta. A questão é: será que os compradores monitorados têm cumprido as condições contratuais? Sendo assim, Wunder (2005) ressalta que essa liberdade de decisão, implica que sem uma estipulação baseada em lei, o PSE deve ser periódico - mesmo renovado com um horizonte infinito - e com monitoramento para determinar o seu grau de cumprimento. Se, por um lado, os compradores têm a liberdade de romper o contrato se não receberem o serviço pelo qual pagaram, por outro lado, os vendedores do serviço também podem estar em busca de contratos flexíveis, que podem ser rescindidos ou modificados se ocorrerem mudanças nas condições.

A flexibilidade de contratos precisa ser analisada em função da variação positiva ou negativa do custo de oportunidade, variação analisada por Oliveira e Hoeflick (2007). Quando existe variação positiva entre rendas alternativas de produção, os autores sugerem que esse valor seja revertido para o produtor rural por meio de descontos fiscais em impostos, ou como forma de pagamentos de melhorias tecnológicas da produção nas propriedades, ou na compra de novos equipamentos ou intensificação de alguma produção realizada. Supõe-se que essas alternativas de contrato poderiam ser mais adequadas aos grandes proprietários rurais.

No entanto, é importante ressaltar que esse enfoque empresarial que reflete um sistema de pagamento contingencial, criou resistências em todos os países estudados por Wunder (2005), entre eles, Bolívia, Equador, Indonésia, Costa Rica e Brasil. Em 287 experiências nos trópicos, revisadas por Landell-Mills e Porras (2002 *apud* Wunder 2005) verificou-se que, na verdade, poucas dessas experiências atendem aos cinco critérios desse conceito de PSE segundo Wunder (2005). De acordo com esses autores, os critérios servem para avaliar os casos específicos e determinar os diferentes graus de cumprimento— embora algumas vezes seja um trabalho com diferenças sutis. Podem ser úteis como indicadores para verificar em que medida os casos refletem realmente os princípios inerentes aos sistemas de PSE.

## MATERIAL E MÉTODOS

Esse trabalho baseia-se em uma pesquisa que teve como objetivo principal analisar as oportunidades e as dificuldades para a realização de um projeto interinstitucional, visando a restauração das funções ecológicas das áreas de nascentes do rio Gramame, a partir do envolvimento de proprietários rurais voltados para a produção familiar.

Nos estudos realizados por Di Lorenzo (2007) foram catalogadas 71 nascentes inseridas na bacia hidrográfica do rio Gramame. Esses estudos apontaram a existência de 11 nascentes no assentamento do INCRA/PB na comunidade Nova Aurora. O assentamento, criado em 1996, é composto por 98 famílias e sua área é de 415 ha, inserido no município de Pedras de Fogo, Paraíba.

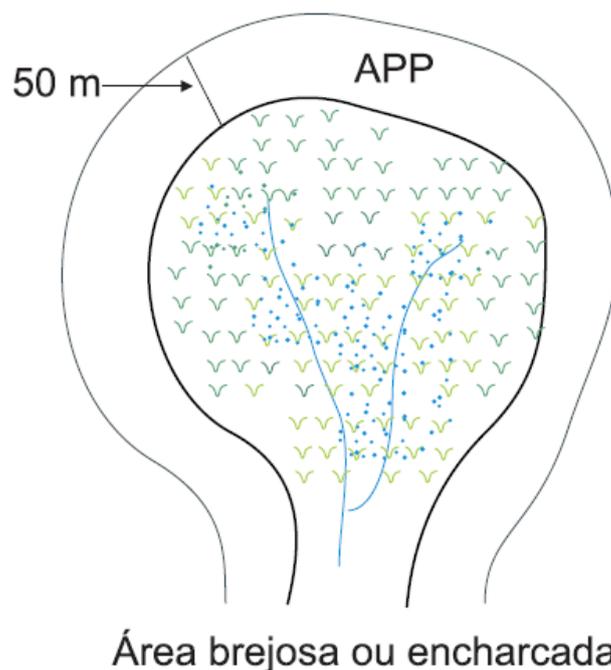
Adotou-se na pesquisa o método apresentado por Verdejo (2006) chamado Diagnóstico Rural Participativo – DRP, e baseando-se nesse método foram realizados os seguintes passos: a) fixação do objetivo do diagnóstico; b) seleção e preparação a equipe mediadora; c) identificação de participantes potenciais; d) identificação das expectativas dos participantes; e) discussão das necessidades de informação; f) seleção das ferramentas de diagnóstico; g) desenho do processo do diagnóstico. O processo que levou à realização do estudo

comparativo e à proposta do PSE para a restauração da nascente em Nova Aurora seguiu as etapas propostas por esse autor.

Além disso, foram feitos estudos de várias experiências brasileiras de Pagamento de Serviços Ecosistêmicos e selecionadas três delas, visando uma análise comparativa. A seleção das três experiências foi feita considerando o acesso ao maior número de informações disponíveis e a diferença de parâmetros entre elas (método de cálculo, preço/hectare e fontes de pagamento). Após essa comparação foram utilizados os mesmos padrões em termos de R\$/hectare/ano, para a construção de um modelo de cálculo para o PSE a ser aplicado na gestão da restauração de uma nascente da comunidade Nova Aurora.

### Caracterização da amostra e coleta de dados

A amostra considerada nesse trabalho é a Área de Preservação Permanente (APP) em áreas de nascentes do rio Gramame, com aproximadamente 12,58 ha, localizada no assentamento rural Nova Aurora. Essa APP é caracterizada por uma área delimitada em 50 m ao longo de área predominantemente brejosa ou encharcada que contém nascentes difusas, e deveria estar coberta por floresta nativa de acordo com a legislação federal (Alves Costa et al. 2008). Na Figura 1 mostra-se esquematicamente o tipo de nascente, difusa, e sua delimitação legal para a APP de acordo com esses autores.



**Figura 1.** Tipologia de nascente difusa

Para a nascente Nova Aurora, a demarcação dos 50 metros de APP foi realizada através do mapa georreferenciado do assentamento onde constam os lotes ao redor da nascente e ao longo do rio, conforme pode ser visto na Figura 2.

Como um instrumento de coleta de dados utilizou-se o formulário para o Cadastro da Propriedade Rural da EMATER do município de Pedras de Fogo, no qual foram levantadas as culturas e criações de animais em cada lote do Assentamento Nova Aurora.

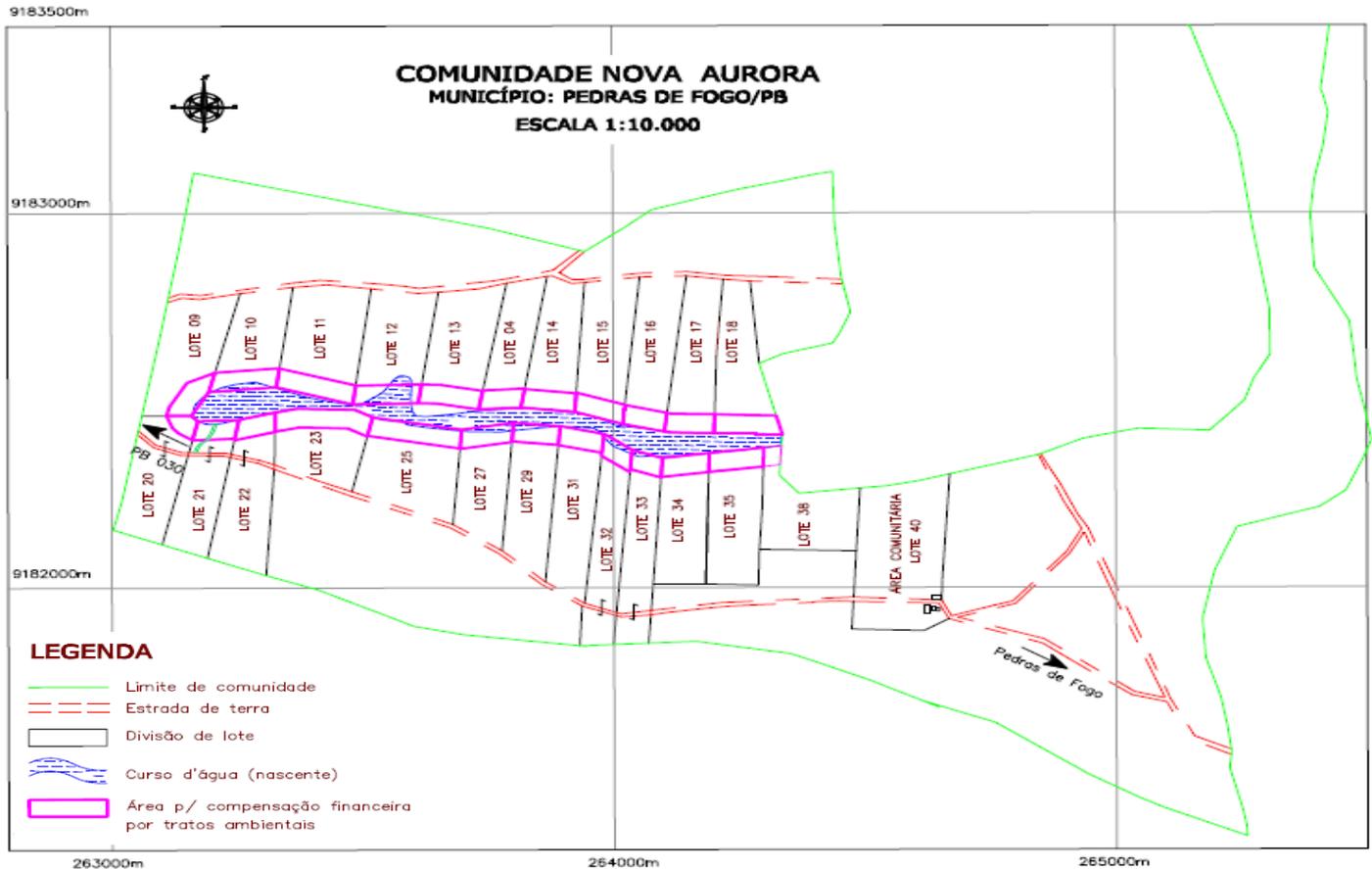


Figura 2. APP's estudadas no assentamento Nova Aurora. Fonte: Adaptado de INCRA/PB (2010).

Foram feitos cálculos do PSE relacionados aos aspectos das culturas agrícolas em cada lote, e o custo de oportunidade para cada um dos potenciais recebedores referentes às 24 famílias do assentamento. Em seguida foi elaborado um quadro comparativo dos parâmetros utilizados nas três experiências brasileiras mencionadas nesse trabalho, e a partir dele foram confrontados os mesmos parâmetros no contexto local.

#### Métodos de PSE selecionados

Apresenta-se a seguir os métodos de cada uma das três experiências brasileiras selecionadas para o estudo comparativo do cálculo do PSE e uma proposta de PSE, com aplicação para o Assentamento Nova Aurora em Pedras de Fogo/PB. Esse estudo comparativo pretende contribuir para o aperfeiçoamento de políticas públicas, que promovem ações direcionadas ao desenvolvimento econômico sintonizado com a restauração dos ecossistemas fluviais no país.

#### Método adotado na bacia hidrográfica do Pipiripau - Distrito Federal

A metodologia de cálculo do PSE aplicada no programa produtor de água da bacia hidrográfica do Pipiripau é baseada em um indicador chamado de Percentual de Abatimento de Erosão (PAE). Esse indicador é descrito por Chaves *et al.* (2004) conforme a equação 1:

$$PAE (\%) = 100 (1 - Z_1/Z_0) \quad (1)$$

Onde,  $Z_1$  e  $Z_0$  são parâmetros obtidos através da multiplicação dos valores de C (fator de uso e manejo do solo) e P (fator de práticas conservacionistas) da Equação Universal de Perda de Solo-USLE. Uma lista de valores de  $Z_1$  e  $Z_0$  para diferentes usos e manejos, convencionais e conservacionistas, é apresentada por Chaves *et al.* (2004).

Evidentemente, nesse método de cálculo de PSE são necessárias as informações referentes ao tipo de uso ou manejo utilizado antes da implantação do projeto e o adotado após o seu início. O pagamento considera diferentes faixas de valores para o PAE, e para cada uma das faixas são atribuídos valores de referência para o pagamento.

Chaves *et al.* (2004) sugerem três faixas de áreas a serem alocadas para o cálculo do PSE: de 25% a 50%; de 51% a 75%; de 75% a 100%. Ressaltam que os valores de referência para pagamento devem ser iguais ou inferiores ao custo de implantação e operação do manejo e/ou prática conservacionista proposta, de forma a não caracterizar subsídio agrícola.

Observa-se que uma das vantagens desse método é a facilidade de aplicação, pois não é necessário levantar outros dados tais como: vazão da água e qualidade da água. Além disso, ressalta-se que o mesmo foi desenvolvido visando o abatimento da erosão e da sedimentação, ele não inclui outros benefícios ambientais relacionados ao reflorestamento tais como: a recuperação da biodiversidade, a recomposição estética da paisagem ou o sequestro de carbono.

O programa produtor de água da Agência Nacional das Águas - ANA (Brasil, 2009) adota essa mesma metodologia devido a Chaves *et al.* (2004), contribuindo para o esclarecimento e o fortalecimento de uma visão integrada do uso dos recursos naturais: solo, água e vegetação. Salienta-se que esse método, não analisa o PSE sob o ponto de vista do custo de oportunidade e sim sobre o custo de implantação do manejo de conservação de solo e água, de conservação de áreas já florestadas e de restauração florestal, de modo que seja favorável às condições de restauração ou de preservação dos cursos d'água.

*Método adotado no Projeto Produtores de Água, no Estado do Espírito Santo*

A metodologia de cálculo de PSE do “Projeto ProdutorES de Água” do Estado do Espírito Santo avalia o custo de oportunidade dos produtores associado ao coeficiente de potencial erosivo e ao coeficiente de ajuste topográfico.

O conceito de custo de oportunidade pode ser entendido da seguinte maneira: Quando o produtor rural decide optar pela conversão de áreas destinadas ao sistema produtivo convencional em outras atividades, espera-se uma alteração em suas estruturas de custos e de receitas, implicando possivelmente em alterações no seu desempenho final (lucro). Caso este desempenho venha a ser inferior ao observado nas atividades até então desenvolvidas, observar-se-á a formação de uma perda de receita, que em termos econômicos é traduzida como sendo o custo de oportunidade, decorrente da opção pela segunda atividade. Pode-se, portanto, sintetizar que o custo de oportunidade é então o custo de algo em termos de uma oportunidade renunciada, ou seja, o custo gerado pela renúncia dos benefícios econômicos que poderiam ser obtidos a partir de outra aplicação qualquer dos recursos disponíveis (Silva et al. 2008, p. 58).

Supõe-se que a aplicação desse conceito poderá ser atrativa para os produtores rurais que aderirem ao projeto, pois assim poderão ter rendimentos equiparados com o uso do solo, ao mesmo tempo em que contribuirão para um serviço de uso coletivo ou de caráter público.

O método de cálculo de PSE do Projeto Produtores de água (Silva et al. 2008) estabelecido pelo governo do Estado do Espírito Santo adota a equação 2:

$$VSrh = 200VRTE (1-Z) Kt \quad (2)$$

Onde: 200VRTE é o custo de oportunidade para 01 serviço ambiental (disponibilidade hídrica), acrescido de adequações orçamentárias em R\$/ha/ano. O VRTE é o Valor de Referência do Tesouro Estadual do Espírito Santo, em Reais.

VSrh é o valor dos serviços ambientais de conservação e incremento da qualidade e da disponibilidade hídrica em R\$/ha/ano;

Z é o coeficiente de potencial erosivo referente ao estágio de desenvolvimento da floresta; Kt é o coeficiente de ajuste topográfico (Silva et al. 2008).

Para calcular o custo de oportunidade no método do “Projeto ProdutorES” de água seguiu-se os seguintes passos: i)

identificação das principais culturas e a sua participação relativa na área produtiva; ii) identificação da rentabilidade das culturas, em R\$/ha/ano; iii) cálculo do valor ponderado da rentabilidade das culturas, através da multiplicação da rentabilidade pelo seu respectivo percentual de participação na área produtiva; iv) cálculo da média ponderada das culturas através do somatório dos valores ponderados da rentabilidade.

Os resultados desses cálculos estão apresentados na Tabela 1. Entretanto não foram usados 100% desse valor para o PSE, pois de acordo com os autores, num primeiro momento, o projeto Produtores de Água reconhece o pagamento somente relativo ao serviço de incremento da disponibilidade de recursos hídricos. O valor desse único serviço por ha/ano é de 1/3 (um terço) de R\$739,36, ou seja, R\$ 246,34. Supõe-se assim que os outros 2/3 dos serviços ocorridos no ambiente rural não são computados, verificando-se que desse modo, reduz-se bastante o seu valor final.

Uma das vantagens desse método é a sua abrangência, pois ele envolve tanto critérios econômicos quanto ambientais. Destaca-se que a implantação desse modelo requer o levantamento de alguns dados *in loco* que gerem informações, tais como: coeficiente de potencial erosivo referente ao estágio de desenvolvimento da floresta e classes de declividade do terreno.

*Método adotado no Projeto Conservador de Águas – Município de Extrema/MG*

O cálculo do valor a ser pago para o PSE em Extrema é baseado em metas pré-estabelecidas de práticas de manejo de solo, indexado às Unidades Fiscais de Extrema (UFEX), estabelecidas pelo governo municipal através do Decreto nº 1.703/2006, (Extrema-MG 2006).

O apoio financeiro aos proprietários rurais que aderem ao projeto denominado “Conservador das Águas”, do governo municipal, se efetua através da execução de ações para o cumprimento das seguintes metas: i) adoção de práticas conservacionistas do solo; ii) implantação de Sistema de Saneamento Ambiental; iii) implantação e manutenção da cobertura vegetal das Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal. Acrescenta-se que nesse método o pagamento é condicionado ao cumprimento de uma ou de todas as metas.

**Tabela 1.** Valores dos Custos de Oportunidade no Projeto Produtor ES de Água (ES).

Cultura	Produtividade Média por ha/ano	Participação na área produtiva	Rentabilidade (R\$/ha/ano)	Valor Ponderado (R\$/ha/ano)
Pecuária	880 L	62,07%	R\$ 350,00	217,24
Café	25 Sacas	18,97%	R\$ 2.000,00	379,31
Eucalipto	30 m <sup>3</sup>	7,59%	R\$ 900,00	68,28
Cana-de-açúcar	65 ton	2,41%	R\$ 450,00	10,86
Banana	7 ton	0,72%	R\$ 400,00	2,90
Média	----	----	----	678,59

Fonte: Adaptado de Silva et al. (2008).

Salienta-se ainda que nesse método, a partir da implantação de todas as etapas do projeto executivo, o proprietário rural recebe como forma de apoio financeiro 100 UFEX por ha/ano, divididos em 12 parcelas. Do trabalho de Padovezi (2009) obtém-se o valor de 169,00 R\$/ha/ano, equivalente a 100 UFEX a pagar ao proprietário rural naquele ano.

*Proposta de PSE no Município de Pedras de Fogo no Estado da Paraíba*

O modelo proposto de PSE no assentamento Nova Aurora, propõe remunerar financeiramente os produtores que reflorestem Áreas de Preservação Permanente de suas propriedades. Para

mensurar o valor da remuneração conforme essa proposta tomou-se como base o custo de oportunidade que o produtor teria pelo não uso da terra em culturas rentáveis e mudar para o uso da terra em reflorestamento. Nesse caso específico, utilizou-se o custo de oportunidade igual ao rendimento médio das culturas no atual uso da terra, considerando-se que a presença da floresta não oferece nenhum ganho direto ao proprietário rural por sua existência.

Em longo prazo, entendido como mais de 5 anos, pretende-se obter os seguintes serviços ecossistêmicos através do reflorestamento ao redor da área da nascente estudada: a) aumentar a capacidade de infiltração da água no solo; b) aumentar a vazão da água na nascente; c) diminuir a erosão das barreiras que circundam a área

encharcada da nascente; d) diminuir o assoreamento; e) aumentar a biodiversidade ao restaurar fragmentos florestais e ao introduzir espécies nativas locais com destaque para as ameaçadas de extinção; e ainda; f) filtrar as impurezas, tais como os resíduos de agrotóxicos, para não alcançar a água da nascente.

Em razão da necessidade de se restaurar esses serviços ecossistêmicos, o PSE é calculado em função da quantidade de terra reservada pelo proprietário rural em cada lote do assentamento para o reflorestamento. Para servir como medida dos resultados esperados com esse reflorestamento, devem ser coletados dados hidrológicos, prevendo-se a comparação das vazões das nascentes no início do projeto com a vazão final, após pelo menos 3 anos, em seções selecionadas.

Levando em consideração que para atrair o interesse do proprietário rural dentro de uma economia de mercado é preciso mostrar a vantagem competitiva de outras atividades econômicas, que não seja a agrícola, cujo processo de renda já é conhecido, utilizou-se o custo de oportunidade para que o proprietário possa vir a conhecer a renda equiparada ao PSE. Além dessa comparação de mercado, podem ser vistos os riscos e as incertezas que enfrentarão com a adoção de outra atividade voltada para a venda de serviços ecossistêmicos, que são quase desconhecidos por todos os proprietários rurais locais. É colocada então a proposta de criação de parâmetros para o cálculo do PSE referente ao contexto socioambiental local. Nesse sentido, procurou-se obter o rendimento médio anual das culturas temporárias plantadas nas propriedades rurais, através de duas informações: i) o custo de implantação de cada cultura por hectare e; ii) o valor médio de mercado por hectare das respectivas culturas. Com isso a Equação 3 é proposta no seguinte formato:

$$R = VMP - CI \quad (3)$$

Onde: R é a rentabilidade média anual (R\$/ha/ano);

VMP é a média anual do valor de mercado do produto agrícola (R\$/ha/ano);

CI é custo de implantação, ou seja, o valor que o proprietário rural desembolsa para comprar os insumos, realizar a manutenção do plantio, mão-de-obra, pagar juros de financiamento agrícola, e outros custos de produção (R\$/ha/ano).

Para adequar a proporcionalidade de cada cultura no cálculo do custo de oportunidade da região, optou-se pelo modelo adotado por Silva et al. (2008) que é baseado na rentabilidade média ponderada das culturas. A ponderação é feita em relação à participação relativa (%) de cada cultura no total da área produtiva. Em síntese, propõe-se nesse modelo que o PSE seja igual à média ponderada da rentabilidade por ha/ano, do conjunto de todas as culturas temporárias desenvolvidas pelos proprietários rurais na área analisada. Para a aplicação no Assentamento Nova Aurora foram utilizados as informações de custo de implantação e o valor da produção, fornecidas pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural - EMATER-PB no ano de 2010. Assim, os valores obtidos no processo de elaboração do cálculo para o PSE em Reais por hectare/ano da área em estudo são apresentados na Tabela 2.

Fica evidenciado que para o cálculo do PSE neste modelo não foi utilizado nenhum parâmetro relacionado ao desempenho ambiental que pudesse atuar como redutor do valor seja por variação da declividade do solo, por coeficiente de potencial erosivo ou outra variável não econômica.

**Tabela 2.** Culturas, custos, valor de mercado da produção, rentabilidade e valor do PSE segundo o modelo proposto (R\$/ha/ano)

Cultura	VMP*	CI*	R*	Participação na área produtiva (%)	Rentabilidade média ponderada*
Cana-de-Açúcar (não mecanizado)	6.400,00	4.422,79	1.977,21	38,38	758,82
Inhame	17.550,00	11.085,76	6.464,24	4,51	291,38
Mandioca	2.040,00	1.669,53	370,47	20,62	76,38
Feijão-de-Corda (verde)	4.200,00	2.807,80	1.392,20	3,45	48,09
Batata Doce	8.800,00	5.967,08	2.832,92	0,64	18,23
Milho (Verde)	4.807,00	1.676,60	3.130,40	2,93	91,66
Abacaxi	10.120,00	7.603,28	2.516,72	4,63	116,46
Capim Forrageiro	2.500,00	1.028,18	1.471,82	24,84	365,65
PSE				100,00	1.766,69

Fonte: Dados da pesquisa, 2010.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

*Análise comparativa dos três métodos de PSE e o do Assentamento Nova Aurora*

É importante destacar que no estudo comparativo das três experiências brasileiras aqui apresentadas, duas delas são basicamente financiadas pelo orçamento público do governo, um do governo estadual (ES) e outro do municipal (Extrema). A terceira experiência do PSE no Distrito Federal utiliza recursos da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – CAESB, empresa pública de direito privado, com parcerias de organizações governamentais e de não governamentais. Observa-se que as duas primeiras se propõem a colocar o PSE como uma iniciativa do governo obedecendo a duas premissas: a) induzir a criação de um mercado de serviços ecossistêmicos e; b) promover a proteção da

água como um recurso natural que poderá comprometer o desenvolvimento econômico em suas respectivas jurisdições. Considerando-se a dimensão macro sistêmica dessas duas premissas, verifica-se que o preço do PSE em R\$/ha/ano das iniciativas governamentais, é menor do que o da proposta de Pedras de Fogo/PB relacionada exclusivamente ao setor privado. Nessa proposta a conjuntura de mercado é que determina o preço do PSE em uma realidade social micro sistêmica. Nas iniciativas governamentais o objetivo é alcançar benefícios em grande escala.

Na bacia do rio Pipiripau no Distrito Federal, para cálculo do valor do PSE, adotou-se o desempenho ambiental através do PAE.

Observa-se que esse valor tem como referência o custo de implantação do plantio direto, que pode variar dependendo do percentual obtido no PAE. Enquanto isso, a proposta para a restauração da nascente de Nova Aurora focaliza o custo de oportunidade pelo não uso do solo na agricultura, variando em função do valor competitivo do uso do solo em seu contexto de mercado. No Quadro 1 estão resumidas as principais informações relativas ao projeto analisado, incluindo os valores para PSE.

Deve ser observado que para o PSE proposto para a comunidade Nova Aurora, não há indexação a nenhum valor de referência do setor público. Verifica-se, ainda, que o setor privado, principalmente o agronegócio cujo poder de negociação com os mercados internacionais é marcante, como o de produtos derivados da cana-de-açúcar, soja, laranja, café entre outros, poderá desempenhar um importante trabalho em direção à restauração dos ecossistemas aquáticos, na medida em que envolvem proprietários da maior parte das terras produtivas do país. Avalia-se que cada vez mais

o aumento do custo desses serviços ecossistêmicos para o setor privado provocará iniciativas de inserção de tecnologias apropriadas para a redução ou reciclagem do uso da água em seus processos de produção.

Além do amplo esforço já iniciado nas últimas décadas, direcionado à racionalização do uso da água, o setor privado procura cada vez mais se aliar ao setor não-governamental que investe em atividades voltadas para a restauração, proteção e conservação dos recursos naturais, conscientes do valor não só monetário como o valor intangível da água na sociedade global. Um exemplo do compartilhar dessa responsabilidade envolvendo os três setores: público, privado e ONG's para a restauração de ecossistemas é o Pacto de Restauração da Mata Atlântica no Nordeste que aos poucos aumenta a quantidade de trabalhos envolvendo a proteção de bacias hidrográficas e a restauração de matas ciliares dos cursos d'água na região (Rodrigues et al. 2009).

**Quadro 1.** Comparações entre três métodos de PSE no Brasil e a proposta para Pedras de Fogo

	<b>Distrito Federal</b>	<b>Espírito Santo</b>	<b>Extrema/MG</b>	<b>Pedras de Fogo/PB</b>
<b>Método</b>	Avaliação de performance; Percentual de Abatimento de Erosão	Custo de oportunidade; coeficiente de potencial erosivo; coeficiente de ajuste topográfico	Metas pré-estabelecidas de práticas e manejos de conservação do solo	Custo de oportunidade baseado na rentabilidade média anual das culturas agrícolas locais
<b>Preço (PSE) (R\$/ha/ano)</b>	Entre 50,00 e 100,00	Média de 135,00	169,00	1.766,69
<b>Fontes de pagamento</b>	CAESB, ANA, Banco do Brasil, TNC, WWF	Orçamento estadual	Orçamento municipal, convênios com entidades públicas e da sociedade civil	Sociedade Civil e Organizações não Governamentais

Fonte: Dados da pesquisa, 2010; Silva et al., (2008); Pereira (2006); Extrema-MG (2006); Padovezi (2009); Espírito Santo (2009); Distrito Federal (2009).

## CONCLUSÃO

É inegável a necessidade de se adotar em várias partes do Brasil o Pagamento por Serviços Ecossistêmicos como um instrumento econômico que viabilize a gestão da restauração de nascentes ou cursos d'água, e simultaneamente ele possa significar uma vantagem competitiva para os proprietários rurais provedores desses serviços. Em face da pouca probabilidade de haver um pagamento uniforme ou padronizado, a comparação das três experiências brasileiras escolhidas para esse trabalho tornou-se útil na medida em que através dela foi possível realizar uma análise do método de custo de oportunidade. A análise feita foi capaz de fornecer informações e daí ser possível conceber adaptações para se criar uma proposta de modelo de pagamento de serviços ecossistêmicos aplicável em áreas de nascentes. Além disso, foi possível verificar que as variações dos pagamentos revelam variações fundamentadas nas estratégias governamentais e individuais visando o aumento da qualidade de vida em determinado ambiente socioeconômico.

Observou-se que as experiências financiadas basicamente pelo orçamento de esferas governamentais, ou dessas, com parcerias de organizações não-governamentais, se propõem a seguir duas premissas: a primeira é a de induzir a criação de um mercado de serviços ecossistêmicos e a segunda, é a de promover a proteção da água como um recurso natural escasso que poderá comprometer o desenvolvimento econômico em diferentes dimensões.

Por outro lado, concluiu-se que o financiamento desse pagamento se considerando o custo de oportunidade do não uso do solo para a agricultura, em relação ao uso para a produção de serviços ecossistêmicos em um mercado competitivo, pode ser mais adequado para pequenas escalas. Pode-se inferir que isso poderá ocorrer

quando a negociação entre indivíduos ou grupos do setor privado, não incluir valores de referência adotados pelo setor público, e assim possa prevalecer na troca de benefícios, o custo de oportunidade baseado na livre procura e oferta de produtos no mercado.

Notou-se que a criação de um mercado de serviços ecossistêmicos é bastante complexa e que a presença de iniciativas do Estado é imprescindível, embora não seja o único setor da economia a ter interesse na implantação desse instrumento nas diversas regiões do país.

Esse trabalho sugere o aprofundamento de estudos que enfatizem o setor privado, principalmente o agronegócio, cujo poder de negociação com os mercados internacionais é marcante, o qual poderá se destacar como produtor dos serviços ecossistêmicos. Esse setor pode ser visto como uma importante força produtiva que ainda não desenvolveu no país sua potencialidade em defesa desses serviços, em função de seus próprios interesses.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo financiamento da pesquisa denominada "Análise do potencial de ações integradas para a restauração das funções ecológicas nas nascentes do rio Gramame (PB), sob a influência de unidades rurais de produção familiar" por três anos, o que possibilitou a elaboração deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

Alves-Costa CP, Lôbo D, Leão T, Brancalion PHS, Nave AG, Gandolfi S, Santos AMM, Rodrigues RR, Tabarelli M. 2008.

**Implementando Reflorestamentos com Alta Diversidade na Zona da Mata Nordestina: Guia Prático.** Recife: J. Luiz Vasconcelos. 220 p.

Brasil 2009. **Projeto de Lei 5487/2009.** Institui a Política Nacional dos Serviços Ambientais, o Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais, estabelece formas de controle e financiamento desse Programa, e dá outras providências. Disponível em: <<http://camara.gov.br/sileg/integras/667325.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2010.

Chaves HML, Braga B, Domingues AF, Santos DG. 2004. Quantificação dos Benefícios Ambientais e Compensações Financeiras do Programa do Produtor de Água (ANA): I. Teoria. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 9(3):05-14.

Di Lorenzo IDN. 2007. **Reflorestamento das Áreas de Nascentes do Município de Pedras de Fogo.** EMATER – Pedras de Fogo. PB. 14p.

Distrito Federal. 2009. **Programa Produtor de Água Bacia Hidrográfica do Píripau.** Slides. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/produagua/>>. Acesso em: 19 mar. 2010.

Espírito Santo. 2009. Produtor ES de Água. **Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos.** SEAMA/IEMA. Slides. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/produagua/>>. Acesso em: 12 mar. 2010.

Extrema-MG. 2006. **Decreto nº 1.703, 06 abril 2006.** Regulamenta a lei nº 2.100/05 que cria o projeto conservador das águas, autoriza o executivo a prestar apoio financeiro aos proprietários rurais e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/Decreto-1703-06\\_Extrema-MG.pdf](http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/Decreto-1703-06_Extrema-MG.pdf)>. Acesso em: 02 jun. 2010.

IBGE. 2010. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Cidades@. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/>>. Acesso em: 10 jun. 2010.

Limeira MCM, Cabral ST, Cândido GA. 2010. Gestão Adaptativa e Sustentável para a Restauração de Rios: Parte II, O Tema Desenho do Programa de Capacitação Social. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 15(1):27-38.

Oliveira RS e Hoeflick VA. 2007. Análise do custo de oportunidade para conservação da floresta de araucária no estado Paraná. In: **IX Encontro Nacional Sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente**, Curitiba. Disponível em: <<http://pgamb.up.edu.br/arquivos/engema/pdf/PAP0034.pdf>>. Acesso em: 11 jun. 2010.

Padovezi A. 2009. Pagamentos por Serviços Ambientais. In: **Workshop Sobre Adequação Ambiental e a Propriedade Rural**, 3, 2009, Piracicaba. Slides. Piracicaba: GADE, CCLQ. Disponível em:

<[http://www.workshopadequacao.com/index\\_arquivos/PiracicabaIII.pdf](http://www.workshopadequacao.com/index_arquivos/PiracicabaIII.pdf)>. Acesso em: 18 jun. 2010.

Pereira PH. 2006. **Projeto Conservador das Águas - Lei Municipal nº 2.100/05**, da Prefeitura Municipal de Extrema/MG. Disponível em: <[http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/Programa-Conservador-Aguas\\_Extrema-MG.pdf](http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/Programa-Conservador-Aguas_Extrema-MG.pdf)>. Acesso em: 02 de jun. 2010.

Phillips A e Lowe KW. 2005. Prioritising Integrated Landscape Change Through Rural Land Stewardship for Ecosystem Services. In: **Australasian Journal of Environmental Management**. September, 12(Supplementary Issue): 39 – 47.

Rodrigues RR, Brancalion PH, Isernhagen I. (ORGS.), 2009. **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal.** São Paulo: LERF/ESALQ. Instituto BioAtlântica. 264 p.

RSBS – **Research on the Scientific Basis for Sustainability.** Science on Sustainability. 2006. Summary Report. A view from Japan. 57 p. Disponível em: <<http://www.sos2006.jp>> Acesso em: 10 mai 2010.

Silva TB, Santos RM, Ahnert F, Machado Junior JA. 2008. Projeto produtores de água: Uma nova estratégia de gestão dos recursos hídricos através do mecanismo de pagamento por serviços ambientais. **OLAM – Ciência & Tecnologia**, Rio Claro, 8(3):48-67. Disponível em: <<http://cecemca.rc.unesp.br/ojs/index.php/olam/article/view/2012/2014>>. Acesso em: 11 maio 2010.

Southgate D, Haab T, Lundine J, Rodriguez F. 2009. Payments for environmental services and rural livelihood strategies in Ecuador and Guatemala. In: **Environment and Development Economics**, Cambridge University Press, 15:21-37. Disponível em: <<http://journals.cambridge.org/action/displayFulltext?type=1&fid=7150044&jid=&volumeId=&issueId=01&aid=7150036&bodyId=&membershipNumber=&societyETOCSession=>>. Acesso em: 05 mar. 2010.

Veiga F. 2010. **Implantação de Programas PSA, Estudo de caso PSA-água no Brasil.** The Nature Conservancy. Slides apresentados na rede de Gestores de Unidades de Conservação da Mata Atlântica do Nordeste.

Verdejo ME. 2006. **Diagnóstico rural participativo: guia prático DRP.** Brasília. MDA/Secretaria da Agricultura Familiar, 62p.

Wunder S. 2005. **Pagos por servicios ambientales: principios básicos esenciales.** Centro Internacional de investigación Forestal – CIFOR. Disponível em: <<http://www.cifor.cgiar.org/publications/papers>> Acesso em 10 mai 2010.