



## **Avaliação da influência de políticas públicas no Nexso água, alimento e energia na região hidrográfica Guandu – Rio de Janeiro – Brasil**

### ***Evaluation of the influence of public policies on the water, food and energy Nexus in the Guandu hydrographic region – Rio de Janeiro – Brazil***

Joyce Maria Guimarães MONTEIRO<sup>1\*</sup>, Rachel Bardy PRADO<sup>1</sup>, Marcos Caldeira de BARROS<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (Embrapa Solos), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

\* E-mail de contato: [joyce.monteiro@embrapa.br](mailto:joyce.monteiro@embrapa.br)

Artigo recebido em 3 de fevereiro de 2023, versão final aceita em 30 de junho de 2023, publicado em 29 de março de 2024.

**RESUMO:** A abordagem Nexus foca na avaliação integrada das opções de desenvolvimento e gestão visando às seguranças hídrica, alimentar e energética (SHAE). Este artigo visa apresentar uma estratégia metodológica para avaliação da influência de políticas públicas (PP) nas SHAE, sendo aplicada na região hidrográfica Guandu (RH-II), com ênfase no município de Rio Claro, RJ. A estratégia metodológica é composta de quatro etapas: levantamento e sistematização de PP nos diferentes níveis em base de dados, identificação de critérios e classificação das PP, seleção das PP estruturantes e integradoras e a avaliação das mesmas. Para o caso da RH-II, cerca de 43% das PP atendem a mais de uma segurança. Cinco PP foram selecionadas como estruturantes e integradoras e avaliadas em relação ao potencial impacto nas SHAE da área de estudo. A área de estudo foi bastante promissora para a aplicação da abordagem Nexus para avaliação do potencial impacto das PP nas SHAE, pois possui um elevado percentual de remanescentes florestais e elevada demanda por água e energia. Esses fatores a tornam alvo de PP de restauração e conservação florestal, do solo e da água e de mecanismos de compensação. A presente estratégia metodológica pode ser aplicada em outras regiões ou bacias hidrográficas do país, visando subsidiar a gestão integrada das SHAE nas mesmas.

*Palavras-chave:* critérios; classificação; integração; sustentabilidade; seleção.

**ABSTRACT:** The Nexus approach focuses on the integrated assessment of development and management options aimed at water, energy and food (WEF) security. This article presents a methodological strategy for assessing the

---

influence of public policies (PP) on WEF security, which was implemented in the Guandu hydrographic region (RH-II), emphasizing the municipality of Rio Claro, RJ. The methodological strategy has four stages: PP survey and systematization at different levels in a database, identification of criteria and classification of PP, selection of structuring and integrating PP, and assessment of PP. In the case of RH-II, about 43% of PP meet more than one security area. Five PP were selected as structuring and integrative and evaluated in relation to their potential impact on the WEF security in the study area. The study area was very promising for applying the Nexus approach to assess the potential impact of PP on WEF security, as it has a high percentage of forest remnants and a high demand for water and energy. These factors make WEF security a target for PP forest, soil and water restoration and conservation, and compensation mechanisms. This methodological strategy can be used in other regions or river basins of the country, to support the integrated management of WEF security.

*Keywords:* criteria; classification; integration; sustainability; selection.

## 1. Introdução

As mudanças no uso e cobertura da terra e o aumento populacional impactam a capacidade dos ecossistemas em fornecer bens e serviços para a humanidade, exercendo influência na produção e na estabilidade da provisão de água, alimentos e energia de um território. Segundo OECD/FAO (2012), a demanda mundial por água, energia e alimentos irá crescer 50%, 80% e 60%, respectivamente, entre 2000 e 2050. A abordagem científica-instrumental do Nexus (água-alimento-energia) foi lançada no Fórum Econômico Mundial (WEF, 2011), visando a avaliação integrada das diferentes opções de desenvolvimento e gestão para a promoção das seguranças hídrica, alimentar e energética (SHAE).

Cook & Bakker (2012) identificaram na literatura cinco dimensões que dão suporte à definição da segurança hídrica e que, ao mesmo tempo, são seu próprio objetivo: quantidade e disponibilidade, riscos relacionados à vulnerabilidade e à água, atendimento às necessidades humanas, sustentabilidade e a dimensão da água na segurança militar e ambiental. A segurança alimentar é definida como uma situação que existe quando todas as pessoas, em todos os momentos, têm acesso físico, social e econômico a alimentos suficientes, seguros e nutri-

tivos, que atendam às suas necessidades dietéticas e preferências alimentares para uma vida ativa e saudável (Peng & Berry, 2019). A literatura não apresenta um consenso sobre o conceito de segurança energética, mas alguns princípios comuns estão por trás da maioria das definições: acessibilidade, eficiência, sustentabilidade ambiental, aceitabilidade social (Sovacool & Brown, 2010, Narula & Reddy, 2016, Mara *et al.*, 2022).

Gevelt (2020) menciona que embora a compreensão técnica da dinâmica do nexo água-energia-alimento continue a melhorar, esse conhecimento ainda não foi traduzido em políticas efetivas e implementáveis. Para que esta abordagem possa ser implementada como instrumento de gestão e desenvolvimento territorial, há de se considerar os instrumentos políticos existentes em diferentes níveis (nacional, regional e local), capazes de incentivar e assegurar mudanças de forma integrada com reflexos positivos nas seguranças hídrica, alimentar e energética (SHAE).

Diversos têm sido os estudos utilizando esta abordagem em todo o mundo, apresentando caminhos possíveis e desejáveis para a integração de políticas e ações voltadas à gestão dos recursos água-alimento-energia (Bizikova *et al.*, 2013; Rasul, 2014; Mariani *et al.*, 2016; Metzger *et al.*,

---

2016; Al-Saidi & Elagib, 2017; Ferração & Moraes, 2018; Shannak *et al.*, 2018; Ferreira, 2020, Durand-Lasserve *et al.*, 2020; Naranjo & Willaarts, 2020. Entender a interação das SHAE e abordá-las de forma integrada é ainda um grande desafio.

Lenzi (2018) define política pública (PP) como ações e programas desenvolvidos pelo Estado para garantir e colocar em prática direitos previstos na Constituição Federal e em outras leis. A PP de segurança visa assegurar a autonomia, desenvolvimento e defesa de uma nação. Portanto, é importante considerar as SHAE neste contexto. No Brasil, há grandes desafios relacionados à integração de PP voltadas às questões socioambientais.

Há estudos de PP no Brasil relacionados às SHAE, porém poucos utilizando a abordagem Nexus (Vieira & Dalgaard, 2013; Mariani *et al.*, 2016; Ferração & Moraes, 2018; Mercure *et al.*, 2019). Ferração & Moraes (2018), fazendo uma análise da abordagem Nexus para a gestão integrada de recursos hídricos, concluíram que, juridicamente, esses desafios se traduzem na capacidade do Estado de realizar uma gestão que venha integrar as competências federais e estaduais, correspondentes na política de gestão dos recursos hídricos. O diálogo entre os agentes federais e estaduais não é nem automático, nem evidente e precisa ser reconhecido por esses mesmos agentes como necessário. Mariani *et al.* (2016) realizaram uma análise de oportunidades e desafios para o nexo água-energia e mencionam que encontrar soluções além das convencionais e sustentáveis é essencial e demandará o envolvimento de toda a sociedade e do poder público para garantir que haja água, energia e alimentos para as gerações futuras.

O arcabouço de instrumentos políticos e legais relacionados às SHAE é muito extenso, sendo necessário adotar critérios para a seleção daqueles

com potencial de exercer maior impacto sobre o território a ser analisado. O propósito da avaliação é guiar os tomadores de decisão, orientando-os quanto à continuidade, necessidade de correções de rumos ou até mesmo a sua suspensão (Ramos & Schabbach, 2012). Para Costa & Castanhar (2003), a avaliação de políticas públicas trata do exame sistemático e objetivo de um projeto ou programa, finalizado ou em curso, que contemple seu desempenho, implementação e resultados, tendo em vista a determinação de sua eficiência, efetividade, impacto, sustentabilidade e relevância de seus objetivos. Grisa & Schneider (2015) afirmam que as políticas públicas voltadas ao meio rural no Brasil não são efetivas, pois não possuem uma abordagem integrada ao desenvolvimento rural. De fato, no que se refere a avaliação de políticas públicas voltadas a sustentabilidade do meio rural, uma abordagem que considere as interconexões e a interdependência entre as SHAE pode representar um avanço da abordagem setorial.

No Estado do Rio de Janeiro, foi desenvolvido um projeto (projeto Nexus) com objetivo de avaliar o impacto de práticas rurais conservacionistas nas SHAE, no entorno do reservatório de Ribeirão das Lajes – RJ, inserido na Região Hidrográfica Guandu (RH-II). O presente estudo, que compõe o referido projeto, se propõe a contribuir com o avanço do conhecimento no que tange aos métodos para avaliação do potencial impacto de PP nas SHAE considerando a abordagem Nexus. Portanto, propõe-se uma estratégia metodológica para classificação e seleção de políticas públicas (PP) com potencial de exercer influência nas SHAE, validando-a por meio de um estudo de caso na RH-II, com ênfase ao município de Rio Claro, Rio de Janeiro, área de influência direta do reservatório de Ribeirão das Lajes.

---

## 2. Estratégia metodológica

### 2.1. Área do estudo de caso

A área de estudo foi a Região Hidrográfica Guandu (RH-II), formada pelos rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim, que está situada a oeste da bacia da Baía de Guanabara no Estado do Rio de Janeiro, abrangendo 15 municípios: Seropédica, Itaguaí, Paracambi, Japeri, Queimados, Miguel Pereira, Vassouras, Piraí, Rio Claro, Engenheiro Paulo de Frontin, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, Mendes, Mangaratiba e Barra do Piraí. A sua fisiografia é formada por dois conjuntos distintos: o Domínio Serrano, representado por montanhas e escarpas da vertente oceânica da Serra do Mar, onde as partes mais elevadas variam entre 200 m e 800 m e o Domínio da Baixada, que consiste em uma extensa planície flúvio-marinha, que forma a Baixada de Sepetiba. A fitofisionomia original da região é composta por floresta ombrófila densa e manguezais, remanescentes do bioma Mata Atlântica. O clima da região é quente e úmido, com temperatura média anual variando entre 20°C e 27°C e precipitação entre 1.000 mm e 2.300 mm anuais, com variações locais condicionadas principalmente pelas diferenças de altitude (AGEVAP, 2018).

Essa região é caracterizada quanto à sua infraestrutura hidráulica pela presença do complexo hidrelétrico de Lajes, formado por sete usinas, sendo três usinas geradoras, duas elevatórias e seis reservatórios de água. As usinas elevatórias são Santa Cecília e Vigário, responsáveis pela transposição de cerca de 155 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> de água dos rios Paraíba do Sul e Piraí para a bacia do rio Guandu (1.400 km<sup>2</sup>). A RH-II ocupa uma área de 3.815,6 km<sup>2</sup> da Região Hidrográfica Atlântico Sudeste no bioma Mata Atlântica, o que significa aproximadamente 1,7%

do território brasileiro (AGEVAP, 2018). A Figura 1 ilustra o contexto hidráulico e a localização dos municípios da RH-II.

A área a montante do reservatório de Lajes é considerada de influência direta, predominando o município de Rio Claro, cujas descargas de efluentes e sedimentos afetam a disponibilidade hídrica do reservatório. Os demais municípios exercem influência indireta, em função de demandas por água ou por energia (Figura 1).

Em Rio Claro (RJ), os fragmentos florestais estão localizados no reverso das escarpas da Serra do Mar, nas cabeceiras das bacias contribuintes do rio Piraí e na região de colinas e morros do entorno da represa de Ribeirão das Lajes (INEA, 2014). A cobertura florestal da região apresenta-se altamente fragmentada principalmente nas áreas mais baixas e planas, com áreas de matas contínuas e mais preservadas localizadas nas encostas e nos topos de morros (TNC, 2013).

De acordo com o mapeamento da cobertura da terra (Mapbiomas, 2019), as florestas naturais ocupavam cerca de 51% da área do município em 2018, seguido pelas áreas de pastagens com cerca de 36%. Já os dados do censo agropecuário (IBGE, 2017) mostram que os 662 estabelecimentos rurais ocupavam cerca de 54.000 ha em 2016, sendo suas áreas ocupadas predominantemente por pastagens naturais e plantadas (52%) e matas naturais (44%).

Na RHII, os problemas ambientais estão principalmente vinculados à agropecuária, com destaque para pecuária, sendo o uso do fogo no manejo agrícola ou das pastagens um dos grandes vetores de degradação ambiental, além da perda de solos e assoreamento dos rios (INEA, 2015). Outro problema ambiental bastante presente na região, incluindo em Rio Claro (RJ), é a questão do saneamento (Xavier *et al.*, 2023).

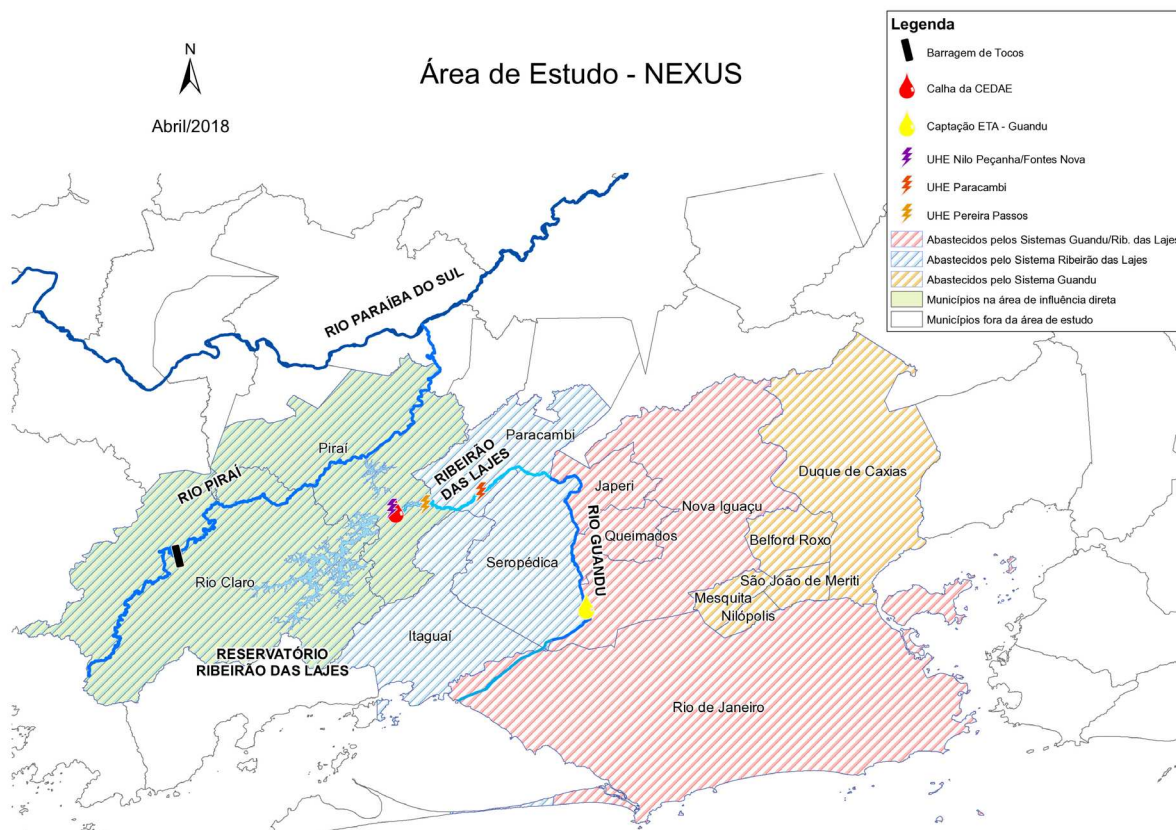


FIGURA 1 – Ilustração da área de estudo.

FONTE: mapa elaborado pelo Projeto Nexus, 2018.

## 2.2. Desenvolvimento e aplicação da metodologia na RH-II para avaliação de políticas públicas (PP) considerando a abordagem Nexus

A primeira etapa do estudo foi desenvolver um método, com base na literatura disponível (Embuid & Martín, 2018; Mercure *et al.*, 2019; Endo *et al.*, 2020; Torres *et al.*, 2021), que pudesse facilitar a

avaliação do potencial impacto das PP nas SHAE, usando a abordagem Nexus, uma vez que o número de PP relacionadas às SHAE que exercem influência em um território no Brasil é bastante extenso, levando-se em conta os níveis federal, estadual e municipal. A Figura 2 apresenta a sequência das etapas que compõem o método desenvolvido, que serão descritas na sequência, já recorrendo à base de dados obtida a área do estudo de caso: Região Hidrográfica Guandu no Rio de Janeiro (RH-II).

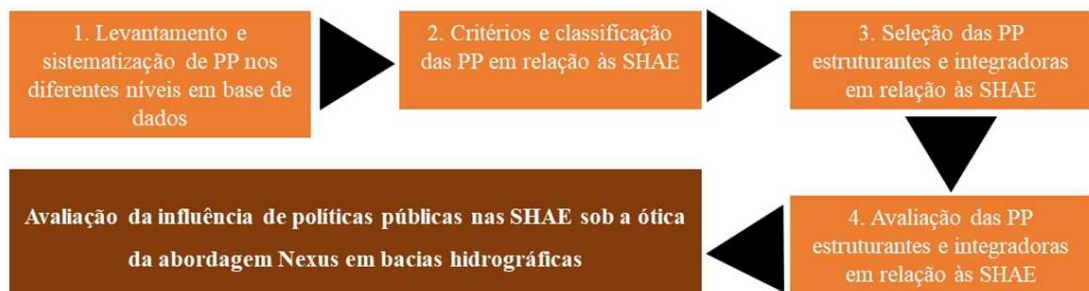


FIGURA 2 – Etapas da estratégia metodológica para a avaliação do potencial impacto das Políticas Públicas (PP) nas seguranças hídrica, alimentar e energética (SHAE), usando a abordagem Nexus.

FONTE: elaboração própria.

### 2.2.1. Levantamento e sistematização de políticas públicas (PP) relacionadas às SHAE na RH-II

Foi realizado um levantamento e sistematização de informações sobre instrumentos de políticas públicas federais (nível nacional), estaduais (Estado do Rio de Janeiro) e municipais (com enfoque no município de Rio Claro, RJ, onde está instalado o reservatório de Lajes).

Foram considerados como instrumentos de PP: leis, projetos de lei, decretos, programas, resoluções, portarias e outros instrumentos jurídicos com maior potencial de impactar as seguranças SHAE.

As buscas foram realizadas em plataformas e sites do governo federal, estadual, do município de Rio Claro, RJ e da bacia em estudo (RH-II). Foram também consultados sites de instituições não governamentais (ONG) e de centros de pesquisa atuantes na RH-II.

Para as buscas realizadas no Google, foram utilizados os seguintes termos: segurança hídrica, segurança alimentar, segurança energética, energia,

alimento, fome, água, preservação, sustentabilidade, capital natural, serviços ecossistêmicos ou ambientais, recursos hídricos, nascentes, rios, mares, lagos, nutrição, desnutrição, agricultura, pecuária, agropecuária, bioenergia, biocombustível, eletricidade, bioma, Mata Atlântica, RJ, Rio de Janeiro e os nomes dos municípios que compõem a área de estudo.

A pesquisa foi realizada ao longo dos anos de 2018 e 2019. As PP encontradas foram analisadas uma a uma quanto à sua pertinência para a região de estudo em relação às SHAE. Além das políticas diretamente relacionadas à segurança hídrica, foram consideradas também aquelas que preveem proteção ou conservação florestal e que influenciam diretamente a quantidade e qualidade da água nas bacias hidrográficas. As políticas que se relacionam à outorga ou cobrança em relação ao uso da água, pagamentos por serviços ambientais (PSA), mudanças climáticas foram também consideradas relacionadas às SHAE. Na sequência, as informações foram sistematizadas em uma base de dados em Planilha Excel.

### 2.2.2. Critérios para classificação das PP relacionadas às SHAE na RH-II

Nesta etapa foram definidos critérios para a classificação das PP relacionadas às SHAE, sendo atribuída uma pontuação para os critérios elencados (Tabela 1).

Os critérios selecionados refletem aspectos que permitem uma maior participação e retorno social das políticas, bem como aspectos relacionados à sustentabilidade, sendo estes aspectos importantes destacados na abordagem Nexus (WEF, 2011), conforme apresentado na Tabela 1.

Durante o workshop do Projeto Nexus de 16 a 19 de abril de 2019, realizado na Embrapa Solos do Rio de Janeiro, os critérios selecionados pelos autores foram apresentados aos participantes para validação com especialistas. Em seguida foram dirigidas perguntas aos participantes do workshop sobre a validade de cada um dos critérios selecionados anteriormente (Tabela 1). O objetivo desta

etapa foi de verificar a opinião dos especialistas se os critérios utilizados para a classificação das políticas públicas (apresentados na Tabela 1) realmente eram eficientes para avaliar as mesmas enquanto às SHAE. na região hidrográfica Guandu – Rio de Janeiro. Os critérios foram aprovados por consenso pelos especialistas. Do total de 27 participantes do workshop, além dos 3 autores do presente artigo, 17 especialistas com maior expertise em segurança alimentar e hídrica, sendo 16 pesquisadores da Embrapa Solos e 1 pesquisador da EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais), 3 participantes da TNC (*The Nature Conservancy*), ONG responsável pelo projeto de Pagamento por Serviços Ambientais na área de estudo e 9 da academia, sendo 5 da Universidade Rural do Rio de Janeiro, especialistas em segurança energética, com projetos acadêmicos na área de estudo, 3 da Universidade Federal Fluminense, com expertise em segurança hídrica e 1 da USP de São Carlos, especialista em Políticas Públicas.

TABELA 1 – Critérios e pontuação atribuídos para a classificação das políticas públicas relacionadas às SHAE.

<b>Critérios</b>	<b>Código</b>	<b>Pontuação</b>
Estar vigente	C1	1
Levar em conta a agregação de renda/compensação econômica	C2	1
Conter termos relacionados à sustentabilidade	C3	1
Incluir processos participativos	C4	1
Contribuir para a provisão de serviços ecossistêmicos	C5	1
Ações de conscientização e capacitação da população	C6	1
*Contemplar uma segurança	C7	1
*Contemplar duas seguranças	C8	2
*Contemplar três seguranças (SHAE)	C9	3

FONTE: elaboração própria

\* Estes pontos não se acumulam.

---

A classificação das PP, independentemente do nível (nacional, estadual e municipal), foi realizada considerando o somatório da pontuação obtida para os diferentes critérios e levando-se em conta 5 classes a saber: PP não vigentes independente da nota obtida; PP vigentes, estruturantes com somatório das notas igual ou <5; PP vigentes, estruturantes com somatório das notas >5; PP vigentes, complementares com somatório das notas igual ou <5 e PP vigentes, complementares com somatório das notas >5.

As PP consideradas estruturantes foram aquelas com maior potencial de influenciar as SHAE para a área de estudo. PP estruturantes estabelecem diretrizes no nível estratégico, sendo desconsiderados os programas, planos ou projetos, uma vez que esses se referem às diretrizes intermediárias ou operacionais (Secchi, 2013; Raeder, 2014). As PP consideradas complementares foram justamente as que contêm diretrizes intermediárias ou operacionais.

Na sequência, este método de classificação foi aplicado para as PP da RH-II, permitindo classificar as PP em relação ao potencial impacto nas SHAE na área de estudo.

### *2.2.3. Seleção das PP em relação à sua relevância para as SHAE*

A partir desta classificação, foram selecionadas as PP vigentes, estruturantes e com somatório da nota >5 para uma avaliação mais aprofundada. Essas PP foram consideradas as mais integradoras em relação às SHAE para a RH-II. Nesta seleção, nos casos em que se tinha a PP no nível nacional e estadual ou municipal com mesma abordagem, optou-se por PP de atuação mais local (estadual ou municipal), que se entende ter maior influência na

SHAE da área de estudo. O projeto de pagamento por serviços ambientais (PSA) – Produtor de Água e Florestas (PAF), estabelecido pela Lei Municipal nº 514/2010, apesar de não ser estruturante recebeu pontuação >5 e possui atuação relevante e direta na área de estudo no que tange às SHAE, sendo incluído na classe das PP estruturantes com somatório das notas > 5.

### *2.2.4. Avaliação das políticas públicas estruturantes e integradoras com maior relevância para as SHAE na RH-II*

Diante dos diversos objetivos de uma avaliação de política pública, podem-se distinguir três modalidades de avaliação: avaliação de metas, avaliação de processos e avaliação de impactos (Carvalho, 2003, Costa & Castanhar, 2003). O presente estudo se ateve à avaliação do potencial impacto das PP identificadas e classificadas nas SHAE para a área de estudo. Primeiramente se avaliou nas PP selecionadas os critérios que levaram à sua maior pontuação em relação às SHAE e, posteriormente, a avaliação da influência PP (potenciais impactos) nas SHAE na área de estudo.

## **3. Resultados e discussão**

### *3.1. Políticas públicas levantadas e sistematizadas relacionadas às SHAE na RH-II*

O número total de PP identificadas nos diferentes níveis (federal, estadual e municipal) relacionadas às SHAE, com potenciais impactos na RH-II foi 87. Foram identificadas PP relacionadas às SHAE



desde 1934 a 2017, destacando que algumas delas não se encontram mais em vigência.

Em relação ao nível das políticas, predominaram as de nível nacional (71PP – 82%), seguido do nível estadual (14 PP – 16%) e em baixo percentual as municipais (2 PP – 2%). Esse resultado mostra o quanto às PP relacionadas às SHAE estão concentradas no nível nacional. De acordo com Affonso (2000), a descentralização de PP nos níveis subnacionais (estados e municípios) enfrenta algumas dificuldades, a saber: falta de capacitação para assumir novos encargos, o excesso ou insuficiência de controle e acompanhamento das políticas sociais descentralizadas e incongruência entre o aumento

do poder de comando dos governos subnacionais sobre o gasto público.

Em relação ao tipo de segurança que as PP identificadas podem influenciar, obteve-se que a maioria delas atende à segurança hídrica 20 (23%) e energética 20 (23%), seguido da segurança alimentar 9 (10%), sendo que as restantes foram consideradas como atendendo a mais de uma das SHAE analisadas. Do total das PP identificadas em todos os níveis, 15 (17%) contemplam as seguranças hídrica e energética, 4 (6%) as seguranças hídrica e alimentar e 18 (21%) contemplam as três seguranças (Figura 3).



FIGURA 3 – Tipo segurança SHAE (SH – segurança hídrica; SA - segurança alimentar; SE - segurança energética; SHE - segurança hídrica e energética; SHA - segurança hídrica e alimentar; SHAE - segurança hídrica, alimentar e energética) que as políticas atendem por nível de atuação. FONTE: elaboração própria (2022).

Sendo assim, 43% das políticas atendem a mais de um pilar da abordagem Nexus, mas nem todas se integram totalmente as SHAE, se apresentando em grande parte de forma setorial (Figura 3). Uma maior integração entre as políticas relacionadas às seguranças energética e hídrica é interessante para a área de estudo, especialmente porque a produção de energia hidroelétricas depende da gestão dos reservatórios de água na região.

Wichelns (2017) argumenta que ao considerar o insucesso na implementação da Gestão Integrada de Recursos Naturais (INRM), outro esforço para integração deve ser questionado, como é a abordagem Nexus. Há experiências exitosas em algumas partes do mundo aplicando a abordagem Nexus (Machell *et al.*, 2015), cujas soluções podem ser adaptadas e utilizadas na presente área de estudo

Destaca-se que das 20 PP relacionadas à segurança hídrica, 36% são de nível estadual (Figura 3). Este resultado é importante pois a área de estudo é estratégica para o abastecimento público de água da região metropolitana do Rio de Janeiro. A RH II conta com o Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim (Comitê Guandu-RJ) e a Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGE-VAP) bastante estruturados e dentre os mais atuantes do estado do Rio de Janeiro. Diversos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos – Lei nº 9.433/1997 (Brasil, 1997) foram implementados nesta região. Segundo Ferreira (2020) a segurança hídrica e a relação com a disponibilidade de recursos hídricos estão no centro da abordagem Nexus e influenciam a maioria das relações entre os três setores (alimento, água e energia), ainda que o próprio paradigma da abordagem Nexus imprima esforços para que as avaliações tenham uma perspectiva balanceada e intersetorial.

Todas as PP relacionadas exclusivamente à segurança energética são do nível nacional (Figura 3). De um modo geral, houve maior dificuldade em se obter informações sobre estas PP, principalmente no nível estadual e municipal. Essa segurança possui um papel importante para a área de estudo, pela presença do complexo hidrelétrico de Lajes. A Light, que opera este sistema, possui hoje a maior propriedade fundiária do estado do Rio de Janeiro, fornecendo 72% da energia consumida pelo Estado.

A segurança alimentar apresenta um número menor de políticas 9 (10%), sendo estas de nível nacional ou associadas às seguranças hídrica e energética ao nível estadual e municipal (Figura 3). De fato, a R-II é uma região bastante urbanizada, 97,6% da população é urbana e a atividade agrícola não é muito expressiva, sendo mais presente a pecuária (INEA, 2014).

### *3.2. Políticas públicas classificadas em relação às SHAE na RH-II*

A partir da aplicação dos critérios adotados (Tabela 1) foram obtidas as pontuações para cada política pública levantada. As PP mais pontuadas foram aquelas que atenderam ao maior número de critérios estabelecidos, estando, portanto, mais relacionadas às SHAE e sendo consideradas estruturantes e integradoras neste estudo. Das 87 PP levantadas, obteve-se 9 PP não vigentes; 25 PP vigentes, estruturantes e com somatório de notas = ou <5; 5 PP vigentes, estruturantes e com nota > 5; 41 PP vigentes, complementares e com nota = ou <5 e 7 PP vigentes, complementares e com somatório de notas >5 (Figura 4).

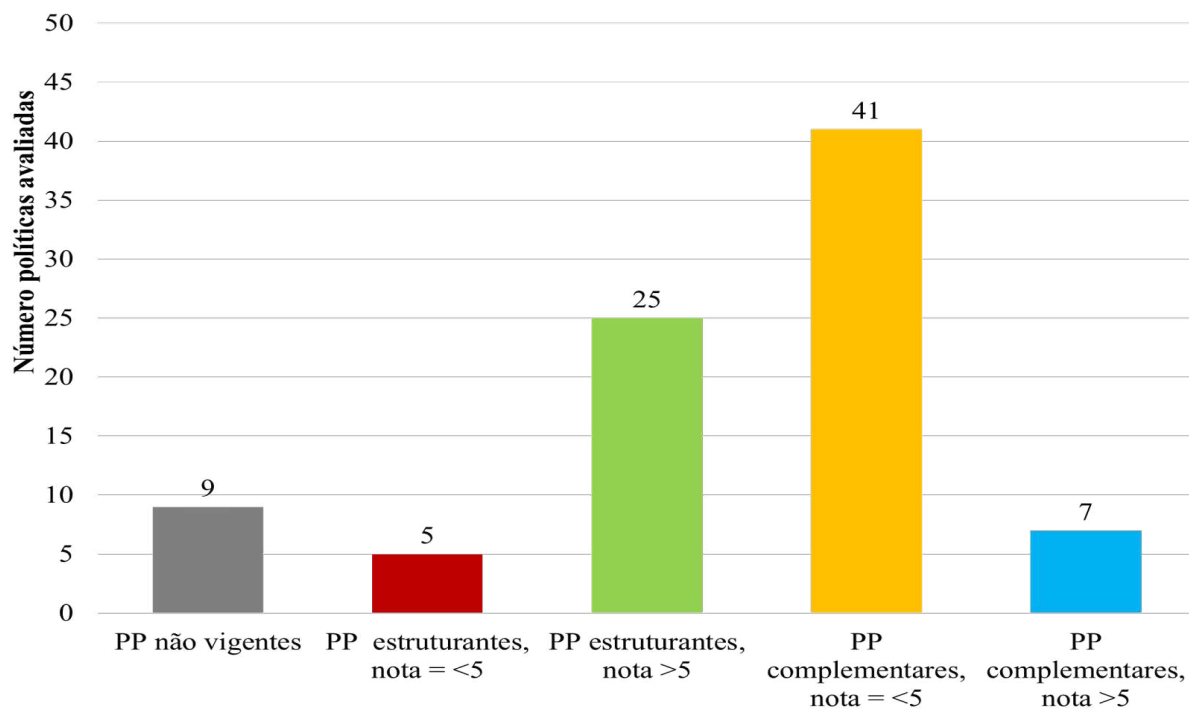


FIGURA 4 – Número de políticas públicas (PP) por classe

FONTE: elaboração própria (2022).

Entre as PP vigentes (78 PP), 41% receberam classificação maior que 5 e 59% receberam notas menores ou iguais a 5. Aproximadamente 50% das políticas vigentes foram classificadas como complementares (Figura 4).

### 3.3. Políticas públicas selecionadas e avaliadas para a RH-II

Considerando as PP classificadas como estruturantes e integradoras, foram selecionadas para avaliação as que receberam o maior somatório de notas (nota > 5), de acordo com os critérios adotados

na etapa de classificação das PP (Tabela 1), que se espera exercer maior impacto nas SHAE na área de estudo. As cinco PP selecionadas foram avaliadas em sua íntegra, identificando-se os aspectos que atendiam aos critérios adotados na sua classificação, em relação à sua relevância ou potencial impacto nas SHAE. O critério C1 não foi considerado, porque todas as PP selecionadas para a avaliação estavam vigentes. Os critérios C7, C8 e C9 (Tabela 1) também foram desconsiderados, pois todas as PP selecionadas atendem as SHAE. A Tabela 2 apresenta os aspectos das cinco PP estruturantes e integradoras, quanto ao atendimento aos critérios de classificação adotados relacionados às SHAE.

TABELA 2 – Aspectos das cinco PP estruturantes e integradoras em relação aos critérios de classificação dos potenciais impactos nas SHAE na RH-II.

PP selecionadas	Atendimento aos critérios de classificação				
	C1 – Agregação de renda/compensação econômica	C2 – Sustentabilidade	C3 – Participação	C4 – Serviços ecossistêmicos	C5 – Conscientização e capacitação
Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Código Florestal)	Prevê a criação e mobilização de incentivos econômicos para fomentar a preservação e a recuperação da vegetação nativa	Prevê mecanismos e instrumentos para a proteção e uso sustentável da vegetação nativa em áreas prioritárias	Prevê a colaboração com a sociedade civil, na criação de políticas para a preservação e restauração da vegetação nativa	Menciona o sequestro de carbono, a beleza cênica, a conservação da biodiversidade, a conservação dos serviços hídricos.	Prevê a implantação de infraestrutura pública destinada a esportes, lazer e atividades educacionais e culturais
Política Estadual sobre Mudança Global do Clima e Desenvolvimento Sustentável (Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2010)	Visa realizar o financiamento de projetos de reflorestamento, restauração, preservação de áreas naturais do bioma de Mata Atlântica.	Prevê preservar, conservar e recuperar os recursos ambientais, considerando a proteção da biodiversidade	Estimula a participação dos governos municipais, assim como da sociedade civil organizada	Visa garantir a provisão das funções ecossistêmicas, incluindo a manutenção da biodiversidade	Prevê o desenvolvimento de programas de sensibilização, conscientização e mobilização e disseminar informações e treinamento
Programa Estadual de Conservação Revitalização de Recursos Hídricos - PROHIDRO e PRO-PSA (Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2011)	Prevê o Pagamento por Serviços Ambientais (PRO- PSA)	Tem como princípio a promoção da integridade e conservação ambiental das bacias hidrográficas	Prevê que as resoluções necessárias à regulamentação do PRO-PSA e iniciativas passíveis de receberem Estadual de Recursos Hídricos	Prevê que as práticas ambientais de receberem incentivos	Prevê a elaboração do cadastro estadual de Pagamento por Serviços ambientais
Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços – ICMS Ecológico (ICMS-E) (Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2007)	Prevê repasses de recursos aos municípios advindos do ICMS	Prevê que o percentual a ser distribuído aos municípios seja em função do critério de conservação ambiental	Prevê que cada município deverá organizar seu próprio Sistema Municipal do Meio Ambiente,	Visa distribuir recursos para a conservação ambiental,	Prevê que o Estado, por intermédio da Secretaria de Estado do Ambiente, estabelecerá programa de apoio aos municípios.
Projeto Produtores de Água e Floresta – PAF (Rio Claro, RJ, 2010)	Prevê o Pagamento por Serviços Ambientais	Visa incentivar a adoção de práticas conservacionistas, aumento da cobertura vegetal e implantação de saneamento nas propriedades rurais	Prevê firmar convênios com entidades governamentais e sociedade civil para apoio técnico e financeiro	Visa à melhoria da qualidade e quantidade das águas e a conservação da biodiversidade	Prevê que o pagamento por serviço ambiental promova a conscientização ambiental dos proprietários rurais

FONTE: elaboração própria.

---

A agregação de renda e a compensação financeira (C1) são aspectos que auxiliam no reconhecimento do valor dos benefícios ambientais, muitas vezes desconsiderado no mercado convencional (externalidades positivas) e que, por sua vez, beneficiam as SHAE e estão presentes nas PP selecionadas. Quanto à sustentabilidade (C2) destacam-se no conteúdo das PP, os mecanismos e instrumentos que valorizam a conservação, adaptação às mudanças climáticas e a permanência dos bens e serviços ambientais intrinsecamente relacionados às SHAE. Durand-Lasserve *et al.* (2020) ressaltam a importância da abordagem Nexus para que a produção de energia, água e alimentos seja mais sustentável e resiliente.

Já os aspectos relacionados a participação e articulação institucional (C3) estão relacionados a estruturação de mecanismos de governança para a implementação das PP. Exemplos como a criação de conselhos que envolvem os atores governamentais, civis, empresariais e acadêmicos, representantes das esferas nacional, estadual e municipal, como o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI).

Os serviços ecossistêmicos (C4), compreendidos como os benefícios que os ecossistemas prestam ao homem (MEA, 2005), foram considerados um fator importante neste estudo para a promoção das SHAE. Bekchanov *et al.* (2015) mencionam que os serviços ecossistêmicos devem ganhar maior importância nos debates sobre o nexo água-alimento-energia, em função dos seus benefícios sociais, como o apoio às atividades econômicas e o fornecimento de melhores meios de subsistência nas áreas rurais.

A conscientização e a capacitação da população (C5) previstas nas PP tratam do envolvimento dos beneficiários, promovendo a sensibilização e a adoção das práticas conservacionistas do solo e da água fundamentais para a promoção das SHAE.

A conscientização pode ocorrer diretamente, por meio de programas de sensibilização como previsto na Política Estadual sobre Mudança Global do Clima e Desenvolvimento Sustentável e Produtor de Água e Florestas. Adicionalmente, a conscientização pode ocorrer indiretamente, pelo incentivo à criação de infraestrutura social, como previsto no Código Florestal, ou pela elaboração do cadastro das experiências de Pagamento por Serviços Ambientais, conforme previsto no PROHIDRO/PRO-PSA (Tabela 2). Durand-Lasserve *et al.* (2020) relatam que muitas políticas resultaram em baixa aceitação e que, portanto, é preciso o envolvimento dos governos locais e das comunidades como um todo, para que a abordagem Nexus possa obter êxito na sua aplicação.

### 3.3.1. Código Florestal (Nacional) – Lei nº 12.651/2012

O Código Florestal (Brasil, 2012), apesar de nacional, tem uma atuação local, uma vez que é o principal instrumento político que regulariza como a vegetação nativa deve coexistir com as atividades agropecuárias e florestais em imóveis rurais. Esta lei afeta diretamente a dinâmica do uso da terra em propriedades rurais com forte relação com as SHAE de um território. O Código Florestal prevê a criação e mobilização de incentivos econômicos e compensação, como o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), para fomentar a preservação e a recuperação da vegetação nativa nas propriedades rurais

Metzger *et al.* (2019) afirmam que os principais benefícios das Reservas Legais (RL), adicionalmente aos benefícios econômicos e para a saúde humana, são para as seguranças hídrica, energética, alimentar e climática, além de sua função primária de auxiliar na manutenção da biodiversidade em

---

paisagens agrícolas tais como polinização das culturas ou controle natural de pragas.

Segundo Salamene *et al.* (2011), a vegetação nativa nas áreas de preservação permanente (APP) do rio Guandu representa em torno de 13% do total de 934,4 ha de áreas de APP. Os autores mencionam que esses fragmentos são fundamentais para a manutenção da qualidade da água da bacia do Guandu, pois os fragmentos florestais encontram-se muito reduzidos quanto ao tamanho de suas áreas.

Ainda há muitas lacunas na implementação do Código Florestal brasileiro, mas é preciso reconhecer a sua importância para as SHAE. Melo *et al.* (2021) destacam em seu estudo que a restauração de florestas e paisagens é uma estratégia promissora para melhorar a SHAE. Inclusive eles defendem que a “segurança florestal” deve formar uma quarta dimensão fundamental para uma nova estrutura do nexo água, energia, alimentos e floresta. Os princípios-chave desta nova estrutura apoiam um papel integrado das florestas no desenvolvimento sustentável e o envolvimento das comunidades locais em soluções baseadas na natureza. No município de Rio Claro, cerca de 35% da área total dos estabelecimentos rurais são ocupadas por APP e/ou RL (IBGE, 2017), desta forma a aplicação do Código Florestal tem um papel preponderante na adequação ambiental ao nível de município, com potencial impacto nas SHAE.

### *3.3.2. Política estadual sobre mudança global do clima e desenvolvimento sustentável (estadual) – Lei nº 5.690/2010*

A Política Estadual sobre mudança global do clima e o desenvolvimento sustentável (Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2010) visa alinhar o

modelo de desenvolvimento do Rio Janeiro à economia de baixo carbono e desenvolvimento sustentável, propondo a adoção de medidas de mitigação, adaptação e resiliência aos impactos dos eventos climáticos. Vieira & Dalgaard (2013) trazem reflexões da importância da aplicação da abordagem Nexus (SHAE) no contexto das mudanças climáticas. Turetta *et al.* (2022) propuseram uma estrutura metodológica para avaliar o impacto das práticas conservacionistas nas SHAE. A conservação e restauração florestal, além do potencial de sequestro e armazenamento de carbono na biomassa aérea e solo, contribuem para a redução de enchentes (FAO, 2005), com grande potencial para mitigação e adaptação às mudanças climáticas. (Monteiro *et al.*, 2017, Monteiro *et al.*, 2019).

No município de Rio Claro, aproximadamente 51% do território era ocupado por remanescentes da Mata Atlântica em 2018 (MapBiomass, 2019), já bastante alterada e descontinuada (TNC, 2013), e 36% de pastagens com diversos níveis de degradação, indicando o potencial de aplicação das tecnologias previstas no Plano ABC neste território, principalmente relacionadas à recuperação de pastagens degradadas e à implantação de sistemas de integração lavoura pecuária. Grandes áreas ocupadas com pastagens, principalmente se mal manejadas, causam a exposição intensiva do solo aos processos erosivos. As tecnologias do Plano ABC são opções com benefícios ambientais e econômicos, com efeitos diretos e indiretos sobre a SHAE na área de estudo.

### *3.3.3. Programa estadual de conservação e revitalização de recursos hídricos (PROHIDRO/ PRO-PSA) (estadual) – Decreto nº 42.029/2011*

---

O Decreto nº 42.029/2011 (Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2011) regulamenta o Programa estadual de conservação e revitalização de recursos Hídricos (PROHIDRO) e seu subprograma, denominado PRO-PSA – Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais. O objetivo do PROHIDRO é proporcionar a revitalização, quando necessária, e a conservação, onde possível, dos recursos hídricos como um todo por meio do manejo dos elementos dos meios físico e biótico, tendo a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e trabalho. O PRO-PSA prioriza investimentos nas áreas rurais e de mananciais de abastecimento público, observados os critérios a serem aprovados pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI-RJ), representando um avanço para a proteção dos recursos hídricos, das florestas e da biodiversidade. Os proprietários rurais do Estado do Rio de Janeiro que favorecem a conservação, a manutenção, a ampliação ou a restauração de benefícios aos ecossistemas são passíveis de receberem pagamentos por serviços ambientais (PSA).

A provisão e manutenção de serviços ambientais são indispensáveis para a regulação climática, proteção contra desastres naturais, manutenção e provisão de recursos hídricos e manutenção da biodiversidade, afetando diretamente as SHAE (Bekchanov *et al.* 2015). Há um grande potencial para que a provisão de serviços ambientais seja uma opção para obter benefícios sociais, ambientais e econômicos, diretos e indiretos para a SHAE na área de estudo. Isto devido ao fato de 51% do município de Rio Claro ser ocupado por remanescentes florestais da Mata Atlântica e em função das modalidades do PRO-PSA contemplarem compensação para proprietários rurais que cumprem a Lei da Mata Atlântica (Brasil, 2006), reduzindo, dessa forma, a pressão sobre as florestas nativas remanescentes

no território. Um dos projetos de PSA apoiados pelo PRO-PSA é o Produtores de Água e Floresta (PAF), no município de Rio Claro, que será descrito em item específico.

### 3.3.4. Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços – ICMS-ecológico (estadual) – Lei nº 5.100/2007

A Lei Estadual nº 5.100/2007 (Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2007) incluiu o critério de conservação ambiental no repasse do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) aos municípios do Estado do Rio de Janeiro. O ICMS Ecológico (ICMS-E) objetiva impactar positivamente a qualidade ambiental dos municípios por meio de um mecanismo tributário que garante às prefeituras que investem em conservação ambiental uma fatia maior do ICMS repassados a elas

Vários dos fatores que o ICMS-E contemplam corroboram para as SHAE, sendo alguns deles: o estabelecimento de mecanismos de incentivo financeiro para a conservação e preservação ambiental, o incentivo a criação de Unidades de Conservação, a criação de uma estrutura de governança para a gestão dos recursos e o incentivo para o aumento do saneamento e coleta e disposição adequada de resíduos sólidos. Xavier *et al.* (2023) concluíram em seu estudo que deficiências do sistema de tratamento de esgoto têm profundos impactos sobre a disponibilidade hídrica, além de que a demanda por água para diluição dos esgotos equivale ao dobro da demanda de água para abastecimento humano na RH-II, inclusive no município de Rio Claro, RJ.

Além disso, essa PP é integrativa, à medida que considera a normativa de diversas outras políticas em seu escopo, como o Código Florestal, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação

---

(SNUC), a Política Nacional de Recursos Hídricos e a Política nacional de saneamento básico.

Diversos estudos têm explorado a questão da governança da abordagem Nexus. Gyawali (2015) por exemplo, usando estudos de caso do Nepal, Índia e Tailândia, apontaram desafios e opções de governança que podem aceitar incertezas sociais e físicas e criar sinergias nos setores de água, energia e alimentos. Stein & Jaspersen (2019) apresentaram um arcabouço metodológico para investigar a governança Nexus na região do rio Nilo na África e destacaram que é preciso identificar soluções para a integração de sistemas de governança, para que a aplicação desta abordagem possa obter êxito.

### 3.3.5. Projeto produtor de água e florestas – PAF (municipal) – Lei n° 514/2010

A Lei municipal n° 514/2010 (Rio Claro, RJ, 2010) cria o projeto Produtor de Água e Floresta (PAF) no município de Rio Claro e autoriza o pagamento financeiro aos proprietários que aderirem ao projeto. O principal objetivo do PAF é proporcionar o aumento de cobertura florestal em áreas de preservação permanente e demais áreas prioritárias, melhorando a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos dos mananciais (Castello Branco, 2015).

Entre os principais desafios para a gestão e manejo da RH-II está a perda de cobertura florestal, que acelera a degradação dos solos e conseqüentemente dos recursos hídricos, principalmente devido às queimadas e a substituição da floresta por pastagens (INEA, 2014). No município de Rio Claro foi identificado um ganho de cobertura florestal que pode ser atribuído à existência do projeto, uma vez que o aumento observado em propriedades participantes do PAF foi superior ao verificado em áreas externas ao projeto (Fiorini, 2018). O projeto também trouxe

resultados importantes para o Cadastro Ambiental Rural (CAR), previsto no Código Florestal, devido a assistência técnica para efetivação do CAR para todas as propriedades contratadas pelo PAF (Teixeira *et al.*, 2019). A ampliação do projeto para outras sub-bacias da RH-II, vinculada ao PRO-PSA (Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2011) para região do Guandu, teve início em 2018.

## 4. Conclusões

Os instrumentos de políticas públicas relacionados às SHAE são muitos e diversos. Neste sentido, a estratégia metodológica aplicada no presente estudo foi importante para identificar, classificar, selecionar e avaliar as PP mais relevantes para a área de estudo. A estratégia metodológica pode ser aplicada para outros conjuntos de políticas relacionadas à abordagem Nexus, em contextos socioeconômicos e ambientais similares. Do total das 87 políticas públicas identificadas nos diferentes níveis de atuação, predominaram as de nível nacional (82%), indicando uma certa centralização das PP referente às SHAE ao nível federal. No entanto, 43% das PP atendem a mais de um pilar da abordagem Nexus, demonstrando uma tendência de integração das SHAE. A classificação das PP como estruturantes e integradoras permitiu a seleção de 5 PP para análise das suas contribuições para as SHAE na área de estudo.

Como resultado da estratégia metodológica aplicada, pode-se afirmar que as políticas públicas consideradas estruturantes e integradoras e com maior influência nas SHAE na área de estudo são as que promovem o manejo e a conservação do solo, da água e da vegetação nativa; bem como as que possuem mecanismos de agregação de valores ou benefícios a quem pratica a conservação ambiental



(organização, infraestrutura, apoio técnico, renda, crédito, etc.). Portanto, políticas como PROHIDRO/ PRO-PSA, Política Estadual sobre Mudança Global do Clima e Desenvolvimento Sustentável e ICMS Ecológico tem grande potencial de contribuir para a implementação da abordagem Nexus. A área de estudo possui um elevado percentual de remanescentes de cobertura vegetal natural (51%) com potencial de ser alvo de políticas que tenham mecanismos de conservação e compensação (PSA), como o Código Florestal e Projeto Produtores de Água e Floresta, com fortes reflexos nas SHAE.

A área de estudo se apresenta como bastante promissora para a aplicação da abordagem Nexus. Por outro lado, a área de estudo, apesar de estar sob influência de muitas políticas voltadas ao uso e conservação dos recursos hídricos, com o envolvimento de diversas instituições governamentais, universidades, da sociedade civil e do terceiro setor, ainda enfrenta sérios problemas de saneamento. Isso afeta negativa e diretamente o pilar da segurança hídrica, tão central na abordagem Nexus e, indiretamente, os pilares das seguranças energética e alimentar. Um caminho para se avançar para a SHAE seria um maior envolvimento do setor privado e maior integração das políticas e instrumentos de gestão da água, da energia e da produção de alimentos, visando alcançar a sustentabilidade na RH-II, tão necessária para a provisão de diversos serviços e benefícios à sociedade, não somente para quem habita na região, mas para além de suas fronteiras, visto que a RH- II fornece água, energia e alimentos para a grande região metropolitana do Rio de Janeiro.

### ***Agradecimentos***

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio fi-

nanceiro para o desenvolvimento da pesquisa no âmbito do Projeto Nexus - Avaliação do impacto de práticas rurais sustentáveis na segurança alimentar, hídrica e energética do entorno do reservatório de Ribeirão das Lajes – RJ (CNPq 441313/2017-5) e à coordenadora do projeto Ana Paula Dias Turetta, pesquisadora da Embrapa Solos, por ter sido facilitadora no desenvolvimento da presente pesquisa.

### ***Referências***

Affonso, R.A.A. Descentralização e reforma do Estado: a Federação brasileira na encruzilhada. *Revista de administração pública*, 14, 127-152, 2000

AGEVAP – Associação pró-gestão das águas da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. *Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim*, 2018. Disponível em: <[https://www.comiteguandu.org.br/conteudo/agvp\\_guandu\\_prh-rf01\\_r01.pdf](https://www.comiteguandu.org.br/conteudo/agvp_guandu_prh-rf01_r01.pdf)>. Acesso em: dez. 2022.

Al – Saidi, M.; Elagib N. A. Towards understanding the integrative approach of the water, energy and food nexus. *Science of the Total Environment*, 2017.

Bekchanov, M.; Ringler, C.; Mueller, M. Ecosystem services in the water-energy-food nexus. *Change and Adaptation in Socio-Ecological Systems*, 2(1), 2015. doi: 10.1515/cass2015-0016

Bizikova, L.; Roy, D.; Swanson, D, *et al.* *The Water-energy-food security nexus: towards a practical planning and decision-support framework for landscape investment and risk management*. Winnipeg, MB, Canada: The International Institute for Sustainable Development, 2013. Disponível em: [https://www.iisd.org/system/files/publications/wef\\_nexus\\_2013.pdf](https://www.iisd.org/system/files/publications/wef_nexus_2013.pdf) Acesso em: nov.2022.

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, e dá outras providências. Brasília: DOU de 9/1/1997.

Brasil. 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: DOU de 26/12/2006.
- Brasil. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis no 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis no 4.771, de 15 de setembro de 1965, e dá outras providências. Brasília: DOU de 28/5/2012.
- Carvalho, S. N. Avaliação de programas sociais: balanço das experiências e contribuição para o debate. São Paulo em Perspectiva, São Paulo, 17(3-4), 185-197, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/spp/a/dQCXTWYHKWfG-FSJbY7SbsBK/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: dez. 2022
- Castello Branco, M. R. *Pagamento por serviços ambientais: da teoria à prática*. Rio Claro (RJ). Instituto Terra de Preservação Ambiental – ITPA 188 p, 2015. Disponível em: [http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/@inter\\_digat\\_geget/documents/document/zwew/mtew/~edisp/inea0110596.pdf](http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/@inter_digat_geget/documents/document/zwew/mtew/~edisp/inea0110596.pdf). Acesso em ago. 2022.
- Cook, C.; Bakker, K. Water security: debating an emerging paradigm. *Global Environmental Change*, 22, 94-102, 2012
- Costa, F. L.; Castanhar, J. C. Avaliação de programas públicos: desafios conceituais e metodológicos. *Revista de Administração Pública*, 37(5), 962-969, 2003.
- Durand-Lasserve, O.; Cox, J., Engel-Cox, J.; Igogo, T.; Anand, P. K.; Kumar, K.; Logan J. Mezher T.; Saleh, L. *Integrated nexus policies for sustainable and resilient energy, water, and food systems*. G20 Insights - Climate change, sustainable energy & environment, 2020 Disponível em: <https://www.g20-insights.org/>. Acesso em dez.2022.
- Embid, A.; Martín, L. Lineamientos de políticas públicas: un mejor manejo de las inter-relaciones del Nexo entre el agua. La energía y la alimentación. *CEPAL - Serie Recursos Naturales e Infraestructura*, 189(2), 2018. Disponível em: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/44183>. Acesso em nov.2022.
- Endo, A.; Yamada, M.; Miyashita, Y.; Sugimoto, R.; Ishii, A.; Nishijima, J.; Fujii, M.; Kato, T.; Hamamoto, H.; Kimura, M.; Kumazawa, T.; Qi, J. Dynamics of water–energy–food nexus methodology, methods, and tools. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 13, 46-60, 2020. doi: 10.1016/j.coesh.2019.10.004
- FAO – Food and Agriculture Organization, 2020. *Forests and floods: drowning in fiction or thriving on facts?* 2005. Disponível em: <http://www.fao.org/forestry/11722-0ae-a9fb9406230267eaf9955570ec42f3.pdf>. Acesso em ago. 2022.
- Ferraço, A. A. G.; Moraes, G. G. B. L. A abordagem científica-instrumental do Nexus water-food-energy como método para a construção de uma política ambiental integrada na gestão dos recursos hídricos. *Revista Videre*, 10(19), 53-68, 2018.
- Ferreira, J. L. *Estudo da relação entre dimensões do Nexus água-energia-alimento e a vulnerabilidade no submédio rio São Francisco*. Brasília. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília – UnB, 2020.
- Fiorini, A. C. *Brazilian forest code instruments used to promote Atlantic Forest restoration a study in Rio Claro Municipality*. Tese (Doutorado) - University of Florida, Florida, 2018.
- Gevelt, T. V. The water–energy–food nexus: bridging the science–policy divide. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 13, 6-10, 2020. doi: 10.1016/j.coesh.2019.09.008
- Governo do Estado do Rio de Janeiro. *Lei nº 5100 de 04 de outubro de 2007*. Altera a Lei nº 2.664, de 27 de dezembro de 1996, que trata da repartição aos municípios da parcela de 25% (vinte e cinco por cento) do produto da arrecadação do ICMS, incluindo o critério de conservação ambiental, e dá outras providências. Rio de Janeiro: D.O.E de 05/10/2007
- Governo do Estado do Rio de Janeiro. *Lei nº 5690 de 14 de abril de 2010*. Institui a Política Estadual sobre Mudança Global do Clima e Desenvolvimento Sustentável e dá outras providências. Rio de Janeiro: D.O.E de 15/04/2010
- Governo do Estado do Rio de Janeiro. *Decreto nº 42.029 de 15 de junho de 2011*. Regulamenta o programa estadual de conservação e revitalização de recursos hídricos - PROHIDRO, previsto nos artigos 5º e 11 da lei nº 3.239, de 02 de agosto de 1999, que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Rio de Janeiro: D.O.E de 16/06/2011.
- Grisa, C; Schneider, S (Orgs). *Políticas públicas de desenvolvimento rural no Brasil*. Porto Alegre: Editora da

---

UFRGS, 2015

Gyawali, D. *Nexus governance: harnessing contending forces at work*. Nexus dialogue synthesis papers. Gland, Switzerland: IUCN, 2015. doi: 10.2305/IUCN.CH.2015.NEX.5.en

IBGE – *Censo Agropecuário*, 2017. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br>. Acesso em ago. 2022

INEA – Instituto Estadual do Ambiente. *Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro (PERHI-RJ)*, 2014. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/ar-agua-e-solo/plano-estadual-de-recursos-hidricos> Acesso em: ago. 2022.

INEA – Instituto Estadual do Ambiente. *Plano de Manejo do Parque Estadual Cunhambebe*, 2015. Disponível em <http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/02/PEC-PM.pdf>. Acesso em ago. 2022.

Lenzi, T. *O que são políticas públicas?* Toda Política, 2018. Disponível em: <<https://www.todapolitica.com/politicas-publicas/>>. Acesso em fev. 2021.

Machell, J.; Prior, K.; Allan, R.; Andresen, J. M. The water energy food nexus – challenges and emerging solutions. *Environmental Science: water Research & Technology*, 1, 15-16, 2015.

Mapbiomas. *Coleção 4 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil*, 2019. Disponível em: <https://plataforma.mapbiomas.org/>. Acesso em: ago.2022.

Mara, D.; Nate, S.; Stavitsky, A.; Kharlamova, G. The place of energy security in the national security framework: an assessment approach. *Energies*, 15, 658, 2022. doi: 10.3390/en15020658

Mariani, L.; Guarengi, M. M.; Mito, J. Y. L.; Cavaliero, C. K. N.; Galvão, R. R. A. Análise de oportunidades e desafios para o nexo Água-Energia. *Desenvolvimento e Meio ambiente*, 37, 9-30, 2016.

MEA – Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-being: synthesis*, Ecosystems. Washington, D. C.: Island Press, 2005. doi: 10.1196/annals.1439.003

Metzger, E.; Reig, P.; Wen, W.H.; Young, R. S.; Owens, B. *Water-energy Nexus: business risks and rewards*. World Resources Institute, 2016. Disponível em: <http://www.wri.org/publication/water-energy-nexus>. Acesso em: fev. 2022.

Metzger, J. P.; Bustamante, M. M. C.; Ferreira J.; Fernandes, G. W.; Librán-Embí, F.; Pillar, V. D.; Prist P. R.; Rodrigues, R. R.; Vieira, I. C. G.; Overbeck, G. E. Por que o Brasil precisa de suas Reservas Legais. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 17, 104-116, 2019.

Melo, F. P. L.; Parry, L.; Brancalion, P. H. S.; Freitas, J.; Manhães, A. P.; Meli, P.; Ganade G.; Chazdon R. L. Adding forests to the water–energy–food nexus. *Nature Sustainability*, 4, 85-92, 2021. doi: 10.1038/s41893-020-00608-z

Mercure J.-F.; Paim, M. A.; Bocquillon, P.; Lindner, S.; Salas, P.; Martinelli, P.; Berchin, I. I.; Andrade Guerra, J. B. S. O de.; Derani, C.; Albuquerque Junior, C. L. de.; Ribeiro J. M. P.; Knobloch, F.; Pollitt, H.; Edwards, N. R.; Holden, P. B.; Foley, A.; Schaphoff, S.; Faraco, R. A.; Vinales, J. E. System complexity and policy integration challenges: the Brazilian Energy- Water-Food Nexus. *Renewable and sustainable energy reviews*, 105, 230-243, 2019. doi: 10.1016/j.rser.2019.01.045

Monteiro, J. M. G.; Schuler, A. E.; Prado, R. B.; Fidalgo, E. C. C.; Turetta, A. P. D.; Martins, A. L. S.; Oliveira, A. P.; Donagemma, G. K. Soil and water management for ecosystem services provision in agricultural landscapes: the challenge of monitoring. In: Nehren, U.; Schlüter, S.; Raedig, C.; Sattler, D.; Hissa, H. (Eds.). *Strategies and tools for a sustainable rural Rio de Janeiro*. Cham: Springer, p. 53-67, 2019.

Monteiro, J. G. M.; Angelotti, F. Santos, M. M. de O. Adaptação e mitigação às mudanças climáticas: Contribuição dos serviços ecossistêmicos dos solos. *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, 43(2), 2017.

Naranjo, L.; Willaarts, B. A. *Guía metodológica: diseño de acciones con enfoque del Nexo entre agua, energía y alimentación para países de América Latina y el Caribe*. CEPAL: Serie Recursos Naturales y Desarrollo, 2020.

Narula, K.; Reddy, B. S. A SES (sustainable energy security) index for developing countries. *Energy*, 94, 326-343, 2016. doi: 10.1016/j.energy.2015.10.106

OECD/FAO. *Agricultural Outlook 2013-2022*, 2012. Disponível em: <[www.oecd.org/site/oecd-faoagriculturaloutlook/highlights-2013-EN.pdf](http://www.oecd.org/site/oecd-faoagriculturaloutlook/highlights-2013-EN.pdf)>. Acesso em nov. 2022.

Peng, W.; Berry, E. M. The concepts of food security. In: Ferranti, P.; Berry, E. M.; Anderson, J. R. (Eds.). *Encyclo-*

- pedia of Food Security and Sustainability*, 2, 1-7, 2019.
- Raeder, S. Ciclo de políticas: uma abordagem integradora dos modelos para análise de políticas públicas. *Perspectivas em Políticas Públicas*, 7(13), 121-146, 2014. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/revistapp/article/view/856> Acesso em ago.2022.
- Ramos, M. P.; Schabbach, L. M. O estado da arte da avaliação de políticas públicas: conceituação e exemplos de avaliação no Brasil. *Revista de Administração Pública*, 46(5), 1271-1294, 2012. doi: 10.1590/S0034-76122012000500005
- Rasul, G. Food, water, and energy security in South Asia: a Nexus perspective from the Hindu Kush Himalayan region. *Environmental Science & Policy*, 39, 35-48, 2014. doi: 10.1016/j.envsci.2014.01.010
- Rio Claro (RJ). *Lei Municipal nº 514 de 29 de dezembro de 2010*. Cria o projeto Produtor de águas e Florestas, autoriza o executivo a prestar apoio financeiro aos proprietários e RPPN's e dá outras providências. Rio Claro: Câmara Municipal, 2011.
- Shannak, S.; Mabrey, D.; Vittorio, M. Moving from theory to practice in the water–energy–food nexus: an evaluation of existing models and frameworks. *Water-Energy Nexus*, 1(1), 17-25, 2018. doi: 10.1016/j.wen.2018.04.001
- Salamene, S.; Francelino, M. R.; Valcarcel, R.; Lani, J. L.; Sá, M. M. F. Estratificação e caracterização ambiental da área de preservação permanente do Rio Guandu/RJ. *Revista Árvore*, 35(2), 2011. doi: 10.1590/S0100-67622011000200007
- Secchi, L. *Políticas públicas: conceitos, esquemas de análise, casos práticos*. São Paulo: Cengage Learning, 2. ed., 2013.
- Sovacool, B. K.; Brown, M. A. Competing Dimensions of energy security: an international perspective. *Annual Review of Environment and Resources*, 35, 77-108, 2010. doi: 10.1146/annurev-environ-042509-143035
- Stein, C.; Jespersen, L. J. A relational framework for investigating nexus governance. *The Geographical Journal*, 185(4), 377-390, 2019. doi: 10.1111/geoj.12284
- Teixeira, G. M.; Santos, C. L.; Tubbs Filho, D.; Antunes, J. C. O. *Serviços ambientais e gestão dos recursos hídricos: a experiência em Rio Claro, RJ*. Revista Ineana, Rio de Janeiro: INEA, 2019. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2020/02/revista-ineana-7-especial-PSA.pdf>. Acesso em: out. 2021
- TNC – The Nature Conservancy. *Monitoramento da avifauna da Bacia do Rio das Pedras*, Rio Claro, RJ, 2013. Disponível em: <https://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/images/Monit.%20Avifauna.pdf>. Acesso em: ago. 2022.
- Torres, C. J. F.; Xavier, R. S.; Fontes, A. S.; Ribeiro, D. V.; Medeiros, Y. D. P. Decision support system for selecting sectoral data-bases in studies of the water–energy–agricultural–environmental nexus. *Brazilian Journal of Environmental Sciences*, 56(2), 193-208, 2021. doi: 10.5327/Z11769478897
- Turetta, A. P. D.; Fidalgo, E. C. C.; Pedreira, B. da C. C. G.; Garcia, E.; Bonatti, M.; Melloni, G.; Löhr, K.; Monteiro, J. M. G.; Prado, R. B.; Moster, C.; Martins, A. L. da S.; Malheiros, T. F.; Sieber, S. A methodology framework to access the impact of rural practices in the food-water-energy security nexus. In: Moreira, F. de A.; Dalla Fontana, M.; Malheiros, T. F.; Di Giulio, G. M. (Eds.). *The water-energy-food nexus: what the Brazilian research has to say*. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP, p. 228-241, 2022.
- Vieira, M. A, Dalgaard K. G. The energy-security-climate-change nexus in Brazil. *Environmental Politics*, 22(4), 610-626, 2013. doi: 10.1080/09644016.2013.806633
- WEF – World Economic Forum. *Water security: the water-food-energy-climate Nexus*. World Economic Forum Water, 2011. Disponível em: [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_WI\\_WaterSecurity\\_WaterFoodEnergyClimateNexus\\_2011.pdf?\\_gl=1\\*1csfsrp\\*\\_up\\*MQ..&gclid=C-jwKCAiAuOieBhAIEiwAgjCvckJCSvY-kmYKvNmfdy-nOYYcyKUvZJt2mTQ4kLelObGSoxTW7pweOhoCCbE-QAvD\\_BwE](https://www3.weforum.org/docs/WEF_WI_WaterSecurity_WaterFoodEnergyClimateNexus_2011.pdf?_gl=1*1csfsrp*_up*MQ..&gclid=C-jwKCAiAuOieBhAIEiwAgjCvckJCSvY-kmYKvNmfdy-nOYYcyKUvZJt2mTQ4kLelObGSoxTW7pweOhoCCbE-QAvD_BwE) . Acesso ago. 2022.
- Wichelns, D. The water-energy-food nexus: Is the increasing attention warranted, from either a research or policy perspective? *Environmental Science Policy*, 69, 113-123, 2017. doi: 10.1016/j.envsci.2016.12.018
- Xavier, F.; Prado, R.; Fidalgo, E. Dynamic and maintenance of water purification ecosystem service in the Guandu River Hydrographic Region, Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. 2023, 28, e12. <https://doi.org/10.1590/2318-0331.282320220109>