



## Proposição de critério de incentivo à energia renovável e eficiência energética para as leis de ICMS Ecológico no Brasil

### *Proposition of incentive criteria for renewable energy and energy efficiency for the Ecological ICMS laws in Brazil*

Leandra ALTOÉ<sup>1\*</sup>, Delly OLIVEIRA FILHO<sup>2</sup>, José Márcio COSTA<sup>2</sup>, Joyce Correna CARLO<sup>2</sup>, Francisco Javier REY MARTÍNEZ<sup>3</sup>, Luis Manuel NAVAS GRACIA<sup>3</sup>, Osmar Rosa FERNANDES<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), São Mateus, ES, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade de Valladolid (UVa), Valladolid, Castilla y León, Espanha.

\* E-mail de contato: leandra.altoe@ufes.br

Artigo recebido em 14 de outubro de 2020, versão final aceita em 16 de março de 2022, publicado em 17 de outubro de 2022.

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi formular um critério de incentivo à energia renovável e eficiência energética para compor as leis de ICMS Ecológico no Brasil. A proposição foi realizada observando-se os potenciais energéticos existentes no país e os métodos de cálculo de distribuição de recursos empregados nas leis de ICMS Ecológico vigentes. Foi formulado um critério energético composto por dez subcritérios: pequenas centrais hidrelétricas; energia solar fotovoltaica; energia eólica; termelétricas à biomassa; etanol combustível; energia solar térmica; cogeração qualificada; certificação de eficiência energética de edifícios; código de obras com diretrizes de eficiência energética; e política municipal de conservação de energia. Entre os potenciais impactos econômicos e socioambientais desta iniciativa pode-se citar: aumento da independência e diversificação da matriz energética nacional; criação de emprego e renda advindos do segmento de geração distribuída; e redução das emissões de gases causadores do efeito estufa provenientes do setor energético brasileiro.

*Palavras-chave:* políticas públicas; compensação financeira; planejamento energético; conservação de energia; geração distribuída de energia.

**ABSTRACT:** The objective of this study was to formulate a criterion to encourage renewable energy and energy efficiency to compose the Ecological ICMS laws in Brazil. The proposition was carried out observing the energy potential existing in the country and the methods of calculating the distribution of resources used in the current Ecological

---

ICMS laws. An energy criteria composed of ten sub-criteria was formulated: small hydroelectric plants; photovoltaic solar energy; wind energy; biomass thermoelectric plants; ethanol fuel; solar thermal energy; qualified cogeneration; energy efficiency certification of buildings; building codes with energy efficiency guidelines; and municipal energy conservation policy. Among the potential economic and socio-environmental impacts of this initiative, it can be mentioned: increased independence and diversification of the national energy matrix; creation of jobs and income from the distributed generation segment; and reduction of greenhouse gas emissions from the Brazilian energy sector.

*Keywords:* public policies; financial compensation; energy planning; energy conservation; distributed energy generation.

## 1. Introdução

Nos últimos anos, governos, organizações e sociedades têm dado maior atenção às questões de conservação ambiental em várias partes do mundo (Bennett & Gosnell, 2015). Como resposta às limitações das intervenções de controle para garantir a gestão ambiental, formuladores de políticas públicas têm considerado pagamentos financeiros para incentivar a conservação dos recursos naturais (Singh, 2015).

A Constituição Federal estabelece os limites que regem a distribuição de impostos no território nacional, incluindo o “Imposto sobre operações aplicadas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual, intermunicipal e de comunicação” (ICMS). De acordo com o artigo n.º 158 da Constituição, do total arrecadado com o ICMS, 75% pertence aos estados e 25% aos municípios. Ainda de acordo com este artigo, a parcela do ICMS pertencente aos municípios deve ser repartida da seguinte forma:

i) três quartos, no mínimo, na proporção do valor adicionado nas operações relativas à circulação de mercadorias e nas prestações de serviços, realizadas em seus territórios; e

ii) até um quarto, de acordo com o que dispuser lei estadual (Brasil, 1988).

Assim, os governos estaduais podem destinar parte do ICMS para municípios que promovem ações de conservação do meio ambiente e melhoria da qualidade de vida humana, o qual é conhecido como ICMS Ecológico (Piasentin & Góis, 2016; Takenaka *et al.*, 2016; Brito & Marques, 2017; Carneiro *et al.*, 2018).

Em 1991, o Paraná foi o primeiro estado a promulgar uma lei de ICMS Ecológico, aplicando os critérios “Unidades de conservação ambiental” e “Proteção de bacias hidrográficas” (Paraná, 1991). Nos anos subsequentes, vários estados brasileiros implementaram as suas leis, com base em critérios diversos, conforme apresentado na Tabela 1.

Este instrumento legal tem sido importante para promover a conservação do meio ambiente em diversos estados brasileiros. No Paraná, o ICMS Ecológico contribuiu para a criação e o manejo de áreas de preservação ambiental (Nascimento *et al.*, 2011). Em Minas Gerais, esta política contribuiu para expansão de unidades de conservação ambiental e construção de aterros sanitários e usinas de reciclagem e compostagem de resíduos sólidos (Prado Filho & Sobreira, 2007; Fernandes *et al.*, 2011; Souza *et al.*, 2015). No Rio de Janeiro, o ICMS

Ecológico colaborou para aplicação de recursos em gestão ambiental e saneamento em diversos municípios (Ferreira *et al.*, 2015). No Ceará, foi observada uma influência positiva do ICMS ecológico na sustentabilidade ambiental, principalmente por meio da implementação de programas de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos (Lima & Macêdo, 2019).

O ICMS Ecológico já foi reconhecido por várias entidades nacionais e internacionais como um instrumento legal exitoso para incentivar a conservação do meio ambiente. Em 1995, foi considerado pela União Internacional para Conservação da Natureza e Recursos Naturais como uma das sete experiências bem-sucedidas para a

TABELA 1 – Critérios adotados para transferência de ICMS Ecológico nos estados brasileiros.

<b>Critérios</b>	<b>Estados</b>
Unidades de conservação ambiental	AC, AL, AP, GO, MT, MS, MG, PA, PB, PE, PI, PR, RJ, RO, RS, SP, TO
Gestão de resíduos urbanos sólidos	AL, CE, GO, MS, PB, PE, PI, RJ
Saneamento básico	AL, ES, TO
Combate ao desmatamento	GO, PI
Combate à incêndios	GO, TO
Programas de conservação do solo	GO, TO
Programas de conservação da biodiversidade	GO, PI
Programas de conservação da água	GO, PI, RJ, TO
Proteção de mananciais	GO, PI, PR, PI
Mitigação de poluição atmosférica, sonora e visual	GO, PI
Adequação de edifícios irregulares quanto ao uso do solo	GO, PI
Educação ambiental	GO, PI
Número de propriedades rurais	ES, PR, RS
Produção agrícola	MG, PR, RO
Área cultivada	AP, SP
Comercialização agrícola	ES
Política municipal de meio ambiente	GO, PI, TO
Municípios com área alagada para geração de energia hidrelétrica	MG, RS, SP
Educação	CE, AP, MG, PE
Saúde	AP, CE, ES, MG, PE
Patrimônio cultural	AP, MG
Turismo	MG
Esportes	MG

FONTA: Elaborado pelos autores, dados brutos: Paraná (1991); São Paulo (1993); Amapá (1996); Rondônia (1996); Espírito Santo (1997); Rio Grande do Sul (1997); Tocantins (2002); Pernambuco (2003); Acre (2004); Mato Grosso (2004); Ceará (2007); Rio de Janeiro (2007); Piauí (2008); Minas Gerais (2009); Goiás (2011); Paraíba (2011); Mato Grosso do Sul (2011); Pará (2012); Alagoas (2020).

---

conservação da biodiversidade na América Latina e no Caribe, pós-Conferência Rio 92. No ano seguinte, a Fundação Getúlio Vargas o elegeu como uma das cem políticas públicas mais importantes da administração brasileira. Em 1997, ganhou o prêmio *Henry Ford*, concedido pela Organização das Nações Unidas, que reconhece iniciativas que promovem a conservação ambiental (Nieves, 2014, *apud* Pozzetti & Campos, 2017).

Em 2020, as fontes renováveis de energia apresentaram participação de 84,8% na oferta interna de eletricidade, sendo 65,2% por energia hidráulica (EPE, 2021). A dependência por esta fonte fez com que o país passasse por um racionamento de energia elétrica de grandes proporções em 2001 (Borges, 2021). Nos anos mais recentes, ocorreram novos períodos de estiagem que exigiram o aumento da geração por termelétricas à combustíveis fósseis, as quais têm maior custo e são mais poluentes (Soares & Cândido, 2020). Tal cenário evidencia a necessidade de diversificar a matriz brasileira para aumentar a sustentabilidade e a confiabilidade de suprimento da demanda nos próximos anos (Paim *et al.*, 2019).

Vários países europeus têm promovido o uso de fontes renováveis de energia e de medidas de eficiência energética por meio de uma combinação de mecanismos de incentivo em diferentes esferas de poder (Iskandarova *et al.*, 2021; Kozlova & Overland, 2022). Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA, 2022), a capacidade instalada acumulada de sistemas de geração de energia elétrica por fontes renováveis na Europa quase que dobrou entre 2010 e 2020, com maiores aumentos de energia solar, eólica e biomassa, nesta ordem.

No Brasil, um importante marco legal foi a promulgação da Resolução Normativa n.º 482 da

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2012), a qual instituiu um sistema de compensação de energia elétrica, onde unidades consumidoras com micro ou minigeração, a partir de fonte renovável ou cogeração qualificada, podem compensar o seu consumo. Além disso, a governo federal tem promovido leilões de geração por energia eólica, solar e biomassa nos últimos anos (Tolmasquim *et al.*, 2021). Entre 2010 e 2020, as fontes supracitadas apresentaram, juntas, um aumento de 14,5% na oferta interna de energia elétrica, com maior acréscimo de eólica (8,4%), seguida por biomassa (4,4%) e solar (1,7%) (EPE, 2021).

Vale ressaltar que existe um grande potencial para expansão do uso de fontes renováveis de energia e medidas de eficiência energética no país (MME, 2011; MME, 2020), o qual poderia ser impulsionado por políticas públicas (Solarin & Bello, 2019; Santos *et al.*, 2020). Apesar de haver algumas normativas em nível federal, incluindo as citadas anteriormente, observa-se poucas iniciativas em nível estadual, o que poderia ser feito, por exemplo, pelas leis de ICMS Ecológico.

Atualmente, há apenas um critério energético presente nas leis de ICMS Ecológico, que diz respeito à compensação financeira de municípios que possuem áreas inundadas por usinas hidrelétricas. Esse critério foi um dos primeiros a serem formulados, em 1993, mas não se difundiu como outros criados na mesma época, como “Unidades de conservação ambiental”, presente em grande parte dos estados (Tabela 1). Além da energia hidráulica, outras fontes renováveis poderiam ser incentivadas por esse instrumento legal, como energia solar, eólica e da biomassa. Além disso, medidas de eficiência energética poderiam ser promovidas pelo ICMS Ecológico, as quais são tão importantes

---

quanto as fontes renováveis para a conservação do meio ambiente.

Ademais, alguns estudos apontam a necessidade de atualização das leis de ICMS Ecológico, com vistas ao aprimoramento das diretrizes já existentes e elaboração de novos parâmetros (Lima *et al.*, 2020; Paulo & Camões, 2021; Ruggiero *et al.*, 2022), entre eles, de caráter energético (Oliveira Filho *et al.*, 2013). Neste contexto, objetivou-se com este trabalho propor um critério de incentivo às fontes renováveis de energia e medidas de eficiência energética para compor as leis de ICMS Ecológico.

## **2. Metodologia**

Para propor o novo critério para as leis de ICMS Ecológico, primeiramente, foi realizado um estudo do potencial de uso de fontes renováveis de energia e medidas de eficiência energética no Brasil. Esta pesquisa foi realizada com base em informações e dados presentes em relatórios técnicos, incluindo: Plano Nacional de Energia 2050 (MME, 2020), Plano Nacional de Eficiência Energética (MME, 2011), Atlas Brasileiro de Energia Solar (INPE, 2017), Atlas do Potencial Eólico Brasileiro (CEPEL, 2017) e Atlas de Bioenergia do Brasil (USP, 2012).

Além disso, avaliou-se políticas públicas de incentivo em vigor no país para definir quais fontes renováveis de energia e medidas de eficiência energética seriam contempladas pelo novo critério. Entre estas, a Resolução Normativa n.º 482 (ANEEL, 2012), atualizada pelas Resoluções Normativas n.º 687 (ANEEL, 2015) e Resolução Normativa n.º 786 (ANEEL, 2017a). O critério foi elaborado considerando diversos subcritérios, de modo que

cada subcritério contemplasse uma alternativa energética.

Em seguida, foram elaborados os métodos de cálculos para repasse de ICMS Ecológico do estado aos municípios por cada subcritério. Para isto, foram estudados e aplicados métodos de rateio de recursos já empregados em leis de ICMS Ecológico no país (Tocantins, 2002; Piauí, 2008; Minas Gerais, 2009; Goiás, 2011; Mato Grosso do Sul, 2011). Utilizou-se como método base a relação do uso de fontes renováveis e medidas de eficiência energética nos municípios e no estado, fazendo-se adaptações necessárias para atender as particularidades de cada subcritério.

Por fim, foi realizado um levantamento de fontes de dados que poderiam ser utilizadas pelos gestores estaduais para a execução dos métodos de cálculos propostos para cada subcritério do novo critério energético. Nesta pesquisa, foram priorizadas fontes de instituições governamentais com vistas à transparência e confiabilidade das informações, entre elas, Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2022), Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2022) e Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO, 2022). Para os parâmetros sobre os quais não há fontes de dados prontamente disponíveis, foram propostas alternativas para obtenção de dados por parte dos gestores estaduais.

## **3. Resultados e discussão**

### **3.1. Critério “energia renovável e eficiência energética” para as leis de ICMS ecológico**

A partir da primeira etapa desta pesquisa,

quando foram analisados o potencial de uso de fontes renováveis de energia e medidas de eficiência energética no Brasil e políticas de incentivo na área, foi formulado um novo critério para as leis de ICMS Ecológico, intitulado “Energia renovável e eficiência energética”, composto pelos seguintes subcritérios:

- i) Pequenas centrais hidrelétricas;
- ii) Energia solar fotovoltaica;
- iii) Energia eólica;
- iv) Termelétricas à biomassa;
- v) Cogeração qualificada;
- vi) Etanol combustível;
- vii) Energia solar térmica;
- viii) Código de obras com diretrizes de eficiência energética;
- ix) Certificação de eficiência energética de edifícios; e
- x) Política municipal de conservação de energia.

A parcela de ICMS Ecológico a ser transferida do estado aos municípios pelo subcritério “Pequenas centrais hidrelétricas” seria definida pela Equação (1).

$$(1) \quad P_{ch} = \frac{C_{hm}}{C_{he}} 100$$

em que  $P_{ch}$  é a parcela de ICMS Ecológico a ser repassada ao município pelo subcritério “Pequenas centrais hidrelétricas”(‰);  $C_{hm}$  é a capacidade instalada em operação de Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGHs) e Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) no município (MW); e  $C_{he}$  é a capacidade instalada em operação de CGHs e PCHs no estado (MW). Quando as usinas estiverem localizadas nos limites de dois municípios, sugere-se contabilizar metade da capacidade instalada para cada município.

A parcela de ICMS Ecológico a ser transferida do estado aos municípios pelo subcritério “Energia solar fotovoltaica” seria definida pela Equação (2).

$$(2) \quad P_{sf} = \frac{C_{fm}}{C_{fe}} 100$$

em que  $P_{sf}$  é a parcela de ICMS Ecológico a ser repassada ao município pelo subcritério “Energia solar fotovoltaica” (‰);  $C_{fm}$  é a capacidade instalada em operação de usinas fotovoltaicas no município (MW); e  $C_{fe}$  é a capacidade instalada em operação de usinas fotovoltaicas no estado (MW).

A parcela de ICMS Ecológico a ser transferida do estado aos municípios pelo subcritério “Energia eólica” seria definida pela Equação (3).

$$(3) \quad P_{eo} = \frac{C_{om}}{C_{oe}} 100$$

em que  $P_{eo}$  é a parcela de ICMS Ecológico a ser repassada ao município pelo subcritério “Energia eólica” (‰);  $C_{om}$  é a capacidade instalada em operação de usinas eólicas no município (MW); e  $C_{oe}$  é a capacidade instalada em operação de usinas eólicas no estado (MW).

A parcela de ICMS Ecológico a ser transferida do estado aos municípios pelo subcritério “Termelétricas à biomassa” seria definida pela Equação (4). O subcritério prevê termelétricas abastecidas por qualquer forma de biomassa, desde que outorgadas pela Agência Nacional de Energia Elétrica. Atualmente, há usinas em operação no Brasil por diversas formas, incluindo bagaço de cana-de-açúcar; licor negro; carvão vegetal; lenha; e resíduos sólidos urbanos, agropecuários e florestais (ANEEL, 2022).

$$(4) \quad P_{tb} = \frac{C_{bm}}{C_{be}} 100$$

em que  $P_{tb}$  é a parcela de ICMS Ecológico a ser repassada ao município pelo subcritério “Termelétricas à biomassa” (%);  $C_{bm}$  é a capacidade instalada em operação de usinas termelétricas à biomassa no município (MW); e  $C_{be}$  é a capacidade instalada em operação de usinas termelétricas à biomassa no estado (MW).

A parcela de ICMS Ecológico a ser transferida do estado aos municípios pelo subcritério “Cogeração qualificada” seria definida pela Equação (5).

$$(5) \quad P_{cq} = \frac{C_{cm}}{C_{ce}} 100$$

em que  $P_{cq}$  é a parcela de ICMS Ecológico a ser repassada ao município pelo subcritério “Cogeração qualificada” (%);  $C_{cm}$  é a capacidade instalada em operação de usinas termelétricas com cogeração qualificada no município (MW); e  $C_{ce}$  é a capacidade instalada em operação de usinas termelétricas com cogeração qualificada no estado (MW).

Para o cálculo dos subcritérios “Pequenas centrais hidrelétricas”, “Energia solar fotovoltaica”, “Energia eólica”, “Termelétricas à biomassa” e “Cogeração qualificada”, poderiam ser utilizados dados do Sistema de Informações de Geração (SIGA) da Agência Nacional de Energia Elétrica, o qual apresenta informações atualizadas sobre usinas de geração de energia elétrica em operação no Brasil (ANEEL, 2022).

A parcela de ICMS Ecológico a ser transferida do estado aos municípios pelo subcritério “Etanol combustível” seria definida pela Equação (6).

$$(6) \quad P_{ec} = \frac{C_{em}}{C_{ee}} 100$$

em que  $P_{ec}$  é a parcela de ICMS Ecológico a ser repassada ao município pelo subcritério “Etanol combustível” (%);  $C_{em}$  é o consumo de etanol combustível no município (m<sup>3</sup>/ano); e  $C_{ee}$  é o consumo de etanol combustível no estado (m<sup>3</sup>/ano).

Para o cálculo deste subcritério, poderiam ser utilizados dados da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, a qual faz levantamentos anuais sobre o consumo de etanol combustível no Brasil (ANP, 2022).

A parcela de ICMS Ecológico a ser transferida do estado aos municípios pelo subcritério “Energia solar térmica” seria definida pela Equação (7).

$$(7) \quad P_{st} = \frac{A_{tm}}{A_{te}} 100$$

em que  $P_{st}$  é a parcela de ICMS Ecológico a ser repassada ao município pelo subcritério “Energia solar térmica” (%);  $A_{tm}$  é a área instalada de coletores solares térmicos no município (m<sup>2</sup>); e  $A_{te}$  é a área instalada de coletores solares térmicos no estado (m<sup>2</sup>).

Alguns estados apresentam levantamentos de área de coletor solar térmico em seus balanços energéticos anuais, motivo pelo qual foi considerado este parâmetro para o cálculo do subcritério. Para estados onde isto não ocorre seria necessário incorporar este estudo nos balanços energéticos ou designar uma secretaria com conhecimento na área para fazer tal levantamento.

A parcela de ICMS Ecológico a ser transferida do estado aos municípios pelo subcritério “Certificação de eficiência energética de edifícios” seria definida pela Equação (8).

$$(8) \quad P_{ce} = \frac{0,30A_{cm} + 0,25B_{cm} + 0,20C_{cm} + 0,15D_{cm} + 0,10E_{cm}}{0,30A_{ce} + 0,25B_{ce} + 0,20C_{ce} + 0,15D_{ce} + 0,10E_{ce}} 100$$

em que  $P_{ce}$  é a parcela de ICMS Ecológico a ser repassada ao município pelo subcritério “Certificação de eficiência energética de edifícios” (%);  $A_{cm}$  e  $A_{ce}$  são a área de edifícios com etiqueta “A” pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) no município e no estado, respectivamente;  $B_{cm}$  e  $B_{ce}$  são a área de edifícios com etiqueta “B” pelo PBE no município e no estado, respectivamente;  $C_{cm}$  e  $C_{ce}$  são a área de edifícios com etiqueta “C” pelo PBE no município e no estado, respectivamente;  $D_{cm}$  e  $D_{ce}$  são a área de edifícios com etiqueta “D” pelo PBE no município e no estado, respectivamente; e  $E_{cm}$  e  $E_{ce}$  são a área de edifícios com etiqueta “E” pelo PBE no município e no estado, respectivamente.

A metodologia pontua todos os edifícios certificados, considerando maior peso para aqueles com melhor desempenho. Vale mencionar que a certificação de edificações é voluntária no Brasil e os edifícios devem atender a uma série de requisitos de eficiência energética, previstos nos regulamentos de avaliação do PBE, para que tenham direito à etiquetagem.

Para o cálculo deste subcritério, poderiam ser utilizados dados do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, o qual publica periodicamente informações sobre edifícios certificados pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem (INMETRO, 2022).

A parcela de ICMS Ecológico a ser transferida do estado aos municípios pelo subcritério “Código de obras com diretrizes de eficiência energética” ( $P_{co}$ ) seria determinada pela presença e rigor de medidas de eficiência energética nos códigos de obras municipais. Como referência, propõem-se as seguintes medidas de conservação de energia:

- i) Aproveitamento de iluminação natural;
- ii) Aproveitamento de ventilação natural;
- iii) Sistemas eficientes de iluminação e ar-condicionado;
- iv) Instalação de tubos de água quente para receber sistemas solares térmicos;

- v) Emprego de fontes renováveis de energia; e
- vi) Outras medidas que promovam a redução do consumo de energia das edificações.

Primeiramente, o governo estadual analisaria os códigos de obras de todos os municípios para julgar quais deles teriam direito a receber recursos pelo subcritério. Depois disso, estes municípios seriam divididos nos grupos “A”, “B” e “C” da seguinte forma:

- Grupo A: Municípios que apresentem os códigos de obras mais rigorosos, que dividiriam, em partes iguais, 50% dos recursos destinados a este subcritério;
- Grupo C: Municípios que apresentem os códigos de obras menos rigorosos, que dividiriam, em partes iguais, 20% dos recursos destinados a este subcritério; e
- Grupo B: Municípios que apresentem os códigos menos rigorosos que do grupo “A” e mais rigorosos que do grupo “C”, que dividiriam, em partes iguais, 30% dos recursos destinados a este subcritério.

Para fins de cálculo de rateio do subcritério “Código de obras com diretrizes de eficiência energética”, o governo estadual poderia nomear uma secretaria com conhecimento na área para definir o enquadramento dos municípios.

A parcela de ICMS Ecológico a ser transferida do estado aos municípios pelo subcritério “Política municipal de conservação de energia” ( $P_{pe}$ ) seria determinada pela presença e rigor de políticas municipais de conservação de energia. Para isto, os municípios precisariam possuir política promulgada, bem como conselho e fundo para execução da



---

política. Como referência, propõem-se as seguintes diretrizes nas políticas municipais de conservação de energia, orientadas por setor:

i. Setor público: licitações para compra de máquinas e equipamentos que considerem requisitos de eficiência energética por órgãos públicos municipais;

ii. Setor educacional: discussão sobre uso racional de energia nas escolas municipais de ensino fundamental e médio, por meio de aulas, palestras e/ou exposições;

iii. Setor residencial: atividades em bairros para instruir a população sobre o uso racional de energia, incluindo recomendações para economia de energia, sistemas de aquecimento solar de água e informações sobre eletrodomésticos rotulados pelo PBE;

iv. Setor comercial e de serviços: palestras abordando temas de conservação de energia de interesse, como sistemas de iluminação e ar-condicionado eficiente e práticas de uso racional e equipamentos rotulados pelo PBE;

v. Setor industrial: palestras e clínicas tecnológicas que abordam questões de interesse na área, incluindo eficiência energética como fator de competitividade, reutilização de resíduos para geração de energia, sistemas de cogeração e auditorias energéticas;

vi. Setor de transportes: campanhas de conscientização que incluem o uso de transporte público, veículos eficientes e biocombustíveis;

vii. Setor agropecuário: palestras e clínicas tecnológicas para capacitar produtores rurais sobre assuntos de interesse, como manejo e práticas eficientes na agricultura e pecuária, geração de energia a partir de resíduos, sistemas de cogeração e

biocombustíveis; e

viii. Outras medidas que promovam a conservação de energia nos municípios.

Primeiramente, o governo estadual analisaria todas as políticas públicas municipais de conservação de energia existentes e dividiria os municípios nos grupos “A”, “B” e “C” da seguinte forma:

- Grupo A: Municípios que apresentem as políticas mais rigorosas, que dividiriam, em partes iguais, 50% dos recursos destinados a este subcritério;

- Grupo C: Municípios que apresentem as políticas menos rigorosas, que dividiriam, em partes iguais, 20% dos recursos destinados a este subcritério; e

- Grupo B: Municípios que apresentem as políticas menos rigorosas que do grupo “A” e mais rigorosas que do grupo “C”, que dividiriam, em partes iguais, 30% dos recursos destinados a este subcritério.

Para realizar o cálculo de rateio pelo subcritério “Política municipal de conservação de energia”, o governo estadual poderia nomear uma secretaria com conhecimento na área para definir o enquadramento dos municípios.

Recomenda-se que a composição do critério “Energia renovável e eficiência energética” seja feita considerando uma participação igualitária dos subcritérios, ou seja, de 10% cada, com vistas a promover benefícios em diferentes vertentes energéticas, como apresentado na Equação (9):

$$(9) \quad P_{ee} = \frac{0,10P_{ch} + 0,10P_{sf} + 0,10P_{eo} + 0,10P_{tb} + 0,10P_{cq} + 0,10P_{ec} + 0,10P_{st} + 0,10P_{ce} + 0,10P_{co} + 0,10P_{pe}}{0,10P_{ec} + 0,10P_{st} + 0,10P_{ce} + 0,10P_{co} + 0,10P_{pe}}$$

em que  $P_{ee}$  é a parcela de ICMS Ecológico a ser repassada pelo critério “Energia renovável e eficiência energética” ao município (%).

Uma vez que os estados podem destinar até 25% da parcela do ICMS pertencente aos municípios de acordo com o que dispuser lei estadual, sugere-se que o critério proposto tenha participação inicial de 1%, de modo a não exigir uma redução acentuada de outros critérios em vigência.

### 3.2. Considerações sobre o novo critério energético nas leis de ICMS Ecológico

Para cada um dos subcritérios do critério proposto, foram elaborados métodos de cálculo para repasse de recursos dos estados aos municípios. Os métodos de cálculo referentes às fontes renováveis de energia correspondem a indicadores puramente quantitativos, enquanto os referentes à eficiência energética são indicadores mais qualitativos. No primeiro caso, é possível fazer uma comparação direta entre municípios e estado para uma mesma unidade de medida, por exemplo, potência elétrica instalada, consumo de etanol combustível e metros quadrados de coletor solar térmico. Apesar disto, a economia financeira e a redução de impactos ambientais que podem ser obtidos por meio do uso de medidas de eficiência energética não devem ser ignoradas, mesmo que exijam métodos de cálculo com caráter mais qualitativo.

Dos dez subcritérios que compõem o critério, cinco versam sobre geração de energia elétrica, a saber, pequenas centrais hidrelétricas, energia solar

fotovoltaica, energia eólica, termelétricas à biomassa e cogeração qualificada. Estas alternativas são contempladas pela Resolução Normativa n.º 482 (ANEEL, 2012), atualizada pela Resolução Normativa n.º 687 (ANEEL, 2015) e pela Resolução Normativa n.º 786 (ANEEL, 2017a). Optou-se por considerar estas tecnologias para a elaboração do critério “Energia renovável e eficiência energética” por já existir uma abertura de mercado, fator importante para encorajar os governos estaduais a incorporarem essas diretrizes nas leis de ICMS Ecológico. Vale salientar que a Resolução Normativa n.º 687/2015 excluiu a definição de quais fontes podem participar do sistema de compensação de geração distribuída, exigindo apenas que sejam fontes renováveis. Esta modificação permite incentivar outras tecnologias ainda com uso incipiente no país, como energia geotérmica, onda motriz e maremotriz, que poderiam, futuramente, ser consideradas também nas leis de ICMS Ecológico.

Entre os outros cinco subcritérios que compõem o critério “Energia renovável e eficiência energética”, dois dizem respeito à conservação de energia em edificações (Certificação de eficiência energética de edifícios e Código de obras com diretrizes de eficiência energética), isto devido ao grande potencial do setor da construção civil. Estima-se que o potencial de conservação de energia em edifícios possa chegar a 30% para construções existentes, se estas passarem por grandes intervenções, e a 50% para novas edificações, ao se utilizar tecnologias eficientes desde a concepção inicial do projeto (Melo *et al.*, 2014).

Além disso, foi elaborado um subcritério sobre energia solar térmica, a qual está entre as fontes renováveis mais viáveis para uso no Brasil, com tempo de retorno de capital de 3 a 5 anos para fins

---

residenciais (Martins *et al.*, 2012). Ademais, foi proposto um subcritério que versa sobre consumo de etanol combustível, uma vez que o setor de transportes é um dos que mais consomem energia e contribuem para as emissões de gases causadores do efeito estufa no país (EPE, 2021). E por fim, foi formulado um subcritério referente à política municipal de conservação de energia, contemplando várias diretrizes sobre energias renováveis e eficiência energética.

Ressalta-se que ao se empregar um maior número de subcritérios, promove-se uma maior gama de iniciativas de conservação do meio ambiente, no entanto, torna o processo de cálculo de rateio do ICMS mais complexo. Para contornar esta dificuldade, a incorporação deste novo critério nas legislações que versam sobre o assunto poderia ser feita em duas etapas. Na primeira, considerando-se apenas os cinco subcritérios relativos à geração de energia elétrica (Pequenas usinas hidrelétricas; Energia solar fotovoltaica; Energia eólica, Termelétricas à biomassa; e Cogeração qualificada), uma vez que possuem cálculo puramente quantitativo, dado pela relação de capacidade instalada no município e no estado. E na segunda etapa, considerando-se os demais cinco subcritérios, após um período de organização dos órgãos públicos responsáveis em realizar o cálculo de rateio do ICMS. Além disso, cada estado poderia adaptar o critério proposto e empregar apenas parte dos subcritérios, com base em suas particularidades e potencialidades em recursos energéticos.

A incorporação de um critério que versa sobre fontes renováveis de energia e medidas de eficiência energética nas leis do ICMS Ecológico apresenta diversos impactos econômicos e socioambientais. Do ponto de vista econômico, um dos principais

benefícios recai sobre o governo federal, quanto aos custos de planejamento e gestão do sistema elétrico nacional. O aumento da geração distribuída retarda a necessidade de expansão dos sistemas de geração e transmissão de energia elétrica para atender o contínuo crescimento da demanda dos centros consumidores. Além disso, ao se gerar energia de forma distribuída, elimina-se as perdas do sistema de transmissão, equivalentes a aproximadamente 4% da eletricidade gerada no Brasil (ANEEL, 2019). Porém, o aumento da geração distribuída exige uma adequação do sistema elétrico nacional quanto à inserção e operação destas cargas, de modo a não prejudicar o fornecimento de energia elétrica aos consumidores (Vivenza & Gomes, 2022).

Em relação à viabilidade econômica das alternativas previstas nos dez subcritérios, cada uma delas possui atratividade diferente, que deve ser avaliada caso a caso antes de implementá-las, relacionada sobretudo ao nível de desenvolvimento tecnológico e aos atuais preços de mercado. Por exemplo, energia fotovoltaica, a qual é uma das fontes renováveis mais propícias para geração distribuída, tem apresentado indicadores econômicos positivos para uso no Brasil. Segundo estudo da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2017b), sistemas fotovoltaicos destinados a atender os setores residencial e comercial apresentam, respectivamente, tempo de retorno de capital médio de aproximadamente 7 e 6 anos, considerando tarifas de diferentes concessionárias de energia elétrica atuantes no Brasil.

Em relação aos impactos sociais da inclusão do critério “Energia renovável e eficiência energética” nas leis do ICMS Ecológico, estes dizem respeito principalmente à criação de empregos e distribuição de renda. Por exemplo, ao se incentivar empreen-

---

dimentos de geração de energia de forma descentralizada, por meio da iniciativa das prefeituras, em comparação com empreendimentos de grande porte, promove-se a criação de um maior número de postos de trabalho e de forma mais difusa no país. Heideier *et al.* (2021) analisaram os impactos da geração distribuída fotovoltaica no Brasil, considerando o atual marco regulatório, e verificaram que a criação de empregos é significativa e os custos de criação de tais empregos em relação à renúncia fiscal apresentam custo-benefício positivo.

No que tange ao meio ambiente, um dos principais impactos do uso de fontes renováveis de energia e medidas de eficiência energética se refere à redução das emissões de gases de efeito estufa. Em 2020, o total de emissões associadas à matriz energética brasileira foi de aproximadamente 398,3 milhões de toneladas equivalentes de dióxido de carbono (EPE, 2021). Apenas por meio da aplicação de medidas de eficiência energética, estima-se que haja um potencial de redução de 321 TWh de consumo de eletricidade no Brasil em 2050, o que corresponderia a evitar mais de duas vezes o consumo de energia do setor industrial em 2019 (MME, 2020). Para efeito de comparação, este setor emitiu 75,8 milhões de toneladas equivalentes de dióxido de carbono no ano citado (EPE, 2020).

Embora a geração distribuída de energia renovável ocasione menos impactos comparada à geração em grandes usinas, essa também causa interferências no meio físico e biótico no entorno dos empreendimentos, as quais devem ser observadas durante instalação, operação e descomissionamento dos projetos. As pequenas centrais hidrelétricas, por exemplo, exigem a construção de represas, com implicações sobre o regime dos rios e os ecossistemas aquáticos (Lima *et al.*, 2019). Em relação aos

sistemas fotovoltaicos, destaca-se a emissão de produtos no processo de preparação das matérias-primas, principalmente na purificação do silício, e a necessidade do correto descarte dos equipamentos (Rosa & Gasparin, 2016). As centrais termelétricas à biomassa, por sua vez, geram poluentes que podem comprometer a qualidade do ar, caso se empreguem tecnologias com baixa eficiência de conversão e métodos de controle inadequados (Lora & Salomon, 2004).

Vale salientar que há diversos obstáculos para a inserção de critérios socioambientais nas leis estaduais que versam sobre o rateio do ICMS, incluindo a resistência política de municípios que receiam sofrer perdas de recursos por esta fonte. Portanto, há necessidade de se desenvolver estratégias e ações para promover a coprodução de políticas públicas, com a participação de diversas agentes da sociedade (Nadir Júnior *et al.*, 2007). Por exemplo, pode-se propor discussões nas Assembleias Legislativas Estaduais em que sejam apresentados os critérios propostos e os impactos da implementação destes sobre o meio ambiente e a população.

Para atenuar o impacto fiscal na receita dos municípios, pode-se alterar as legislações prevendo a redução gradual de antigos critérios e o aumento gradual de novos critérios para um determinado período de tempo. Esta alternativa já foi empregada por alguns estados para criar e alterar suas leis de ICMS Ecológico. Por exemplo, Minas Gerais, que já atualizou sua legislação duas vezes, reduziu a participação do critério “Valor Adicionado Fiscal” de 79,68% para 75,00% entre 2009 e 2011, para a inclusão de seis novos critérios socioambientais (Minas Gerais, 1995; Minas Gerais, 2000; Minas Gerais, 2009). Esta opção poderia ser considerada para encorajar os estados brasileiros a adotar o

---

critério “Energia renovável e eficiência energética” em suas leis de ICMS Ecológico.

#### 4. Conclusões

O objetivo deste trabalho foi formular um critério de incentivo à energia renovável e eficiência energética para compor as leis de ICMS Ecológico no Brasil. A proposição foi realizada observando-se os potenciais energéticos existentes no país e os métodos de cálculo de distribuição de recursos empregados nas leis de ICMS Ecológico vigentes.

O critério proposto, intitulado “Energia renovável e eficiência energética”, seria composto por dez subcritérios: Pequenas centrais hidrelétricas; Energia solar fotovoltaica; Energia eólica; Termelétricas à biomassa; Etanol combustível; Energia solar térmica; Cogeração qualificada; Código de obras com diretrizes de eficiência energética; Certificação de eficiência energética de edifícios; e Política municipal de conservação de energia. Para cada subcritério, foram elaborados métodos de cálculo e apontadas fontes de dados de parâmetros necessários para execução destes cálculos.

Entre os impactos econômicos e socioambientais em adotar critérios de incentivo às fontes renováveis de energia e medidas de eficiência energética nas leis de ICMS Ecológico, pode-se citar: aumento da independência e diversificação da matriz energética nacional, com redução da necessidade de expansão do sistema elétrico nacional e de importações de insumos energéticos; criação de emprego e renda advindos das atividades do segmento de geração distribuída; e redução das emissões de gases causadores do efeito estufa provenientes do setor energético brasileiro. Todavia, alguns estados

têm apresentado dificuldades para aumentar a participação de critérios socioambientais nas leis que versam sobre o assunto, devido ao impacto fiscal nas receitas dos municípios, o qual poderia ser atenuado por meio da implementação gradual de critérios desta natureza no rateio do ICMS.

Por fim, ressalta-se que o incentivo às fontes renováveis de energia e eficiência energética por meio de instrumentos legais de compensação financeira, como as leis de ICMS Ecológico, é essencial para promover o uso mais sustentável dos recursos naturais. O Brasil possui um grande potencial de geração de energia a partir de várias fontes alternativas, incluindo energia solar, eólica e da biomassa, as quais poderiam ser mais bem exploradas a partir da adoção de políticas públicas de incentivo nas três esferas administrativas.

#### Referências

Acre. *Lei n.º 1.530, de 22 de janeiro de 2004*. Institui o ICMS Verde, destinando cinco por cento da arrecadação deste tributo para os municípios com unidades de conservação ambiental. Rio Branco: DOE de 22/1/2004.

Alagoas. *Lei n.º 8.234, de 10 de janeiro de 2020*. Altera a lei estadual nº 5.981, de 19 de dezembro de 1997, que consolida os critérios de apuração, define os prazos de entrega das parcelas do produto da arrecadação dos impostos que menciona e das transferências, asseguradas aos municípios alagoanos, e dá outras providências. Maceió: DOE de 13/1/2020.

Amapá. *Lei n.º 322, de 23 de dezembro de 1996*. Dispõe sobre a distribuição da parcela da receita do produto da arrecadação dos impostos estaduais conforme disposições contidas no artigo 158 da Constituição Federal e Lei Complementar Federal n.º 63/90, e dá outras providências. Macapá: DOE de 23/12/1996.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. *Resolução normativa n.º 482, de 17 de abril de 2012*. Estabelece as con-

dições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Brasília: DOU de 19/4/2012.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. *Resolução Normativa n.º 687, de 24 de novembro de 2015*. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição - PRO-DIST. Brasília: DOU de 2/12/2015.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. *Resolução Normativa n.º 786, de 17 de outubro de 2017*. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012. Brasília: DOU de 25/10/2017a.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. *Atualização das projeções de consumidores residenciais e comerciais com microgeração solar fotovoltaicos no horizonte 2017-2024*, 2017b. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/documents/656827/15234696/Nota+T%C3%A9cnica\\_0056\\_PROJE%C3%87%C3%95ES+GD+2017/38cad9ae-71f6-8788-0429-d097409a0ba9](http://www.aneel.gov.br/documents/656827/15234696/Nota+T%C3%A9cnica_0056_PROJE%C3%87%C3%95ES+GD+2017/38cad9ae-71f6-8788-0429-d097409a0ba9)>. Acesso em: fev. 2022.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. *Perdas de energia*, 2019. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=801&idPerfil=4>>. Acesso em: dez. 2019.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. *Sistema de Informações de Geração da ANEEL*, 2022. Disponível em: <<https://antigo.aneel.gov.br/siga>>. Acesso em: fev. 2022.

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. *Dados e estatísticas*, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/dados-estatisticos#>>. Acesso em: fev. 2022.

Bennett, D. E.; Gosnell, H. Integrating multiple perspectives on payments for ecosystem services through a social–ecological systems framework. *Ecological Economics*, 116, 172-181, 2015. doi: 10.1016/j.ecolecon.2015.04.019

Borges, F. Q. Crise de energia elétrica no Brasil - uma breve reflexão sobre a dinâmica de suas origens e resultados. *Revista Científica Multidisciplinar*, 2(10), e210809, 2021. doi: 10.47820/recima21.v2i10.809

Brasil. *Constituição da República Federativa do Brasil*,

*de 5 de outubro de 1988*. 11. ed. São Paulo, Atlas, 1998.

Brito, R. O.; Marques, C. F. Pagamento por serviços ambientais: uma análise do ICMS Ecológico nos estados brasileiros. *Planejamento e Políticas Públicas*, 49, 357-384, 2017. Disponível em: [https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/ppp/180110\\_ppp\\_49.pdf](https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/ppp/180110_ppp_49.pdf)

Carneiro, A. F. C.; Chincoviaki, A. P.; Vidigal Filho, A. L. ICMS Ecológico nas finanças dos municípios de Rondônia. *Brazilian Applied Science Review*, 2(2), 458-477, 2018. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BASR/article/view/398>

Ceará. *Lei n.º 14.023, de 17 de dezembro de 2007*. Define critérios para distribuição da parcela de receita do produto e arrecadação do ICMS, pertencente aos municípios e dá outras providências. Fortaleza: DOE de 19/12/2007.

CEPEL – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica. *Atlas do potencial eólico brasileiro: simulações 2013*, 2017. Disponível em: <[http://www.observatoriodaenergieolica.ufc.br/wp-content/uploads/2019/07/NovoAtlasdoPotencialEolico\\_BrasileiroSIM\\_2013-compressed.pdf](http://www.observatoriodaenergieolica.ufc.br/wp-content/uploads/2019/07/NovoAtlasdoPotencialEolico_BrasileiroSIM_2013-compressed.pdf)>. Acesso em: jun. 2022.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. *Balanço Energético Nacional 2020: Ano base 2019*, 2020. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2020>>. Acesso em: jun. 2022.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. *Balanço energético nacional 2021: ano base 2020*, 2021. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2021>>. Acesso em: jun. 2022.

Espírito Santo. *Lei n.º 5.399, de 25 de julho de 1997*. Dá nova redação à alínea “d”, do inciso II, da Lei N° 4.288, de 29 de novembro de 1989, com a nova redação dada pela Lei N°5.344, de 20 de dezembro de 1996. Vitória: DOE de 26/7/1997.

Fernandes, L. L.; Coelho, A. B.; Fernandes, E. A.; Lima, J. E. Compensação e incentivo à proteção ambiental: o caso do ICMS ecológico em Minas Gerais. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 49(3), 521-544, 2011. doi: 10.1590/S0103-20032011000300001

- Ferreira, S. A.; Pimenta, M. M.; Macedo, M. A. S.; Siqueira, J. R. M. Impacto do ICMS Ecológico nos investimentos em saneamento e gestão ambiental: análise dos municípios do estado do Rio de Janeiro. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 4(2), 65-82, 2015. Disponível em: <http://www.revistageas.org.br/ojs/index.php/geas/article/view/222>
- Goiás. *Lei n.º 90, de 22 de dezembro de 2011*. Regulamenta o disposto no inciso III do § 1.º do artigo 107 da Constituição Estadual, acrescido pela Emenda Constitucional n.º 40, de 30 de maio de 2007, e dá outras providências. Goiânia: DOE de 22/12/2011.
- Heideier, R.; Bajay, G. V.; Jannuzzi, G. M.; Gomes, R. D. M.; Guanais, L.; Ribeiro, Z.; Paccola, A. Impacts of photovoltaic distributed generation and energy efficiency measures on the electricity market of three representative Brazilian distribution utilities. *Energy for Sustainable Development*, 54, 60-71, 2020. doi: 10.1016/j.esd.2019.10.007
- IEA – International Energy Agency. *Renewables 2021 data explorer*, 2022. Disponível em: <<https://www.iea.org/articles/renewables-2021-data-explorer>>. Acesso em: fev. 2022.
- INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. *Tabelas de consumo/eficiência energética*, 2022. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp>>. Acesso em: fev. 2022.
- INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. *Atlas brasileiro de energia solar*, 2017. Disponível em: <[http://labren.ccst.inpe.br/atlas\\_2017.html](http://labren.ccst.inpe.br/atlas_2017.html)>. Acesso em: jun. 2022.
- Iskandarova, M.; Dembek, A.; Fraaije, M.; Matthews, W.; Stasik, A.; Wittmayer, J. M.; Sovacool, B. M. Who finances renewable energy in Europe? Examining temporality, authority and contestation in solar and wind subsidies in Poland, the Netherlands and the United Kingdom. *Energy Strategy Reviews*, 38, 100730, 2021. doi: 10.1016/j.esr.2021.100730
- Kozlova, M.; Overland, I. Combining capacity mechanisms and renewable energy support: A review of the international experience. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 155, 111878, 2022. doi: 10.1016/j.rser.2021.111878
- Lima, J. A. V.; Caramello, N. D. A.; Cunha, G. D. C.; Stachiw, R. Pequenas centrais hidrelétricas: externalidades de atores inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Branco e Colorado. *Nature and Conservation*, 12(1), 55-65, 2019. doi: 10.6008/CBPC2318-2881.2019.001.0006
- Lima, M. C.; Gomes, L. J.; Fernandes, M. M. Áreas protegidas como critério de repasse do ICMS Ecológico nos estados brasileiros. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 4, 125-145, 2020. doi: 10.5380/dma.v54i0.66676
- Lima, M. V. F.; Macêdo, F. F. R. R. Influência do ICMS ecológico na sustentabilidade ambiental do estado do Ceará. *Revista Controle*, 17(2), 177-205, 2019. doi: 10.32586/rcda.v17i2.531
- Lora, E. E. S.; Salomon, K. R. Análise comparativa da utilização da biomassa com tecnologias convencionais de geração aplicando a eficiência ecológica. In: *Anais do 5º Encontro de Energia no Meio Rural*. Campinas, 19 a 21 de out., 2004.
- Martins, F. R.; Pereira, E. B.; Abreu, S. L. Scenarios for solar thermal energy applications in Brazil. *Energy Policy*, 48, 640-649, 2012. doi: 10.1016/j.enpol.2012.05.082
- Mato Grosso. *Lei n.º 157, de 20 de janeiro de 2004*. Lei Complementar n.º 157, de 20 de janeiro de 2004. Estabelece normas relativas ao cálculo dos Índices de Participação dos Municípios do Estado de Mato Grosso no produto da arrecadação do ICMS, e dá outras providências. Cuiabá: DOE de 20/1/2004.
- Mato Grosso do Sul. *Lei n.º 159, de 26 de dezembro de 2011*. Dá nova redação à alínea “f” do inciso III do art. 1º da Lei Complementar n.º 57, de 4 de janeiro de 1991. Campo Grande: DOE de 27/12/2011.
- Melo, A. P.; Sorgato, M. J.; Lamberts, R. Building energy performance assessment: comparison between ASHRAE standard 90.1 and Brazilian regulation. *Energy and Buildings*, 70, 372-383, 2014. doi: 10.1016/j.enbuild.2013.11.080
- Minas Gerais. *Lei n.º 12.040, de 28 de dezembro de 1995*. Dispõe sobre a distribuição da parcela de receita do produto da arrecadação do ICMS pertencente aos municípios, de que trata o inciso ii do parágrafo único do artigo 158 da constituição federal, e da outras providências. Belo Horizonte: DOE de 29/12/1995.
- Minas Gerais. *Lei n.º 13.803, de 27 de dezembro de 2000*. Dispõe sobre a distribuição da parcela da receita do produto

da arrecadação do ICMS pertencente aos municípios. Belo Horizonte: DOE de 28/12/2000.

Minas Gerais. *Lei n.º 18.030, de 12 de janeiro de 2009*. Dispõe sobre a distribuição da parcela da receita do produto da Arrecadação do ICMS pertencente aos municípios. Belo Horizonte: DOE de 13/1/2009.

MME – Ministério de Minas e Energia. *Plano nacional de eficiência energética*, 2011. Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/spe/publicacoes/plano-nacional-de-eficiencia-energetica/documentos>>. Acesso em: jun. 2022.

MME – Ministério de Minas e Energia. *Plano nacional de energia 2050*, 2020. Disponível em: <<http://antigo.mme.gov.br/web/guest/secretarias/planejamento-e-desenvolvimento-energetico/publicacoes/plano-nacional-de-energia-2050>>. Acesso em: jun. 2022.

Nadir Júnior, A. M.; Salm, J. F.; Menegasso, M. E. Estratégias e ações para a implementação do ICMS ecológico por meio da co-produção do bem público. *Revista de Negócios*, 12, 62-73, 2007. doi: 10.7867/1980-4431.2007v12n3p62-73

Nascimento, V. M.; Bellen, H. M. V.; Borgert, A.; Nascimento, M. ICMS-Ecológico: análise dos aspectos financeiros e de sustentabilidade nos municípios do estado do Paraná. *Revista Capital Científico*, 9(2), 71-82, 2011. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/capitalcientifico/article/view/1145>

Oliveira Filho, D.; Martins, J. H.; Monteiro, P. M. B.; Moraes, M. J.; Altoé, L. Proposta de inclusão do fator “geração elétrica em PCHs” nos critérios de distribuição do ICMS ecológico no estado de Minas Gerais. *Espaço Energia*, 19, 42-47, 2013. Disponível em: <http://www.espacoenergia.com.br/browseissues.htm>

Paim, M. A.; Dalmarco, A. R.; Yang, C. H.; Salas, P.; Lindner, S.; Mercure, J. F.; Guerra, J. B. S. O. A.; Derani, C.; Silva, T. B.; Viñuales, J. E. Evaluating regulatory strategies for mitigating hydrological risk in Brazil through diversification of its electricity mix. *Energy Policy*, 128, 393-401, 2019. doi:10.1016/j.enpol.2018.12.064

Pará. *Lei n.º 7.638, de 12 de julho de 2012*. Dispõe sobre o tratamento especial de que trata o § 2º do art. 225 da Constituição do Estado do Pará. Belém: DOE de 16/7/2012.

Paraíba. *Lei n.º 9.600, de 21 de dezembro de 2011*. Disciplina a participação dos municípios na arrecadação do Imposto sobre Circulação de Mercadorias – ICMS, mediante repasse ecológico, e dá outras providências. João Pessoa: DOE de 22/12/2011.

Paraná. *Lei n.º 59, de 1 de outubro de 1991*. Dispõe sobre a repartição de 5% do ICMS, a que alude o art.2º da Lei 9.491/90, aos municípios com mananciais de abastecimento e unidades de conservação ambiental, assim como adota outras providências. Curitiba: DOE de 1/10/1991.

Paulo, F. L. L.; Camões, P. J. S. An analysis of delay in implementing ecological fiscal transfers in Brazil. *Environmental Development*, 37, 100550, 2021. doi: 10.1016/j.envdev.2020.100550

Pernambuco. *Lei n.º 12.432, de 29 de setembro de 2003*. Ajusta os critérios de distribuição de parte do ICMS que cabe aos Municípios, nos termos do art. 2.º, da Lei n.º 10.489, de 2 de outubro de 1990, coma redação da Lei n.º 11.899, de 21 de dezembro de 2000, e da Lei n.º 12.206, de 20 de maio de 2002. Recife: DOE de 30/9/2003.

Piasentin, F. B.; Góis, S. L. Conservação de remanescentes florestais no Brasil: considerações sobre os principais instrumentos de gestão ambiental. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 36, 115-134, 2016. doi: 10.5380/dma.v36i0.42518

Piauí. *Lei n.º 5.813, de 3 de dezembro de 2008*. Cria o ICMS ecológico para beneficiar municípios que se destaquem na proteção ao meio ambiente e dá outras providências. Teresina: DOE de 3/12/2008.

Pozzetti, V. C.; Campos, J. F. ICMS Ecológico: um desafio à sustentabilidade econômico ambiental no Amazonas. *Revista Jurídica*, 2(47), 251-276, 2017. doi: 10.21902/revistajur.2316-753X.v2i47.2035

Prado Filho, J. F.; Sobreira, F. G. Desempenho operacional e ambiental de unidades de reciclagem e disposição final de resíduos sólidos domésticos financiadas pelo ICMS Ecológico de Minas Gerais. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 12 (1), 52-61, 2007. doi: 10.1590/S1413-41522007000100007

Rio de Janeiro. *Lei n.º 5.100, de 4 de outubro de 2007*. Altera a Lei n.º 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 Janeiro: DOE de 5/10/2007.
- Rio Grande do Sul. *Lei n.º 11.038, de 14 de novembro de 1997*. Dispõe sobre a parcela do produto da arrecadação do Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS) pertencente aos municípios. Porto Alegre: DOE de 17/11/1997.
- Rondônia. *Lei n.º 147, de 15 de janeiro de 1996*. Altera e acrescenta dispositivos à Lei Complementar nº 115, de 14 de junho de 1994, e dá outras providências. Porto Velho: DOE de 15/1/1996.
- Rosa, A. R. O.; Gasparin, F. P. Panorama da energia solar fotovoltaica no Brasil. *Revista Brasileira de Energia Solar*, 7(2), 140 -147, 2016. Disponível em: <https://rbens.emnuvens.com.br/rbens/article/view/157>
- Ruggiero, P. G. C; Pfaff, A.; Pereda, P.; Nichols, E.; Metzger, J. P. The brazilian intergovernmental fiscal transfer for conservation: a successful but self-limiting incentive program. *Ecological Economics*, 191, 107219, 2022. doi: 10.1016/j.ecolecon.2021.107219
- Santos, J. A. F. A.; Jong, P.; Costa, C. A.; Torres, E. A. Combining wind and solar energy sources: potential for hybrid power generation in Brazil. *Utilities Policy*, 67, 101084, 2020. doi: 10.1016/j.jup.2020.101084
- São Paulo. *Lei n.º 8.510, de 29 de dezembro de 1993*. Altera a Lei n. 3.201, de 23/12/1981, que dispõe sobre a parcela, pertencente aos municípios, do produto da arrecadação do ICMS. São Paulo: DOE de 30/12/1993.
- Singh, N. M. Payments for ecosystem services and the gift paradigm: Sharing the burden and joy of environmental care. *Ecological Economics*, 117, 53-61, 2015. doi: 10.1016/j.ecolecon.2015.06.011
- Soares, J. A. S.; Cândido, G. A. Planejamento energético no Brasil: a caminho de uma política energética de inserção da matriz nos moldes da sustentabilidade. *Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental*, 9(3), 637-662, 2020. doi: 10.19177/rgsa.v9e32020637-662
- Solarin, S. A.; Bello, M. Interfuel substitution, biomass consumption, economic growth, and sustainable development: evidence from Brazil. *Journal of Cleaner Production*, 211, 1357-1366, 2019. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.11.268
- Souza, T. C.; Oliveira, C. F.; Sartori, H. J. F. Diagnóstico do gerenciamento de resíduos de serviços de saúde em estabelecimentos públicos de municípios que recebem imposto sobre circulação de mercadorias e serviços ecológico no Estado de Minas Gerais. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 20(4), 571-580, 2015. doi: 10.1590/S1413-41522015020040132781
- Takenaka, E. M. M.; Lepre, T. R. F.; Hugaro, F. M. Pagamento por serviços ambientais: apontamentos sobre o ICMS Ecológico como instrumento de fomento a políticas públicas ambientais no Brasil. *South American Development Society Journal*, 2(6), 83-99, 2016. Disponível em: <http://www.sadsj.org/index.php/revista/article/view/52>
- Tocantins. *Lei n.º 1.323, de 4 de abril de 2002*. Dispõe sobre os índices que compõem o cálculo da parcela do produto da arrecadação do ICMS pertencente aos municípios e adota outras providências. Palmas: DOE de 4/4/2002.
- Tolmasquim, M. T.; Correa, T. B.; Porto, N. A.; Kruger, W. Electricity market design and renewable energy auctions: the case of Brazil. *Energy Policy*, 158, 112558, 2021. doi: 10.1016/j.enpol.2021.112558
- USP – Universidade de São Paulo. *Atlas de bioenergia do Brasil*, 2012. Disponível em: <<http://gbio.webhostusp.sti.usp.br/?q=pt-br/livro/atlas-de-biomassa>>. Acesso em: jun. 2022.
- Vivenza, S. D.; Gomes, M. F. Energia, geração distribuída e o princípio da segurança jurídica. *Research, Society and Development*, 11(1), e2111123417, 2022. doi: 10.33448/rsd-v11i1.23417