


# AVALIANDO IMPACTOS ECONÔMICOS DO PROGRAMA “REFLORESTAR” DE PAGAMENTOS POR SERVIÇOS AMBIENTAIS

## **Renato Nunes de Lima Seixas**

Graduado em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), mestre em Ciências Econômicas pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e doutor em Agricultural and Resource Economics pela Universidade da Califórnia, em Berkeley. Professor adjunto no Departamento de Economia da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Membro do Grupo de Pesquisa em Econometria (GPE) e do Grupo de Estudos em Políticas Públicas (Gepp).


*E-mail:* renato.seixas@ufes.br

 <https://orcid.org/0000-0002-0510-5181>

## **Pablo Medeiros Jabor**

Graduado em Oceanografia pela Universidade do Vale do Itajaí (Univali), pós-graduado em Análise, Projeto e Gerência de Sistemas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), mestre em Engenharia de Computação com ênfase em Geomática pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UFRJ) e doutor em Geografia pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Professor da Escola de Serviço Público do Espírito Santo e da Academia de Polícia Militar do Estado do Espírito Santo. Servidor da carreira de Especialista em Políticas Públicas e Gestão Governamental (EPPGG). Atuou como coordenador de Geoespacialização no Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN).

*E-mail:* pmjabor@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-3580-8937>



Este artigo está licenciado com uma Licença Creative Commons - Atribuição-NãoComercial 4.0 Internacional

**Como citar este artigo:** Seixas, R. N. de L., & Jabor, P. M. (2024). Avaliando impactos econômicos do programa “Reflorestar” de pagamentos por serviços ambientais. *Revista de Economia Mackenzie*, 21(2), 58-81. doi:10.5935/1808-2785/rem.v21n2p.58-81

**Recebido em:** 29/3/2024

**Aprovado em:** 10/8/2024

## Resumo

Este artigo tem como objetivo estimar os impactos econômicos do programa “Reflorestar” de pagamentos por serviços ambientais implementado no estado do Espírito Santo, no ano de 2014. Para estimar o efeito causal do programa, fazemos uso de uma estratégia de diferenças em diferenças que explora a adesão gradual do programa nos municípios. Foram estimados impactos sobre PIB municipal, valor adicionado na agricultura, indústria, serviços e administração pública, área plantada e emprego. Os resultados mostram efeitos limitados sobre indicadores agregados da atividade econômica municipal. Quando analisamos impactos heterogêneos por porte de município e tipo de cultura, encontramos aumento na produção agrícola total e na produção de café de municípios de menor PIB *per capita* e redução na produção de milho em municípios de maior PIB *per capita*. Esses resultados sugerem uma substituição de culturas temporárias por áreas de preservação, que podem ser rapidamente reconvertidas ao final dos contratos de PSA.

**Palavras-chave:** Avaliação de impacto; meio ambiente; pagamento por serviços ambientais; política ambiental; Programa Reflorestar.

Classificação JEL: Q57, Q58.

## INTRODUÇÃO

Os programas de pagamento por serviços ambientais (PSA) são uma abordagem baseada no mercado para o financiamento da conservação ambiental, fundamentada no princípio de que aqueles que se beneficiam dos serviços ambientais (como usuários de água limpa) devem pagar por eles e aqueles que contribuem para a geração desses serviços (como usuários da terra a montante) devem ser compensados por fornecê-los (Engel et al., 2008; Pagiola & Platais, 2007; Wunder, 2005). A abordagem, portanto, procura criar mecanis-

mos para organizar transações entre usuários de serviços e provedores de serviços que sejam do interesse de ambas as partes, internalizando benefícios e custos que, de outra forma, seriam externalidades. A atratividade da abordagem de PSA para programas de conservação tem sido defendida em termos de sua capacidade de geração de financiamentos para conservação, alinhamento de interesses entre usuários e provedores de serviços e eficiência econômica (Pagiola et al., 2013).

Recentemente, observa-se um crescimento substancial no uso de programas de PSA, em particular na América Latina. Programas de PSA vêm sendo implementados no Brasil (Pagiola et al., 2013), na Colômbia (Blanco et al., 2008), na Costa Rica (Pagiola, 2008), no Equador (Wunder & Albán, 2008), no México (Muñoz-Piña et al., 2008), entre outros, e estão sendo considerados em vários outros países. Esses programas abrangem uma ampla gama de escalas e contextos. Programas de escala nacional estão em vigor na Costa Rica, no Equador, no México e, em nível de estados, no Brasil<sup>1</sup>. Programas menores (normalmente em escala de bacias hidrográficas) podem ser encontrados em todo o continente, em quase todos os países.

Em um programa de PSA, os usuários da terra são pagos para manter as atividades ou mudar para aquelas que fornecem serviços ambientais que os outros valorizam. A maioria dos programas de PSA nos países em desenvolvimento se concentra na conservação de florestas. Na Costa Rica, por exemplo, o contrato mais comum no “Programa de Pagos por Servicios Ambientales” (PPSA) paga aos usuários da terra para que eles conservem as florestas (Pagiola, 2008). No final de 2008, cerca de 10% da área florestal do país estava inscrita no programa. Da mesma forma, a principal modalidade do programa “Pagos por Servicios Ambientales del Bosque” (Psab) do México paga às comunidades rurais para que conservem suas florestas (Muñoz-Piña et al., 2008). No final de 2012, cerca de 2,5 milhões de hectares de floresta estavam inscritos. Muitos programas locais financiados pelos usuários também se concentram na conservação da floresta.

Outros programas de PSA exigem mudanças ativas no uso da terra. O programa de PSA da Costa Rica, por exemplo, oferece o pagamento pelo estabelecimento de plantações madeireiras, pela regeneração florestal e pelo plantio de árvores em sistemas agroflorestais (Pagiola, 2008). O Programa de Conversão de Terras Inclinadas da China paga aos usuários da terra para que reflorem áreas propensas à erosão (Bennett, 2008). Até o final de 2006, o programa

---

1 O programa de PSA federal ainda se encontra em estágio de projeto de lei em apreciação pelo Congresso.

havia retirado mais de nove milhões de hectares de terras cultiváveis e reflorestou quase 14 milhões de hectares de terras degradadas. Projetos de sequestro de carbono que visam a vender reduções de emissões de carbono para o mecanismo de desenvolvimento limpo ou o mercado voluntário também se concentram principalmente em reflorestamento e florestamento. O projeto “Scolel Té” no México, por exemplo, paga aos pequenos proprietários pelo sequestro de carbono resultante da adoção de práticas agroflorestais (Tipper, 2002). Esses programas têm sido denominados de “construção de ativos”, em contraste com os programas focados em conservação “restritos ao usuário” (Wunder, 2005).

No Brasil, os programas de PSA vêm ganhando importância como instrumento de política de preservação ambiental complementar aos mecanismos de comando e controle presentes na legislação ambiental. No nível federal, a promulgação do Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012) deu maior destaque a esse instrumento na medida em que autorizou o governo federal a instituir programas de PSA como forma de incentivo à conservação do meio ambiente (Ahrens & Ahrens, 2015). Os demais entes subnacionais, estados e municípios, também possuem competência legislativa em matéria ambiental, podendo instituir normas jurídicas próprias para, entre outros temas, implementar programas de PSA próprios. Já em níveis estadual e municipal, programas de PSA vêm sendo implementados há bastante tempo. Atualmente, 16 estados e o Distrito Federal possuem programas de PSA, enquanto 40 municípios possuem programas de PSA (FGB et. al, 2017).

No presente artigo, pretendemos estimar os impactos do programa de PSA “Reflorestar”, do governo do estado do Espírito Santo, sobre as economias locais, decorrentes da movimentação causada pelos aportes financeiros dos contratos de PSA. A análise será feita em nível municipal, fazendo uso de informações a respeito do PIB municipal, da arrecadação de impostos municipais, do valor adicionado setorial (agropecuária, indústria, serviços e administração pública), da produção agrícola e do emprego. Essas estimativas permitem dimensionar efeitos de equilíbrio geral sobre as economias locais que vão além dos pagamentos efetuados diretamente aos proprietários que aderem ao programa. A partir delas, pode-se obter uma medida do retorno social sobre as economias decorrente do programa.

Nossos resultados mostram efeitos limitados sobre indicadores agregados da atividade econômica municipal, os quais atribuímos à reduzida dimensão do programa ante as economias dos municípios. Quando analisamos impactos heterogêneos por porte de município e tipo de cultura, encontramos au-

mento na produção agrícola total e na produção de café de municípios de menor PIB *per capita* e redução na produção de milho em municípios de maior PIB *per capita*. Esses resultados sugerem uma substituição de culturas temporárias por áreas de preservação, que podem ser rapidamente reconvertidas ao final dos contratos de PSA.

Além desta introdução, o artigo está organizado da seguinte maneira: a seção 1 faz uma descrição do programa "Reflorestar"; a seção 2 descreve as fontes de dados utilizados; a seção 3 discute a estratégia empírica para identificação do efeito causal do programa sobre as economias locais; a seção 4 traz os resultados obtidos; e há ainda as considerações finais.

## 1

### O PROGRAMA "REFLORESTAR"

No estado do Espírito Santo, o programa de PSA foi estabelecido pela lei Estadual nº 9.864/2012 e regulamentada pelo Decreto nº 3.182-R/2012, e vem sendo implementado por meio do programa "Reflorestar"<sup>2</sup>. O programa tem como objetivo aumentar a cobertura florestal do estado, levando em consideração aspectos ambientais, sociais e econômicos, e consiste em pagamentos efetuados diretamente aos proprietários rurais em troca da prestação de serviços de conservação e recuperação ambiental. O incentivo financeiro é implementado por meio de contratos celebrados entre o produtor e o governo do estado, no qual são pactuadas as obrigações de cada parte. As modalidades de uso da terra incluídas no programa são:

- "Conservação de floresta em pé": manutenção de áreas de cobertura florestal nativa, isto é, preexistente;
- "Regeneração natural": isolamento de determinada área da propriedade para que a vegetação seja reconstituída de forma natural;
- "Recuperação com plantio": plantio de mudas de espécies nativas da Mata Atlântica em áreas degradadas;
- "Sistemas agroflorestais": combinação de espécies lenhosas perenes e culturas agrícolas;

---

2 Mais informações estão disponíveis em: <https://www.es.gov.br/programa-reflorestar>.

- “Sistemas silvipastoris”: combinação de árvores e pastagens no mesmo sistema;
- “Floresta manejada”: cultivo de árvores para a exploração de recursos madeiráveis e não madeiráveis.

São elegíveis para o programa proprietários de área rural ou outros facilitadores<sup>3</sup> que destinem ou queiram destinar parte da propriedade para a preservação e/ou recuperação do meio ambiente e dos recursos hídricos. Os contratos de PSA têm duração de cinco anos, com pagamentos anuais, podendo ser renovados de acordo com a disponibilidade de recursos orçamentários e com o interesse do Estado na remuneração dos serviços prestados. Nas modalidades que exigem aquisição de insumos (mudas, cercas, herbicidas, formicidas, hidrogel e adubos), os contratos têm duração de três anos, também com pagamentos divididos anualmente. Em contrapartida, os participantes são responsáveis pela mão de obra necessária à implementação e manutenção dos projetos contratados.

Os primeiros contratos foram celebrados em 2013, sob gestão da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Seama). A partir de 2016, a gestão financeira passou a responsabilidade do Banco de Desenvolvimento do Espírito Santo (Bandes), o que permitiu uma expansão mais rápida e maior abrangência territorial. Atualmente, o programa conta com mais de 2.200 propriedades em atendimento, localizadas em 72 municípios de um total de 78<sup>4</sup>. A Figura 1 mostra a abrangência geográfica do programa no estado do Espírito Santo.

---

3 Arrendatários, meeiros etc.

4 Os municípios que não possuem a presença do Reflorestar são: Bom Jesus do Norte, Guarapari, Ibatiba, Marataízes, Piúma e Vitória.

### Figura 1

#### Distribuição geográfica das propriedades do programa “Reflorestar”

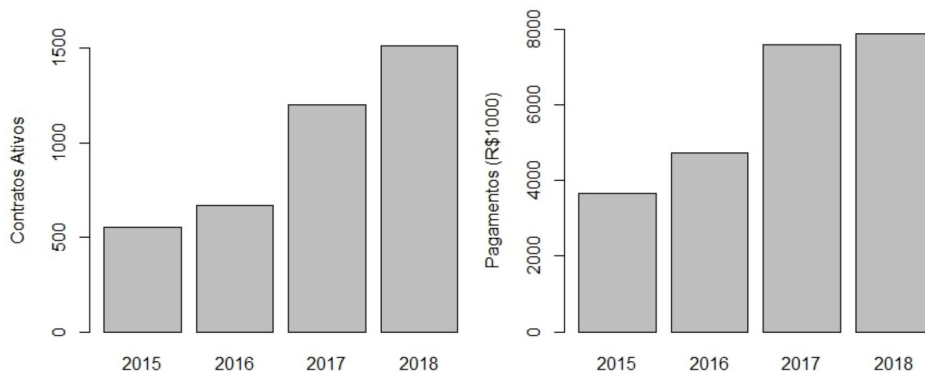


Fonte: Elaborada pelos autores.

A Figura 2 mostra a evolução do número de contratos ativos e do volume de pagamentos efetuados no período de 2015 a 2018. Após um início lento nos dois primeiros anos, o programa experimentou um salto em número de contratos e volume de pagamentos no ano de 2017, passando de um total de 670 contratos em 2016 para 1.512 contratos ativos em 2018. Com relação ao volume de pagamentos, ele evoluiu de aproximadamente R\$ 4,7 milhões em 2016 para R\$ 7,9 milhões em 2018. No período, o total de pagamentos foi de aproximadamente R\$ 23,9 milhões, com um valor médio dos pagamentos anuais dos contratos de aproximadamente R\$ 6,3 mil.

**Figura 2**

**Contratos ativos e pagamentos totais (2015-2018)**



Fonte: Elaborada pelos autores.

## 2 DADOS

O estudo faz uso de dados para os municípios do Espírito Santo provenientes de diferentes fontes. As informações referentes aos contratos do "Reflorestar" foram fornecidas pela Seama e pelo Bandes. Para o período de vigência do programa (2013-2017), os pagamentos anuais foram agregados por municípios. Os valores nominais foram deflacionados para valores de 2018 usando o IGPM anual da Fundação Getulio Vargas.

As informações referentes às economias dos municípios do Espírito Santo<sup>5</sup> são provenientes de fontes oficiais. Como indicadores da atividade econômica dos municípios, utilizamos o PIB municipal, a arrecadação total e as medidas de valor adicionado setorial (agropecuária, indústria e serviços) produzidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no período de 2006 a 2017. Como indicadores da atividade agrícola, utilizamos área plantada em hectares, efetivo de bovinos em número de cabeças, valores monetários da

5 Nas análises, foi excluída a capital do estado, Vitória, por não apresentar atividade agropecuária relevante.



produção agrícola, de origem animal, café, milho e feijão, em milhões de reais. Também utilizamos as produções físicas de leite em milhares de litros, café, milho e feijão em toneladas. Todos esses indicadores também são produzidos pelo IBGE.

Por fim, também usamos a quantidade de vínculos formais desagregados por setor de atividade, de acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas, versão 2.0 (Cnae 2.0), originária da Relação Anual de Informações Sociais (Rais). A Tabela 1 resume os dados: fontes, unidades e período de cobertura.

**Tabela 1**

**Variáveis utilizadas referentes às economias dos municípios**

Variável	Fonte	Unidade	Período
PIB municipal	IBGE	R\$ milhões	2006-2017
População municipal	IBGE	Mil habitantes	2006-2017
Arrecadação municipal	IBGE	R\$ milhões	2006-2017
Valor adicionado da agropecuária	IBGE	R\$ milhões	2006-2017
Valor adicionado da indústria	IBGE	R\$ milhões	2006-2017
Valor adicionado dos serviços	IBGE	R\$ milhões	2006-2017
Área plantada	IBGE	Hectares	2006-2017
Efetivo de bovinos	IBGE	Cabeças	2006-2017
Produção de origem animal	IBGE	R\$ milhões	2006-2017
Produção de leite	IBGE	Mil litros	2006-2017
Produção agrícola	IBGE	R\$ milhões	2006-2017
Produção de café	IBGE	Toneladas/R\$ milhões	2006-2017
Produção de milho	IBGE	Toneladas/R\$ milhões	2006-2017
Produção de feijão	IBGE	Toneladas/R\$ milhões	2006-2017
Emprego formal	Rais	Quantidade de vínculos CLT	2006-2017

Fonte: Elaborada pelos autores.

### 3

## ESTRATÉGIA EMPÍRICA

A estimação do efeito causal do programa "Reflorestar" sobre as economias dos municípios deve levar em consideração a natureza não experimental da expansão do programa. Por essa razão, a comparação simples entre indicadores médios de atividade econômica dos municípios com e sem "Reflorestar" será poluída pelo viés de seleção. Esse viés se manifesta quando o recebimento de determinada intervenção não é determinado de maneira aleatória, mas está correlacionado com outras características observáveis e não observáveis das unidades que recebem a intervenção (Inbens & Wooldridge, 2009).

Concretamente, no caso do programa "Reflorestar", a adesão ao programa se dá voluntariamente pelos proprietários rurais que entram em contato com representantes do governo do Estado, inicialmente a Seama e atualmente o Bandes, e escolhem em qual modalidade gostariam de participar e a parcela da propriedade que desejam comprometer na prestação dos serviços ambientais. Assim, características tanto individuais dos proprietários, como preferências por preservação do meio ambiente, grau de instrução etc., quanto dos municípios, como tipo de solo predominante, topografia, clima, qualidade da infraestrutura de escoamento de produção etc., podem determinar tanto a adesão ao programa quanto a *performance* do setor agropecuário e da economia do município (Jack & Jayachandran, 2019; Ferraro & Hanauer, 2014). Por essa razão, a estimação do efeito causal da adesão do município ao programa deve procurar filtrar os efeitos dessas variáveis omitidas sobre as variáveis de interesse (Inbens & Wooldridge, 2009).

Uma vez que não é possível realizar um experimento controlado que distribua o programa de maneira aleatória entre os municípios, eliminando assim o viés de seleção dos municípios participantes (tratados) e não participantes (controles) do "Reflorestar", é necessário utilizar uma estratégia que possa isolar outros efeitos, observáveis e não observáveis, que possam vir a confundir o efeito que se procura estimar. No presente artigo, fazemos uso da evolução gradual da adesão ao "Reflorestar" em diferentes municípios para implementar uma estratégia de diferenças em diferenças para estimar o efeito causal do programa sobre as variáveis de interesse (Inbens & Wooldridge, 2009). O modelo econométrico correspondente a essa estratégia pode ser escrito da seguinte forma:

$$y_{it} = \alpha + \gamma_i + \lambda_t + \delta \text{Reflorestar}_{it} + \beta_t + u_{it} \quad (1)$$

Nessa equação, cada variável dependente ( $y_{it}$ ) no município  $i$  e no ano  $t$  está relacionada a uma variável *dummy* que indica a presença do "Reflorestar" no município e no ano ( $\text{Reflorestar}_{it}$ ), efeitos fixos para municípios ( $\gamma_i$ ), efeitos fixos para anos ( $\lambda_t$ ) e uma tendência linear específica a cada município ( $\beta_t$ ). O coeficiente  $\delta$  representa uma estimativa do efeito da introdução do "Reflorestar" sobre a variável dependente. A inclusão dos efeitos fixos e das tendências lineares permite controlar os efeitos de variáveis não observadas e que estejam correlacionadas com a implementação do programa e com as variáveis dependentes. Dessa maneira, podemos atenuar o viés causado pela omissão dessas variáveis sobre o coeficiente de interesse.

Para controlar problemas relacionados à distribuição dos erros (heterocedasticidade e correlação serial), todas as estimações utilizam desvios padrão robustos (Arellano, 1987) agrupados por município (Bertrand et al., 2004). Nos modelos que relacionam o programa a indicadores da economia local, esperamos obter valores positivos para o coeficiente  $\delta$ , indicando que o programa pode dinamizar as economias locais. Com relação à área plantada, esperamos que o coeficiente seja nulo (não significativo) ou negativo, indicando que o programa tem levado a uma redução de usos do solo relacionados com a agricultura.

## 4

## RESULTADOS

### 4.1 Análise descritiva

A Tabela 2 traz estatísticas descritivas dos 2.657 contratos do "Reflorestar" aos quais tivemos acesso<sup>6</sup>. O valor médio contratado no programa foi de aproximadamente R\$ 9 mil, atingindo um máximo de aproximadamente R\$ 125,5 mil. A área média contratada correspondeu a quase seis hectares, chegando a um máximo de 50. A modalidade mais contratada foi a de floresta em pé, com uma média de 3,16 hectares contratados, que corresponde à manutenção de

6 Agradecemos ao Bandes pelo acesso ao banco de dados dos contratos do programa.

áreas de cobertura florestal nativa, isto é, preexistente, seguida da modalidade regeneração natural com uma média de um hectare contratado. Como essas modalidades exigem pouco ou quase nenhum investimento por parte dos proprietários, é natural que sejam as mais procuradas. O número de anos médio contratado (considerando até o ano de 2018) foi de 1,43 ano. Com relação à distribuição geográfica, nota-se uma concentração maior nas microrregiões Sudoeste Serrana (20%), Caparaó (15%), Centro-Oeste (14%), Nordeste e Noroeste (13%) e Central Serrana (11%). As demais microrregiões tiveram menos de 10% dos contratos.

**Tabela 2**

**Estatísticas descritivas de contratos**

Estadística	N	Média	Desv. pad.	Mín.	Máx.
Pagamento (R\$)	2.657	8.991,23	10.655,28	94,51	125.471,50
Área total (ha)	2.657	5,88	5,68	0,00	50,00
Floresta em pé (ha)	2.657	3,16	3,74	0	12
Recuperação com plantio (ha)	2.657	0,77	1,74	0,00	18,00
Regeneração natural (ha)	2.657	1,00	3,21	0	40
Floresta manejada (ha)	2.657	0,15	0,68	0,00	7,26
Sistemas Agroflorestais (ha)	2.657	0,59	1,29	0	14
Sistemas Silvopastoril (ha)	2.657	0,22	1,14	0,00	15,31
Anos	2.657	1,43	1,06	0	3
Caparaó	2.657	0,15	0,35	0	1
Central Serrana	2.657	0,11	0,32	0	1
Central Sul	2.657	0,04	0,21	0	1
Centro-Oeste	2.657	0,14	0,35	0	1
Litoral Sul	2.657	0,03	0,18	0	1
Metropolitana	2.657	0,02	0,13	0	1
Nordeste	2.657	0,13	0,34	0	1
Noroeste	2.657	0,13	0,34	0	1
Rio Doce	2.657	0,05	0,22	0	1
Sudoeste Serrana	2.657	0,20	0,40	0	1

Fonte: Elaborada pelos autores.

A Tabela 3 agrega os contratos por município/ano e compara com medidas da dimensão econômica de cada município. Cada município teve, em média, 13,86 contratos ativos por ano. A média do total de pagamentos anuais para os municípios foi de R\$ 91,3 mil. Como porcentagem dos PIBs municipais, o total de pagamentos anuais representou, em média, 0,03% (chegando a um máximo de 0,17%). Em relação ao valor adicionado da agricultura, essa porcentagem foi bastante similar. Considerando as estimativas anuais para as populações dos municípios, o programa representou um pagamento *per capita* médio de R\$ 4,90 (máximo de R\$ 47,02). Assim, nota-se que a dimensão do programa em relação aos municípios é bastante reduzida.

**Tabela 3**  
**Estatísticas descritivas (município/ano)**

Estatística	N	Média	Desv. pad.	Mín.	Máx.
Total	175	13,86	16,29	1	106
Pagamento (R\$)	175	91.350,42	106.842,40	1.182,22	603.631,90
Pagamento/PIB (%)	106	0,03	0,03	0,0000	0,17
Pagamento/VA agricultura (%)	106	0,03	0,03	0,0000	0,18
Pagamento <i>per capita</i>	175	4,90	6,14	0,004	47,02
Área total (ha)	175	88,20	111,65	0,40	602,59
Mata em pé (ha)	175	50,31	76,79	0	422
Recuperação com plantio (ha)	175	10,44	14,05	0,00	64,10
Regeneração natural (ha)	175	13,99	23,65	0	150
Floresta manejada (ha)	175	2,52	5,48	0	42
SAF (ha)	175	7,71	11,86	0	91
Silvipastoril (ha)	175	3,23	6,61	0	39

Fonte: Elaborada pelos autores.

Finalizando a análise descritiva, a Tabela 4 faz uma comparação entre os municípios com presença do "Reflorestar" (tratados) e sem presença do "Reflorestar" (não tratados) no período anterior à implementação do programa (antes de 2014). Para várias características observáveis, encontramos diferenças estatisticamente significativas para os dois grupos de municípios. Os municí-

pios tratados são em geral maiores em termos de atividade econômica e população do que os não tratados e possuem maior participação da agropecuária no valor adicionado total. Essas diferenças prévias em variáveis observáveis sugerem que o perfil de municípios com presença do "Reflorestar" é diferente dos municípios sem o programa. Dessa maneira, existe um potencial para a ocorrência de viés relacionado a variáveis omitidas na comparação do desempenho econômico entre os dois grupos de municípios. Assim, a estratégia de diferenças em diferenças torna-se ainda mais justificada.

**Tabela 4**

**Comparação de municípios (tratados versus não tratados)**

Variável	Tratados	Não tratados	t	p-valor
PIB (R\$ milhões)	1.350,262	728,909	-3,079	0,002
PIB per capita (R\$ mil)	30.184,455	21.525,791	-1,887	0,061
População (mil hab.)	41,767	32,818	-1,419	0,159
Emprego formal (Rais)	6.833,559	3.915,167	-2,445	0,016
VA agropecuária (%)	15,511	5,979	-11,202	0,000
VA indústria (%)	20,326	24,908	1,541	0,130
VA serviços (%)	33,507	37,868	2,593	0,013
VA administração (%)	30,656	31,245	0,337	0,738
Área plantada (ha)	9.828,511	3.962,214	-9,213	0,000
Área colhida (ha)	9.827,718	3.960,286	-9,215	0,000
Efetivo de bovinos (cabeças)	29.920,865	9.556,571	-10,051	0,000
Prod. leite (mil l)	5.961,364	2.247,857	-9,05	0,000
Prod. orig. animal (R\$ milhões)	7.464,000	1.613,667	-4,857	0,000
Prod. agric. (R\$ milhões)	77,466	27,232	-9,119	0,000
Café (t)	8.857,968	2.453,31	-9,751	0,000
Milho (t)	1.156,276	286,262	-7,003	0,000
Feijão (t)	219,241	73,262	-5,331	0,000
Caparaó	0,127	0,333	2,75	0,009
Central Serrana	0,07	0,000	-6,13	0,000
Central Sul	0,099	0,167	1,14	0,260
Centro-Oeste	0,141	0,000	-9,017	0,000
Litoral Sul	0,085	0,333	3,332	0,002
Metropolitana	0,07	0,167	1,622	0,112
Nordeste	0,127	0,000	-8,485	0,000
Noroeste	0,099	0,000	-7,365	0,000
Rio Doce	0,085	0,000	-6,766	0,000

Fonte: Elaborada pelos autores.

## 4.2 Resultados econométricos

A Tabela 5 traz os resultados da estimação da Equação 1 para o nível de atividade dos municípios (PIB), para a arrecadação e para componentes setoriais do valor adicionado: agropecuária, indústria, serviços e administração pública. Os efeitos observados são positivos para quase todas as variáveis, porém não significativos. Apenas o valor adicionado da agropecuária apresentou coeficiente com sinal negativo, indicando que o programa pode ter reduzido levemente o valor adicionado nessa variável em aproximadamente R\$ 2,89 milhões, porém sem significância estatística.

**Tabela 5**

### Impacto do "Reflorestar" (1)

	PIB	Arrecadação	VA ag.	VA ind.	VA serv.	VA adm.
Reflorestar	350,90 (224,43)	22,03 (22,57)	-2,89 (2,37)	268,04 (192,28)	58,57* (35,58)	5,16 (8,25)
N	924	924	924	924	924	924
R <sup>2</sup>	0,21	0,15	0,62	0,23	0,77	0,60

Nota. \* Significativo a 10%, \*\* significativo a 5% e \*\*\* significativo a 1%. Erros padrões robustos agrupados por município. Controles: efeitos fixos para municípios e anos e tendências lineares por município.

Fonte: Elaborada pelos autores.

A Tabela 6 traz estimativas de impacto do programa sobre diferentes indicadores da atividade agropecuária: área plantada, efetivo de bovinos e produção de leite, café, milho e feijão. Consistente com a estimativa do impacto sobre o valor adicionado da agricultura, a estimativa para área plantada é negativa, porém sem significância estatística. Com relação aos produtos específicos, encontramos resultados negativos e significativos para efetivos de bovinos e produção de milho. Para o efetivo de bovinos, o coeficiente estimado indica uma redução de 1.954 cabeças. Em relação à média do efetivo dos municípios tratados no ano de 2013 (31.712 cabeças), isso representa uma redução

de aproximadamente 6,16%. Para a produção de milho, o resultado indica uma redução de aproximadamente 254,7 toneladas. Em relação à produção média dos municípios tratados no ano de 2013 (856,9 toneladas), isso representa uma redução de aproximadamente 29,7% no volume produzido.

**Tabela 6**  
Impacto do "Reflorestar" (2)

	Área plantada	Bovinos	Leite	Café	Milho	Feijão
Reflorestar	-101,91 (152,01)	-1.954,61** (876,85)	206,99 (427,68)	-1.128,92* (636,94)	-254,68** (112,73)	-1,35 (30,35)
N	924	924	924	924	924	924
R <sup>2</sup>	0,58	0,36	0,38	0,15	0,49	0,53

Nota. \* Significativo a 10%, \*\* significativo a 5% e \*\*\* significativo a 1%. Erros padrões robustos agrupados por município. Controles: efeitos fixos para municípios e anos e tendências lineares por município.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Na Tabela 7, estimamos o impacto do programa sobre os valores monetários da atividade agropecuária referentes à produção de origem animal, à produção agrícola total (culturas temporárias e permanentes) e à produção de café, milho e feijão. Todos os coeficientes estimados são negativos, mas sem significância estatística, com exceção da produção de milho. O coeficiente estimado indica uma queda de aproximadamente R\$ 230 mil, o que representa cerca de 35% da média dos municípios tratados no ano de 2013 (R\$ 650 mil).



**Tabela 7**

**Impacto do "Reflorestar" (3)**

	Prod. animal	Prod. agrícola	Café	Milho	Feijão
Reflorestar	-698,62 (761,29)	-3,90 (3,17)	-4,89 (3,23)	-0,23** (0,10)	-0,03 (0,07)
N	924	924	924	924	924
R <sup>2</sup>	0,88	0,61	0,22	0,49	0,51

Nota. \* Significativo a 10%, \*\* significativo a 5% e \*\*\* significativo a 1%. Erros padrões robustos agrupados por município. Controles: efeitos fixos para municípios e anos e tendências lineares por município.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Por fim, também foram estimados modelos referentes à desagregação do emprego formal para 21 setores de atividades de acordo com a Cnae 2.0. Os resultados são exibidos na Tabela 8. Nesse nível de desagregação, correspondente a 21 setores de atividade, também não encontramos resultados com significância estatística.

- *Avaliando impactos econômicos do programa "Reflorestar" de pagamentos por serviços ambientais, Renato Nunes de Lima Seixas, Pablo Medeiros Jabor*

**Tabela 8**

**Impacto do "Reflorestar" (4)**

Setor Cnae 2.0	Reflorestar	DP	t	p-valor
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	-16,16	15,11	-1,07	0,29
Indústrias extrativas	-6,56	5,64	-1,16	0,25
Indústrias de transformação	53,35	56,68	0,94	0,35
Eletricidade e gás	1,5	1,36	1,1	0,27
Água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação	6,91	7,69	0,9	0,37
Construção	95,17	104,75	0,91	0,36
Comércio, reparação de veículos automotores e motocicletas	184,74	127,47	1,45	0,15
Transporte, armazenagem e correio	7,5	32,13	0,23	0,82
Alojamento e alimentação	26,49	25,18	1,05	0,29
Informação e Comunicação	-3,27	7,89	-0,41	0,68
Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados	-2,26	4,33	-0,52	0,60
Atividades imobiliárias	-1,99	2,49	-0,8	0,43
Atividades profissionais, científicas e técnicas	9,33	9,72	0,96	0,34
Atividades administrativas e serviços complementares	105,92	103,02	1,03	0,30
Administração pública, defesa e seguridade social	4,52	13,05	0,35	0,73
Educação	1,32	6,08	0,22	0,83
Saúde humana e serviços sociais	19,03	28,43	0,67	0,50
Artes, cultura, esporte e recreação	12,38	10,96	1,13	0,26
Outras atividades de serviços	-12,46	12,6	-0,99	0,32
Serviços domésticos	-0,04	0,38	-0,1	0,92
Organismos internacionais e outras instituições extraterritoriais	0,77	0,66	1,17	0,24
Total	486,2	446,88	1,09	0,28

Fonte: Elaborada pelos autores.

Os resultados encontrados indicam que o programa "Reflorestar" não foi capaz, até o momento, de produzir efeitos dinamizadores notáveis sobre as economias dos municípios nos quais houve adesão. Tal resultado pode ser atribuído à reduzida dimensão do programa perante os municípios tratados. Com efeito, como demonstrado na Tabela 3, os pagamentos anuais do programa alcançaram no máximo o valor de 0,17% do PIB municipal do município de Mucurici no ano de 2016. Portanto, a pequena dimensão do programa torna os efeitos sobre as economias locais bastante reduzidos.

Tendo em vista esses resultados negativos, procuramos avaliar possíveis heterogeneidades nos impactos de acordo com o perfil socioeconômico dos municípios. Concretamente, dividimos os municípios em três grupos de acordo com a distribuição do PIB *per capita* no ano de 2012, antes do início do programa: primeiro quarto da distribuição (25% menores), segundo quarto da distribuição (entre 25% e 50% menores) e os restantes (acima de 50%). Com essa divisão, buscamos testar se o programa teve algum efeito diferencial para os municípios com menor nível de PIB *per capita* (primeiro e segundo quartos da distribuição) *vis-à-vis* os maiores. As tabelas 9 e 10 reportam os resultados dos modelos estimados anteriormente, aumentados para a heterogeneidade dos efeitos do programa "Reflorestar".

**Tabela 9**

**Impacto do "Reflorestar" (5)**

	VA ag. (\$)	Café (t)	Milho (t)	Agricultura (\$)	Café (\$)	Milho (\$)
Reflorestar	-4,86 (3,17)	-1.792,70* (1.053,19)	-245,84** (114,61)	-11,52*** (4,24)	-9,14* (4,91)	-0,21** (0,09)
Reflorestar:1 quart	7,26** (3,60)	3.233,46*** (1.085,26)	-34,15 (171,32)	17,71*** (4,99)	14,48*** (5,19)	-0,01 (0,12)
Reflorestar:2 quart	0,30 (3,54)	-590,24 (1.475,16)	0,04 (337,75)	10,28 (8,87)	1,69 (6,60)	-0,06 (0,25)
N	924	924	924	924	924	924
R <sup>2</sup>	0,62	0,18	0,49	0,62	0,23	0,49

Nota. \* Significativo a 10%, \*\* significativo a 5% e \*\*\* significativo a 1%. Erros padrões robustos agrupados por município. Controles: efeitos fixos para municípios e anos e tendências lineares por município.

Fonte: Elaborada pelos autores.

**Tabela 10**

**Impacto do "Reflorestar" (6)**

	VA agropecuária (\$)		Café (t)		Milho (t)	
	\$	%	t	%	t	%
1 q	2,4 *	8 *	1440,76 *	27 *	-280	-0,37
2 q	-4,56	-9	-2382,94	-21	-245,8	-0,23
3, 4 q	-4,86	-7	-1792,7	-19	<b>-245,84 *</b>	<b>-0,26 *</b>

	Agricultura (\$)		Café (\$)		Milho (\$)	
	\$	%	\$	%	\$	%
1 q	6,19 *	14 *	5,34 *	17 *	-0,22	-39
2 q	-1,24	-1	-7,45	-11	<b>-0,27</b>	<b>-34</b>
3, 4 q	-11,52 *	-14 *	-9,14	-17	-0,21 *	-29 *

Nota. \* Valores estatisticamente significativos.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Os resultados mostram que, de fato, o programa teve efeito sobre a atividade econômica relacionada à agricultura dos municípios do primeiro e segundo quartos. Encontramos um efeito positivo e significativo sobre valor adicionado da agropecuária e na produção de café dos municípios do primeiro quarto, e um efeito negativo e significativo na produção de milho dos municípios entre os 50% maiores PIB *per capita*. O mesmo padrão se verifica com relação ao valor da produção de café e milho. Por fim, encontramos um impacto positivo e significativo sobre o valor da produção agrícola nos municípios do primeiro quarto e um coeficiente negativo e significativo no valor da produção agrícola dos municípios entre os 50% maiores PIB *per capita*.

Os coeficientes estimados indicam o impacto sobre o valor anual de cada uma das variáveis estudadas. Para saber se esses valores são grandes ou pequenos, é necessário compará-los com o valor de cada uma das variáveis antes do início do programa. A Tabela 10 faz esse exercício para as variáveis relacionadas à atividade agrícola para as quais foram encontrados efeitos significativos. Nela, compara-se o valor das estimativas de impacto obtidas com o valor médio de cada variável para os anos anteriores a 2013, ou seja, antes da implementação do programa.

Os resultados mostram que os impactos estimados por diferentes grupos de municípios têm magnitude razoável quando comparados ao nível das variáveis de interesse. Para os municípios do primeiro quarto, a variável valor adicionado da agropecuária apresentou uma resposta ao programa correspondente a um incremento de 8%. A produção de café apresentou um aumento de 27% em quantidades e 17% em valor monetário. Ainda nesse grupo de municípios, o valor da produção agrícola apresentou uma resposta positiva de aproximadamente 14%. Para os municípios entre os 50% maiores PIBs *per capita*, encontramos uma redução de 26% na produção de milho, correspondente a 29% em valor monetário.

Tal resultado pode ser considerado bastante elevado, levando-se em conta a magnitude pequena do programa em relação ao total das economias dos municípios. Além disso, a única cultura que mostrou resultado na direção esperada foi a do milho, tanto em quantidade quanto em valor da produção. Os incrementos positivos nas produções de café e no valor adicionado da agropecuária também são, de certa maneira, surpreendentes na medida em que se esperaria que o programa pudesse retirar terras da atividade agrícola. Esse comportamento diferenciado por cultura pode se dever ao fato de que o milho é uma cultura temporária, ou seja, de ciclo vegetativo curto, e que pode ser rapidamente replantada. Já o café é uma cultura permanente, de ciclo vegetativo longo, que leva de 24 a 36 meses do plantio ao início da produção. Assim, os resultados sugerem uma substituição de plantio de culturas temporárias por áreas de preservação, que podem ser reconvertidas rapidamente para agricultura após o fim do contrato.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo, estimamos os efeitos do programa "Reflorestar" de PSA sobre as economias dos municípios do Espírito Santo. Os PSA têm sido enxergados como uma alternativa mais eficaz e sustentável, em relação a abordagens de comando e controle, para a promoção da preservação de florestas na medida em que alinham incentivos de proprietários rurais com o interesse social na preservação e recuperação ambiental. Até o momento, não temos conhecimento de nenhum trabalho que tenha feito essa tentativa de mensurar esses efeitos de equilíbrio geral de PSA sobre as economias locais.

Uma vez que o programa foi implementado de maneira não experimental, fizemos uso de sua expansão gradual a partir do ano de 2014 para estimar um

modelo de diferença em diferenças que recupera o efeito causal do programa sobre indicadores econômicos dos municípios. Essa estratégia mostra-se necessária na medida em que variáveis observáveis e não observáveis podem estar correlacionadas tanto com a adesão do programa por parte dos proprietários rurais quanto com os indicadores de *performance* dos municípios. A análise dos perfis de municípios com participantes e sem participantes do programa mostra diferenças significativas entre os dois grupos, o que reforça a necessidade da estratégia de identificação utilizada.

Nossos resultados mostram um alcance limitado do programa "Reflorestar" como elemento de dinamização das economias municipais. Com efeito, não encontramos resultados com significância estatística para nenhum dos indicadores agregados analisados: PIB municipal, valor adicionado na agricultura, indústria, serviços e administração pública, área plantada e emprego. Os resultados agregados negativos podem ser associados à pequena dimensão do programa ante as economias dos municípios: os pagamentos anuais realizados não ultrapassam 0,17% do PIB municipal, exibindo um patamar médio de apenas 0,03%. Esses resultados negativos vão ao encontro das ainda poucas evidências existentes sobre a reduzida capacidade de promoção de redução da pobreza rural de programas de PSA no México e na China, em que esses programas também foram implementados (Alix-Garcia & Wolff, 2014).

Diferenciando os municípios por quartis de PIB *per capita* antes do início do programa (primeiro, segundo e demais municípios), encontramos resultados de magnitude razoável para valor adicionado da agropecuária (8%) e produção de café (27%) nos municípios do primeiro quarto, e da produção de milho (-26%) para os demais municípios. Esses resultados diferenciados por tamanho de município e tipo de cultura sugerem um padrão de substituição de culturas temporárias (milho) por áreas de preservação, que podem vir a ser rapidamente reconvertidas para agricultura após o fim do contrato.

Apesar dos resultados negativos, este artigo representa um avanço na literatura na medida em que é o primeiro, ao menos no nosso conhecimento, a empreender esse tipo de análise econômica de PSA no Brasil. Uma futura agenda de pesquisa ainda em aberto consiste em estimar os efeitos do programa sobre o uso da terra nas propriedades individuais, que pode vir a confirmar ou refutar o padrão de substituição de culturas temporárias por áreas de preservação. Para tanto, são necessárias informações mais precisas sobre o uso da terra em propriedades individuais que podem ser obtidas tanto por meio de trabalho de campo quanto por meio de imagens de satélite de alta resolução.

## ASSESSING ECONOMIC IMPACTS OF THE “REFLORESTAR” PAYMENTS FOR ENVIRONMENTAL SERVICES PROGRAM

### Abstract

This article aims to estimate the economic impacts of the “Reflorestar” program for payments for environmental services implemented in the state of Espírito Santo in 2014. To estimate the causal effect of the program, we use a differences-in-differences strategy that explores the gradual adherence of the program in municipalities. Impacts on municipal GDP, value added in agriculture, industry, services, and public administration, planted area, and employment were estimated. The results show limited effects on aggregate indicators of municipal economic activity. When analyzing heterogeneous impacts by municipality size and crop type, we find an increase in total agricultural production and coffee production in municipalities with lower per capita GDP and a reduction in corn production in municipalities with higher per capita GDP. These results suggest a substitution of temporary crops for preservation areas, which can be quickly reconverted at the end of the payments for environmental services contracts.

**Keywords:** Environment; environmental policy; payments for environmental services; Reflorestar Program; impact evaluation.

### Referências

- Ahrens, S., & Ahrens, C. (2015). A Previsão Normativa para o Pagamento de Serviços Ambientais no Código Florestal Brasileiro. In L. M. Parron, J. R. Garcia, E. B. Oliveira, G. G. Brown, & R. B. Prado (Eds.), *Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais no Bioma Mata Atlântica* (pp. 349-356). Brasília, DF, Brasil: Embrapa. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/131969/1/Livro-Servicos-Ambientais-Embrapa.pdf>
- Alix-Garcia, J., & Wolff, H. (2014). Payment for ecosystem services from forests. *Annual Review of Resources Economics*, 6(1), 361-380.
- Arellano, M. (1987) Computing robust standard errors for within-group estimators. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 49(4), 431-434.
- Bennett, M. T. (2008). China's sloping land conversion program: Institutional innovation or business as usual? *Ecological Economics*, 65(4), 699-711.

Bertrand, M., Duflo, E., & Mullainathan, S. (2004). How much should we trust differences-in-differences estimates? *Quarterly Journal of Economics*, 119(1), 249-275.

Blanco, J., Wunder, S., & Navarrete, F. (2008). La Experiencia Colombiana en Esquemas de Pagos por Servicios Ambientales. In S. C. Ortega (Ed.), *Reconocimiento de los Servicios Ambientales: Una Oportunidad para la Gestión de los Recursos Naturales en Colombia* (pp. 109-170). Minambiente, UASPNN, WWF, CI, TNC. <https://www.cifor.org/knowledge/publication/2580/>

Engel, S., Pagiola, S., & Wunder, S. (2008). Designing payments for environmental services in theory and practice: An overview of the issues. *Ecological Economics*, 65(4), 663-674.

Ferraro, P. J., & Hanauer, M. (2014). Advances in measuring the environmental and social impacts of environmental programs. *Annual Review of Environment and Resources*, 39, 495-517.

FGB, TNC, MMA, & GIZ GMBH. (2017). *Guia para a Formulação de Políticas Públicas Estaduais e Municipais de Pagamento por Serviços Ambientais*. The Nature Conservancy do Brasil (TNC). <https://www.tnc.org.br/content/dam/tnc/nature/en/documents/brasil/guia-politicas-publicas-PSA.pdf>

Inbens, G., & Wooldridge, J. (2009). Recent developments in the econometrics of program evaluation. *Journal of Economic Literature*, 47(1), 5 -86.

Jack, B. K., & Jayachandran, S. (2019). Self-selection into payments for ecosystem services programs. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(12), 5326-5333.

Muñoz-Piña, C., Guevara, A., Torres, J., & Braña, J. (2008). Paying for the hydrological services of Mexico's forests: Analysis, negotiations and results. *Ecological Economics*, 65(4), 725-736.

Pagiola, S. (2008). Payments for environmental services in Costa Rica. *Ecological Economics*, 65(4), 712-724.

Pagiola, S., & Platais, G. (2007). *Payments for environmental services: From theory to practice*. Washington: World Bank.

Pagiola, S., Taffarello, D., & Von Glehn, H. (2013). *Experiências de pagamentos por serviços ambientais no Brasil*. Secretaria do Meio Ambiente. <http://fas-amazonas.org/versao/2012/wordpress/wp-content/uploads/2014/02/LivroPSA.pdf>

Tipper, R. (2002). Helping indigenous farmers participate in the international market for carbon services: The case of Scolel Tè. In S. Pagiola, J. Bishop, & N. Landell-Mills, *Selling forest environmental services: Market-based mechanisms for conservation and development*. Earthscan. (pp. 223-234). London: Routledge. doi:<https://doi.org/10.4324/9781849772501>.

Wunder, S. (2005). *Payments for environmental services: Some nuts and bolts*. Bogor: CIFOR. doi:<https://doi.org/10.17528/cifor/001765>

Wunder, S., & Albán, M. (2008). Decentralized payments for environmental services: The cases of Pimampiro and PROFAFOR in Ecuador. *Ecological Economics*, 65(4), 685-698.