



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**  
Campus de São José dos Campos  
Instituto de Ciência e Tecnologia



**Cemaden**  
Centro Nacional de Monitoramento  
e Alertas de Desastres Naturais

UNIDADE DE PESQUISA DO

**MINISTÉRIO DA**  
**CIÊNCIA, TECNOLOGIA,**  
**INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES**



**PÁTRIA AMADA**  
**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL

**PATRÍCIA TROVARELLI**

**ANÁLISE DA POLÍTICA NACIONAL E DE PROGRAMAS DE  
PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS SOB A ÓTICA DA  
REDUÇÃO DO RISCO DE DESASTRES.**

2022

**PATRÍCIA TROVARELLI**

**ANÁLISE DA POLÍTICA NACIONAL E DE PROGRAMAS DE PAGAMENTO POR  
SERVIÇOS AMBIENTAIS SOB A ÓTICA DA REDUÇÃO DO RISCO DE  
DESASTRES**

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de São José dos Campos; Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE pelo Programa de Pós-Graduação em DESASTRES NATURAIS.

Área: Desastres Naturais. Linha de pesquisa: Desastres associados a eventos extremos, secas, estiagens, incêndios florestais e escassez de água.

Orientador: Dra Klécia Gili Massi

São José dos Campos

2022

Instituto de Ciência e Tecnologia [internet]. Normalização de tese e dissertação [acesso em 2022]. Disponível em <http://www.ict.unesp.br/biblioteca/normalizacao>

Apresentação gráfica e normalização de acordo com as normas estabelecidas pelo Serviço de Normalização de Documentos da Seção Técnica de Referência e Atendimento ao Usuário e Documentação (STRAUD).

Trovarelli, Patrícia

Análise da política nacional e de programas de pagamento por serviços ambientais sob a ótica da redução do risco de desastres. / Patrícia Trovarelli. - São José dos Campos : [s.n.], 2022.

89 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Desastres Naturais) - Pós-graduação em Desastres Naturais - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia; Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), São José dos Campos, 2022.

Orientadora: Klécia Gili Massi.

1. Pagamento por serviços ambientais. 2. Desastres. 3. Políticas públicas. 4. Redução do risco de desastres. 5. Serviços ecossistêmicos. I. Massi, Klécia Gili, orient. II. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos. III. Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' - Unesp. IV. Universidade Estadual Paulista (Unesp). V. Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden). VI. Título.

## **BANCA EXAMINADORA**

**Klécia Gili Massi** (Orientadora)

Universidade Estadual Paulista (UNESP)

Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT)

Campus de São José dos Campos

**Wilson Cabral de Sousa Junior**

Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)

Divisão de Engenharia Civil

São José dos Campos

**Maria Angelica Toniolo**

Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP)

Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo

São José dos campos

São José dos Campos, 03 de fevereiro de 2022.

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos que se envolvem de forma sustentável com a terra, fonte de vida, que nutre e marca o tempo próprio da natureza.

Dedico aos meus avós (*in memorian*), minhas referências de humildade e garra, fontes de sabedoria que a ciência não precisava provar. Em especial ao vô Constante Trovarelli (*in memorian*) de quem guardo lembranças de brincar na horta, buscar na “escolinha” e chorar no portão quando me despedia para retornar a Rio Claro na graduação.

Dedico ao meu pai Ângelo José Trovarelli pela simplicidade e amor na lida com a terra. À minha mãe Neusa Aparecida Bicudo Trovarelli com quem aprendi o prazer de andar pela natureza e observar seus detalhes. Ambos os detentores de um conhecimento genuíno e inspiração para a vida.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha orientadora Klécia G. Massi, por todo conhecimento compartilhado e construído juntas, mas também por toda paciência, compreensão, sensibilidade, respeito, oportunidade e incentivo dado a partir de um encontro em uma escola pública, onde nossas conversas se iniciaram. Toda minha admiração a esta mulher forte que abre espaço para outras mulheres.

Agradeço à minha amiga Cheila Baião, pelas conversas de ciência, da vida, parceira de estudos, de disciplinas, de trilhas, de sorrisos e choros. Mulher inspiradora, forte, inteligente, dinâmica, grande incentivadora. Obrigada pela praticidade de transformar meus pensamentos flutuantes em planilhas, ações e resultados. Ela foi apoio fundamental para o andamento deste trabalho.

Ao Thiago Almeida pela parceria de pesquisa, pelo tempo e conhecimento dedicado e compartilhado.

Ao Daltro pela parceria e pelos incansáveis fins de semana de estudos e andanças pela vida.

À todas minhas amigas por acreditarem em mim em momentos que nem eu mais acreditava, em especial à Priscila Dias, mulher admirável.

A todos colegas da primeira turma da pós-graduação em Desastres Naturais e aos professores do programa pelo conhecimento e experiências compartilhadas.

Aos meus ex-alunos da escola pública que sempre vibraram comigo cada conquista quando falava dos meus sonhos, em especial à Fabi Francine que se tornou amiga e parceira de geografia.

Um agradecimento especial aos meus irmãos Márcio e Fábio pelo apoio incondicional em tudo o que eu faço.

“...fomos nos alienando desse organismo de que somos parte, a Terra, e passamos a pensar que ele é uma coisa e nós, outra: a Terra e a humanidade. Eu não percebo onde tem alguma coisa que não seja natureza. Tudo é natureza. O cosmos é natureza. Tudo em que eu consigo pensar é natureza”. Ailton Krenak

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>7</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>8</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 ARTIGOS.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 Artigo – TROVARELLI, P.; MASSI, K. G. A Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais está disposta a prevenir desastres? / <i>Is the National Policy for Payment of Environmental Services willing to prevent disasters?</i>.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Artigo – ALMEIDA, T. S.; TROVARELLI, P.; MASSI, K. G. Relação entre Programas de Pagamento por Serviços Ambientais e Desastres na Região Sudeste da Mata Atlântica, Brasil / Relationship between Payment for Ecosystem Services Programs and Disasters in Southeast Atlantic Forest region, Brazil.....</b>	<b>37</b>
<b>3 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>70</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>72</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>75</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>88</b>

**TROVARELLI, P. Análise da política nacional e de programas de pagamento por serviços ambientais sob a ótica da redução do risco de desastres.** 2022. Dissertação (Mestrado em Desastres Naturais) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia; Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), São José dos Campos, 2022.

## **RESUMO**

Os serviços ecossistêmicos, especialmente de regulação, contribuem significativamente para a resiliência e estabilidade dos ecossistemas e, conseqüentemente para reduzir riscos de desastres, que tem aumentado no Brasil e no mundo nos últimos anos. A história de ocupação e desenvolvimento econômico do Brasil levou a retirada da cobertura vegetal original e um desequilíbrio nos ecossistemas e seus serviços, que contribuem com soluções sustentáveis para a redução do risco de desastres (RRD), adaptação às mudanças climáticas e desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, os programas de pagamentos por serviços ambientais (PSA) podem servir como instrumentos de políticas ambientais de transferência de recursos financeiros para quem presta serviços ambientais. O Brasil regulamentou recentemente a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (Lei nº 14.119/2021) e este estudo objetivou verificar a inclusão dos serviços ecossistêmicos de regulação que contribuem para a RRD nesta legislação, utilizando para isso a análise de diagnóstico de problemas apresentada pelo Guia de Políticas Públicas (Guia Prático de Análise Ex post: Casa Civil da Presidência da República) organizado em etapas com metodologia mista. Além disso, também objetivou verificar a prevenção de desastres em editais de programas de PSA, de 2009-2020, na bacia do rio Paraíba do Sul, Brasil, e sua relação com desastres (enchentes, secas, deslizamentos e incêndios). Os programas de PSA foram pesquisados nos níveis municipal, estadual e federal e analisados quali e quantitativamente. Encontramos ações relacionadas à conservação do solo e cobertura vegetal que podem evitar deslizamentos, inundações, secas e incêndios, mas não houve menção a desastres e nenhuma atenção especial à regulação dos serviços ecossistêmicos nos editais de convocação, evidenciando a necessidade de mudança na legislação que atenda a RRD. Essa pesquisa contribui com as investigações científicas para o PSA e discute as contribuições da PNPSA na área de redução do risco de desastres que possam trazer ganhos socioambientais diante do contexto de crise ambiental global.

Palavras-chave: pagamento por serviços ambientais; desastres; políticas públicas; redução do risco de desastres; conservação; serviços ecossistêmicos.

TROVARELLI, P. *Analysis of national policy and payment programs for environmental services from the perspective of disaster risk reduction*. 2022. Dissertation (Master's degree in Natural Disaster) - São Paulo State University (Unesp), Institute of Science and Technology, National Center for Monitoring and Early Warning of Natural Disasters (Cemaden), São José dos Campos, 2022.

## ABSTRACT

Ecosystem services, especially regulatory services, contribute significantly to the resilience and stability of ecosystems and, consequently, to the reduction of disaster risks that have increased in Brazil and worldwide. The history of occupation and economic development in Brazil has led to the removal of the original vegetation cover and an imbalance in ecosystems and their services that contribute to sustainable solutions for disaster risk reduction (DRR), adaptation to climate change and sustainable development. In this sense, payment for environmental services (PES) programs can serve as environmental policy instruments for transferring financial resources to those providing environmental services. Brazil recently regulated the National Policy on Payment for Environmental Services (Law No. 14.119/2021) and this study aimed to verify the inclusion of regulatory ecosystem services that contribute to DRR in this legislation, using the problem diagnosis analysis presented by the Public Policy Guide (Ex post Practical Guide for Analysis: Civil House of the Presidency of the Republic) organized in stages with mixed methodology. In addition, it also aimed to verify the prevention of natural disasters in public notices for PES programs, from 2009-2020, in the Paraíba do Sul river basin, Brazil, and its relationship with natural disasters (floods, droughts, landslides and fires). PES programs were researched at the municipal, state and federal levels and analyzed qualitatively and quantitatively. We found actions related to soil conservation and vegetation cover that can prevent landslides, floods, droughts and fires, but there was no mention of disasters and no special attention to the regulation of ecosystem services in the call notices, evidencing the need to change the legislation that meets DRR. This research contributes to scientific investigations for the PSA and discusses the contributions of the PNPSA in the area of disaster risk reduction that can bring social and environmental gains in the context of the global environmental crisis.

Keywords: payment for environmental services; disasters; public policy; disaster risk reduction; conservation; ecosystem services.

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos 60 anos, os eventos de desastres aumentaram em todo o mundo. Entre 1960 e 2019, foi observado um aumento de 14 vezes nos desastres anuais, de 44 em 1960 para 611 em 2019, causando perdas ambientais, sociais e econômicas (CHEN et al., 2021). Esse aumento se relaciona ao aumento dos eventos climáticos extremos, incluindo ondas de calor, secas, inundações, tempestades de inverno, furacões e incêndios florestais (UNDRR, 2020). O relatório das Nações Unidas “The human cost of disasters: an overview of the last 20 years (2000-2019)” aponta que no período de 2000 a 2019, ocorreram 7.348 grandes eventos de desastres registrados, com 1,23 milhão de vidas perdidas e afetando 4,2 bilhões de pessoas, resultando em aproximadamente 2,97 trilhões de dólares em perdas econômicas globais. É cada vez mais necessário a busca por abordagens que auxiliem as populações humanas a se adaptarem às consequências das mudanças do clima e a redução do risco de desastres. Na maioria das vezes, os próprios ecossistemas podem oferecer soluções sustentáveis para a redução dos riscos de desastres e a gravidade de seus impactos, enquanto se adaptam às mudanças globais (FAIVRE et al., 2018). Vários acordos globais importantes reconhecem o papel que os ecossistemas e a infraestrutura natural podem desempenhar direta e indiretamente em termos de desenvolvimento, para ajudar a alcançar a redução do risco de desastres (RRD), a adaptação às mudanças climáticas e o desenvolvimento sustentável (WHELCHER et al., 2018).

Não diferente, o Brasil tem se mostrado frágil frente aos eventos extremos climáticos, responsáveis pelo maior número de registros de desastres, especialmente a partir da década de 2000 (UFSC-CEPED, 2013), aliado a uma ocupação territorial desordenada e um processo de urbanização que gera o aumento da vulnerabilidade e exposição a esses eventos, que podem levar a ocorrência de desastres. Para além dos números de registros, o potencial de crescimento de desastres pode se dar pelas alterações no uso da terra e pelas mudanças climáticas, que podem afetar diretamente a intensidade, frequência e duração dos eventos extremos (IPCC, 2019). Nesse contexto, ainda é muito recente no Brasil a criação de políticas públicas consolidadas para o enfrentamento e prevenção de desastres. Silva, Pinto e Freitas (2016) relatam que somente após a promulgação da Constituição em 1988, a década de 1990 passa a reconhecer, mesmo que de forma primária, a importância de adoção de políticas públicas voltadas à mitigação de desastres em uma escala mais próxima à realidade dos eventos e a complexidade das investigações científicas. Em 2012 ocorreu uma nova estrutura normativa para gestão de desastres no Brasil por meio da Lei de Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei n.

12.608/12), apresentando uma estrutura orientadora das decisões concernentes à prevenção e resposta a eventos extremos. Destaca-se nesse momento uma tendência de estratégia estrutural preventiva a desastres com a utilização dos serviços ecossistêmicos como verdadeiras “barreiras protetivas” contra eventos climáticos extremos e como fatores de ampliação da capacidade resiliente de comunidades atingidas (CARVALHO, 2015). Em 2016, com a instituição do Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima - PNA (Portaria n.150 - BRASIL, 2016), surgem ações estruturantes para a agenda nacional de adaptação, a Gestão de Risco de Desastres, na qual se apresentam, entre suas diretrizes e recomendações, as Medidas de Adaptação baseadas em Ecossistemas (EbA) a serem implementadas por meio de Pagamento por Serviços Ambientais - PSA (BRASIL, 2016). Mas é apenas em 2021 que o PSA se institui como marco regulatório no Brasil por meio da Lei nº 14.119/2021 (Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais), o que não impediu a difusão de programas de PSA pelo país nas duas últimas décadas, especialmente por iniciativas estaduais e municipais.

A adoção do Marco de Sendai para Redução do Risco de Desastres 2015-2030 pelos Estados Membros da ONU, do qual o Brasil faz parte, objetiva reduzir as perdas por desastres, sendo fundamental para o sucesso da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Entre os diversos aspectos necessários à sociedade resiliente aos desastres, a CRED-UNIDSR (2015) inclui a necessidade de reforçar a governança para a gestão do risco de desastres, investimentos públicos e privados e medidas estruturais e não-estruturais. No bioma Mata Atlântica, o Vale do Paraíba é uma região importante para a conservação dos serviços ecossistêmicos. A mudança na paisagem sofrida nessa região ao longo da história do Brasil, relacionada especialmente aos ciclos econômicos, resultou em mudanças na cobertura, uso e ocupação do solo (DEVIDE et al., 2014). A perda de áreas naturais do bioma Mata Atlântica acarretou a perda de biodiversidade e alterações nos serviços ecossistêmicos. Assim, programas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) podem trazer significativas contribuições na proteção de serviços ambientais, possivelmente se refletindo na mitigação e prevenção a desastres.

Compreendendo a importância atual de ações efetivas para a redução de risco de desastres no país, esse trabalho objetiva analisar se o diagnóstico de criação da Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (Lei nº 14.119/2021) e os editais lançados para o Vale do Paraíba, contemplam os serviços de regulação relacionados à prevenção e redução do risco de desastres. Para isso, se organizou em dois artigos científicos, sendo o primeiro voltado para a política nacional, com o objetivo de verificar a inclusão dos serviços de regulação (nomeadamente neste estudo, prevenção a desastres) na legislação nacional, através da aplicação de uma análise de diagnóstico de problemas do Guia de Políticas Públicas - Guia

Prático de Análise Ex post: Casa Civil da Presidência da República (BRASIL, 2018). O diagnóstico de um problema é uma parte inicial da formulação de uma política pública, pois revela as necessidades da população ou de um grupo de pessoas para que ocorra a intervenção governamental (BRASIL, 2018b). Estudos avaliando acordos ambientais internacionais e políticas nacionais são escassos (ROELFSEMA et al., 2020), principalmente no Brasil, assim como também são escassas as análises sub-regionais. Assim, esse artigo justifica-se pelo fato de contribuir para investigações científico-teóricas sobre PSA, recentemente instituído como política nacional e que ainda carece de subsídios para avaliações futuras. Justifica-se também por discutir possíveis contribuições da Política Nacional de Pagamentos por Serviços Ambientais na redução dos riscos de desastres que pode trazer ganhos sociais e ambientais em um contexto de crise ambiental global. O Apêndice A apresentará o detalhamento metodológico referente ao primeiro artigo.

O segundo artigo voltado para o Vale do Paraíba, porção paulista, objetivou analisar a inclusão desses serviços de regulação nos editais dos programas de PSA desenvolvidos na bacia do rio Paraíba do Sul e a sua relação com o número de eventos de desastres (especificamente enchentes, secas, deslizamentos de terra e incêndios). Esperávamos que os municípios com mais eventos de desastres participassem de mais projetos de PSA para diminuir esses eventos. Por outro lado, esperávamos que mais programas de PSA criariam um impacto positivo na paisagem da bacia, diminuindo os eventos de desastres na região. Também esperávamos ações de prevenção a desastres nos editais de convocação do PSA. Este momento do trabalho se justifica também pela contribuição teórica científica sobre os programas de PSA e seus possíveis impactos na redução do risco de desastres, especialmente pelo relevo acidentado do Vale (INPE, 2021; AGEVAP; 2020) que torna a região de grande relevância e necessidade de estudos relacionando projetos de PSA e serviços ecossistêmicos, como os de prevenção de eventos de desastres.

## 2 ARTIGOS

### **2.1 Artigo – TROVARELLI, P.; MASSI, K. G. A Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais está disposta a prevenir desastres? / *Is the National Policy for Payment of Environmental Services willing to prevent disasters?***

Patrícia Trovarelli <sup>a</sup>, Klécia Gili Massi <sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Graduate Program in Natural Disasters, UNESP/CEMADEN, São Paulo State University - Unesp, São José dos Campos, 12247-004, São Paulo, Brazil

<sup>b</sup> Institute of Science and Technology, São Paulo State University - Unesp, São José dos Campos, 12247-004, São Paulo, Brazil

Artigo elaborado de acordo com as normas da **Revista Planejamento e Políticas Públicas. Ipea - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.**

Submetido em: 30/12/2021

Submissão aceita em: 08/08/2022 (ANEXO A).

Is the National Policy for Payment of Environmental Services willing to prevent disasters?

Extreme weather events and disaster records have increased in Brazil and the creation of consolidated public policies for disaster risk management is still recent. The country's history of occupation and economic development has led to the removal of the original vegetation cover and a possible imbalance in ecosystems and their services that contribute to sustainable solutions for disaster risk reduction (DRR), adaptation to climate change and sustainable development. Payment for environmental services (PES) programs can serve as environmental policy instruments for transferring financial resources to those providing environmental services. Brazil recently regulated the National Policy on Payment for Environmental Services (PNPSA: Law nº 14.119/2021) and this study aimed to verify the inclusion of regulatory ecosystem services that contribute to DRR in this legislation. It used the problem diagnosis analysis presented by the Public Policy Guide (Ex post Practical Guide for Analysis: Civil House of the Presidency of the Republic) organized in stages with mixed methodology. This research contributes to scientific investigations for PSE and discusses the contributions of PNPSA in the area of disaster risk reduction that can bring social and environmental gains in the context of the global environmental crisis.

Keywords: Payment for Environmental Services; Ecosystem services; Disaster; Disaster Risk Reduction; Public policy.

A Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais está disposta a prevenir desastres?

Eventos climáticos extremos e registros de desastres têm aumentado no Brasil e ainda é recente a criação de políticas públicas consolidadas para a gestão do risco de desastres. A história de ocupação e desenvolvimento econômico do país levou a retirada da cobertura vegetal original e um possível desequilíbrio nos ecossistemas e seus serviços que contribuem com soluções sustentáveis para a redução do risco de desastres (RRD), adaptação às mudanças climáticas e desenvolvimento sustentável. Os programas de pagamentos por serviços ambientais (PSA) podem servir como instrumentos de políticas ambientais de transferência de recursos financeiros para quem presta serviços ambientais. O Brasil regulamentou recentemente a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA: Lei nº 14.119/2021) e este estudo objetivou verificar a inclusão dos serviços ecossistêmicos de regulação que contribuem para a RRD nesta legislação. Utilizou a análise de diagnóstico de problemas apresentada pelo Guia de Políticas Públicas (Guia Prático de Análise Ex post: Casa Civil da Presidência da República) organizado em etapas com metodologia mista. Essa pesquisa contribui com as investigações científicas para o PSA e discute as contribuições da PNPSA na área de redução do risco de desastres que possam trazer ganhos socioambientais diante do contexto de crise ambiental global.

Palavras-chave: Pagamento por Serviços Ambientais; Serviços ecossistêmicos; Desastres; Redução do Risco de Desastres; Política Pública.

¿La Política Nacional de Pago de Servicios Ambientales está dispuesta a prevenir desastres?

Los eventos climáticos extremos y los registros de desastres se han incrementado en Brasil y la creación de políticas públicas consolidadas para la gestión del riesgo de desastres es aún reciente. La historia de ocupación y desarrollo económico del país ha llevado a la remoción de la cubierta vegetal original y un posible desequilibrio en los ecosistemas y sus servicios que contribuyen a soluciones sostenibles para la reducción del riesgo de desastres (RRD), la adaptación al cambio climático y el desarrollo sostenible. Los programas de pagos por servicios ambientales (PSA) pueden servir como instrumentos de política ambiental para transferir recursos financieros a quienes prestan servicios ambientales. Brasil recientemente reglamentó la Política Nacional de Pago por Servicios Ambientales (PNPSA: Ley n° 14.119 / 2021) y este estudio tuvo como objetivo verificar la inclusión de servicios ecosistémicos regulatorios que contribuyan a la RRD en esta legislación. Se utilizó el análisis del diagnóstico de problemas presentado por la Guía de Políticas Públicas (Guía Práctica de Análisis Ex post: Casa Civil de la Presidencia de la República) organizado en etapas con metodología mixta. Esta investigación contribuye a las investigaciones científicas para el PSA y analiza las contribuciones del PNPSA en el área de la reducción del riesgo de desastres que pueden traer beneficios sociales y ambientales en el contexto de la crisis ambiental global.

Palabras clave: Pago por servicios ambientales; Servicios de ecosistema; Desastre; Reducción de Desastres; Política pública.

## 1 INTRODUCTION

Public policy can be generally defined as an institutionalized proposal to solve relevant and real-world problems (LASSANCE, 2020). In Brazil, environmental legislation began in the 30s, but since the 2000s several important policies have been created, as the System of Protected Areas (SNUC, Law n° 9.985/2000: BRASIL, 2000) and the New Forest Code (Law n° 12.651/2012: BRASIL, 2012). There have been clear advances in environmental regulation in the country, especially regarding institutional structure; however environmental governance and its principles constitute the main challenges to policy implementations (MOURA, 2016). In addition, public policies are not properly planned, designed and evaluated after implementation (SILVA; JURAS; SOUZA, 2013). For that reason, methods to evaluate diagnostic, designs, implementation, governance, results, impacts and efficiency of policies are incredibly valuable.

Lately, extreme climate events and natural hazards have been increasing in the world (UNDRR, 2020). In Brazil, floods and mass movements in rainy periods and drought and fire during dry seasons are great concerns (cemaden.gov.br; CNM, 2018). Thus, it is urgent to seek approaches that adapt human populations to the consequences of climate change and of natural disasters. Natural ecosystems and its services can provide such sustainable solutions to reduce disaster risks and the severity of their impacts, while adapting to global changes (SCARANO, 2017; FAIVRE et al., 2018). Several major international agreements recognize the role that ecosystems and natural infrastructure can play directly and indirectly in terms of development, in helping to achieve disaster risk reduction (DRR), climate change adaptation and sustainable

development (WHELCHER et al., 2018), such as UN Convention on Biological Diversity and the UN Sustainable Development Goals (both Brazil signed).

Ecosystem services include a multitude of benefits to humans (exemplified below) and are related to support, provision, regulation and cultural services (<https://www.bpbes.net.br>). While the first two services (support and provision) are better described, studied (RENARD et al. 2015; GOMES et al., 2020) and funded, regulating and cultural services are more complex to assess and foment, as they are seen as non-material ecosystem services (SMALL et al. 2017). Regulating services include pollination, decomposition, water purification, erosion and flood control, carbon storage and climate regulation and have a central role in climate change adaptation, disaster risk reduction and their multifaceted linkages (MUNANG et al., 2013).

The complexity to assess regulating services in studies is also seen in payment for ecosystem services (PES) projects. PES involves transfer of financial resources from beneficiaries of certain environmental services to those who provide these services or are fiduciaries of environmental resources (MAYRAND; PAQUIN, 2004). There are several uncertainties related to demonstration of real environmental benefits of PES (LIMA et al., 2017), such as water infiltration or prevention to natural disasters. In Brazil, Guedes and Seehusen (2011) systematized PES projects in the Atlantic Forest biome (mainly in South and Southeast regions of the country, especially in São Paulo state) and found 78 PES projects; of which 33 were related to water, 40 to carbon and 5 to biodiversity. None of these projects directly or indirectly mention the willingness to prevent and mitigate disaster risks. Despite that, in 2020, one of the heads of Environment Secretary of São Paulo state stated that a large state PES project (Conexão Mata Atlântica Project) was built in response to a harsh flood that happened in 2010 in São Luiz do Paraitinga, a small municipality in that state (personal information).

Brazil did not have a specific federal regulatory framework on PES until January 2021, when the National Policy on Payment for Environmental Services was approved (Lei 14.119/2021: BRASIL, 2021a). Until then, the New Forest Code (Lei 12.651/2012: BRASIL, 2012) regulated PES as a support and incentive program for vegetation conservation, in addition to providing a market for environmental services (BRASIL, 2012). The National Policy for Payment of Environmental Services aims to guarantee payment of ecosystem benefits conservation and restoration and to organize and regulate the diversity of actions and projects involved in this matter.

Healthy ecosystems are acknowledged to contribute to disaster risk reduction through their ecosystem services (WALZ et al., 2021). There is a clear relation (even if not direct) between the presence of native ecosystems, and its services, and natural hazards prevention, and nature-based solutions and payment for ecosystem services must be understood as important tools to prevent extreme events and natural disasters. Thus, this study aimed at verifying the inclusion of regulating services (namely prevention to natural disasters) in a national legislation, by applying a problem diagnostic analysis (Public Policies Guide – Ex post Analysis Practical Guide: Casa Civil da Presidência da República. BRASIL, 2018). The diagnostic of a problem is an initial part of the formulation of a public policy, as it reveals population needs or of a group of people for government intervention to occur. (BRASIL, 2018). Studies evaluating international environmental agreements and national policies are scarce (ROELFSEMA et al., 2020), especially in Brazil. Thus, this research is justified by the fact that it contributes to theoretical scientific investigations about PES, recently instituted as a national policy and which still lacks subsidies for future evaluations. It is also justified by discussing possible contributions of the National Policy on Payment for Environmental

Services in disaster risk reduction that can bring social and environmental gains in a global environmental crisis context.

To reach its objective, this study was divided into three sections, in addition to this introduction. In the second section, the method used is presented in detail, adapted from the "Problem Diagnosis Analysis" (BRASIL, 2018, p.105-138), composed of eight steps: (i) problem description; (ii) cause-problem-effect relations; (iii) data and problem indicators; (iv) affected population and beneficiaries of the politics; (v) target alignment and national and international agreements; (vi) integrated approach of intervention; (vii) problem solution based on international experiences; and (viii) recommendations. The third section presents results obtained, followed by a discussion based on the referenced literature. The fourth section closes the article with the final considerations.

## 2 METHODS

We applied the methodological framework of the practical guide for ex post analysis of public policies (BRASIL, 2018). In this guide, we chose the diagnostic analysis of a problem (chapter 4 in the guide), to verify whether the diagnosis for creation of the National Policy for Payment of Environmental Services specifically considered possible contributions of ecosystem benefits to disaster risk reduction. The methodology for evaluation consists of eight steps, detailed below.

### 2.1. Problem description: Problem tree and Objective tree

Firstly, documents relating to the Lei nº 14.119/2021, its draft laws, literature, studies, reports and procedures were searched on website of the Chamber of Deputies (<https://www.camara.leg.br/propostas-legislativas/946475>). Then, a problem tree and an objective tree were drawn, which are representations like diagrams with an identified problem in the center, with possible related causes (lower part) and its effects (upper part). Problem tree built was based on: 1) Identification of a problem; 2) Pointing out possible causes of a problem (brainstorming); 3) Analysis of why these causes generate this problem (sub-causes of the problem); and 4) List of main direct and indirect effects of a problem. In an objective tree, a problem becomes the main objective of policies; the causes that will be pursued become a target of this policy; and instead of problem effects, now results are pursued (BRASIL, 2018, p. 108-110). Thus, we identified the place given to disaster prevention and reduction as a problem (APPENDIXES A and B).

### 2.2. Cause-problem-effect relations

Studies and empirical data were analyzed to verify cause-problem-effect relations (vegetation cover-ecosystem services-natural disaster). In this sense, we investigated associations between natural disaster, ecosystem services and native vegetation through a systematic review, identifying relevant studies and evidences, with the words "payment for ecosystem services", "conservation", "restoration", "cover", "vegetation", "tropical forest", "drought", "burned", "wildfire", "inundation", and "landslide" at [sciencedirect.com](http://sciencedirect.com), [search.scielo.org](http://search.scielo.org) and [jstor.org](http://jstor.org), that are large bibliographic databases of scientific publications, which resulted in ninety-five studies. Ten studies were selected because they evaluated presence

of vegetation cover (environmental and ecosystem services), as an explanatory variable, and natural disaster prevention, as a response variable.

### 2.3. Data and problem indicators

To scale the problem, its causes and consequences, data and indicators available in Brazilian Atlas of natural disasters - 1991 to 2012 (CEPED/UFSC, 2013a, 2013b) and in Digital Atlas of Disasters in Brazil (CEPED/UFSC, 2020) were used, both with data from the Integrated Disaster Information System - S2ID (<https://s2id.mi.gov.br/>) of the National Secretariat for Civil Defense and Protection – Sedec. We filtered data by some natural disasters (drought, fire, flood and landslide), number of occurrences and total material damage (in R\$ converted to US\$) by Brazilian regions (South, Southeast, Central-West, North, Northeast). S2ID presents data for regions that declared Emergency Situation (SE) and State of Public Calamity (ECP) published in the Official Gazette.

### 2.4. Affected population and beneficiaries of the policy

The population affected by disasters (generally urban) was identified in official databases of the Brazilian Institute of Geography and Statistics - IBGE (<https://www.ibge.gov.br/apps/populacaoareasderisco/>), based on information from 2010 Demographic Census, and risk areas monitored by National Center for Monitoring and Alerting of Natural Disasters - CEMADEN (BRASIL, 2018), considering people exposed in areas at risk of floods and mass movements in 872 critical municipalities in Brazil, within the Territorial Statistical Database of Risk Areas - BATER. For beneficiaries of the policy (in general rural landowners), we used data from the Agricultural Census-2017 (<https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>).

### 2.5. Target alignment and national and international agreements

To find out whether National Policy on Payment for Environmental Services objectives are aligned with national and international policies (agreements assumed by Brazil), regarding natural disasters, we searched for words "drought", "flood", "fire", "landslide" and its variants in environmental policies listed below (Table 1), to observe if they complemented or overlapped the PES policy (Lei 14.119/2021) to achieve disaster risk reduction. In addition, the guide suggests looking at the Multi-Year Plan (PPA), period 2020 to 2023 (Lei 13971/2019: BRASIL, 2019); however, the plan was made before the approval of the PES Law and only makes references to the draft of the National Policy on PES or the Payment for Environmental Services Program.

Table 1 - National Policies and international agreements assumed by Brazil and year of law application.

	<b>National</b>	<b>Year</b>
--	-----------------	-------------

1	National Environmental Policy	1981
2	National Water Resources Policy	1997
3	National System of Nature Conservation Units	2000
4	National Biodiversity Policy	2002
5	Atlantic Forest Law	2006
6	Public Forests Law	2006
7	National Policy on Climate Change	2009
8	National Solid Waste Policy	2010
9	Native Vegetation Protection Law	2012
10	National Civil Defense Protection Policy	2012
11	National Policy to Combat Desertification and Mitigate Effects of Drought	2015
12	National Policy for Native Vegetation Recovery	2017
13	National Policy on Payment for Environmental Services	2021
	<b>Internationals</b>	
14	United Nations Framework Convention for Climate Change (UNFCCC)	1998
15	Convention on Biological Diversity	2010
16	Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030	2015
17	Sustainable Development Goal - SDG	2015
18	Paris Agreement	2016

Authors' elaboration.

## 2.6. Integrated approach of intervention

To analyze whether the policy is being implemented in an integrated and coordinated manner, related to the prevention of natural disasters, the FSD method (fragmentation, overlapping, duplication and gaps) was applied in policies from the previous step, collecting the following information: (i) Objectives and potential results; (ii) Target audience and beneficiaries; and (iii) Institutions responsible for execution. The FDS method originates from the guide prepared by the Government Accountability Office (GAO), the Supreme Audit Institution of the United States, and adapted by the Federal Court of Accounts (TCU, 2017, p.77-80), to identify as fragmentations, overlaps, duplications and gaps in problem intervention and recognizing positive or resulting effects.

## 2.7. Problem solution based on international experiences

To identify similar policies in other countries, a new systematic review based only on international experiences was performed, with the words “payment for ecosystem services”, “policy”, “payment for environmental services”, “PES” “vegetation cover”, “ecosystem services”, “natural disaster”, “disaster”, “drought”, “burned”, “wildfire”, “inundation”, and “landslide” at [sciencedirect.com](http://sciencedirect.com) and [search.scielo.org](http://search.scielo.org). These word combinations resulted in twelve studies of international experiences with evidence of strategies that could represent a solution clue to the relationship between prevention and reduction of natural disasters and payment for ecosystem services in the Brazilian context.

## 2.8. Recommendations

Recommendations are part of final considerations after carrying out the analysis of data, indicators and evidence found by this research, which can improve the National Law of PES as a collaborative instrument in reducing disasters risk.

# 3 RESULTS AND DISCUSSION

## 3.1 Problem description

Law No. 14.119/2021, which institutes the National Policy on Payment for Environmental Services, presents concepts, objectives, guidelines, actions and criteria for the implementation of the National Policy on Payment for Environmental Services (PNPSA), establishing the National Register of Payment for Environmental Services (CNPSA), the Federal Program for Payment for Environmental Services (PFPSA), in addition to providing contracts of payments for environmental services in order to manage public and private spaces eligible for the application of the Law (as a result of Bill No. 312/2015 which after a long period of processing in the National Congress became Bill No. 5028/2019). In general, the Law aims to guarantee payment for those who contribute to preservation or recovery of benefits generated by ecosystems, in favor of society. We found only one mention of the term "disaster" in the Law. In article 7, actions of the federal program of payment of environmental services are presented and among them are: "conservation and improvement of the quantity and quality of water, especially in hydrographic basins with critical vegetation cover important for human

supply and animal watering or in areas subject to disaster risk". Before that, in the concepts section, regulating services were defined as responsible for reducing floods, droughts, landslides, and such, but the policy has no real-world application actions related to that concept.

### 3.1.1 Problem tree

In 2015, Bill No. 312 (BRASIL, 2015a) was proposed as an alternative to repressive legislation (command-control mechanism), i.e., an alternative mechanism with the objective of encouraging rural landowners to promote actions for environmental preservation on their properties (BRASIL, 2015a; BÖRNER et al., 2017), but at that time did not make any direct reference to natural disasters. The PES, applied in other countries and in several states in Brazil, could act as an attraction to increase conservation initiatives and encourage greater participation by private owners (SEIXAS, et al. 2020). When this bill was analyzed by the Committee on Agriculture, Livestock, Supply and Rural Development, a Replacement Project was proposed in which the term "disaster" was directly mentioned among its actions in Article 6: "II – conservation and improvement of quantity and water quality, especially in watersheds with critical vegetation cover, which are important for human supply and watering animals or areas subject to disaster risk" (BRASIL, 2015b). Such mention was maintained when approved by Environment and Sustainable Development committees; of Finance and Taxation; Constitution and Justice and Citizenship, which recognized the PNPSA as a strategy for restoration of natural ecosystems, capable of providing a return to biodiversity, revitalization of hydrographic basins, recovery of soils and water resources (BRASIL, 2019). In the final version of the law, as previously shown in Article 7, this mention was maintained, but not expanded into other actions and services, which indicates the focus of natural disaster risk reduction in the policy, i.e., water stress concerns.

In problem tree building, a need for organizing and managing environmental and ecosystem services in Brazil appeared as a central axis and problem to be targeted by the policy (Appendix A). This was explained by the absence of a previous broad national law, which allowed different approaches to PES in states and municipalities that had a limited capacity for initiatives, given uncertainties in resources sources to ensure durability and efficiency of initiatives, besides a scenario of legal uncertainty that made it difficult for the country to increase PES and to finance scientific research that proved PES effectiveness. The analysis of the problem tree shows that natural disaster risk reduction or prevention was not among the causes around the need for this law creation, despite some of its causes (as the lack of environmental regularization of rural properties) may indirectly lead to disasters risk reduction and prevention. In addition, we did not identify this issue among the effects of the problem tree, which points the fragility of the law regarding that.

### 3.1.2 Objective tree

Objective tree creation (Appendix B) indicated that the National Policy aimed to organize the management and guide PES projects to avoid environmental and ecosystem services degradation. For this, it presented actions to create a Federal PSA Program, a National Register of PSA (CNPSA) and a Collegiate Organ to assess the PFPSA that can contribute to better management and effective monitoring of policy actions. Brazil does not have a platform for registering PES, making it difficult to create a database of programs and scientific research. In 2019, Jodas (2021, p.158) found 316 PES projects in Brazil through the digital platform

Brazilian Matrix of Ecosystem Services (MBSE: not available anymore). Mapping PES initiatives would enable investigation of environmental policy effectiveness (JODAS, 2021, p.158) and cross data to information on areas at risk or vulnerable to disasters in the country and thus help in decision making of priority areas for PES projects.

In the objective tree, we indirectly identified disaster risk reduction and prevention among the intended actions of the law, mainly related to regulating ecosystem services (APPENDIX B - green board). We identified them in Article 7 as conservation, recovery, improvement or restoration of: priority areas for biodiversity; water quality; watersheds with critical vegetation cover; human supply; animal watering; areas subject to disaster risk; native vegetation cover of degraded areas; capture and retention of carbon and conservation of soil, water and biodiversity (Art. 7º. BRASIL, 2021). These actions are fundamental to prevent ecosystem degradation and natural disasters (MUNANG et al., 2013), but natural hazards and extreme events prevention should be clearly treated and stated in programs and laws. In the next section, we describe, based on literature, how ecosystem services could prevent disaster.

Among its objectives, the Policy aims to integrate to other sectorial and environmental policies (Art. 4, § 1, BRASIL, 2021), but it does not mention the Law on National Civil Defense and Protection Policy (Law n. 12.608/2012, BRASIL, 2012), which it is the law that directly relates to disasters. Even the Civil Defense Policy is fragile as it does not define disasters, it does not classify different disasters and it does not present a section of instruments or tools to prevent disasters, where PES or nature-based solutions could be presented. In addition, when listing areas that may be eligible to PES projects (for example, protected areas, indigenous land, etc), the National Policy does not include areas at risk or vulnerable to disasters. This again indicates that prevention and reduction of natural disaster risk was less taken into account for the Law planning or it was only indirectly considered through environmental and ecosystem services favoring (for example increasing vegetation cover) that might prevent hazards. Despite this, it is believed that it can be an important preventive measure policy or even to minimize the post-disaster cost.

### 3.2. Cause-problem-effect relations

The systematic review mostly was based on regional and international studies and most of them used modeling methods. Results indicated that agriculture and pasture was associated to drought (SANTOS et al., 2021), while forest sites related to water supply increase in India (MALLICK and CHAKRABORTY, 2018), China (NICHOL and ABBAS, 2015) and Brazil (OLIVEIRA et al., 2021). Also, forests responded for less fire expansion in New Caledonia (CURT et al., 2015) and Brazil (GUEDES et al., 2020). Unvegetated sites in mangroves explained high waves and flooding in Bangladesh (DEB and FERREIRA, 2017), while Molina et al. (2012) and Sandholz et al. (2018), in Brazil, showed reduced erosion, and consequently landslides, due to vegetation recovery. Thus, there is a clear relation (even if not direct) between the presence of native ecosystems, and its services, and natural hazards prevention. The lack of studies in this field, especially in tropical climate conditions, may be taken with care because it might be confused with a lack of provision of ecosystem services to prevent hazards (SANDHOLZ; LANGE; NEHREN, 2018).

Since 2011, the Brazilian federal government has been prioritizing prevention and mitigation actions for risk management and response to natural disasters, in a multi-sector program that in 2012 was improved by the National Plan for Risk Management and Disaster Response, organized into four axes: mapping of risk areas; monitoring and alerting; prevention

and infrastructure works; and, response actions aimed at civil defense (cemaden.gov.br). A greater concern with disaster monitoring and response is perceived than with disaster risk prevention and reduction, prioritizing gray infrastructure over ecosystem-based strategies. The essential role of ecosystems, for Munang et al. (2013), is by regulating services that are essential for adapting to climate change and reducing risk of disasters, including climate and water regulation, protection against natural hazards such as floods and landslides, water and air purification, carbon sequestration and disease and pest regulation.

Ecosystem-based disaster risk reduction (Eco-RRD) is, according Estrella and Saalismaa (2013), as the sustainable management, conservation and restoration of ecosystems to reduce risk of disasters, with the aim of achieving sustainable and resilient development. The Convention on Biological Diversity - CBD (2010) presents Ecosystem-Based Adaptation (AbE, its acronym in Portuguese and EbA, in English) as an overall adaptation strategy that uses biodiversity and ecosystem services to provide services that help people to adapt to the adverse effects of climate change. AbE can generate economic, social, environmental and cultural benefits, including: (i) the reduction of risks related to natural disasters, increasing safety of human communities; (ii) the restoration of degraded or fragmented ecosystems, ensuring availability and access to natural resources and conservation of biodiversity, (iii) and sustainable water management (the restoration and protection of ecosystems can, for example, reduce runoff surface water during storms and sediment carryover) (COLLS; ASH; IKKALA, 2009). In Rio de Janeiro, AbE in an urban reforestation program had the potential to reduce risk of landslides and support local communities livelihoods, especially if the governance system involves different actors in a participatory approach and awareness campaigns (SANDHOLZ; LANGE; NEHREN, 2018).

Despite all this importance, Munang et al. (2013) reinforce the lack of political commitment given the importance of ecosystem management in adapting to and responding to the impacts of climate change associated with disaster risks, in investing in disaster risk reduction structures and practices, as well as the lack of resources financial, technological and research, including national policy-making and raising awareness, capacity building, planning and disaster risk reduction practices. The European Union presents itself as a positive example in advancing policies of initiatives based on ecosystems that were promoted by the European Commission, as an example, Solutions Based on Nature, Adaptation Based on Ecosystems, Green Infrastructure and Natural Water Retention Measures, in addition to investing in research to better address technological and knowledge gaps in disaster risk management (FAIVRE et al., 2018).

Thus, AbE presents itself as a strategy for adapting to climate change associated with the maintenance of environmental services and conservation of biodiversity and are present in PES programs that strengthen sustainable management and use of ecosystems.

### 3.3. Data and problem indicators: increase in disasters in Brazil

Natural disasters (especially drought, fire, landslides and floods) have increased in Brazil (Figure 1). Extreme drought events in different regions of Brazil are rising (CUNHA et al, 2019) and drier climate, affected by changes in land use, such as deforestation, increase the risk of forest fires (MARENGO et al, 2021; PIVELLO, et al, 2021; CUNHA et al, 2019). In addition, from 1991 to 2019, an increase in disaster occurrences and people affected (human damage) in Brazil has been registered (Center for Studies and Research in Engineering and Civil Defense – CEPED/UFSC: 2000, based on data recorded at the National Secretariat for



	(%)								
Center-West	0.004	205	649,795	86	609,645	310	86,784.659	18	2,316.099
North	0.18	300	2,645.040	98	<b>1,677.822</b>	854	594,119,350	64	18,360.405
North east	1.5	<b>23944</b>	<b>34,148.277</b>	78	0	1155	610,105.510	98	276,203.411
South	0.37	5238	22,374,020	12	357,186	1142	407,393.906	133	24,590.167
South east	2.24	4476	5,195.191	<b>207</b>	78,797	<b>1844</b>	<b>917,051.819</b>	<b>759</b>	<b>309,034.477</b>

Source: IBGE, 2018; CEPED/UFSC, 2020. Authors' elaboration.

In general, municipalities are the ones that suffer the most, when compared to state and federal power, from negative impacts of natural disasters (CNM, 2017). In fact, municipalities are the places where disasters happen and managers need to handle them. The National Confederation of Municipalities (2017) urges managers to charge states and the Union with more efficient public policies that help municipalities in civil defense and protection actions and to recover material, environmental, social and financial damages from natural hazards.

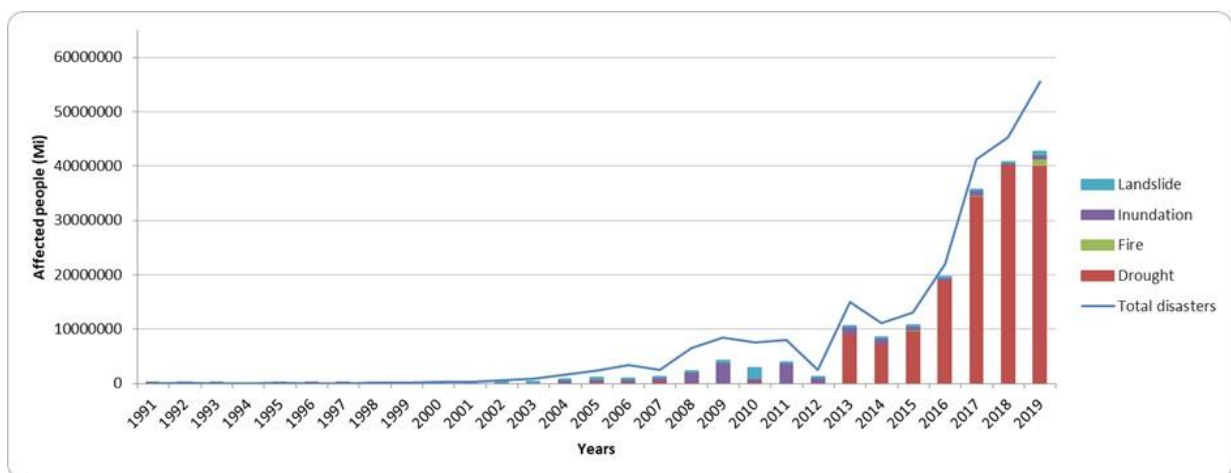
In addition, according to AON (2021), in 2020 Brazil has lost US\$ 3.6 billion attributed to natural disasters as fire, floods and droughts. Freitas et al. (2020) identified nearly R\$ 4 billion of impacts and economic costs of natural disasters only for healthcare establishments (5,000 records from 2000 to 2015). In 2021, the federal government released R\$ 450 million for Civil Defense actions. Although there is not much information on the monetary costs and benefits of public policies to natural disaster risk reduction and, especially of PES policies to that and to society in general, managers and decision makers must consider that a risk management strategy should include direct impacts (disaster risk reduction actions) and measures targeting indirect impacts (resilience building actions) (HALLEGATTE, 2015). Thus, it is very likely that PES as an environmental, social and economic approach to disaster risk reduction and prevention is more than worth it.

### 3.4. Affected population and beneficiaries of the politics

Affected populations by disaster have been increasing in Brazil, especially by drought (Figure 2). Among the four studied disasters, two could affect more urban populations (floods

and landslides), while the other two (drought and fire) would affect more rural populations in Brazil. Additionally, these two kinds of populations (rural and urban) might be positively affected by payment for ecosystem services projects, as the unequal distribution of conservation costs often affects vulnerable populations in economically marginal and environmentally sensitive areas (MONTROYA-ZUMAETA; WUNDER; TACCONI, 2021). About a third of Brazilian urban homes in risk areas (in hilly relief) do not have sanitation, promoting soil erosion and increasing the chances of landslides and floods (IBGE, 2018). Children in the northern region and elderly in the southern region (IBGE, 2018) are the most vulnerable people to hazards.

Figure 2 - Number of people affected (human damage) by disasters in Brazil, 1991-2019



Source: CEPED/UFSC, 2020. Authors' elaboration.

Beneficiaries of the National Policy for Payment of Environmental Services are in general rural land owners, because urban PES projects are still not seen in Brazil. In the last ten years, short-term crops and planted pastures have increased in Brazilian farms and cattle ranches, indicating an intense soil management and use (IBGE, 2017). On the other side, native forest cover has grown and no-till farming areas almost doubled (IBGE, 2017). That shows a scenario of a need for ecosystem restoration, conservation incentives and thus, PES incentives.

### 3.5. Target alignment and national and international agreements

The Multi-Year Plan (PPA) for the period 2020 to 2023 (Law n°. 13971 of December 27, 2019) which reflects public policies, guides government action and defines guidelines, objectives, goals and programs, was made before the approval of the PES Act of January 13, 2021. Thus, there are no references to the National PES Policy. However, in the publications of the Intermediate Results, which is a result of government action that significantly contributes to the achievement of the Program's objective or goal, the PPA 2020-2023 makes reference to the normative act (Base Year 2020) and the ordinance (Base year 2021) published, establishing the Payment for Environmental Services Program (PES or PSA, in portuguese) only related to the "Prevention and Control of Deforestation and Fires in Biomes" (BRASIL, 2021b), which could help to achieve the goal of reducing deforestation and illegal fires in biomes by 90%.

Among the 12 other studied national policies (Table 1), when analyzed by the relationship between ecosystem services and disaster prevention, the national policy is aligned with 5 of them, namely:

i) National Water Resources Policy - PNRH (Law n°. 9433 of January 8, 1997) with regards to prevention and defense against critical hydrological events of natural origin or resulting from inadequate use of natural resources. (Art. 2°, III. BRASIL, 1997).

ii) Native Vegetation Protection Law (Law n°. 12651 of May 25, 2012) with regards to carbon sequestration, conservation of water and water services, climate regulation and soil conservation and improvement (Art. 41. BRASIL, 2012).

iii) National Policy for the Recovery of Native Vegetation (Decree n°. 8972 of January 23, 2017) regarding adaptation to climate change and mitigation of its effects, prevention of natural disasters, protection of water resources and soil conservation, encouraging conservation and restoration of biodiversity and ecosystem services (Art. 4° BRASIL, 2017).

iv) National Civil Defense and Protection Policy (Law n°. 12608 of April 10, 2012) regarding urban planning and rural land occupation, with a view to its conservation and protection of native vegetation, water resources and of human life (Art. 5°. BRASIL, 2012).

v) National Policy to Combat Desertification and Mitigate the Effects of Drought (Law n°. 13153, of July 30, 2015) with regard to preventing and combating desertification, land degradation, effects of drought, instituting protection mechanisms, preservation, conservation and recovery of natural resources (Art. 3°. BRASIL, 2015).

Despite the importance of these alignments, the clear and direct prevention to natural disaster in the National Policy for Payment of Ecosystem Services is incipient.

Regarding international agreements and commitments, the PNPSA has been aligned with four of them, namely: the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030, the United Nations Framework Convention on Climate Change-UNFCCC (Decree No. 2652, of July 1, 1998), Paris Agreement and the Sustainable Development Goals - SDGs, which are part of the 2030 Agenda of the United Nations (UN). The benefits provided by ecosystem services could directly contribute to objectives that involve, in general, adaptation to climate change, reduction of greenhouse gasses, disaster risk reduction instruments, implementation of ecosystem-based approaches, especially areas subject to floods, drought and desertification.

Specifically, to the SDGs, the PNPSA can directly relate to:

Goal 2 - Zero Hunger and Sustainable Agriculture, in goal 2.4, which involves sustainable food production systems that help maintain ecosystems and the capacity to adapt to climate change, extreme weather conditions, droughts, floods and other disasters, in addition to improving soil quality.

Goal 6 - Drinking Water and Sanitation, in target 6.6 to protect and restore water-related ecosystems.

Goal 13 - Action Against Global Climate Change: Take urgent action to combat climate change and its impacts

Goal 15 - Land Life, especially in Goal 15.3, which aims to combat desertification, restore degraded land and soil, including land affected by desertification, droughts and floods,

and strive to achieve a neutral world in terms of land degradation. (<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>)

The PNPSA, as an instrument of Brazilian environmental policy, meets many environmental needs, not only locally, but also globally. We must consider that PES, as a market incentive, is not yet fully aligned with safeguarding nature and improving ecological behavior and perceptions of social actors, serving as a stimulus to the market by not questioning current production patterns and consumption (JODAS, 2021). This discussion is necessary in new studies and future assessments of the PNPSA.

### 3.6. Integrated approach of intervention

The application of Analysis of Fragmentations, Overlaps, Duplicity and Gaps (FSD) allowed identifying alignment and overlapping of the PNPSA's objectives with various national and international policies (Table 1), especially with regards to preservation, conservation and recovery of environmental resources. The target audience and beneficiaries of these policies are society in general, but PNPSA addresses also traditional communities, indigenous peoples, family farmers and rural family entrepreneurs.

As this is a new policy, it still does not have direct and perceived benefits delivered to society (besides the police itself). But again, the relation between ecosystem services and disaster risk reduction needs to be better approached by involving the National Civil Defense and Protection Policy, and by coordinating inter-ministry institutional management (Ministry of Environment and Ministry of National Integration) and governance mechanisms to the execution of the PNPSA. The need for coordination between government bodies could make resources allocated to these policies meet the needs and involve all interest groups in society, especially the most vulnerable communities throughout the national territory, at their appropriate municipal and state scales. Establishing a well-structured database for these future assessments is also important, combining information sent by federal, state and municipal governments, by private agents and non-profit organizations (Art.16. BRASIL, 2021).

### 3.7. Problem solution based on international experiences

Payment for Ecosystem Services as an economic tool is increasingly being used to protect ecosystems and their ecosystem services under threat, improving climate change mitigation efforts on a global scale and reducing carbon emissions from land use change. However, biophysical stressors external to the PES project site, such as forest fires, can threaten ecosystem stability and become a challenge for PES project development (FRIESS, et al, 2015). Strategies to deal with these stressors should be incorporated into the PES project, such as: exposure and vulnerability assessment, mitigation and financial instruments for accommodation. (FRIESS, et al, 2015).

In Brazil there is still a lack of results evaluating PES programs. In 2021, the São Paulo state Secretariat of Infrastructure and Environment (SIMA) and the research funding agency (FAPESP) released a call for researchers that would evaluate a great PES state program (Conexão Mata Atlântica). The inclusion of natural hazards prevention in their researches was not mandatory, though. In Denmark, PES programs have been generating recorded benefits related to natural hazards prevention: water quality, in addition to reducing the risk of flooding, mitigating climate change, recreation and other ES through tree planting, replacing polluting

agricultural activities in specific areas of the watershed, which led to retention of nutrients, erosion control, river flow regulation, protection against extreme events (VALATINA et al., 2022). In Mexico, hydrographic basins are taken as a study unit, with the aim of mitigating and improving the population and ecosystems' adaptive capacity to climate change, through a comprehensive, systemic, participatory, territorial and transdisciplinary approach, which includes the identification of areas of greater vulnerability and risk of landslides, with recommendations for land use planning and disaster prevention. A differential is a population capacity development, organizing them into Intercommunity Territorial Action Groups (GIAT), to enable management based on collective action, common interest and organized participation. Something similar was observed in Thailand (KANCHANAROEK; ASLAM, 2018) using interviews with land owners to identify incentive-based policies, such as PES, and strategic areas for effective implementation of policy frameworks. These are possible strategies for Brazil, via river basin committees that can assess local population needs and development of PES programs.

In Peru, involvement of NGOs as implementers or facilitators was essential for progress of PES programs, as they carried out environmental education work. Payment models must consider legal constraints and financing scarcity, giving preference to rewards in form of technical assistance, reforestation and agroforestry inputs, and promoting sustainable economic activities. Transparency ensures reliability of SE payers in the programs, especially including participatory spaces to inform stakeholders about management aspects of common interest and expansion of communication through different media (MONTROYA-ZUMAETA; WUNDER; TACCONI, 2021). Lastly, the Chinese government changed environmental views and policies to benefit long-term ecological services provided by ecosystems in forest management, such as soil and water conservation, sandstorm control and climate regulation (ZHANG et al, 2017). Thus, environmental education and a long-term view of environmental policies are very much needed for Brazilian policies.

Besides these recommendations, a consultative board composed of representatives of public power, productive sector and civil society, evaluating, monitoring compliances and suggesting adjustments to the policy, is necessary.

#### 4 CONCLUDING REMARKS

This study aimed at verifying the inclusion of regulating services (namely prevention to natural disasters) in a national legislation, the National PES Policy. In general, we found that the clear and direct prevention to natural disaster through actions in the National Policy for Payment of Ecosystem Services is incipient. It is known that PES can maintain and increase the supply of ecosystem services by reducing soil erosion and water production and hazards risk (SONE et al, 2019). Based on this research, new forms of approach and treatment of disaster risk management may be proposed in future public policies involving ecosystem services, at municipal, state or federal levels, supported by adaptation strategies based on ecosystems in search for mitigation and prevention of events that lead to disasters.

Further studies are needed to understand how and how effective these conservation tools are and how PES, by encouraging farmers to restore and protect ecosystems, contributes to the conservation of ecosystem services. Maintaining a registration and monitoring network will be essential to generate a database that will contribute to future assessments of the PNPSA.

Benefits of PES are not limited to the provision of ecosystem services, but a social dimension is also perceived by involving local populations in designing and executing programs that raise awareness of forest and soil conservation importance, fire prevention and water uses. Thus, this research can bring reflection to governments and the private sector on that (Art. 15. BRASIL, 2021).

## REFERENCES

AON. Weather, Climate & Catastrophe Insight-2020 Annual Report. Chicago, Illinois, 2021. Available in: <https://static.poder360.com.br/2021/05/relatorio-de-analise-de-clima-e-catastrofe-aon-2020.pdf>. Access in: 17 aug. 2022.

BRASIL. Acordo de Paris. Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, celebrado em Paris, em 12 de dezembro de 2015, e firmado em Nova Iorque, em 22 de abril de 2016. Brasília, 2016. Available in: <https://antigo.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris.html>. Access in: 25 sept. 2021.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Parecer proferido em Plenário ao Projeto de Lei nº 312, de 2015**. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais e dá outras providências. Brasília: Câmara dos Deputados, 2019. Available in: [https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra?codteor=1801884](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1801884). Access in: 05 nov. 2021.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 312, de 10 de fevereiro de 2015**. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais e dá outras providências. Brasília: Câmara dos Deputados, 2015a. Available in: [https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra?codteor=1299830](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1299830). Access in: 05 nov. 2021.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Substitutivo ao Projeto de Lei nº 312, de 10 de fevereiro de 2015**. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais e dá outras providências. Brasília, Câmara dos Deputados, 2015b. Available in: [https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra?codteor=1399593](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1399593). Access in: 05 nov. 2021.

BRASIL. Ministério do Planejamento e Orçamento – MPO; Ministério de Minas e Energia – MME. Decreto nº 2.652, de 1º de julho de 1998. Promulga a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, assinada em Nova York, em 9 de maio de 1992. Brasília, Ministério do Planejamento e Orçamento – MPO; Ministério de Minas e Energia – MME, 1998. Available in: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d2652.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2652.htm). Access in: 25 sept. 2021

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Decreto nº 4.339, de 22 de agosto de 2002. Institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2002. Available in: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/d4339.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%204.339%2C%20DE%2022%20DE%20AGOSTO%20DE%202002&text=Institui%20princ%C3%ADpios%20e%20diretrizes%20para%20a%20implementa%C3%A7%C3%A3o%20da%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20da%20Biodiversidade](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4339.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%204.339%2C%20DE%2022%20DE%20AGOSTO%20DE%202002&text=Institui%20princ%C3%ADpios%20e%20diretrizes%20para%20a%20implementa%C3%A7%C3%A3o%20da%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20da%20Biodiversidade). Access in: 13 nov. 2021.

BRASIL. Diário Oficial da União. Decreto nº 8.972, de 23 de janeiro de 2017. Institui a Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa. Brasília, Diário Oficial da União, 2017. Available in: [https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/20356481/do1-2017-01-24-decreto-n-8-972-de-23-de-janeiro-de-2017-20356364](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/20356481/do1-2017-01-24-decreto-n-8-972-de-23-de-janeiro-de-2017-20356364). Access in: 13 nov. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Lei nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, Ministério do Meio Ambiente – MMA, 1981 Available in: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm). Access in: 13 nov. 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.433**, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília, 1997. Available in: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm). Access in: 13 nov. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Lei nº 9.985**, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, Ministério do Meio Ambiente – MMA, 2000. Available in: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm). Access in: 14 nov. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA; Ministério da Fazenda – MF; Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão – MP. **Lei nº 11.284**, de 2 de março de 2006. Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável; institui, na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, o Serviço Florestal Brasileiro - SFB e dá outras providências. Brasília, Ministério do Meio Ambiente – MMA; Ministério da Fazenda – MF; Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão – MP, 2006. Available in: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/lei/111284.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111284.htm). Access in: 14 nov. 2021.

BRASIL. Ministério da Justiça – MJ; Ministério do Meio Ambiente – MMA; Advocacia-Geral da União – AGU; Ministério da Fazenda – MF. **Lei nº 11.428**, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Brasília, Ministério da Justiça – MJ; Ministério do Meio Ambiente – MMA; Advocacia-Geral da União – AGU; Ministério da Fazenda – MF, 2006. Available in: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/lei/111428.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111428.htm). Access in: 14 nov. 2021.

-BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão – MP; Ministério da Fazenda – MF; Ministério de Minas e Energia – MME; Advocacia-Geral da União – AGU. **Lei nº 12.187**, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Brasília, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão – MP; Ministério da Fazenda – MF; Ministério de Minas e Energia – MME, 2009. Available in: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/12187.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/12187.htm). Access in: 14 nov. 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Available in: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/12305.htm). Access in: 14 nov. 2021.

BRASIL. Ministério da Justiça – MJ; Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Lei nº 12.608**, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC e dá

outras providências. Brasília, Ministério da Justiça – MJ; Ministério do Meio Ambiente – MMA, 2012. Available in: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2011-2014/2012/lei/112608.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/112608.htm). Access in: 14 nov. 2021.

BRASIL. Advocacia-Geral da União – AGU; Ministério de Minas e Energia – MME. **Lei nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. Brasília, Advocacia-Geral da União – AGU; Ministério de Minas e Energia – MME, 2012. Available in: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/112651.htm). Access in: 14 nov. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Lei nº 13.153**, de 30 de julho de 2015. Institui a Política Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca e seus instrumentos e dá outras providências. Brasília, Ministério do Meio Ambiente – MMA, 2015c. Available in: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2015-2018/2015/lei/113153.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2015/lei/113153.htm). Access in: 13 nov. 2021.

BRASIL. **Lei nº 13.971**, de 27 de dezembro de 2019. Institui o Plano Plurianual da União para o período de 2020 a 2023. Available in: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2019-2022/2019/lei/L13971.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2019/lei/L13971.htm). Access in: 12 nov. 2021.

BRASIL. Diário Oficial da União. **Lei nº 14.119**, de 13 de janeiro de 2021. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais. Brasília, Diário Oficial da União, 2021. Available in: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.119-de-13-de-janeiro-de-2021-298899394>. Access in: 13 nov. 2021.

BRASIL. Ministério da Economia. **Plano Plurianual 2020-2023**. Resultados Intermediários. Brasília, maio, 2021b. Available in: <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/planejamento-e-orcamento/plano-plurianual-ppa>. Access in: 12 nov. 2021.

CBD. Convention on Biological Diversity. Climate Change and Biodiversity, 2010. Available in: <https://www.cbd.int/climate/intro.shtml>. Access in: 06 nov. de 2020.

CEPED/UFSC. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA-UFSC. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil – Ceped/UFSC. Atlas Digital de Desastres no Brasil. Site. 2020. Available in: [www.atlas.ceped.ufsc.br](http://www.atlas.ceped.ufsc.br). Access in: 10 oct. 2021.

CNM - Confederação Nacional de Municípios. **Decretações de anormalidades causadas por desastres nos Municípios Brasileiros**. Proteção e Defesa Civil/ESTUDOS TÉCNICOS. Brasília, julho de 2018. Available in: <https://www.cnm.org.br/cms/biblioteca/documentos/Decretacoes-de-anormalidades-causadas-por-desastres-nos-Municipios-Brasileiros-10-10-2018-v2.pdf>. Access in: 29 July 2021.

CURT, Thomas et al. Understanding fire patterns and fire drivers for setting a sustainable management policy of the New-Caledonian biodiversity hotspot. **Forest Ecology and Management**, v. 337, p. 48-60, feb. 2015.

DEB, Mithun; FERREIRA, Celso M. Potential impacts of the Sunderban mangrove degradation on future coastal flooding in Bangladesh. **Journal of Hydro-environment Research**, v. 17, p. 30-46, dec. 2017.

FAIVRE, N. et al. Translating the Sendai Framework into action: The EU approach to ecosystem-based disaster risk reduction. **International Journal of Disaster Risk Reduction**. v. 32, p. 4-10, 2018.

FREITAS, C. M. Desastres naturais e seus custos nos estabelecimentos de saúde no Brasil no período de 2000 a 2015. **Caderno Saúde Pública**, n. 36, 2020. Available in: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00133419>. Access in: 17 aug. 2022.

FRIESS, Daniel A. et al. Payments for Ecosystem Services (PES) in the face of external biophysical stressors. **Global Environmental Change**, v. 30, p. 31-42, jan. 2015.

GOMES, C. L. et al. Land use change drives the spatio-temporal variation of ecosystem services and their interactions along an altitudinal gradient in Brazil. **Landscape Ecology**, v. 35, p. 1571–1586, 2020. Available in: <https://doi.org/10.1007/s10980-020-01037-1>. Access in: 09 dec. 2021.

GUEDES, Betina J. et al. Vulnerability of small forest patches to fire in the Paraíba do Sul River Valley, southeast Brazil: Implications for restoration of the Atlantic Forest biome. **Forest Ecology and Management**, v. 465, p. 118095, june 2020.

GUEDES, F. B.; SEEHUSEN, S.E. (Org.) **Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios**. Brasília: MMA, 2011.

HALLEGATTE, S. The Indirect Cost of Natural Disasters and an Economic Definition of Macroeconomic Resilience. **Policy Research Working Paper**, 2015. Available in: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/186631467998501319/pdf/WPS7357.pdf>. Access in: 18 aug. 2022.

IBGE. Censo agropecuário 2017. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Available in: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>. Access in: 22 sept. 2021.

IBGE. **População em áreas de risco no Brasil**. IBGE, Coordenação de Geografia. - Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

LIMA, L. S.; KRUEGER, T.; GARCÍA-MARQUEZ, J. Uncertainties in demonstrating environmental benefits of payments for ecosystem services. **Ecosystem Services**. v. 27, Part A, oct. 2017.

MALLICK, Priyanka H.; CHAKRABORTY, Susanta K. Forest, wetland and biodiversity: Revealing multi-faceted ecological services from ecorestoration of a degraded tropical landscape. **Ecohydrology & Hydrobiology**, v. 18, p. 278-296, july 2018.

MARCHEZINI, V. et al. Política pública de auxílio financeiro para resposta a desastres no Brasil no período 2013-2017. Brasília: Sustainability in Debate, v. 11, n.2, p. 285- 303, aug. 2020.

MAYRAND, K.; PAQUIN, M. **Payments for Environmental Services: A Survey and Assessment of Current Schemes**. For the Commission for Environmental Cooperation of North America. Unisféra International Centre: Montreal, sept. 2004.

MOLINA, Armando et al. Complex land cover change, water and sediment yield in a degraded Andean environment. **Journal of Hydrology**, v. 472-473, p. 25-35, nov. 2012.

MONTOYA-ZUMAETA, J. G.; WUNDER S.; TACCONI, L. Incentive-based conservation in Peru: Assessing the state of six ongoing PES and REDD+ initiatives. **Land Use Policy**, v. 108, sept. 2021.

MOURA, A. M. M. Trajetória da Política Ambiental Federal no Brasil. In. MOURA, A. M. M. (Org.). **Governança Ambiental no Brasil**: instituições, atores e políticas públicas. Brasília: IPEA, 2016.

MUNANG, R. et al. The role of ecosystem services in climate change adaptation and disaster risk reduction. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 5, n. 1, p. 47–52, 2013.

NICHOL, Janet E.; ABBAS, Sawaid. Integration of remote sensing datasets for local scale assessment and prediction of drought. **Science of The Total Environment**, v. 505, p. 503-507, feb. 2015.

OLIVEIRA, Michele L. et al. Effects of human-induced land degradation on water and carbon fluxes in two different Brazilian dryland soil covers. **Science of The Total Environment**, v. 792, p. 148458, oct. 2021.

ONU. Organização das Nações Unidas. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. 2015. Available in: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Access in: 25 sept. 2021.

PIVELLO, V. R. et al. Understanding Brazil's catastrophic fires: Causes, consequences and policy needed to prevent future tragedies. *Perspectives in Ecology and Conservation*, v. 19, n. 3, p. 233-255, 2021.

RENARD, D.; RHEMTULLA, J.M.; BENNETT, E.M. Historical dynamics in ecosystem service bundles. **Proceedings of the National Academy of Sciences, USA**, v. 112, p. 13411–13416, 2015. DOI: 10.1073/pnas.1502565112. Available in: <https://www.pnas.org/content/112/43/13411.short>. Access in: 09 dec. 2021.

ROELFSEMA, M., et al. Taking stock of national climate policies to evaluate implementation of the Paris Agreement. **Nature Communications**, v. 11, n. 2096, apr. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-020-15414-6>

SANDHOLZ, Simone et al. Governing green change: Ecosystem-based measures for reducing landslide risk in Rio de Janeiro. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 32, p. 75-86, dec. 2018.

SANTOS, Raquel de Oliveira et al. NMDI application for monitoring different vegetation covers in the Atlantic Forest biome, Brazil. **Weather and Climate Extremes**, v. 33, p. 100329, sept. 2021.

SCARANO, F.R. Ecosystem-based adaptation to climate change: concept, scalability and a role for conservation science. **Perspect. Ecol. Conserv.**, v. 15, p. 65-73, 2017.

SEIXAS, C. S. et al. Governança Ambiental no Brasil: Rumo aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)? **Cadernos Gestão Pública e Cidadania**: São Paulo, v. 25, n. 81, p. 1-21, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.12660/cgpc.v25n81.81404>

SILVA, E. F.; JURAS, I. A. G. M.; SOUZA, S. M. A política de meio ambiente como ela é. In: MIRANDA, R. C. R.; SOUZA, J. R. C. (Org.). O processo legislativo, o orçamento público e a casa legislativa. Brasília: Câmara dos Deputados, 2013.

SMALL, N. et al. The challenge of valuing ecosystem services that have no material benefits. **Global Environmental Change**, v. 44, p. 57-67, 2017.

SONE, Jullian S. et al. Water provisioning improvement through payment for ecosystem services. **Science of The Total Environment**, v. 655, p. 1197-1206, mar. 2019.

TCU - TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. Relatório de Auditoria Coordenada na Preparação do Governo Federal para a Implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - Fase Nacional. TC: 029.427/2017-7. Brasília: TCU, 2017.

UNDRR. Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030, Post2015 Framework on Disaster Risk Reduction. A/CONF.224/CRP.1.

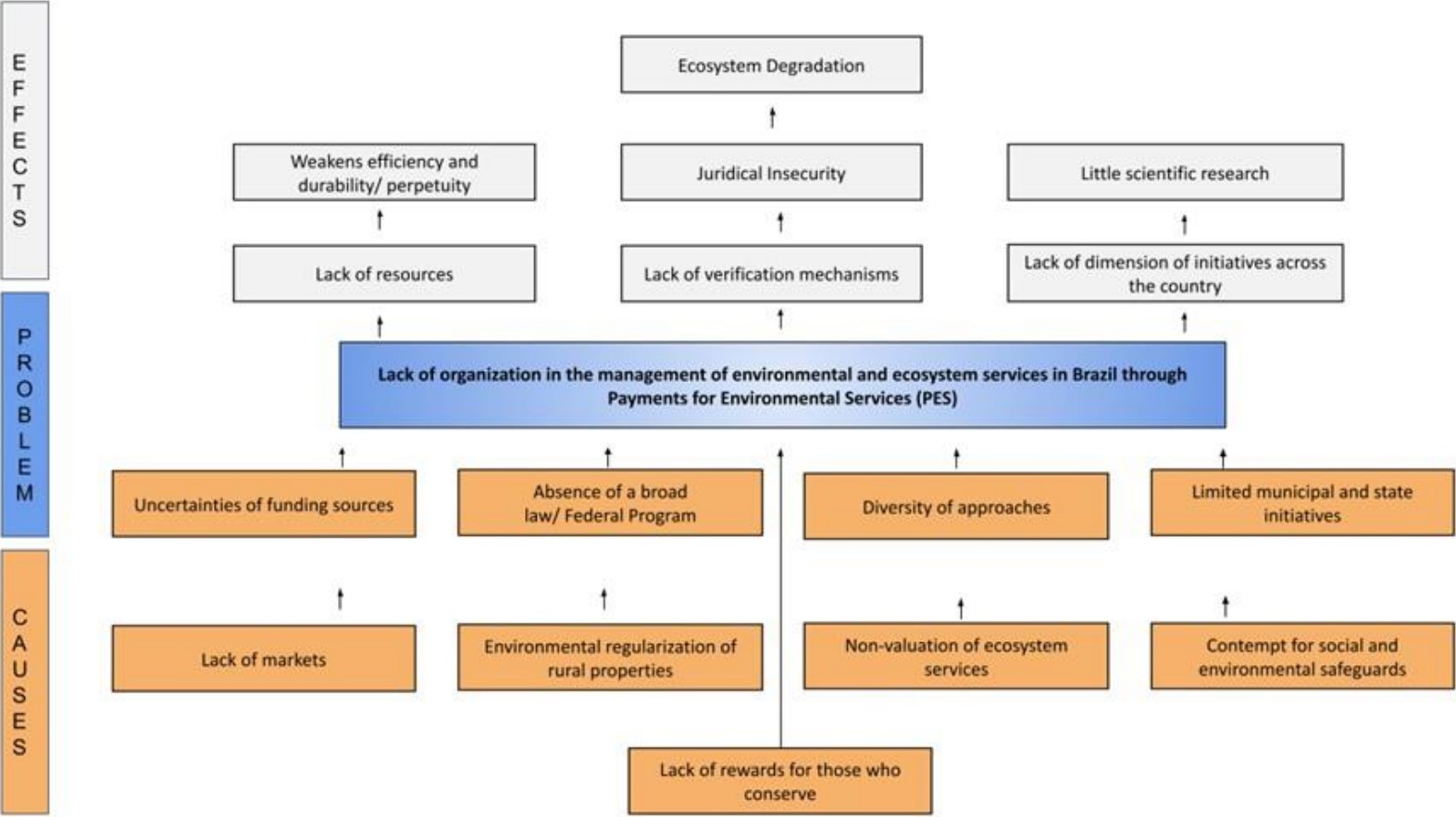
UNDRR. **The human cost of disasters: an overview of the last 20 years (2000-2019)**. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED). UN Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). 2020. Available in: <https://www.undrr.org/sites/default/files/inline-files/Human%20Cost%20of%20Disasters%202000-2019%20FINAL.pdf>. Access in: 06 nov. 2020.

WALZ, Y. et al. Disaster-related losses of ecosystems and their services. Why and how do losses matter for disaster risk reduction? **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 63, sep 2021.

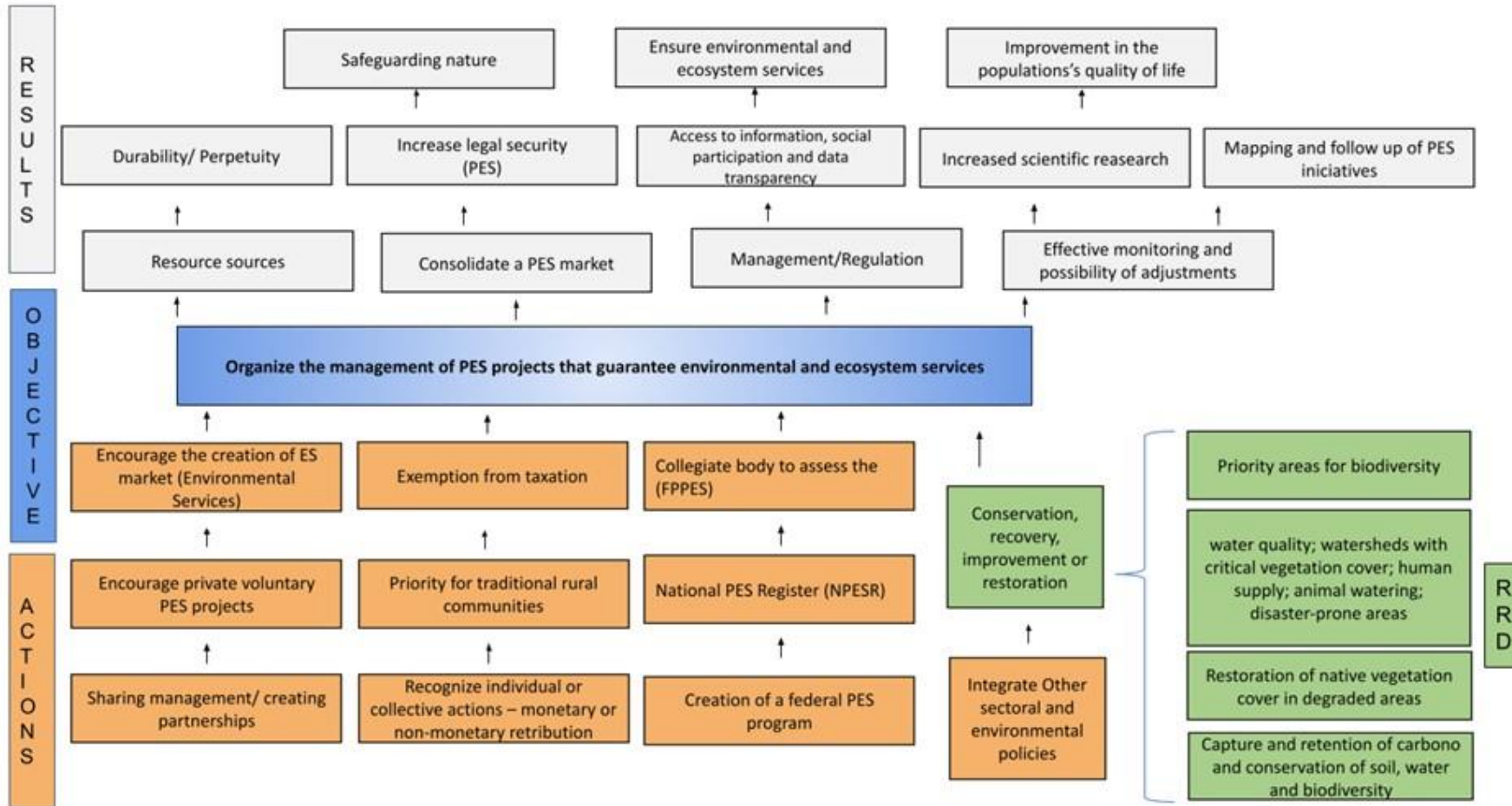
WHELCHER, A. et al. Advancing ecosystems and disaster risk reduction in policy, planning, implementation, and management. **International Journal of Disaster Risk Reduction**. v. 32, p.1-3, 2018.

ZHANG, Kerong et al. Natural disasters and economic development drive forest dynamics and transition in China. **Forest Policy and Economics**, v. 76, p. 56-64, mar. 2017.

**APPENDIX A - Problem tree for the diagnosis of Law 14.119/2021 (National Policy on Payment for Environmental Services): causes, problems and effects**



**APPENDIX B - Objective tree for the diagnosis of Law 14.119/2021 (National Policy on Payment for Environmental Services): policy actions and processes, objective and results**



**2.2 Artigo – ALMEIDA, T. S.; TROVARELLI, P.; MASSI, K. G. Relação entre Programas de Pagamento por Serviços Ambientais e Desastres na Região Sudeste da Mata Atlântica, Brasil / *Relationship between Payment for Ecosystem Services Programs and Disasters in Southeast Atlantic Forest region, Brazil***

Artigo elaborado de acordo com as normas da **Revista Annals of the Brazilian Academy of Sciences**.

Submetido em: 16/03/2022.

Aceito em: 30/08/2022. (ANEXO B)

# **Relationship between Payment for Ecosystem Services Programs and Disasters in Southeast Atlantic Forest region, Brazil**

Thiago Silva Almeida <sup>a \*</sup>, Patrícia Trovarelli <sup>b</sup>, Klécia Gili Massi <sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Institute of Science and Technology, São Paulo State University - Unesp, São José dos Campos, 12247-004, São Paulo, Brazil

<sup>b</sup> Graduate Program in Natural Disasters, UNESP/CEMADEN, São Paulo State University - Unesp, São José dos Campos, 12247-004, São Paulo, Brazil

**Keywords:** Conservation; Nature-Based solutions; Natural Hazard; Restoration; Risk.

**ECOSSISTEMAS**

\* Corresponding author.

[thiago.s.almeida@unesp.br](mailto:thiago.s.almeida@unesp.br) +5512991883991 (T. S. Almeida: 0000-0001-6374-0987),  
[patricia.trovarelli@unesp.br](mailto:patricia.trovarelli@unesp.br) (P. Trovarelli: 0000-0003-0564-3841),  
[klecia.massi@unesp.br](mailto:klecia.massi@unesp.br) (K. G. Massi: 0000-0003-1823-7965)

## **Abstract**

Ecosystem services significantly contribute to ecosystems resilience and stability. In this sense, payment for ecosystem services can be designed and applied to prevent or decrease environmental disaster risks. This study aimed at verifying whether municipalities taking part in PES programs present higher number of natural disasters (flood, drought, landslide and fire) between 2009 and 2020 in the Paraíba do Sul river basin. We expected that municipalities having more disaster events would take part in more projects, which we found. Programs can be implemented in response to the increase in natural disasters. We also expected PES calls to explicitly target natural disaster prevention measures and actions, which we did not observe. We found actions related to soil conservation and vegetation cover that might prevent risks, but there were no mentions of disasters. It is concerning that PES in Vale do Paraíba Paulista programs have not been addressing natural disaster risk reduction in a landscape, where floods, droughts, anthropogenic fires and erosion problems associated with hilly reliefs have been increasing in the last years.

## **1. Introduction**

In the last 60 years, natural disasters (here disasters triggered by natural hazards that cause, in addition to human deaths, severe economic losses, destruction of housing, infrastructure and environment: Middelmann 2007) have increased around the world. Between 1960 and 2019, a 14-fold increase in annual disasters, from 44 in 1960 to 611 in 2019, causing environmental, social and economic losses, were observed (Chen et al. 2021). A special report from the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) shows that vulnerability to disasters such as desertification, floods, fires and landslides, issues addressed in this article, come from an unplanned territorial occupation and increasing urbanization (IPCC 2019). Damage to ecosystem stability and resilience directly affects intensity, frequency and duration of extreme events (Dey & Lewis 2021). In Brazil, although extreme natural events have been recurrent since the 16th century, with landslides in Rio de Janeiro hills (Sternberg 1949; Jones 1973), public policies related to disasters are very recent, dating from the 1990s, with the main focus on mitigation and not prevention (Silva et al. 2016). The National Policy on Civil Defense (Law 12.608/2012, Brasil, 2012), is known to be the first federal law to prioritize disaster reduction risk and prevention over help and assistance to affected population. From 1991 to 2020, Brazil has been severely affected by natural hazards, especially droughts, fires and floods (as can be seen in Figure 1).

The Sendai Framework for Disasters Risk Reduction 2015-2030 seeks to understand disaster risks and to strengthen investments in prevention and resilience, reducing losses of life, livelihoods and economic and environmental assets, mainly (UNDRR 2015). Regarding environmental assets, ecosystem services include a multitude of benefits to humans and are related to provision, regulation, cultural and support services (MEA 2005), which are (i) provision: obtained directly from ecosystems,

providing food, water, energy and raw material; (ii) regulation: ability to regulate natural processes that support species life, such as climate control and air purification by photosynthesis; (iii) information and cultural: intangible, personal or collective, referring to recreational, educational, aesthetic or spiritual; (iv) habitat or support: allows continuity of the above, maintaining genetic diversity and evolutionary processes, through nutrient cycling and soil formation, for example (De Groot et al. 2002). Ecosystem services, such as natural hazard regulation, significantly contribute to ecosystems' resilience and stability and might prevent or decrease environmental disaster risks.

To regulate ecosystem services provision, Payment for Environmental Services (PES) transfers financial resources from beneficiaries of certain environmental services to those who provide these services or are fiduciaries of environmental resources inferred (Mayrand & Paquim 2004; Aza et al. 2021). Wunder (2005) defines PES as direct financial payments to service providers, dealing with policies aimed at the provision of environmental services under their domain but reformulates its concept decentralizing the economic point of view and focusing on the political issue of PES, compensating ecosystem services and, by agreed rules, generating a desirable impact (Wunder 2015). The social function of PSA programs is, many times, more valued than the economic function, considering inert values of the human being, being able or not, consequently, to discuss PSA as a market mechanism (Muradian et al. 2010). PES programs can be designed and applied by the government or by Non-Governmental Organizations (NGOs) and, instead of punishment (as command and control environmental policies), bring benefits and incentives to the affected population and society (Aguilar-Gómez et al. 2020). According to Jones et al. 2020, in a systematic review, financial and non-financial motivators, including risk reduction, positively influences willingness to participate in

PES programs in the Global South. In the Brazilian Atlantic Forest, risk reduction does not seem to be much important in farmers' choices regarding payment for ecosystem services programs (Alarcon et al. 2017).

Even with the increasing number of public and private PES projects in the world, such as in France, China and Brazil (Vaissière et al. 2020), there are still uncertainties related to the demonstration of real environmental benefits of PES (Lima & García 2017). Studying PES programs, from the process of calling landowners, eligibility, enrollment to project final results, could help the scientific community, decision makers and managers to understand and fill the gap of ecosystem services practical advantages to society, preventing monetary losses and inadequate environmental conservation and restoration (Aguilar-Gómez et al. 2020). If studies evaluating Brazilian PES programs are rare (Jones et al. 2020), even more scarce is research assessing the role of specific ecosystem services in these programs, such as regulation services related to natural disaster prevention and mitigation (Munang et al. 2013; Unterberger & Olschewski 2021).

PES programs in Brazil are relatively new (discussed since 2007 and regulated since 2012, through the New Forest Code legislation: Lei 12.651/2012: Brazil 2012) and only in this year a National Policy on Payment for Environmental Services was approved (Lei 14.119/2021: Brazil 2021). Guedes and Seehusen 2011 systematized PES projects in the Brazilian Atlantic Forest biome (mainly in South and Southeast regions of the country, especially in São Paulo state) and found 78 PES projects; of which 33 were related to water, 40 to carbon and 5 to biodiversity. None of these projects directly or indirectly mentioned the willingness to prevent and mitigate disaster risks, although the main objective of PES program is not necessarily to reduce natural disasters. Instead, they

seek for ecosystems conservation in order to generate ecosystem services and disaster prevention might be a positive indirect impact of their application. Despite that, in 2020, one of the heads of Environment Secretary of São Paulo state said that a large state PES project was built in response to a harsh flood that happened in 2010 in São Luiz do Paraitinga, a small municipality in that state (personal communication).

Thus, this study aimed at verifying the inclusion of regulating services (namely in this study, prevention of natural disasters) in the call notices (in Portuguese “editais”) of PES programs developed in Southeast Atlantic Forest, Paraíba do Sul river basin region, and its relation with the number of natural disaster events (specifically flood, drought, landslides and fire). We expected that municipalities having more disaster events would participate in more PES projects in order to diminish these events. We also expected prevention of natural disasters to be mentioned in the PES call notices. This research is justified by the fact that it contributes to theoretical scientific investigations about PES programs and its possible impacts on disaster risk reduction that could bring social and environmental gains in a global environmental crisis context. The Paraíba do Sul River basin sits on the fringe between the major metropolitan areas of São Paulo and Rio de Janeiro (the biggest Brazilian cities). Although populous, the mostly rural valley is currently characterized by a patchy landscape of tropical forest remnants and pastures (Sapucci et al. 2021) and has become a focus for regeneration of the Atlantic Forest biome (Silva et al. 2016) and several restoration and conservation projects (observatorio-darestauracao.org.br), receiving significant amount of funds from national and international organizations. Besides all that, natural disasters, such as recurrent floods, droughts, an-thropogenic fires and erosion problems associated with hilly reliefs (INPE 2021; AGEVAP 2020) make the region of great relevance and need for studies relating PES projects and ecosystem services with the prevention of natural disaster events.

## **2. Methods**

### **2.1. Study site**

The study is focused on Vale do Paraíba – São Paulo portion, inserted in the Paraíba do Sul river Basin and in "Vale do Paraíba e Litoral Norte" Metropolitan region, located in São Paulo state, Brazil (Figure 2). The region has 34 municipalities, about 14,000 square kilometers (IBGE 2021), and the Paraíba do Sul river supplies water, energy, dilution and irrigation to more than 15,700,000 people in the states of São Paulo, Rio de Janeiro and Minas Gerais (AGEVAP 2020). CEIVAP (Committee for Integration of the Paraíba do Sul River Basin) is responsible for articulating initiatives and projects in the basin between Minas Gerais, Rio de Janeiro and São Paulo states (AGEVAP 2020). In São Paulo state, CBH - Hydrographic Basin Committee - Paraíba do Sul (São Paulo section) is responsible for Water Resources Management Unit 02 (UGRHI-02). In addition several other private and public stakeholders contribute to the landscape management.

Historically, coffee and sugar cane production in the 19th century cleared much of the Atlantic Forest in Paraíba do Sul river basin (most of remaining native forest is located on both mountain chains Serra do Mar and Serra da Mantiqueira) and then transitioned to pasture for dairy and livestock production in the 20th century as markets for coffee and sugar cane changed (Devide et al. 2014). Lately, it has become a focus for regeneration of the Atlantic Forest biome (Silva et al. 2016), and from 2009 to 2020, vegetation cover has increased in the region (Figure 2). The region has 38 protected areas, of which 12 are of Full Protection and 26 are of Sustainable Use, covering an area of 4,458.54 square kilometers, that is, 31% of basin area (CBH-PS 2021). Besides that, natural disasters have been increasing in the region, following the national pattern (Figure 1).

The economy of the Metropolitan region of "Vale do Paraíba e Litoral Norte" is based on industry and is responsible for 4.7 % of national GDP (IBGE 2021). Despite that, it is a very unequal region, with wealth, developed and big cities and poor, undeveloped and small cities (IBGE 2011). Although the landscape is mostly natural and semi-natural (Figure 2), urban population predominates (IPVS SEADE 2021).

## **2.2 Data collection**

Regarding PES projects, call notices ("editais") of federal, state and municipal PES projects were searched and used, in addition to private sector or non-governmental organization (NGO) programs. The calls define PES program objectives, actions contemplated, eligibility requirements, target audience, beneficiaries, papers and documents needed for joining the program and such. In Supplementary Material 1, we present an example of a call notice of the Conexão Mata Atlântica (Atlantic Forest Connection) PES program, one of the programs studied, in one of its versions throughout its releases.

In 2009 a São Paulo state law (Lei 13798/2009: São Paulo 2009) instituted for the first time payment for ecosystem services as a public policy, and due to that, our start date for searched projects was 2009 until 2020. Search was made at official websites of each municipality, in addition to direct contact by e-mail or telephone to Departments of Environment or Agriculture, or similar, when necessary. We also searched for bills or municipal laws on Payment for Environmental Services available at Municipal Councils. State and federal projects were also searched at official websites of São Paulo state and State Secretary of Environment and Infrastructure (SIMA) and of national government agencies such as Paraíba do Sul River Basin Integration Committee (CEIVAP). NGO and private sector PES programs were also searched at official websites (for example The

Nature Conservancy, World Resources Institute, etc). All found call notices were organized in tables and were analyzed, both quantitatively and qualitatively. Quantitatively, they were summed (public and private projects) per municipality and year and analyzed statistically. Qualitatively, call notices were read and we looked for words, concepts, actions, practices in these notices that would relate the PES project to the prevention of natural disasters, regarding soil conservation, climate change, ecosystem restoration, water preservation, ecosystem services, among others. Specifically, we looked for mentions to the words: "disasters", "risk", "danger", "preservation", "conservation", "prevention", "mitigation", "protection", "maintenance", "monitoring", "soil conservation practices", "restoration", "reforestation", "recovery", "regeneration", "repair", "resilience", "vegetation", "plant cover", "Atlantic Forest", "sustainability", "sustainable development", "environmental services", "ecosystem services", "regulation", "provision", "support", "cultural", "priority areas", "Conservation Units (UC)" and "reserves".

In addition, natural disaster occurrences (specifically flood and landslides) in the region, at the Brazilian Atlas of Disasters, São Paulo (UFSC-CEPED 2013), from 2009 to 2012, and at S2ID platform, from 2012 to 2020 were searched. We also identified natural disaster events at search websites and regional news websites. Fire data, related to ecological damage, was obtained from Queimadas Program platform at the Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (<http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal>). Drought data were obtained from the Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), as an Integrated Drought Index (IDI). Lastly, natural disaster occurrences were summed to the number of disasters per municipality and year.

### **2.3 Statistical analysis**

To analyze if municipalities with more disaster events preceded more PES projects, we performed Pearson's correlation test, to verify if a change to one variable leads to an observable change in another variable, with no cause and effect relation between them. Tests were performed using total calls and total natural disasters per municipality in the studied period when relating the two variables. Analyzes were performed in R version 3.6.3 (R-Core-Team 2019).

### **3. Results and Discussion**

Nineteen programs of Payments for Environmental Services, public or private, in all municipalities of Vale do Paraíba Paulista were found (Table I: different calls of the same program were counted individually). PES programs in the region were very diverse, mainly with the goal to forest conservation as reforestation actions. Some were focused on specific municipalities, such as Guaratinguetá (Water Producer Project: Produtor de Água) and São José dos Campos (Stream Ribeirão das Couves), and some on several municipalities or even protected areas, such as the Private Natural Heritage Reserves (RPPN: Reserva Particular do Patrimônio Natural) (Table I). The Atlantic Forest Connection (CMA: Conexão Mata Atlântica) project stood out, with eleven public notices covering municipalities in the Vale do Paraíba Paulista and the most recent PES projects in the region, from 2018 and 2019. The first PES project found was from 2011, two years after the state legislation that instituted PES in São Paulo state, and the most recent was from 2019 (probably due to the global pandemic of Covid-19 that restricted in person activities in 2020). We also verified that projects varied in the total amount paid (from about 35,000 to 2,000,000 dollars) and total area (from about 100 to 3,000 ha: Table I). Actions were mainly related to forest conservation, ecosystem restoration and a few PES also promoted soil conservation practices (Table I).

Regarding municipalities, more than half (19 municipalities) joined some PES program (Table II). In addition, municipalities that joined PES programs one time, did for other times, indicating how beneficial it could be for the municipality to participate in PES programs; i.e. in addition to protecting and conserving ecosystems, it is a source of extra income for rural producers (Schettini et al. 2020). We also verified that 11 municipalities that joined PES programs had forest gains (although small), while the majority of municipalities that did not join PES programs had forest loss (Table II). This slight increase in forest cover in the region (seen in Table II and Figure 2), as observed in data source of the MapBiomass Project (2021), was already pointed out in the region (Sapucci et al. 2021, 2022). We cannot attribute the forest gain only to the PES programs in each municipality, but landscape quality improvement related to PES projects may consequently be leading to forest gains, as indicated by Fiorini et al. (2020) for Brazilian Atlantic forest of PES participating properties and landscapes. Eight municipalities that agreed to PES programs had a high proportion of rural population (at least 10%) and twelve had small urban areas (less than 5 square kilometers), evidencing the targeting of rural communities in these programs. Lastly, most municipalities in the region did not have any PES local regulation (only five that agreed to PES programs had municipal regulations regarding PES: Table II). Municipalities that do not have PES regulations could join to state or federal programs, although local regulation decreases the chance and impacts of political and administrative discontinuities, ensuring permanence of long-term programs (Coelho et al. 2021).

### **3.1. Statistical correlation between Payments for Environmental Services and Natural Disasters in the Vale do Paraíba Paulista**

We found a positive relation between total events of natural disaster preceding PES calls in Vale do Paraíba Paulista (P-value=0.036, coef=0.360: Figure 3). Specifically, fire occurrences (P-value=0.049, coef=0.341) and droughts (P-value=0.039, coef=0.344) were positively correlated to PES programs in the region. Landslides and floods were not associated with PES projects (P-value=0.159, coef=0.247; P-value=0.080, coef=0.304; respectively). It is interesting to consider that different types of disasters may be differently related to PES implementation and also that the effect of PES outcomes on, for instance, drought and fires may be distinct in terms of spatial and temporal scales when compared to flood and landslides in the region. Thus, PES programs (and forest restoration and conservation actions) are likely being implemented in response to the increase in natural disasters, besides other motives, as forests provide regulating services (Griscom et al. 2017). However, we surely understand that the main objectives of PES programs in Vale do Paraíba are not natural disasters, but other ecosystem services, such as water production. As ecological processes and ecosystem services are all integrated (Raum 2018), one aim (water regulation) in PES projects pulls others (such as natural hazard regulation). We have to stress that this pattern, more disasters more PES, might not necessarily indicate a causal relation and other variables not observed in the study could correlate to both disaster events and PES implementation.

Although our results were significant, study sample size was small, attributed to the small number of programs in the basin (only 19), the small area of rural properties taking part in projects, and to recent history of PES programs in the region (most PES programs started in 2018 and 2019). Additionally, many factors may interact for more programs in response to natural disasters, such as programs efficiency, acceptability of local communities, financing, management of the ONG and local government.

### **3.2. Mentions to natural disaster prevention in PES call notices**

The search for words, concepts, actions, practices in the call notices relating PES projects to the prevention of natural disasters showed that the focus of implemented actions was on vegetation, conservation, restoration and protection (Table I and Figure 4), which is aligned to Sendai Framework objectives (UNDRR 2015) to reduce disaster risks, although disasters themselves were not addressed in the notices. Other important actions referred in these calls were maintenance, recovery, regeneration, monitoring, preservation (Figure 4).

The studied Payment for Environmental Services Programs were targeted to the conservation and restoration of the Atlantic Forest biome, located in the Vale do Paraíba Paulista region (Devide et al. 2014). Specifically, Conservation Units (UC: protected areas; Brazil 2000) and their buffer zones were priority regions and most targeted by programs, especially private protected areas, such as Private Natural Heritage Reserves (RPPN: Reserva Particular do Patrimônio Natural).

In general, the PES call notices did not directly address natural disasters or actions to prevent natural disasters. We found actions related to soil conservation practices and vegetation cover that might prevent landslides, floods, droughts and fires, but there were no mentions of these disasters and no special attention to regulating ecosystem services in those call notices. Although environmental hazards are not a focus, risks and dangers were addressed, including risks of erosion and fire.

It is very clear that vegetation conservation and restoration were the focuses of PES projects implemented in the Basin. Actions were related to the increase in vegetation cover along streams, river, springs and water recharge sites, all of them Permanent Preservation Areas (APP: Área de Preservação Permanente), protected areas inside

private rural land where direct economic use is not allowed according to New Forest Code (Brazil 2012) and the law mandates forest cover, making that PES just to follow this code. Restoration of APPs were the center of PES actions, because they affect water quantity and security (Tambosi et al. 2015), in an economically essential river basin among two major Brazilian metropolitan regions (Paraíba do Sul). However, it is concerning that PES in Vale do Paraíba Paulista programs have not been addressing natural disaster risk reduction in a patchy landscape of tropical forest remnants and pastures (Sapucci et al. 2021), where recurrent floods, droughts, anthropogenic fires and erosion problems associated with hilly reliefs (INPE 2021; AGEVAP 2020) make the region of great relevance.

Along with restoration, conservation of biodiversity and natural resources, carbon stocks, water production and biodiversity are major objectives of carrying out Payment for Environmental Services programs (Benayas et al. 2009). Climate regulation, nutrient cycling, and cultural services are, in general, second place objectives (Brancalion et al. 2011). That may be attributed to the fact that ecosystem services (ecological economics as a theoretical framework of PES) have been thought as an use value in the region, according to Constanza et al. (1997). Thus, the reality of PES projects in Paraíba Paulista valley are not different from other studies (Wilhelm et al. 2020; Waylen & Martin-Ortega 2020). Even in ecosystems subjected to more damaging natural hazards, such as mountainous and coastal areas, the relation between environmental disasters and ecosystem services needs to be better addressed (Unterberger & Olschewski 2021; Baustian et al. 2020).

Implemented practices such as green manure planting, direct planting, agroforestry, fencing and fire breaks were verified in PES projects that could help in the

provision of a variety of ecosystem services, especially regulating services, but the importance and provision of these services were not made explicit in PES calls. In addition, forest recovery in abandoned land, another action verified in the studied PES projects, connects vegetation through corridors in the Vale do Paraíba fragments (Silva et al. 2016; Rocha et al. 2021) and may prevent degradation processes and natural hazards, which again was not mentioned as a preventive action against disasters. We believe that a table presenting predicted actions in the PES projects and each ecosystem service related to each action would be of great importance to education of target audience and decision makers and management and monitoring of public policies. Also, a risk assessment and mapping of erosion and landslides, and other natural disasters, could prioritize areas subjected to PES programs.

#### **4. Conclusions**

This study aimed at verifying the inclusion of regulating services (namely prevention of natural disasters) in the call notices (editais) of PES programs developed from 2009 to 2020 in Paraíba do Sul river basin, Brazil, and its relation with the number of natural disaster events (specifically flood, drought, landslides and fire). We found a positive relation between total events of natural disaster, fire occurrences and droughts and PES calls in Vale do Paraíba Paulista, in agreement to what we expected. Lastly, we expected prevention of natural disasters through specific actions in PES calls, which we did not observe. We found actions related to soil conservation practices and vegetation cover that might prevent landslides, floods, droughts and fires, but there were no mentions of these disasters and no special attention to regulating ecosystem services in those call notices.

It is concerning that PES in Vale do Paraíba Paulista programs have not been addressing natural disaster risk reduction in a landscape, where floods, droughts, anthropogenic fires and erosion problems associated with hilly reliefs have been increasing in the last years. The Paraíba do Sul River basin sits on the fringe between the major metropolitan areas of São Paulo and Rio de Janeiro (the biggest Brazilian cities) and supplies water, energy, sewage dilution and irrigation to more than 15,7 million people in the states of São Paulo, Rio de Janeiro and Minas Gerais, which is why water regulation has been prioritized in PES projects.

Despite the recent approval of the National PES Policy (Lei 14.119/2021: Brazil 2021) bringing opportunities and guidelines for the expansion and improvement of PES programs in Brazil, there are still gaps when it comes to the use of ecosystem services to reduce the risk of disasters. Therefore, scientific researches and data that share local learning are important for organizing and improving future or ongoing programs, including the development of municipal legal frameworks that meet local needs.

## **5. Author contributions**

TSA wrote the manuscript and provided data for Table I and Table II and data for Figure 1 and 4. PT wrote the manuscript and provided data for Figure 2 and Supplementary Material 1. KGM wrote the manuscript, proofread the writing in English and provided data for Figure 3. All the authors contributed for analysis tools and performed the paper.

## **References**

AGUILAR-GÓMEZ CR, ARTEAGA-REYES TT, GOMEZ-DEMETRIO W, ÁVILA-AKERBERG VD, & PEREZ-CAMPUZANO E. 2020. Differentiated payments for environmental services: A review of the literature. *Ecosyst Serv* 44: 101131.

ALARCON GG, FANTINI AC, SALVADOR CH, & FARLEY J. 2017. Additionality is in detail: Farmers' choices regarding payment for ecosystem services programs in the Atlantic forest, Brazil. *J Rural Stud* 54: 177-186.

ARRIAGADA RA, SILLS EO, FERRARO PJ & PATTANAYAK SK. 2015. Do Payments Pay Off? Evidence from Participation in Costa Rica's PES Program. *PLoS ONE* 10(7): e0131544.

AZA A, RICCIOLI F, & DI IACOVO F. 2021. Optimising payment for environmental services schemes by integrating strategies: The case of the Atlantic Forest, Brazil. *For Policy Econ* 125: 102410.

BAUSTIAN MM, JUNG H, BIENN HC, BARRA M, HEMMERLING SA, WANG Y, WHITE E & MESELHE E. 2020. Engaging coastal community members about natural and nature-based solutions to assess their ecosystem function. *Ecol Eng X*: 5: 100015.

BENAYAS JMR, NEWTON AC, DIAZ A & BULLOCK JM. 2009. Enhancement of biodiversity and ecosystem services by ecological restoration: a meta-analysis. *Sci* 325: 5944: 1121-1124.

CAMPOS WH. 2013. Avaliação de uma área em processo de restauração, como medida compensatória pela mineração de calcário, Barroso, MG.

CHEN YE, LI C, CHANG CP, & ZHENG M. 2021. Identifying the influence of natural disasters on technological innovation. *Econ Anal Policy* 70: 22-36.

COELHO NR, GOMES ADS, CASSANO CR, & PRADO RB. 2021. Panorama das iniciativas de pagamento por serviços ambientais hídricos no Brasil. *Eng Sanit Ambient.*

COHEN-SHACHAM E ET AL. 2019. Core principles for successfully implementing and upscaling Nature-based Solutions. *Environ Sci Policy* 98: 20-29.

COSTANZA R ET AL. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*: 387: 6630: 253-260.

DE GROOT RS, WILSON MA & BOUMANS RM. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecol Econ* 41: 3: 393-408.

DEVIDE ACP, DE CASTRO CM, RIBEIRO RDL, DE SOUZA ABBOD AC, PEREIRA MG & RUMJANEK NG. 2014. História Ambiental do Vale do Paraíba do Sul, Brasil. *Rev Biociênc* 20:1.

DEY R & LEWIS SC. 2021. Natural disasters linked to climate change. In: LETCHER, TM. (Eds), *The Impacts of Climate Change*. p. 177-193.

FIORINI ACO, MULLALLY C, SWISHER M & PUTZ FE. 2020. Forest cover effects of payments for ecosystem services: Evidence from an impact evaluation in Brazil. *Ecol Econ* 169: 106522.

GRISCOM BW ET AL. 2017. Natural climate solutions. *Proc Natl Acad Sci USA* 114: 44: 11645-11650.

JONES FO. 1973. Landslides of Rio de Janeiro and the Serra das Araras escarpment, Brazil. *Geol Surv Prof Pap*: 697.

JONES KW, POWLEN K, ROBERTS R & SHINBROT X. 2020. Participation in payments for ecosystem services programs in the Global South: A systematic review. *Ecosyst Serv* 45: 101159.

LEE CH, LIN SH, KAO CL, HONG MY, MR PCH, SHIH CL & CHUANG CC. 2020. Impact of climate change on disaster events in metropolitan cities-trend of disasters

reported by Taiwan national medical response and preparedness system. *Environ Res* 183: 109186.

LIMA LS, KRUEGER T & GARCÍA-MARQUEZ J. 2017. Uncertainties in demonstrating environmental benefits of payments for ecosystem services. *Ecosyst Serv*, 27: 139-149.

MIDDELMANN MH. (Eds.) 2007. Natural hazards in Australia. Identifying risk analysis requirements, Canberra: Geoscience Australia. 206 p.

MUNANG R ET AL. 2013. The role of ecosystem services in climate change adaptation and disaster risk reduction. *Curr Opin Environ Sustain* 5: 1: 47–52.

MURADIAN R, CORBERA E, PASCUAL U, KOSOY N & MAY PH. 2010. Reconciling theory and practice: An alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. *Ecol Econ*: 69(6): 1202-1208.

PENTTILÄ R ET AL. 2013. Effects of forest restoration by fire on polypores depend strongly on time since disturbance—a case study from Finland based on a 23-year monitoring period. *For Ecol Manag* 310: 508-516.

RAUM S. 2018. A framework for integrating systematic stakeholder analysis in ecosystem services research: Stakeholder mapping for forest ecosystem services in the UK. *Ecosyst Serv* 29: 170-184.

ROCHA MA, MASSI KG, & MENDES TSG. 2020. Integridade ecológica de propriedades agrícolas de produtores orgânicos na região do Vale do Paraíba Paulista. *Paisagem e Ambiente* 31: 45: e169741-e169741.

SAPUCCI GR, NEGRI RG, CASACA W & MASSI KG. 2021. Analyzing Spatio-temporal Land Cover Dynamics in an Atlantic Forest Portion Using Unsupervised Change Detection Techniques. *Environ Model Assess* 1-10.

SAPUCCI GR, NEGRI RG, MASSI KG, & ALCÂNTARA EHD. 2022. Eucalyptus plantation benefits to patch size and shape of forested areas in Southeast Atlantic Forest. *Rev. Árvore*, 46.

SCHETTINI BLS, DA SILVA PEREIRA MG, JACOVINE LAG, DA ROCHA SJSS, VILLANOVA PH & COMINI IB. 2020. Payments For Environmental Services (PES): Challenges And Opportunities For Rural Producers At Senhora De Oliveira, Minas Gerais. *Floresta* 51(1): 090-098.

SILVA ACP, PINTO RWP, FREITAS MM. 2016. Public policies reviewed related to natural disasters in Brazil between 1990 - 2014. *Ambiência* 12: 4: 885-900.

STERNBERG HO. 1949. Enchentes e movimentos coletivos do solo no vale do Paraíba em dezembro de 1948. Influência da exploração destrutiva das terras. *Rev Bras Geogr* 11: 2: 223–261.

TAMBOSI LR, VIDAL MM, FERRAZ SFDB & METZGER JP. 2015. Funções ecológicas das florestas nativas e o Código Florestal. *Estud Avancados* 29: 151-162.

UNTERBERGER C, OLSCHESKI R. 2021. Determining the insurance value of ecosystems: a discrete choice study on natural hazard protection by forests. *Ecol Econ* 180: 106866.

VAISSIÈRE AC, QUÉTIER F, CALVET C, LEVREL H & WUNDER S. 2020. Biodiversity offsets and payments for environmental services: Clarifying the family ties. *Ecol Econ* 169: 106428.

WAYLEN KA & MARTIN-ORTEGA J. 2018. Surveying views on Payments for Ecosystem Services: Implications for environmental management and research. *Ecosyst Serv* 29: 23-30.

WILHELM JA, SMITH RG, JOLEJOLE-FOREMAN MC & HURLEY S. 2020. Resident and stakeholder perceptions of ecosystem services associated with agricultural landscapes in New Hampshire. *Ecosyst Serv* 45: 101153.

WUNDER S. 2005. Payment for environmental services: some nuts and bolts, Jakarta: Center of International Forestry Research. 32 p.

WUNDER S. 2013. When payments for environmental services will work for conservation. *Conserv Lett* 6: 4: 230-237.

WUNDER S. 2015. Revisiting the concept of payments for environmental services. *Ecol eEcon*: 117: 234-243.

**Figures and Tables:**

Figure 1: Natural Disasters in Brazil and in Vale do Paraíba Paulista, Brazil, registered in EM-DAT

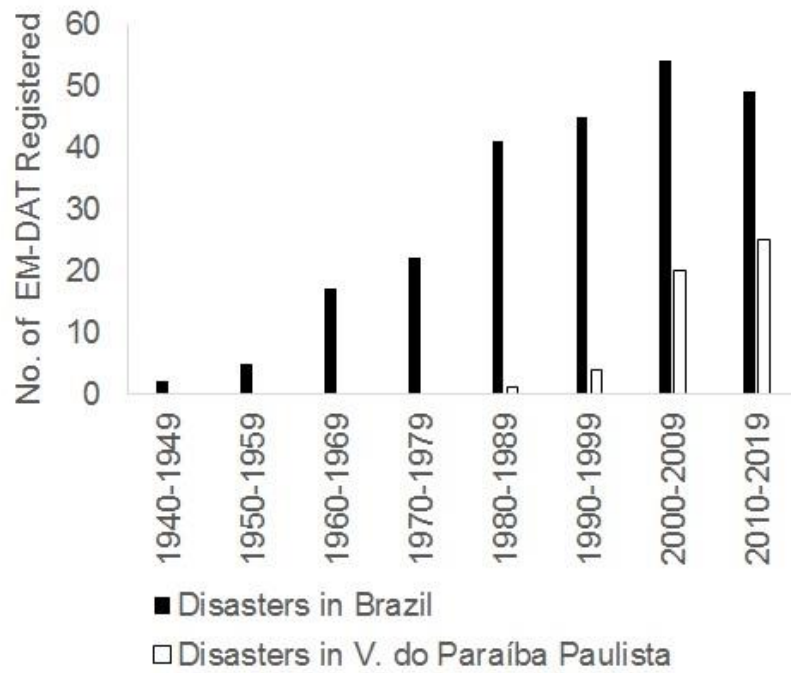


Figure 2: Land use and change from 2009 to 2020 in Vale do Paraíba Paulista, São Paulo state, southeast Brazil (data source from MapBiomas Project 2021)

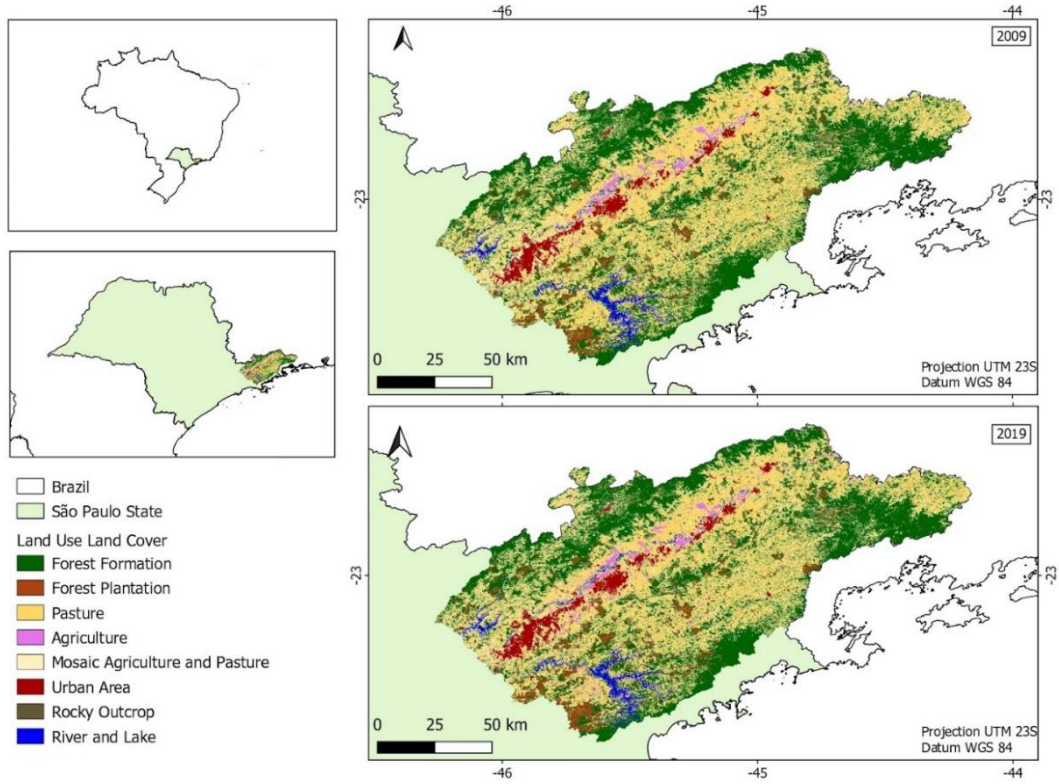


Figure 3: Relationship between total number of natural disaster events and PES calls in Vale do Paraíba Paulista, Brazil

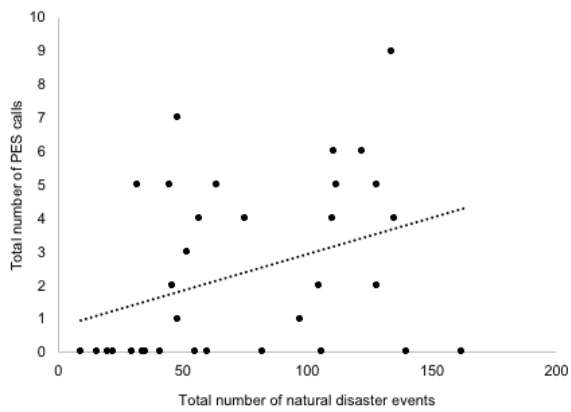


Figure 4: Tag cloud for the search of mentions to natural disaster prevention in PES projects in Vale do Paraíba Paulista, Brazil



Table 1. PES call notices between 2009 and 2020, relating start and end date, municipalities covered, total project area, amount paid, main planned actions and links for access in Vale do Paraíba Paulista, Brazil.

Call notices	Year	Start date	End date	Coverage	Properties joined	Total project area [ha]	Amount paid [US\$]	Main planned actions	Access link
001 Produtor de Água	2011	September 13, 2011	-	Guaratinguetá	24	-	-	Soil conservation; Forest restoration; Existing forests conservation.	<a href="http://sigaceivap.org.br:8080/publicacoesArquivos/arf_pubMidia_Processo_133-2015_VolumeI-P3.pdf">http://sigaceivap.org.br:8080/publicacoesArquivos/arf_pubMidia_Processo_133-2015_VolumeI-P3.pdf</a>
001 CAP RPPN *	2013	October 14, 2013	October, 2018	Cruzeiro, Guaratinguetá, Queluz, Santa Isabel	11	1,884.34	336,765.95	Conservation of remaining vegetation; Planting of native seedlings; Management of forest remnants; Monitoring.	<a href="https://smastr16.blob.core.windows.net/fundacaoflorestal/2014/12/EditaI-n-01-2013-CAP-RPPN.pdf">https://smastr16.blob.core.windows.net/fundacaoflorestal/2014/12/EditaI-n-01-2013-CAP-RPPN.pdf</a>
001 Produtor de Água	2015	August 17, 2015	-	Guaratinguetá	17	-	-	Soil conservation; Forest restoration; Existing forests conservation.	<a href="http://sigaceivap.org.br:8080/publicacoesArquivos/arf_pubMidia_Processo_133-2015_VolumeI-P3.pdf">http://sigaceivap.org.br:8080/publicacoesArquivos/arf_pubMidia_Processo_133-2015_VolumeI-P3.pdf</a>
001 PES Ribeirão das Couves	2015	April 24, 2015	April, 2017	São José dos Campos	-	-	282,325.78	Protection of remnants of native vegetation; Restoration of degraded APP; Monitoring.	<a href="https://servicos2.sjc.sp.gov.br/medeia/519963/edital_psa_couves.pdf">https://servicos2.sjc.sp.gov.br/medeia/519963/edital_psa_couves.pdf</a>
002 CAP RPPN	2015	November 04, 2015	November, 2020	Guaratinguetá, Lavrinhas, Queluz, Santa Isabel, São José do Barreiro	8	770.00	139,868.09	Conservation of remaining vegetation; Planting of native seedlings; Management of forest remnants;; Monitoring.	<a href="https://smastr16.blob.core.windows.net/fundacaoflorestal/2014/12/2-EditaI CAP-RPPN.pdf">https://smastr16.blob.core.windows.net/fundacaoflorestal/2014/12/2-EditaI CAP-RPPN.pdf</a>
001 PDSR**	2017	December 01, 2017	-	Bananal, Natividade da Serra, Paraibuna, São José dos Campos, São Luiz do Paraitinga	-	-	265,783.09	Fence implantation; Installation of firebreaks; Green adubation.	<a href="https://smastr16.blob.core.windows.net/editais/2017/12/edital_psa_mat aciliar_sma.pdf">https://smastr16.blob.core.windows.net/editais/2017/12/edital_psa_mat aciliar_sma.pdf</a>
001 CMA***	2018	March 26, 2018	March, 2022	Paraibuna	5	104.4	35,437.74	Conservation of remnants of native vegetation.	<a href="https://smastr16.blob.core.windows.net/conexaomataatlantica/2019/03/edital_psa_001_2018.pdf">https://smastr16.blob.core.windows.net/conexaomataatlantica/2019/03/edital_psa_001_2018.pdf</a>

001 PDSR	2018	February 09, 2018	-	Cunha, São José dos Campos	-	-	124,032.11	Fence implantation; Installation of firebreaks.	<a href="https://smastr16.blob.core.windows.net/editais/2018/02/edital_psa_mat_aciliar_sma_01_2018_republicado.pdf">https://smastr16.blob.core.windows.net/editais/2018/02/edital_psa_mat_aciliar_sma_01_2018_republicado.pdf</a>
001 Produtor de Água	2018	March 27, 2018	-	Guaratinguetá	-	-	-	Soil conservation; Forest restoration; Existing forests conservation.	<a href="https://guaratingueta.sp.gov.br/wp-content/uploads/2018/03/DI%C3%81RIO-EXTRA-14-MAR%C3%87O.pdf">https://guaratingueta.sp.gov.br/wp-content/uploads/2018/03/DI%C3%81RIO-EXTRA-14-MAR%C3%87O.pdf</a>
003 CMA	2018	July 09, 2018	July, 2022	São Luiz do Paraitinga, Natividade da Serra, São José dos Campos, Bananal	17	-	2,338,891.15	Conservation of private forests; Ecological restoration of private native forests; Productive conversion of pastures and degraded lands.	<a href="https://smastr16.blob.core.windows.net/conexaomataatlantica/2019/03/edital_psa_003_2018.pdf">https://smastr16.blob.core.windows.net/conexaomataatlantica/2019/03/edital_psa_003_2018.pdf</a>
004 CMA	2018	September 10, 2018	September, 2022	Paraibuna, Redenção da Serra	56	1,382.34	88,594.36	Protection and management of forest fragments; Expand carbon stock; Habitat conservation; Strengthen participating public and private bodies.	<a href="https://smastr16.blob.core.windows.net/conexaomataatlantica/2019/03/edital_psa_004_2018.pdf">https://smastr16.blob.core.windows.net/conexaomataatlantica/2019/03/edital_psa_004_2018.pdf</a>
005 CMA	2018	September 03, 2018	September, 2022	Cunha, Lagoinha	49	909.35	177,188.72	Protection and management of forest fragments; Expand carbon stock; Habitat conservation; Strengthen participating public and private bodies.	<a href="https://smastr16.blob.core.windows.net/conexaomataatlantica/2019/03/edital_psa_005_2018.pdf">https://smastr16.blob.core.windows.net/conexaomataatlantica/2019/03/edital_psa_005_2018.pdf</a>
006 CMA	2018	October 15, 2018	October, 2022	São Luiz do Paraitinga, Natividade da Serra, São José dos Campos, Bananal	23	-	2,338,891.15	Conservation of private forests; Ecological restoration of private native forests; Productive conversion of pastures and degraded lands.	<a href="https://smastr16.blob.core.windows.net/conexaomataatlantica/2019/03/edital_psa_006_2018.pdf">https://smastr16.blob.core.windows.net/conexaomataatlantica/2019/03/edital_psa_006_2018.pdf</a>

007 CMA	2018	December 12, 2018	December, 2022	Areias, Silveiras	67	2,997.52	389,815.19	Protection and management of forest fragments; Expand carbon stock; Habitat conservation; Strengthen participating public and private bodies.	<a href="https://smastr16.blob.core.windows.net/conexaomataatlantica/2019/03/edital-de-selecao-publica-psa-007_2018.pdf">https://smastr16.blob.core.windows.net/conexaomataatlantica/2019/03/edital-de-selecao-publica-psa-007_2018.pdf</a>
001 CMA	2019	January 05, 2019	January, 2023	São Luiz do Paraitinga, Natividade da Serra, Paraibuna, Redenção da Serra, Lagoinha, Cunha, Areias, Silveiras, Lorena, Guaratinguetá, Taubaté, Cachoeira Paulista	-	-	177,188.72	Support the isolation and protection of areas under restoration with fencing.	<a href="https://smastr16.blob.core.windows.net/conexaomataatlantica/2019/02/edital_psa_001_2019.pdf">https://smastr16.blob.core.windows.net/conexaomataatlantica/2019/02/edital_psa_001_2019.pdf</a>
002 CMA	2019	April 08, 2019	April, 2023	Paraibuna, Redenção da Serra, Lagoinha, Cunha, Areias, Silveiras, Cachoeira Paulista, Guaratinguetá, Lorena, Taubaté	89	2,202.44	531,566.17	Protection and management of forest fragments; Expand carbon stock; Habitat conservation; Strengthen participating public and private bodies.	<a href="https://smastr16.blob.core.windows.net/conexaomataatlantica/2019/02/edital_psa_002_2019.pdf">https://smastr16.blob.core.windows.net/conexaomataatlantica/2019/02/edital_psa_002_2019.pdf</a>
003 CMA	2019	May 30, 2019	May, 2023	Paraibuna, Redenção da Serra, Lagoinha, Cunha, Areias, Silveiras, Cachoeira Paulista, Guaratinguetá, Lorena, Taubaté	101	1,817.56	531,566.17	Protection and management of forest fragments; Expand carbon stock; Habitat conservation; Strengthen participating public and private bodies.	<a href="https://smastr16.blob.core.windows.net/conexaomataatlantica/2019/04/edital-psa-protecao-003_2019.pdf">https://smastr16.blob.core.windows.net/conexaomataatlantica/2019/04/edital-psa-protecao-003_2019.pdf</a>
004 CMA	2019	July 29, 2019	July, 2023	Paraibuna, Redenção da Serra, Lagoinha, Cunha, Areias, Silveiras, Cachoeira Paulista, Guaratinguetá, Lorena, Taubaté	33	619.62	177,188.72	Protection and management of forest fragments; Expand carbon stock; Habitat conservation; Strengthen participating public and private bodies.	<a href="https://smastr16.blob.core.windows.net/conexaomataatlantica/2019/06/edital_psa-004_2019_protecao.pdf">https://smastr16.blob.core.windows.net/conexaomataatlantica/2019/06/edital_psa-004_2019_protecao.pdf</a>

005 CMA	2019	June 27, 2019	June, 2023	São José dos Campos	7	601.45	124,032.11	Conservation of private forests; Ecological restoration of private native forests; Productive conversion of pastures and degraded lands.	<a href="https://smastr16.blob.core.windows.net/conexaomataatlantica/2019/06/psa-uso-multiplo-edital-psa-005_2019.pdf">https://smastr16.blob.core.windows.net/conexaomataatlantica/2019/06/psa-uso-multiplo-edital-psa-005_2019.pdf</a>
---------	------	------------------	---------------	------------------------	---	--------	------------	--	---

\* CAP RPPN: São Paulo Environmental Credit for Private Natural Heritage Reserves

\*\* PDSR: Sustainable Rural Development Project

\*\*\* CMA: Atlantic Forest Connection

1US\$ = R\$5.64

Table 2. Information regarding urban and rural areas, population, forest loss and gain, number of PES calls and existing municipal regulation about PES for 34 municipalities of the Vale do Paraíba Paulista, Brazil.

Municipality	Area [km <sup>2</sup> ]	Urban Area (2020) [km <sup>2</sup> ]	Agricultural and Livestock Area (2020) [km <sup>2</sup> ]	Estimated population (2021)	Rural population [%]	Forest loss between 2009 and 2020 [%]	Forest gain between 2009 and 2020 [%]	No. of PES Notices	Municipal regulation of PES
Aparecida	120.890	8.56	78.93	36,211	0.65	2.77	-	0	Yes
Arapeí	156.903	0.33	92.26	35,007	0.52	3.70	-	0	No
Areias	305.227	0.65	161.50	3,696	10.39	1.00	-	5	No
Bananal	616.429	1.28	288.62	10,223	6.63	-	0.55	3	No
Caçapava	368.990	37.75	264.72	84,752	0.71	3.21	-	0	No
Cachoeira Paulista	287.990	6.99	238.68	30,091	2.77	0.80	-	4	Yes
Canas	53.261	2.80	45.20	4,385	3.10	21.21	-	0	No

Cruzeiro	305.699	15.18	179.80	77,039	0.61	-	2.62	2	Yes
Cunha	1,407.250	4.47	915.41	21,866	24.78	-	3.43	6	No
Guararema	270.819	16.43	157.42	25,844	3.84	-	3.19	0	No
Guaratinguetá	752.636	32.51	476.51	112,072	1.33	-	1.82	9	Yes
Igaratá	292.953	2.21	153.06	8,831	4.11	-	1.22	0	No
Jacareí	464.272	63.07	291.77	221,214	1.38	2.94	-	0	No
Jambeiro	184.413	2.01	131.99	5,349	9.29	5.77	-	0	No
Lagoinha	255.472	0.59	189.87	4,841	16.42	-	3.62	5	No
Lavrinhas	167.067	2.55	92.41	6,590	3.00	-	1.17	1	No
Lorena	414.160	18.27	300.78	82,537	0.83	-	6.95	4	Yes
Monteiro Lobato	332.742	0.32	139.23	4,120	8.69	-	2.24	0	No
Natividade da Serra	833.372	0.99	366.67	6,678	26.00	-	1.53	4	No
Paraibuna	809.576	3.69	445.10	17,388	8.29	2.77	-	7	No
Pindamonhangaba	731.355	47.32	443.55	146,995	0.97	-	0.39	0	No
Piquete	175.996	2.43	84.93	14,107	1.84	-	1.51	0	No
Potim	44.643	2.65	39.89	19,397	0.78	2.36	-	0	No
Queluz	249.399	3.08	121.68	11,309	1.75	2.51	-	2	No
Redenção da Serra	309.441	0.72	189.53	3,873	22.67	-	4.16	5	No
Roseira	129.847	4.25	82.45	9,599	2.29	-	1.39	0	No

Santa Branca	272.238	2.64	190.28	13,763	2.89	5.12	-	0	No
Santa Isabel	363.332	12.53	197.50	50,453	1.85	0.07	-	2	No
São José do Barreiro	570.685	0.64	197.36	4,077	16.73	1.51	-	1	No
São José dos Campos	1,099.409	157.25	568.10	629,921	0.27	-	3.03	6	Yes
São Luiz do Paraitinga	617.315	1.58	363.79	10,397	13.93	0.86	-	5	No
Silveiras	414.782	0.83	250.38	5,792	16.53	-	3.39	5	No
Taubaté	625.003	79.25	398.10	278,686	0.50	0.98	-	4	No
Tremembé	191.094	11.65	124.67	40,984	1.58	-	3.91	0	No

Data obtained from: IBGE – Instituto Brasileiro De Geografia E Estatísticas, 2017. Censo Agro.

IBGE – Instituto Brasileiro De Geografia E Estatísticas, 2021. Cidades.

MAPBIOMAS, 2021.

**Supplementary Material 1.** Example of a PES call notice and some information about it.

<p><b>Setting up a Payment for Environmental Services (PES) notice</b> <b>Based on notices from the Atlantic Forest Connection Project (CMA: Conexão Mata Atlântica)</b></p>	
a) Overview	<p>Number of pages: ~ 30 to 70; Number of sections: ~ 17; Number of municipalities covered: 1 to ~ 15; Modalities: Protection of native vegetation; Multipurpose PES; Isolation and protection of areas under restoration; Public call notices.</p>
b) About the sections	
b.1) Introduction	<p>It presents national and state Resolutions, highlights efforts of the state government to protect ecosystem services, emphasizes the public notice modality, defines limiting financial resources, and makes contracts voluntary and mutual.</p>
b.2) Object	<p>It selects rural property owners to participate in PES projects.</p>
b.3) Coverage area	<p>It presents municipalities fully or partially covered. Maps attached to notices.</p>
b.4) Eligibility requirements	<p>It presents requirements such as registration in the Rural Environmental Registry (CAR: Cadastro Ambiental Rural), not participating in another similar program, proof of ownership of property, proof of no debts to the justice system, proof of compliance with standards. Each owner is responsible for preparing the project.</p>
b.5) Actions contemplated	<p>It defines the applicable modalities and specifies them.</p>
b.6) Methodology for evaluating environmental services	<p>An index of environmental services is assigned to each function, defined by the potential for generating ecosystem services, mitigating climate change and conserving biodiversity, soil and water. It works like a scoring system.</p>
b.7) Measurement of environmental services	<p>It defines inspection or other verification methods and its deadlines, as well as reports to be prepared.</p>
b.8) Action plans	<p>It presents guidelines for outlined activities, supported by a competent public agency.</p>
b.9) Payment amount for environmental services	<p>It defines maximum values for participants, according to municipality and score achieved in the project.</p>
b.10) Enrollment	<p>It requests expression of interest, along with documents to be delivered, in addition to deadlines.</p>
b.11) Selection procedure	<p>It is based on project documents, in public sessions.</p>
b.12) Support agreement	<p>It formalizes agreement to the PES project. It precisely defines the amount, how and when land owners will be paid.</p>
b.13) General provisions	<p>On revocation, additions and untreated matters.</p>
c) Attachments	<p>Maps of the area covered, forms, documents and declarations for interested parties.</p>

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo verificar a inclusão dos serviços reguladores (nomeadamente a prevenção de desastres) na legislação nacional, a Política Nacional de PSA (PNPSA), e nos editais dos programas de PSA desenvolvidos de 2009 a 2020 na bacia do rio Paraíba do Sul, São Paulo, Brasil, e a sua relação com o número de eventos de desastres (especificamente enchentes, secas, deslizamentos de terra e incêndios). Sua relevância se dá porque o PSA é uma experiência muito recente no Brasil, sendo encontrado relativamente poucos estudos, e sobretudo, a relação PSA e prevenção de desastres é ainda menos estudada. Portanto, as reflexões apresentadas no trabalho preenchem algumas lacunas do conhecimento e apontam caminhos para novas pesquisas.

De maneira geral, constatamos que a prevenção clara e direta aos desastres por meio de ações da Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais é incipiente. Encontramos uma relação positiva entre o total de eventos de desastres, incêndios e secas e editais de chamadas de PSA no Vale do Paraíba Paulista, de acordo com o que esperávamos. Por outro lado, os editais de PSA não foram associados à diminuição dos eventos de desastre na região, ao contrário das nossas expectativas. O pequeno número de programas na bacia, a pequena área de propriedades rurais participantes dos projetos e o curto espaço de tempo entre os programas de PSA (a maioria dos programas de PSA teve início em 2018 e 2019) e os eventos de desastres analisados podem explicar esse resultado, visto que os maiores número de desastres estão nas áreas urbanas enquanto os PSA são formatados para a área rural. Ressaltamos que a ocupação irregular e a desigualdade social acabam exacerbando o problema. Áreas de risco, na paisagem urbana, são em muitos casos áreas de preservação urbanas desprovidas de legislação específica, áreas sob domínio público, ou consolidadas antes do Constituição Federal valer para áreas urbanas, tornando a aplicação de PSA mais complexa. Dessa forma, os PSA voltados apenas para as áreas rurais não resolverão os desastres urbanos, sendo necessário uma complementação específica à legislação em que os tomadores de decisões levem em consideração os PSA urbanos ainda incipientes no Brasil.

Por fim, esperávamos a prevenção de desastres por meio de ações específicas em chamadas de PSA, o que não observamos. Encontramos ações relacionadas às práticas de conservação do solo e cobertura vegetal que podem prevenir deslizamentos, inundações, secas e incêndios, mas não houve menção a esses desastres e nenhuma atenção especial à regulação dos serviços ecossistêmicos nesses editais.

Sabe-se que o PSA pode manter e aumentar a oferta de serviços ecossistêmicos, reduzindo a erosão do solo e a produção de água e os riscos de desastres (SONE et al, 2019). Com base nesta pesquisa, novas formas de abordagem e tratamento da gestão de riscos de desastres podem ser propostas em futuras políticas públicas envolvendo serviços ecossistêmicos, em âmbito municipal, estadual ou federal, apoiadas em estratégias de adaptação baseadas em ecossistemas na busca pela mitigação e prevenção de eventos que levam a desastres. Seria viável uma mudança da legislação que incluísse diretamente o uso do mapeamento municipal de áreas de risco. O mapeamento das áreas de risco de desastre, além de sua importância como base do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil para as ações de monitoramento e alerta, prevenção e resposta a esses desastres, poderia ser usado para orientar as iniciativas de PSA. Dessa forma, a PNPSA estaria contribuindo com a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, envolvendo atores, estratégias e questões orçamentárias.

Mais estudos são necessários para entender como e quão eficazes são essas ferramentas de conservação e como o PSA, ao encorajar os agricultores a restaurar e proteger os ecossistemas, contribui para a conservação dos serviços ecossistêmicos. A manutenção de uma rede cadastral e de monitoramento será fundamental para a geração de um banco de dados que contribuirá para futuras avaliações da PNPSA. Os benefícios do PSA não se limitam ao fornecimento de serviços ecossistêmicos, mas uma dimensão social também é percebida ao envolver as populações locais na formulação e execução de programas que aumentam a conscientização sobre a importância da conservação das florestas e do solo, prevenção de incêndios e usos da água. (Art. 15. BRASIL, 2021). Assim, esta pesquisa coloca pontos de reflexões aos governos, ao setor privado, tomadores de decisão que estão nos comitês, conselhos, redes de atores, entre outros que possam colaborar com as ações de PSA no Brasil.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, L., RODRIGUES, M. L. Modelos de análise das políticas públicas. **Sociologia, Problemas e Práticas**, v. 83, 2017. Disponível em: <http://journals.openedition.org/spp/2662>. Acesso em: 20 jul. 2022.
- BRASIL. **Avaliação de políticas públicas: guia prático de análise ex ante: volume 1**. Brasília: Casa Civil da Presidência da República, 2018a.
- BRASIL. **Avaliação de políticas públicas: guia prático de análise ex post: volume 2**. Brasília: Casa Civil da Presidência da República, 2018b.
- BRASIL. **Acordo de Paris**. Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima, celebrado em Paris, em 12 de dezembro de 2015, e firmado em Nova Iorque, em 22 de abril de 2016. Brasília, 2016. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris.html>. Acesso em: 25 set. 2021.
- BRASIL. **Lei nº 14.119**, de 13 de janeiro de 2021. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais. Brasília, Diário Oficial da União, 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.119-de-13-de-janeiro-de-2021-298899394>. Acesso em: 13 nov. 2021.
- BRASIL. **Lei nº 12.608**, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC e dá outras providências. Brasília, Ministério da Justiça – MJ; Ministério do Meio Ambiente – MMA, 2012. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112608.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112608.htm). Acesso em: 14 nov. 2021.
- BRASIL. **Decreto no 9.203, de 22 de novembro de 2017**, que dispõe sobre a política de governança da administração pública federal direta, autárquica e fundacional. Brasília: Casa Civil da Presidência da República, 2017. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2017/decreto/D9203.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/D9203.htm). Acesso em: 14 nov. 2021.
- CAPELLA, A. C. N. Perspectivas teóricas sobre o processo de formulação de políticas públicas. **Revista Brasileira de Informação Bibliográfica em Ciências Sociais**, v. 62, p. 25-52, 2006. Disponível em: <http://www.anpocs.org.br/portal/images/bib61.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2022.
- CARVALHO, D. W. Os serviços ecossistêmicos como medidas estruturais para prevenção dos desastres. **Revista de Informação Legislativa**, v. 52, n. 206, p. 53–65, 2015.
- CARVALHO, S. N. Avaliação de programas sociais: balanço das experiências e contribuição para o debate. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 17, n. 3-4, p. 185-197, 2003.

CHEN, Y. E., LI, C.; CHANG, C. P.; ZHENG, M. Identifying the influence of natural disasters on technological innovation. **Economic Analysis and Policy**, v. 70, p. 22-36, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eap.2021.01.016>. Acesso em: 20 jul. 2022.

COSTA, Frederico Lustosa da; CASTANHAR, José Cezar. Avaliação de programas públicos: desafios conceituais e metodológicos. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 37, n. 5, p. 962-969, 2003.

CRED-UNISDR. **The human cost of weather related disasters 1995-2015**. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters - United Nations Office for Disaster Risk Reduction. CRED: UNISDR, 2015.

DEVIDE, A. C. P., et al. História ambiental do Vale do Paraíba do Sul, Brasil. **Revista Biociências**, v. 20, n. 1, 2014.

FAIVRE, N. et al. Translating the Sendai Framework into action: The EU approach to ecosystem-based disaster risk reduction. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 32, p. 4-10, 2018.

FARAH, M. F. S. Análise de políticas públicas no Brasil: de uma prática não nomeada à institucionalização do “campo de públicas”. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 50, p. 959-979, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7612150981>. Acesso em: 20 jul. 2022.

FARIA, C. A. P. A política da avaliação de políticas públicas. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 20, n. 59, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-69092005000300007>. Acesso em: 20 jul. 2022.

FREY, K. Políticas públicas: um debate conceitual e reflexões referentes à prática da análise de políticas públicas no Brasil. **Planejamento e Políticas Públicas**, Brasília, n. 21, p. 211-259, jun. 2000.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change and Land**. 2019. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/srccl/>. Acesso em: 20 jul. 2022.

MATIAS-PEREIRA, J. **Manual de gestão pública contemporânea**. São Paulo: Atlas, 2007.

RAMOS, M. P.; SCHABBACH, L. M. O estado da arte da avaliação de políticas públicas: conceitualização e exemplos de avaliação no Brasil. **Revista Administração Pública**, Rio de Janeiro, n. 46, p. 271-294, set./out. 2012.

READER, S. Ciclo de políticas: uma abordagem integradora dos modelos para análise de políticas públicas. **Perspectivas em Políticas Públicas**, Belo Horizonte, v. 7, n. 13, p. 121-146, jan./jun. 2014.

ROELFSEMA, M., et al. Taking stock of national climate policies to evaluate implementation of the Paris Agreement. **Nature Communications**, v. 11, n. 2096, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-020-15414-6>.

SANTOS, V. L.L. **Análise ex post da política estadual sobre mudança global do clima e desenvolvimento sustentável do Rio de Janeiro**. FCUP, 2021. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/139389/2/528130.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2022.

SARAVIA, E. Introdução à teoria da política pública. In: SARAVIA, E; FERRAREZI, E. (Orgs.). **Políticas públicas**. Brasília: Enap, 2006.

SECCHI, L. **Políticas públicas: conceitos, esquemas de análise, casos práticos**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

SECCHI, L. **Análise de políticas públicas: diagnóstico de problemas, recomendação de soluções**. São Paulo: Cengage Learning, 2020.

SILVA, A. C. P.; PINTO, R. W. P.; FREITAS, M. M. Public policies reviewed related to natural disasters in Brazil between 1990 – 2014. **Ambiência**, v. 12, n. 4, p. 885-900, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/ambiencia.2016.04.09>. Acesso em: 20 jul. 2022.

SOUZA, C. Estado da arte da pesquisa em políticas públicas. In: HOCHMAN, G.; ARRETCHE M.; MARQUES, E. (Orgs.). **Políticas públicas no Brasil**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2007.

TREVISAN, A. P.; BELLEN, H. M. V. Avaliação de políticas públicas: uma revisão teórica de um campo em construção. **Revista de Administração Pública**, v. 42, p. 529-550, 2008.

UFSC-CEPED. **Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2012**, volume Brasil. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. 2. ed. rev. ampl. Florianópolis: CEPED, UFSC, 2013.

UNDRR. **Sendai framework for disaster risk reduction 2015-2030**. Framework on Disaster Risk Reduction. 2015. Disponível em: <https://www.unisdr.org/we/inform/publications/43291>. Acesso em: 20 mar. 2021.

UNDRR. **The human cost of disasters: an overview of the last 20 years (2000-2019)**. United Nations: Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, 2020.

CRED; UNDRR. **The human cost of disasters: an overview of the last 20 years (2000-2019)**. 2020. Disponível em: <https://www.undrr.org/publication/human-cost-disasters-overview-last-20-years-2000-2019> . Acesso em: 22 jul. 2022.

WHELCHER, A. et al. Advancing ecosystems and disaster risk reduction in policy, planning, implementation, and management. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 32, p. 1-3, 2018.

## APÊNDICE A

### Detalhamento metodológico

#### 1. Avaliações de Políticas Públicas

As políticas públicas estão a serviço da sociedade e para que atendam às suas necessidades precisam passar por monitoramentos e avaliações, a fim de que possam ser aprimoradas e atender aos objetivos que se propuseram. Esse campo de conhecimento, conhecido como análise das políticas públicas, se ocupa em compreender o sistema político, perpassando pela ação pública dos governos, o seu desenvolvimento e condições, suas causas e condicionantes, seus fatores de desenvolvimento e insucessos, suas ideologias e abordagens cognitivas, sua influência socioeconômica e as organizações internacionais, buscando coerências e disparidades (SECCHI, 2013; ARAÚJO; RODRIGUES, 2017). Para isso, existem diversos modelos de análise que consideram variações no foco, recortes amplos ou reduzidos, especificidades contextuais e diversidade no olhar e de perspectivas. Contudo, nenhum deles são determinantes ou totalmente excludentes em sua maioria e podem se apresentar de maneira complementar (CAPELLA, 2006; ARAÚJO; RODRIGUES, 2017).

As inovações e revisões teóricas que conduziram à construção de inúmeros modelos de análise de políticas públicas, levaram em consideração o propósito da análise para a estruturação, sistematização e a utilização dos programas. Para Secchi (2020) a atividade de análise de políticas públicas busca gerar e sistematizar informações relevantes para o processo decisório de políticas públicas e o objetivo central dessa atividade é dar subsídios informativos para que ela possa resolver ou mitigar o problema público. O problema público, definido como a distância entre uma situação real e ideal, é um conceito intersubjetivo, ou seja, ele só existe se incomoda uma quantidade ou qualidade considerável de atores (SECCHI, 2020). Dessa forma, uma política pública se torna uma diretriz elaborada para enfrentar um problema público.

Dentre os modelos teóricos existentes considerados como importantes caminhos para a compreensão dos problemas das políticas públicas, Araújo e Rodrigues (2017) sintetizam alguns que se destacam: o Modelo Sequencial ou Ciclo Político, baseado na referências de

Laswell da década de 1950, no qual a análise do processo é realizada a partir da divisão das políticas públicas em etapas de implantação, que se constrói e se reconstrói a partir dos resultados alcançados, e foco na compreensão dos processos da ação das políticas públicas, suas rupturas e continuidades. A abordagem do Modelo dos Fluxos Múltiplos, que se baseia nas ideias de John Kingdon, analisa os motivos que levam ao surgimento da eleição de determinados problemas sociais e políticos que, futuramente, vem a se tornar políticas públicas. A teoria entende esta eleição como um movimento que se desenvolve a partir da convergência de fluxos demandados por diversas comunidades políticas, cada qual com suas agendas para a tratativa desses problemas, que em um determinado momento se convergem criando uma janela de oportunidade para a atenção política para temas específicos. O Modelo do Equilíbrio Interrompido, criado por Frank Baumgartner e Bryan Jones, constitui uma abordagem que propõe uma metodologia combinando estudos qualitativos de políticas públicas com estudos quantitativos e longitudinais, que analisa processos de ruptura e continuidades, as crises e as mudanças em pequena ou grande escala. Por fim, o Quadro Analítico das Coligações de Causa ou de Interesse proposto por Paul Sabatier e Jenkins-Smith, se configura como uma alternativa à abordagem cíclica da política, buscando uma abordagem mais integrada dos processos de emergência e de formulação das políticas públicas a partir da aliança com atores dos diversos níveis governamentais que partilham ideias políticas semelhantes e, dessa forma, atuarão como mediadores para atingir os objetivos políticos (ARAÚJO; RODRIGUES, 2017).

Dentre esses modelos de análise de políticas públicas, o mais reconhecido internacionalmente é o ciclo de políticas públicas, pois trata-se de uma abordagem simples, abrangente, com alto poder de explicação e previsão, especialmente quando combinada com outras abordagens (READER, 2014; SECCHI, 2020). De acordo com Secchi (20013) o Ciclo de Políticas Públicas propõem a elaboração das políticas públicas dentro de um esquema de visualização e interpretação que organiza a vida de uma política pública em fases sequenciais e interdependentes, composto por sete fases importantes: identificação do problema; formação de agenda; formulação de alternativas; tomada de decisão; implementação; avaliação e extinção (SECCHI, 2013).

A avaliação de políticas é uma importante fase do ciclo político, considerada imprescindível para o desenvolvimento e a adaptação contínua das formas e instrumentos de ação pública (FREY, 2000). O Brasil ainda carrega a falta de uma cultura de avaliação de políticas públicas, de verificar os custos e benefícios antes de iniciar um novo programa, de avaliar porque um programa existe e se deve continuar ou não recebendo recursos públicos.

Nas últimas décadas se registrou um crescimento no campo de conhecimento das políticas públicas no mundo e no Brasil, em meio às mudanças históricas, políticas e econômicas colocadas como desafios aos governos que se traduziram em modificações sobre a forma de compreender, formular e avaliar as próprias políticas (FREY, 2000; SARAVIA, 2006; MATIAS-PEREIRA, 2007; SOUZA, 2007; SECCHI, 2013; 2020). A partir da década de 60, a função de avaliação sofreu deslocamentos teórico-discursivos, sendo que nesse período, a ênfase política sobre a avaliação concentrou-se no fornecimento de informação para os gerentes de programas públicos buscando correções de rumo. Na década de 1980, a avaliação tende a buscar eficiência na alocação de recursos com base em critérios racionais do processo orçamentário. E, na década de 1990, esse deslocamento é marcado pelo questionamento do papel do Estado, buscando legitimação da nova administração pública a partir de resultados das políticas públicas (TREVISAN; BELLEN, 2008).

Com melhorias e inovações com relação à metodologia de avaliação, as pesquisas deram atenção à estruturação de políticas públicas através da chamada metodologia do marco lógico (CARVALHO, 2003) ou matriz lógica (COSTA e CASTANHAR, 2003), que parte da concepção de políticas públicas como processos articulados e estabelece os recursos, programas e projetos que encadeiam as etapas desde o diagnóstico da população que se quer atingir até a definição de critérios para que esta intervenção aconteça (TREVISAN; BELLEN, 2008). Ela propõe a identificação dos objetivos gerais, específicos e indicadores do programa que será avaliado, a identificação das fontes de dados que serão usadas para as mensurações, comparações e análises. Depois analisa os recursos financeiros, humanos e de infraestrutura necessários ao programa, as atividades previstas, os resultados esperados e as relações de causa e efeito que possam ser atingidas. (COSTA; CASTANHAR, 2003). Essa metodologia, amplamente utilizada no cenário internacional, se destaca pela clareza na distinção dos conceitos de avaliação e das atividades necessárias para seu desenvolvimento, que possibilita resultados analíticos baseados em uma interpretação integrada do comportamento dos agentes, das atribuições das instâncias de implementação e da interação com as populações potencial e beneficiária (CARVALHO, 2003).

Os objetivos de uma avaliação de política pública podem variar de acordo com o seu momento, ou seja, pode acontecer antes (ex ante), especialmente para a análise de custo benefício e estabelecimento de metas; durante o processo (intermediária ou formativa) para dar suporte e melhorar o desenvolvimento do programa; ou, posterior à implementação de um programa (ex post ou somativas) para avaliar a relação causa-efeito entre as ações de um

programa e o resultado final ou impacto obtido (TREVISAN; BELLEN, 2008, RAMOS; SCHABBACH, 2012).

As instituições multilaterais, como o Banco Mundial (BM) e a Organização das Nações Unidas (ONU), desempenharam um importante papel na priorização e definição dos arcabouços metodológicos da avaliação de políticas públicas, como o Modelo do Quadro Lógico, estabelecido em 1994 pelo BM. Além deles, o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), dentro do Projeto Fortalecimento da Função Avaliativa na América do Sul, buscou analisar os avanços no campo da avaliação, por meio de um intercâmbio de experiências entre Brasil, Argentina e Chile, na área de gestão pública (RAMOS; SCHABBACH, 2012). A partir disso, o Brasil, por meio do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), elaborou uma série de relatórios técnicos de avaliação de políticas, aproveitando as experiências internacionais. Essas referências internacionais, institucionalizaram as avaliações de políticas, mantendo sua execução em caráter permanente e integradas ao ciclo de políticas públicas, que envolve também o planejamento, a execução e o controle orçamentário e financeiro. O quadro 1 apresenta alguns arranjos institucionais.

**Quadro 1 - Experiência internacional em sistemas de monitoramento e avaliação**

<b>País</b>	<b>Chile</b>	<b>Reino Unido</b>	<b>Mexico</b>	<b>Coreia do Sul</b>	<b>Brasil</b>
<b>Data</b>	1997	2003	2004	2006	2017
<b>Responsável</b>	Comitê Interministerial (Dipres)	Tesouro (HM Treasury)	Conselho Nacional de Avaliação da Política de Desenvolvimento Social (CONEVAL)	Programa de Avaliação Externa dos Programas Orçamentários (IEBP)	Comitê Interministerial de Governança (CIG)

<b>Linhas de avaliação</b>	Análise rápida de evidências;	Avaliação de programas governamentais	Diagnóstico de novos programas;	Relevância, eficácia, eficiência, utilidade e sustentabilidade e em todas as fases de planejamento e execução dos programas.	Avaliação executiva.
	Meta-Avaliação e meta-análise;	Avaliação focalizada de âmbito;	Avaliação de desenho;		Avaliações específicas:
	Modelagens com simulação;	Avaliação do gasto institucional;	Avaliação de consistência e resultados;		Análise de diagnóstico do problema;
	Avaliação de processo;	Avaliação de impacto de programas;	Avaliação específica (com pesquisa de campo);		Avaliação de desenho;
	Avaliação de impacto.	Avaliação de novos programas.	Avaliação específica de desempenho (análise sintética sobre execução de uma política ao longo de um exercício fiscal);		Avaliação de implementação ;
			Avaliação de processos;		Avaliação de governança da política pública;
			Avaliação complementar (para melhorar a gestão e obter mais evidências sobre desempenho);		Avaliação de resultados;
			Avaliação de impacto;		Avaliação de impacto;
			Avaliação estratégica.		Avaliação econômica;
					Análise de eficiência.

Fonte: BRASIL (2018b). Organização do autor.

O Brasil elaborou recentemente guias para que a avaliação de políticas públicas, buscando um processo sistemático, integrado e institucionalizado, tendo como premissa básica verificar a eficiência dos recursos públicos e, quando necessário, identificar possibilidades de aperfeiçoamento da ação estatal, com vistas à melhoria dos processos, dos resultados e da gestão

(BRASIL, 2018b). Seus guias, assim como as referências internacionais citadas, estão baseados no ciclo de políticas públicas por ser um esquema de visualização e interpretação que organiza a vida de uma política pública em fases sequenciais e interdependentes (SECCHI, 2020).

O guia foi proposto como apoio aos órgãos públicos federais e baseado nas melhores práticas de avaliação aplicadas em diversas partes do mundo, envolvendo instituições federais, coordenadas pela Casa Civil da Presidência da República. O conteúdo do guia se orientou pela metodologia do modelo lógico, amplamente utilizado nos sistemas de monitoramento e avaliação de políticas públicas de diversos países, pois se trata de uma metodologia que busca explicitar, a partir de uma visão das causas de um problema e de uma estratégia de intervenção, como organizar o fluxo de insumos e processos de maneira a gerar produtos, resultados e impactos (BRASIL, 2018a).

O Brasil conta com o Decreto 9.203/2017, que dispõe sobre a política de governança da administração pública federal direta, autárquica e fundacional, que apresenta os princípios, diretrizes e mecanismos da governança pública, sendo esta definida como o conjunto de mecanismos de liderança, estratégia e controle postos em prática para avaliar, direcionar e monitorar a gestão, com vista à condução de políticas públicas e à prestação de serviços de interesse da sociedade (BRASIL, 2017). A partir deste decreto, dois documentos foram elaborados para servir como guias na avaliação de Políticas Públicas. O “Guia Prático de Análise ex ante” (BRASIL, 2018a) que tem o objetivo de promover uma reflexão em nível mais elevado quando da criação, expansão ou aperfeiçoamento de políticas públicas, para que estas sejam desenhadas e planejadas de uma melhor forma, incluindo, por exemplo, a indicação do sistema de monitoramento e avaliação que será utilizado ao longo de sua execução. E o “Guia Prático de Análise ex post” (BRASIL, 2018b), que fornece referências às avaliações a serem implementadas no âmbito do governo federal ou aos gestores das várias esferas governamentais, permitindo melhor padronização para as rotinas de monitoramento e avaliação de políticas públicas.

Os Guias propõem que a avaliação deve ser um processo objetivo de exame e diagnóstico da política pública sob análise, que pode contribuir para o aperfeiçoamento da política pública e fornecer à sociedade insumos para um debate mais qualificado sobre os gastos públicos. A avaliação baseia-se na reflexão crítica e, quando necessário, na proposição de mudanças na condução da política pública (BRASIL, 2018a; 2018b).

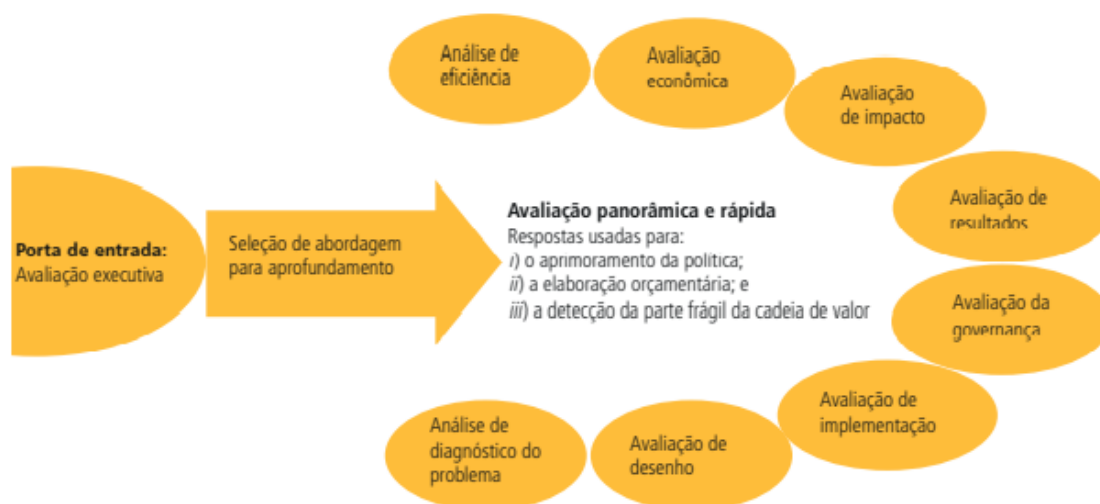
A avaliação, para Santos (2021) permite um debate para o entendimento de tópicos que não ocorreram bem para um consenso em torná-las mais adequadas. Esse debate gera a

possibilidade de modificação e a inserção de novos conceitos, objetivos, metodologias ou o que for necessário para o aprimoramento da política pública. O papel da avaliação é tão somente fornecer evidências sobre o que pode funcionar ou não, os impactos, os custos envolvidos, de forma a melhorar a qualidade das decisões e subsidiar o debate público.

A análise da Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (Lei nº 14.119/2021) realizada neste estudo utilizou a avaliação ex post, por ela ser realizada durante a execução de um programa ou ao seu final, quando as decisões passam a se basear nos resultados alcançados. Quando o programa está em execução, que é o caso, julga-se se ele deve continuar ou não, com base nos resultados obtidos até o momento. Se a resposta for positiva, avalia-se se se deve manter a formulação original ou efetuar modificações, redirecionando os objetivos, propostas e atividades.

A seguir, será apresentado como se encontra organizado o guia da avaliação ex post, dando ênfase ao diagnóstico do problema. O guia apresenta-se dividido em duas partes: a Avaliação Executiva, que faz uma análise global da política, traçando conclusões e recomendações para o seu aprimoramento, e as Avaliações Específicas que permitem o aprofundamento em um determinado componente da política (Figura 1).

**Figura 1: A avaliação executiva como porta de entrada para outras avaliações**



Fonte: BRASIL (2018b, p.30)

A escolha de traçar metodologicamente este trabalho seguindo os passos do “Guia Prático de Análise ex post” (BRASIL, 2018b) se deu devido ao interesse de utilizar esse

conjunto de ferramentas propostas pelos diferentes ministérios e órgãos do governo federal, visto que reúne boas práticas, com base em experiências nacionais e internacionais, e serve como recomendação a ser perseguida pelos gestores na avaliação contínua das políticas públicas, trazendo referências para a formulação de futuros programas, na expansão ou na reformulação de uma política já existente (BRASIL, 2018a).

Desta forma, o presente trabalho optou por aprofundar a análise do diagnóstico do problema, que corresponde ao capítulo 4 do guia ex post, motivado pela oportunidade de uma análise crítica que verifica se o diagnóstico anterior estava realmente adequado diante da realidade de aumento de desastres no Brasil e a necessidade de políticas que contribuam para a redução do risco de desastres (RRD). A finalidade da análise de diagnóstico do problema é assegurar que o estudo que proporcionou a criação dessa política estava correto e verificar se tal percepção se mantém atual ou se há necessidade de uma reformulação da política. Ressalta-se que para o objetivo deste estudo não será avaliado o diagnóstico da política em sua totalidade, mas com um foco específico relacionado aos desastres, especialmente na redução do risco de desastres, sendo necessária uma adaptação da metodologia proposta conforme a busca do objetivo em vista. Sendo assim, cada subitem que segue abaixo corresponderá a cada um dos oito passos propostos pelo guia.

### **1.1 Descrição do problema: Árvore do problema e Árvore do objetivo**

Para atualização da descrição do problema, realizou-se revisão dos documentos relativos à política, como a transcrição do Seminário sobre Pagamento por Serviços Ambientais, que colheu subsídios para a elaboração do parecer ao Projeto de Lei nº 792, de 2007, o relatório final da pesquisa “Subsídios técnicos para a construção de uma Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais”, a análise das tramitações nos sítios da Câmara dos Deputados e do Senado da Lei em questão, além da avaliação da literatura, de pesquisas qualitativas e quantitativas e da legislação vigente. Com isso se realizou o primeiro passo desta investigação, que é a descrição atual do problema através dos desenhos da árvore do problema e da árvore do objetivo (Apêndices A e B no artigo).

### **Figura 1: Esquema para elaboração da árvore do problema e árvore do objetivo**



Fonte: CASA CIVIL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA et al., 2018.

A construção da árvore do problema levou em consideração as etapas: 1) Identificação do problema; 2) Apontamento das causas possíveis do problema (chuva de ideias); 3) Análise do porquê essas causas geram esse problema (subcausas do problema); 4) Relação dos principais efeitos diretos e indiretos do problema. Na árvore do objetivo o problema se torna o principal objetivo da política; as causas que serão atacadas viram o alvo dessa política; e no lugar dos efeitos do problema agora buscam-se os resultados da política (Ibid., p. 108-110). Aqui se fez uma adaptação, com o recorte especial para identificar o local dado à prevenção e mitigação aos desastres, enquanto um problema a ser atingido nesse contexto.

## 1.2 Relações de causa-problema-efeito

Para averiguar as causas que geram o problema, o referencial metodológico adotado foi a revisão sistemática, por ser uma ferramenta que identifica os estudos relevantes no tema e permite uma síntese das evidências encontradas (Ibid., p. 110), utilizando uma janela temporal das duas últimas décadas e descritores em língua inglesa, considerando como variáveis explicativas: disasters - payment for ecosystem services; conservation - restoration - cover - vegetation - tropical forest; combinados alternadamente com as variáveis respostas: drought - burned - wildfire - inundation - landslide. As plataformas de busca foram <https://www.sciencedirect.com>, <https://search.scielo.org/> e <https://www.jstor.org/>, com busca avançada no título, resumo ou palavras-chave especificadas pelos autores.

A análise dos estudos buscou respostas e considerações sobre o problema em foco, ou seja, a relação dos desastres com os serviços ambientais e ecossistêmicos a partir da conservação e restauração vegetal, que são tipologias de PSA comum no Brasil. Essa revisão detalhada, traz evidências sobre a relação causa-problema-efeito que justifique o custo de oportunidade da terra, ou seja, a relação entre pagador e provedor de serviços ambientais, sendo

o pagamento por um agente público ou privado para um produtor conservar ou restaurar uma determinada área.

### **1.3 Dados e indicadores do problema: Aumento de desastres no Brasil**

Para a formulação dos indicadores de diagnóstico buscou-se quantificar ou caracterizar a existência do problema e as suas principais causas com a maior precisão possível, definida em função dos dados disponíveis, considerando a evolução do problema e o espaço geográfico abrangido em sua diversidade (Ibid., p. 113). Dessa forma, o uso do Atlas brasileiro de desastres naturais - 1991 a 2012 (UFSC-CEPED, 2013a, 2013b) se tornou um importante documento para análise. Complementando essas informações foi realizado uma pesquisa documental, via acesso aos documentos de desastres que declararam Situação de Emergência (SE) e Estado de Calamidade Pública (ECP), obtidos no Arquivo Digital do site do S2ID (<https://s2id-search.labtrans.ufsc.br/>). Foi selecionado do ano de 1991 a 2019 devido a disponibilidade de dados no site. Os dados foram baixados em planilha Excel e foram aplicados filtros para selecionar os eventos de interesse: seca, queimada, inundação e deslizamentos, organizados tanto anualmente, como por região brasileira. Cabe ressaltar que o S2ID apresenta os documentos publicados em Diário Oficial, sendo que os números encontrados poderiam ser diferentes se considerassem os municípios que passaram por situação de desastres e que por algum motivo não decretaram SE ou ECP.

Além dessa análise nacional, a comparação com indicadores e dados internacionais, levantados na literatura, permitiu dimensionar e evidenciar como o país está em relação ao mundo, especialmente aos países cobertos por vegetação tropical. Situar o problema enfrentado no Brasil diante do panorama internacional auxilia na priorização estratégica da política que promova a sua mitigação.

### **1.4 População afetada pelo problema e beneficiários da política**

A população afetada pelo problema diagnosticado foi identificada a partir da análise de indicadores e dados e avaliação sistemática realizadas anteriormente, podendo assim estabelecer relações com quem deve ser o público-alvo da política pública para que seja efetiva. Usou-se as bases de dados oficiais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para levantamento de dados socioeconômicos, demográficos e da distribuição geográfica dessa

população e os resultados do último Censo Agropecuário-2017 (<https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>).

Aqui se tomou o cuidado de caracterizar a população afetada pelos desastres, foco deste estudo, e a população que é beneficiária da política de PSA. As informações relevantes para essa caracterização, seguiram os seguintes questionamentos: a) A população afetada pelo problema a que se dirige a intervenção está identificada? b) As características dessa população estão detalhadas? c) Quais as estimativas de mudança do tamanho dessa população potencial ao longo da execução da política pública? d) Qual a distribuição geográfica dessa população no país? (CASA CIVIL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA et al., 2018, p.113).

### **1.5 Alinhamento com metas e compromissos nacionais e internacionais**

Para analisar se os objetivos da política estão alinhados aos programas de governo estabelecidos no Plano Plurianual (PPA), foi investigado em que medida os desastres aparecem nas dimensões estratégica (eixos e diretrizes estratégicos) e tática (programas temáticos) do PPA, além de planos setoriais que definem a prioridade e as diretrizes de atuação do governo federal. Esse alinhamento também foi investigado com relação a outras políticas que indicam o PSA como instrumento econômico (Código florestal, Política nacional sobre mudanças do clima, Programa Floresta+ (Portaria nº 288 de 2 de julho de 2020).

O problema em questão foi alinhado com as metas e compromissos internacionais assumidos pelo Brasil, entre eles, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), da Organização das Nações Unidas (ONU), conhecidos como Agenda 2030, a Declaração Universal dos Direitos Humanos, o Acordo de Paris, da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC). Dessa forma, para certo problema ou objetivo ratificado pelo país, é analisado quais são as políticas que também se direcionam a eles, verificando as relações entre essas diferentes políticas, ou seja, se elas se complementam ou se sobrepõem para o alcance da redução do risco de desastres.

### **1.6 Abordagem integrada de intervenção**

Para analisar se a política pública está sendo implementada de forma integrada e coordenada, foi usado o método FSD (fragmentação, sobreposição, duplicidade e lacunas), em duas etapas. Na primeira, foram identificadas as fragmentações, sobreposições, duplicidades e

lacunas na Política Nacional de PSA, na perspectiva da redução do risco de desastres, seguindo os itens:

- 1) Com base nas árvores de problemas e de objetivos, identificar as principais políticas públicas relacionadas com as causas e o problema em análise.
- 2) Coletar as seguintes informações sobre essas políticas públicas:
  - 2.1) Objetivos e potenciais resultados.
  - 2.2) Público-alvo e beneficiários.
  - 2.3) Produtos e serviços entregues.
  - 2.4) Instituições responsáveis pela execução.
- 3) Reunir informações adicionais sobre essas políticas, como normas legais, relatórios de desempenho, avaliações realizadas pelos órgãos de controle, indicadores, opiniões de especialistas.
- 4) Identificar as fragmentações, sobreposições, duplicidade e lacunas a partir da política em avaliação, que está no centro dessa análise.
- 5) Apontar inter-relações entre a política em avaliação e as demais políticas identificadas – como eventuais semelhanças e distinções em relação às causas atacadas para a mitigação ou resolução do problema e, conseqüentemente, de objetivos, resultados e beneficiários, considerando as informações geradas nos itens 1 e 2.
- 6) Verificar, então, se a partir dos passos anteriores há fragmentações, sobreposições, duplicidades e lacunas da política em avaliação com as políticas identificadas.
- 7) Validar essas fragmentações, sobreposições, duplicidades e lacunas assinaladas com os gestores das políticas envolvidas. (CASA CIVIL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA et al., 2018, p.117).

Na segunda etapa foi identificado e avaliado os eventuais efeitos positivos e negativos decorrentes das fragmentações, sobreposições, duplicidades e lacunas identificadas no passo anterior.

### **1.7 Soluções encontradas para o problema nas experiências internacionais**

Foi feito um levantamento do panorama internacional por meio de pesquisa bibliográfica, para identificar políticas semelhantes em outros países, considerando as diferenças e realidades dos países que podem influenciar nos resultados da política. Sendo assim, quando uma experiência internacional indica evidências que uma determinada estratégia representa uma boa solução para o problema, é feita uma análise para adaptar o diagnóstico ao contexto brasileiro, verificando se as evidências dessas políticas de sucesso possuem alta validade externa, ou seja, se os resultados encontrados para aquele contexto podem ser replicados em outros contextos.


### **1.8 Recomendações**

As recomendações são feitas após realizar os passos anteriores para a avaliação de diagnóstico, organizando em forma de síntese as recomendações para o aprimoramento da PNPSA como instrumento colaborativo na redução do risco de desastres, respondendo e seguindo os passos a seguir que foram adaptados do Guia (CASA CIVIL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA et al., 2018, p. 118-119): i) O problema permanece válido? ii) A causa atacada pela política é a principal entre as identificadas?



ANEXO B – Comprovante de submissão aceita do artigo à revista Annals of the Brazilian Academy of Sciences

09/10/2022 16:33 E-mail de Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Annals of the Brazilian Academy of Sciences - Manuscr...

 Patriola Trovarelli <patriola.trovarelli@unesp.br>

---

**Annals of the Brazilian Academy of Sciences - Manuscript ID AABC-2022-0256.R2**  
1 mensagem

---

Daniel Sant'Anna <orbehalfot@manuscriptcentral.com> 30 de agosto de 2022 15:12  
Responder a: diopes@abc.org.br  
Para: thiago.s.almeida@unesp.br  
Cc: thiago.s.almeida@unesp.br, patriola.trovarelli@unesp.br, klecia.massi@unesp.br

30-Aug-2022

Dear Mr. Silva Almeida:

Your manuscript entitled "Relationship between Payment for Ecosystem Services Programs and Disasters in Southeast Atlantic Forest region, Brazil" has been successfully submitted online and is presently being given full consideration for publication in the Annals of the Brazilian Academy of Sciences.

Your manuscript ID is AABC-2022-0256.R2.

Please mention the above manuscript ID in all future correspondence or when calling the office for questions. If there are any changes in your street address or e-mail address, please log in to ScholarOne Manuscripts at <https://mc04.manuscriptcentral.com/aabc-scielo> and edit your user information as appropriate.

You can also view the status of your manuscript at any time by checking your Author Center after logging in to <https://mc04.manuscriptcentral.com/aabc-scielo>.

Thank you for submitting your manuscript to the Annals of the Brazilian Academy of Sciences.

Sincerely,  
Annals of the Brazilian Academy of Sciences Editorial Office

<https://mail.google.com/mail/u/0/?ik=66cc0dde06&view=pt&search=all&permthid=fbread-F63A1742610768496012020&siml=msg-F63A1742610...> 1/1