

revista brasileira de
ENERGIA

Energia, Sociedade e Ambiente



Sociedade Brasileira de
Planejamento Energético

Volume 26, Nº 4, 4º Trimestre de 2020

Diagramação

Kelly Fernanda dos Reis

Revisão

Célio Bermann, Arnaldo César da Silva Walter e
Kelly Fernanda dos Reis

**Revista Brasileira de Energia
Vol. 26 - nº 4**

Itajubá, 2020 - SBPE

Editor: Célio Bermann
64 p.

1 - Energia - artigos

2 - Publicação científica

ISSN: 2317-6652

É permitida a reprodução parcial ou total da obra, desde que citada a fonte.

revista brasileira de
ENERGIA

A Revista Brasileira de Energia tem como missão:

“Divulgar trabalhos acadêmicos, estudos técnicos e resultados de pesquisas relacionadas ao planejamento energético do país e das suas relações regionais e internacionais.”

Editor Responsável

Célio Bermann

Comitê Editorial

Annemarlen Gehrke Castagna

Edmilson Moutinho dos Santos

Edmar Luiz Fagundes de Almeida

Edson da Costa Bortoni

Eduardo Mirko V. Turdera

Elizabeth Cartaxo

Ivo Leandro Dorileo

Jamil Haddad

Luiz Augusto Horta Nogueira

Mauro Donizeti Berni

Sergio Valdir Bajay

Virginia Parente

A Revista Brasileira de Energia (RBE) é uma publicação da Sociedade Brasileira de Planejamento Energético (SBPE), editada trimestralmente.

Diretoria da SBPE

Presidente: Ivo Leandro Dorileo

Vice-Presidente: Edson da Costa Bortoni

Diretora de Eventos: Annemarlen Gehrke Castagna

Diretor de Publicações: Célio Bermann

Diretor Administrativo: Mauro Donizeti Berni

Conselho Fiscal

Edmilson Moutinho dos Santos

Jamil Haddad

Sérgio Valdir Bajay

Conselho Consultivo

Afonso Henriques Moreira Santos

Célio Bermann

Edmilson Moutinho dos Santos

Ivan Marques de Toledo Camargo

Jamil Haddad

José Roberto Moreira

Luiz Pinguelli Rosa

Maurício Tiommo Tolmasquim

Oswaldo Lívio Soliano Pereira

Sergio Valdir Bajay

Secretaria Executiva da SBPE

Kelly Fernanda dos Reis e Lúcia Garrido Rios

Endereço: Av. BPS, 1303 – Pinheirinho

Itajubá – MG – CEP:37.500-903

E-mail: exec@sbpe.org.br

Os artigos podem ser enviados por meio do site da SBPE

www.sbpe.org.br

EDITORIAL

Este quarto número da Revista Brasileira de Energia no ano de 2020 traz cinco artigos que foram selecionados dentre os 22 melhores trabalhos apresentados durante o XII Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, ocorrido na forma digital nos dias 09 a 11 de setembro de 2020. O tema destes artigos é Energia, Sociedade e Ambiente.

O primeiro artigo “Análise do padrão e projeções de longo prazo do consumo energético e de emissões do setor industrial mato-grossense”, de *Roberto Perillo Barbosa da Silva* e *Ivo Leandro Dorileo*, da Universidade Federal de Mato Grosso, analisam o padrão de consumo energético por fonte, e as projeções da demanda do setor industrial do Estado de Mato Grosso, e a participação histórica e prospectiva das emissões de GEE no setor industrial do Estado.

No segundo artigo “Conflitos socioambientais no meio socioeconômico: o caso de Brotas de Macaúbas, Bahia”, as autoras *Carolina Silva Ribeiro* e *Gilca Garcia de Oliveira*, da Universidade Federal da Bahia, analisam os conflitos socioambientais envolvendo empreendimentos eólicos, a partir da relação empreendedor versus proprietário/ocupante de terras por meio dos contratos de arrendamento para implantação de parques eólicos nas comunidades tradicionais de fundo de pasto de Mangabeira e Boa Vista, no município de Brotas de Macaúbas, na Bahia.

Por sua vez, *Flavio Numata Junior*, da Universidade Positivo, utiliza a metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) com uso da base de dados Ecoinvent e o método EcoIndicator 99 em seu artigo “Impactos ambientais gerados na produção de pellets” derivados de madeira pinus.

O quarto artigo “Impactos das Mudanças Climáticas na disponibilidade do recurso energético solar”, *Rodrigo Santos Costa*, *Francisco José Lopes de Lima*, *André Rodrigues Gonçalves* e *Enio Bueno Pereira*, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais; *Graziela Luzia da Costa*, da Technical University of Denmark; *Fernando Ramos Martins* e *Madeleine Sánchez Gácita Casagrande*, da Universidade Federal do Estado de São Paulo, estimam alterações tanto na disponibilidade média quanto no perfil sazonal do recurso solar através da produção de dados climatológicos de totais diários de irradiação global horizontal, e utilizando técnicas estatísticas, avaliam as condições de cenários futuros de clima.

Por fim, os autores *Vinicius Eduardo Ribas* e *André Felipe Simões*, da Universidade de São Paulo no artigo “(In)Justiça Energética: Definição conceitual, parâmetros e aplicabilidade no caso do Brasil”, identificam no conceito de justiça energética seu potencial para o planejamento energético, e propõem aplicações específicas para o caso brasileiro.

Boa leitura!

Célio Bermann

Editor Responsável da Revista Brasileira de Energia

SUMÁRIO

ANÁLISE DO PADRÃO E PROJEÇÕES DE LONGO PRAZO DO CONSUMO ENERGÉTICO E DE EMISSÕES DO SETOR INDUSTRIAL MATO-GROSSENSE.....07

Roberto Perillo Barbosa da Silva, Ivo Leandro Dorileo

CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS NO MEIO SOCIOECONÔMICO: O CASO DE BROTAS DE MACAÚBAS, BAHIA.....19

Carolina Silva Ribeiro, Gilca Garcia de Oliveira

IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS NA PRODUÇÃO DE PELLETS.....30

Flavio Numata Junior

IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA DISPONIBILIDADE DO RECURSO ENERGÉTICO SOLAR.....39

Rodrigo Santos Costa, Graziela Luzia da Costa, Francisco José Lopes de Lima, André Rodrigues Gonçalves, Fernando Ramos Martins, Enio Bueno Pereira, Madeleine Sánchez Gácita Casagrande

(IN)JUSTIÇA ENERGÉTICA: DEFINIÇÃO CONCEITUAL, PARÂMETROS E APLICABILIDADE NO CASO DO BRASIL.....51

Vinicius Eduardo Ribas, André Felipe Simões

ANÁLISE DO PADRÃO E PROJEÇÕES DE LONGO PRAZO DO CONSUMO ENERGÉTICO E DE EMISSÕES DO SETOR INDUSTRIAL MATO-GROSSENSE

Roberto Perillo Barbosa da Silva¹
Ivo Leandro Dorileo¹

¹Universidade Federal de Mato Grosso

DOI: 10.47168/rbe.v26i4.576

Recebido em: 10.07.2020

Aceito em: 18.08.2020

RESUMO

O setor industrial do Estado de Mato Grosso caracteriza-se por atividades predominantemente primárias, destacando-se o segmento de extração mineração, a agroindústria, a fabricação de produtos alimentícios, em especial o fabrico de carnes e miudezas de aves congeladas, tortas, bagaços, farelos e outros resíduos da extração do óleo de soja. Influenciam também na estrutura produtiva o fabrico de produtos químicos e a produção de açúcar e etanol. Neste contexto, o setor responde por 17,0% do PIB estadual, atrás dos Serviços e da Agropecuária. Com perspectivas de crescimento através de programas de incentivo de governo, melhoramento da infraestrutura regional e maior oferta de energia, a indústria mato-grossense é setor-chave da política estadual de desenvolvimento equilibrado e sustentável. Sob o ponto de vista do consumo energético, a indústria, no ano de 2017, participou com 15,2% do consumo total estadual, com tendência de aumento no longo prazo. Apresenta-se neste trabalho uma análise do padrão de consumo energético por fonte, e as projeções da demanda segundo análise do Balanço Energético do Estado de Mato Grosso e Mesorregiões, Ano Base 2018 e da Matriz Energético de Mato Grosso e Mesorregiões 2036. São realizadas também análises prospectivas do consumo final energético considerando a técnica de cenários, mostrando as trajetórias possíveis para essa demanda, utilizando-se cenários macroeconômicos e de eficiência energética. Os resultados alcançados apontam para taxas de crescimento distintas ao se considerar cenários de comportamentos diferentes do PIB setorial. Destaca-se a manutenção da participação de combustíveis fósseis, denotando a necessidade de programas de substituição de energéticos e as oportunidades existentes para uso de derivados da biomassa. Outro resultado importante é relacionado ao desempenho das intensi-

dades energéticas do setor quando considerados diferentes cenários. Como contribuição aos trabalhos visando à redução de carbono na economia e às metas do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº 7, especialmente, é feita uma análise da participação histórica e prospectiva das emissões de GEE no setor industrial do Estado, a partir dos quais, e juntamente com a análise energética, podem colaborar para as políticas públicas direcionadas à produção de energia a partir de fontes de energia renovável, com sustentabilidade ambiental e econômica, visando à transição energética, ao cumprimento do Acordo de Paris, ao crescimento econômico e à geração de emprego.

Palavras-chave: Consumo energético industrial, Economia de baixo carbono, Intensidades energéticas, Mato Grosso, ODS 7.

ABSTRACT

The industrial sector of the State of Mato Grosso is characterized predominantly by primary activities, with emphasis on the mining extraction segment, the agribusiness, the manufacture of food products, in particular the manufacture of meat and offal from frozen poultry, pies, bagasse, bran and other residues from the extraction of soybean oil. The production of chemicals and of sugar and ethanol are important in the sector. In this context, the industrial sector accounts for 17.0% of the state's GDP, behind Services and Agriculture. With growth prospects due to government incentive programs, improvement of regional infrastructure and larger energy supply, the industry of Mato Grosso is a key sector of the policy aiming at a balanced and sustainable development. From the point of view of energy consumption, the industry, in 2017, participated with 15.2% of the total local consumption, with an upward trend in the long term. This paper presents an analysis of the energy consumption pattern by source, and the demand projections according to the analysis of the Energy Balance of the State of Mato Grosso and Mesoregions, Base Year 2018 and of the Energy Matrix of Mato Grosso and Mesoregions 2036. Prospective analyzes of final energy consumption are carried out, considering macroeconomic and energy efficiency scenarios, showing the possible trajectories for the demand. The results achieved point to different growth rates when different sectoral economic scenarios are considered. The maintenance of the importance of fossil fuels stands out, denoting the need of energy substitution initiatives and the existing opportunities for bioenergy. Another important result is related to the behavior of the sectoral energy intensities in different scenarios. Aiming to contribute with reducing carbon in the economy and achieving targets of Sustainable Development Goals 7, in particular, it was done an analysis of the historical and prospective

participation of GHG emissions in the industrial sector; altogether, it is foreseen a contribution for public policies aimed at fostering renewable energy sources, contributing to environmental and economic sustainability, energy transition, compliance with the Paris Agreement, economic growth and job creation.

Keywords: Industrial energy consumption, Low carbon economy, Energy intensities, Mato Grosso, SDG 7.

1. INTRODUÇÃO

Há alguns anos o Estado de Mato Grosso se destaca no cenário nacional, principalmente devido aos seus indicadores econômicos relacionados às atividades agroindustriais. O segmento de alimentos é um dos mais importantes para o contexto regional. Tal segmento foi responsável por 63,4% das exportações industriais do Estado em 2019. Contudo, outros segmentos industriais têm papel importante no contexto econômico. A indústria exportou o equivalente a US\$ 714 milhões em 2019, colocando Mato Grosso em 15º lugar em exportações industriais do país (CNI, 2020). Segundo dados da SEPLAG (2019), em 2017 o PIB nominal estimado do Estado equivale a R\$ 126,81 bilhões, representando um crescimento de 12,1% se comparado com o PIB de 2016. Trata-se da maior variação anual entre as Unidades da Federação. O crescimento médio é de 5,1% a.a. No contexto nacional, em 2017, o Estado representou a 13ª economia regional do país, considerando-se o PIB nominal. Especificamente, o setor industrial participou com 15,2% da economia estadual em 2017. As indústrias de transformação (como fabricação de produtos alimentícios e da fabricação de álcool e biocombustíveis), registraram crescimento de 5,0% e tiveram as maiores contribuições nesse contexto.

Diante da importância econômica do setor industrial para o Estado, fica evidente a relevância deste setor no que tange às discussões sobre a oferta e demanda de energia, como também às preocupações acerca das emissões de gases do efeito estufa (GEE). Mato Grosso possui dois importantes instrumentos atuais para essas avaliações, a saber: o Balanço Energético do Estado de Mato Grosso e Mesorregiões 2018 (SEDEC, 2019a) e a Matriz Energética de Mato Grosso e Mesorregiões 2036 (SEDEC, 2019b).

2. CARACTERIZAÇÃO ENERGÉTICA DO ESTADO E DO SETOR INDUSTRIAL

A Figura 1 (SEDEC, 2019a) apresenta a produção de energia

primária em Mato Grosso, ano base 2017. Percebe-se, claramente, a predominância da fonte hidráulica no Estado, seguida pelo bagaço de cana e outras fontes primárias. A menor participação percentual é da lenha.

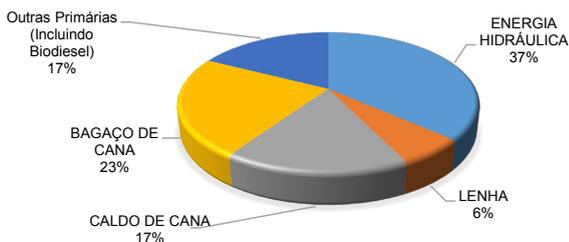


Figura 1 – Oferta primária de energia

Em termos de consumo de energia, o setor industrial ocupa a terceira posição (11%), juntamente com o setor energético. O setor de transportes (48%) e agropecuário (15%) figuram entre os maiores consumidores de energéticos do Estado. A Figura 2 mostra o consumo final de energia, considerando o ano base 2017 (SEDEC, 2019a).

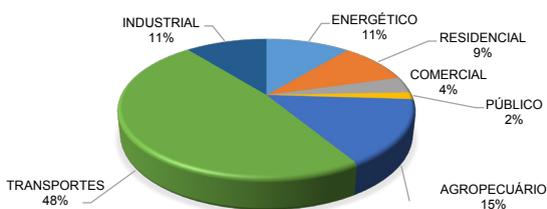


Figura 2 - Consumo final de energia

A Figura 3 apresenta a estrutura do consumo final energético de Mato Grosso segundo a natureza da fonte (ano base 2017). A maior participação é dos derivados de petróleo. Os derivados da biomassa também apresentam parcela significativa.

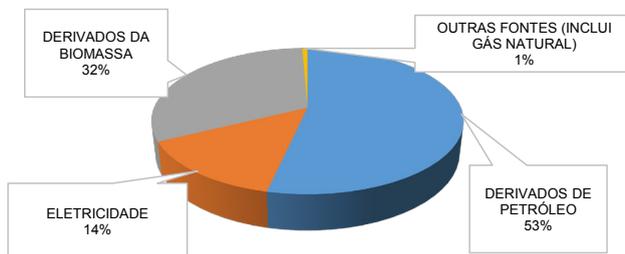


Figura 3 – Estrutura do consumo final energético do Estado de Mato Grosso segundo a natureza da fonte

A Figura 4 (SEDEC, 2019a) mostra o consumo energético do setor industrial, também de acordo com a natureza da fonte utilizada (ano base 2017). Fica evidente que o consumo de eletricidade tem forte participação no setor industrial. O bagaço de cana apresenta a maior participação percentual no consumo energético industrial (34,4%). Isso se deve à existência de diversas usinas de produção de açúcar e etanol no Estado.

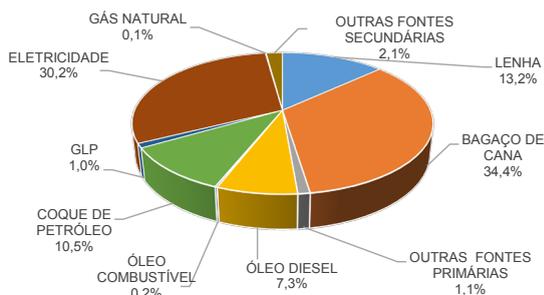


Figura 4 - Consumo energético do setor industrial segundo a natureza da fonte

3. ANÁLISE E DISCUSSÃO

3.1 Padrões de consumo final energético e indicadores

Com uma matriz diversificada, o consumo energético do setor industrial vem oscilando ao longo do período analisado, entre 2007 e 2017, com tendência de redução nos últimos quatro anos da série analisada,

a uma taxa de -0,65% a.a., mostrando declínio no consumo de derivados de petróleo, eletricidade e gás natural (Tabela 1). Ao longo do período 2007-2017, a lenha, usada para suprir calor de processo, teve uma queda na participação, com uma taxa de -4,8% a.a.; uma das causas é a competição com o bagaço de cana, que, por sua vez, tem apresentado uma diminuição de consumo – 2,5% a.a. O óleo combustível era utilizado nas caldeiras e nos fornos de clínquer das duas indústrias de cimento do Estado, e, nessas, vem sendo substituído gradativamente por outros energéticos e por resíduos agroindustriais e pneus. O GLP tem uma tímida participação na produção de calor de processo, em vista da competitividade de seus concorrentes. O óleo diesel é utilizado em poucos motores e quase que exclusivamente em equipamentos de transporte dentro das instalações industriais; esse energético apresentou uma taxa de crescimento de 10,9% a.a. no período analisado.

Tabela 1 – Consumo dos principais energéticos do setor industrial de Mato Grosso no período 2007 a 2017. Unidades: tEP e %

Fontes		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Lenha	103 tEP	119	95	46	93	66	51	106	59	74	65	69
	%	21	15	9	17	13	9	18	10	13	14	13
Bagaço de Cana	103 tEP	238	268	192	167	156	216	184	179	148	138	180
	%	42	42	38	31	30	38	31	32	26	29	34
Outras fontes primárias	103 tEP	2	-	-	6	4	2	1	4	2	7	6
	%	0,4	-	-	1	1	0,4	0,2	1	0,3	1	1
Óleo diesel	103 tEP	12	58	46	42	46	55	48	51	45	41	38
	%	2	9	9	8	9	10	8	9	8	8	7
Óleo combustível	103 tEP	1	7	3	1	3	4	1	2	-	0,1	1
	%	0,2	1	1	0,1	1	1	0,2	0,3	-	0,02	0,1
Coque de petróleo	103 tEP	23	25	27	39	35	43	43	37	122	59	55
	%	4	4	5	7	7	8	7	7	21	12	11
GLP	103 tEP	7	8	7	3	5	3	4	6	7	8	5
	%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
Eletricidade	103 tEP	124	131	138	159	166	184	196	204	165	152	158
	%	22	21	28	29	32	32	33	37	28	32	30

Tabela 1 – Consumo dos principais energéticos do setor industrial de Mato Grosso no período 2007 a 2017. Unidades: tEP e % (continuação)

Fontes		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Gás natural	103 tEP	1	2	0,4	0,1	0,1	1	3	1	1	0,4	0,3
	%	0,2	0,4	0,1	0,02	0,02	0,1	0,5	0,2	0,2	0,1	0,1
Outras fontes secundárias	103 tEP	35	38	41	36	38	15	15	18	16	12	11
	%	6	6	8	7	7	3	2	3	3	2	2
TOTAL	103 tEP	562	630	500	545	519	574	601	560	581	483	523
	%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

A curva ascendente do consumo de eletricidade até o ano de 2014 deu lugar a uma queda, que atenuou a taxa média de crescimento para 2,2% a.a. A expansão industrial no Estado tem ocorrido com a instalação de plantas cada vez mais eficientes e que utilizam processos baseados na eletricidade (força motriz, iluminação, eletroquímica e aquecimento direto), mas, com aumento do consumo específico (consumo de eletricidade por unidade de produção) e com forte redução na sua intensidade energética (Tabela 2).

Tabela 2 – Indicadores: Consumos específicos e intensidades energéticas no setor industrial de Mato Grosso

FLUXO/ ANO	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Und
Consumo final (1)	562	630	500	545	519	574	601	560	581	483	523	10 ³ tEP
Consumo de energia térmica (2)	438	499	362	386	353	393	466	431	436	349	389	10 ³ tEP
Consumo de eletricidade (3)	1440	1522	1609	1855	1932	2135	2284	2377	1922	1773	1833	GWh
PIB do setor (Mi R\$ 2007) (4)	6242	7036	7707	7790	7790	7117	8064	6515	10628	11866	12101	Mi R\$
PIB do Estado (Mi R\$ 2007) (5)	42564	49644	50823	47444	48884	51287	51886	43167	66668	72281	76385	Mi R\$
Intensidade Energética Total (1)/(4)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,04	0,04	tEP/ Mil R\$
Intensidade de Energia Térmica (2)/(4)	0,1	0,1	0,05	0,05	0,0	0,1	0,1	0,1	0,09	0,09	0,09	tEP/ Mil R\$
Intensidade Elétrica (3)/(4)(*)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,2	0,1	0,2	MWh/ Mil R\$

Notas: (4) (5) PIB PPP deflacionado a valores de 2007.

De acordo com a Tabela 2, o consumo de energia térmica na indústria destina-se, principalmente, aos usos finais de calor de processo e aquecimento direto; foram consumidos lenha, óleo Diesel, coque de petróleo, GLP, gás natural, óleo combustível, bagaço de cana e outras fontes primárias e secundárias.

3.2 Emissões de gases de efeito estufa

De acordo com o novo Relatório de Avaliação das Mudanças Climáticas do Painel Intergovernamental sobre Mudanças do Clima – IPCC (2019), a indústria é uma dos maiores responsáveis pelo acréscimo das emissões antropogênicas de GEE (19,0%) entre todos os setores da economia, que incluem, ainda, os resíduos e efluentes, os edifícios residenciais e comerciais e as atividades que causam desmatamento. O setor industrial mato-grossense emitiu, em 2017, um total de 1.342.117 tCO₂ devidas às cadeias energéticas, com a geração de eletricidade respondendo por 82,0% e os combustíveis fósseis por 17,0% dessas emissões, conforme ilustra a Figura 5. O acúmulo das emissões no período analisado atingiu 15,0 milhões de toneladas de CO₂, um aumento de 2,9% a.a. Os fatores de emissão foram obtidos a partir do Sistema de Registro Nacional de Emissões – SIRENE do MCTI (2019), para a eletricidade gerada no Sistema Interligado Nacional e, para os demais energéticos, o fator utilizado é o médio determinado pelo IPCC (2,41 tCO₂/tEP).

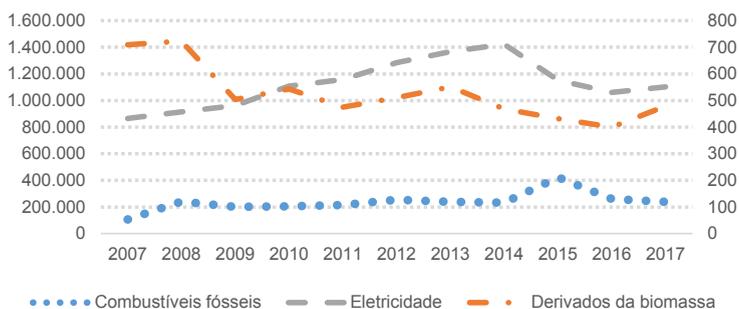


Figura 5 – Emissões devidas ao consumo final energético do setor industrial de Mato Grosso, segundo a natureza da fonte. Unidade: tCO₂.
 Nota: Emissões dos derivados da biomassa no eixo secundário

3.3 Projeções

A Matriz Energética de Mato Grosso e Mesorregiões 2036 (SEDEC, 2019b) considerou três cenários de crescimento para a demanda energética estadual: o primeiro, Cenário Base, com crescimento do PIB da ordem de 3,04% a.a.; o segundo, o Acelerado, com crescimento do PIB de 4,48% a.a.; e um terceiro, o de Eficiência Energética, prevendo-se adicionalmente melhoramentos nos rendimentos de equipamentos, adotando-se a taxa de 7,9% no horizonte de 2036, conforme Nota Técnica da EPE – Demanda de Energia 2050 – DEA 13/14. Esses cenários macroeconômicos foram utilizados nas projeções das demandas setoriais de energia, aplicando-se as variáveis do Valor Adicionado Setorial (VA) no Modelo de Desagregação Estrutural de Projeção da Demanda de Energia. De acordo com as projeções apresentadas na Figura 6, o consumo final energético apresenta, no cenário acelerado, forte tendência de crescimento no horizonte 2036, representando uma variação global de 95,7%, enquanto que no cenário base o consumo atinge, no horizonte 2036, 822 mil tEP, com variação de 52,2%. Comparando-se com o cenário que adota medidas de eficiência energética mais rígidas, esses dois cenários apresentam variações, respectivamente ($\Delta 1$ e $\Delta 2$), em termos absolutos, de 321 mil tEP no cenário base e 556 mil tEP no cenário acelerado.

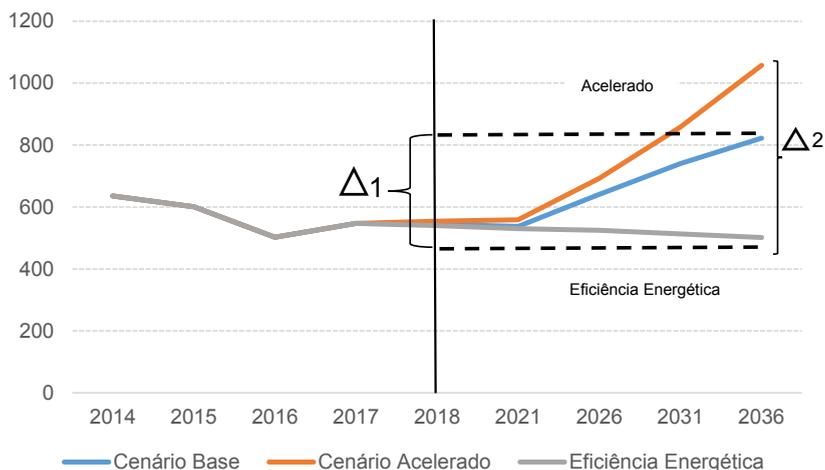


Figura 6 – Projeções do consumo final energético elaboradas mediante dados da Matriz Energética de Mato Grosso e Mesorregiões 2036. Unidade: 10³ tEP.

No cenário base foi assumida uma relativa dinamização do setor. No longo prazo há crescimento do consumo de energéticos substitutos dos derivados de petróleo, como o gás natural e ainda se projeta a inserção maior de derivados da biomassa. No cenário acelerado, prevê-se a expansão significativa do parque industrial no Estado, e há substancial aumento no consumo de eletricidade e de gás natural.

A Tabela 3, elaborada a partir dos dados da Matriz Energética de Mato Grosso e Mesorregiões 2036 (SEDEC, 2019b), mostra uma análise global relativa à aplicação de medidas de conservação no setor, indicando ganhos da ordem de até 22 mil tEP no longo prazo. Nessas condições, pode-se impedir a emissão de até 61.600 tCO₂ no horizonte de 2036, evitando-se um acúmulo de 211,1 mil tCO₂ com ações de conservação de energia.

Tabela 3 – Análise global de consumo de energia no setor industrial de Mato Grosso

	2018	2021	2026	2031	2036
Consumo potencial sem conservação – 10 ³ tEP	545,0	537,0	541,0	538,0	523,0
Energia conservada – 10 ³ tEP	4,9	6,7	16,1	25,1	21,8
Energia conservada (%)	0,9	1,2	3,0	4,7	4,2
Consumo final, considerando conservação – 10 ³ tEP	540,1	530,3	524,9	512,9	501,2
Emissões evitadas com a eficiência (ktCO ₂)	13,9	19,0	45,6	71,0	61,6

3.4. Medidas de conservação no setor industrial de Mato Grosso

O padrão de consumo das indústrias mato-grossenses mostra uma forte participação da energia térmica, de 68,4% do consumo final total, denotando que são urgentes as medidas para substituição dos derivados de petróleo, além da questão do uso da eletricidade a preços altos. Medidas podem ser implementadas a partir da avaliação dos indicadores levantados neste trabalho, que permitem facilmente se detectar tendências da forma como o setor industrial consome energia final, através do nível de produto, como a intensidade energética, e os coeficientes físicos (consumos específicos). Assim, para o setor industrial são recomendados: I) Políticas de eficiência energética específicas com programas de incentivo à redução do consumo de energia; II) Planos com metas de conservação de energia, através de parcerias e cooperação com instituições de apoio às cadeias produtivas e empresas industriais; III) Forte programa com a finalidade de estimular a substituição de energéticos ineficientes e de equipamentos obsoletos, e retrofit; IV) Implementação e disseminação

da cultura de gestão energética integrada com água, utilidades, resíduos e efluentes; V) Intensificação de redes de treinamento e capacitação profissional de mão-de-obra qualificada em eficiência energética e energias renováveis; VI) Estabelecimento e fortalecimento de programas de parcerias com fomento governamental à pesquisa e desenvolvimento, entre universidades e indústria; VII) Programas de incentivos que melhorem o desempenho do setor, referentes à inovação tecnológica, isto é, políticas públicas que se traduzam em investimento em tecnologia para redução do custo de produção.

4. CONCLUSÕES

É certo que este importante setor ainda não lidera o desenvolvimento do Estado, carecendo de infraestrutura logística e de insumos mais competitivos, como a energia. Como parte dos esforços para o seu crescimento, devem-se empreender as medidas elencadas neste trabalho, como os programas de substituição de energéticos, considerando as oportunidades existentes para uso de derivados da biomassa disponíveis no Estado, além da disponibilização do gás natural a preços competitivos, ampliando-se a rede de gasodutos e *city-gates*, num cenário de expansão industrial. Políticas direcionadas para a eficiência energética e inserção de energias renováveis trarão avanços no cumprimento dos compromissos internacionais do Estado com a COP 21, e ainda induzirão desenvolvimento mais adequado com o uso dos potenciais renováveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CNI, “Portal da Indústria: Perfil da Indústria – Mato Grosso”. 2019. <<http://perfildaindustria.portaldaindustria.com.br/estado/mt>> Acesso em Junho/2020.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. Nota Técnica 13/14: Demanda de Energia 2050. Plano Nacional de Energia 2050. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro, 2020.

IPCC, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Disponível em: <<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/vol1.html>>. Acesso em: mar. 2020.

MCTI, “SIRENE – Sistema de Registro Nacional de Emissões”. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. 2019 <https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/dados_setor_comunicacoes/SIRENE.html> Acesso em Março/2020.

SEDEC a. Balanço Energético do Estado de Mato Grosso e Mesorregiões 2018 ano base 2017. Secretaria de Desenvolvimento Econômico. Cuiabá, MT. 2019.

SEDEC b. Matriz Energética de Mato Grosso e Mesorregiões 2036. Secretaria de Desenvolvimento Econômico. Cuiabá, MT. 2019.

SEPLAG. Informações Socioeconômicas de Mato Grosso. Produto Interno Bruto dos Municípios, 2018. Disponível em: <<http://www.seplag.mt.gov.br/index.php?pg=ver&id=5614&c=118&sub=true>>. Acesso em: abr. 2020.

CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS NO MEIO SOCIOECONÔMICO: O CASO DE BROTAS DE MACAÚBAS, BAHIA

Carolina Silva Ribeiro¹
Gilca Garcia de Oliveira¹

¹Universidade Federal da Bahia

DOI: 10.47168/rbe.v26i4.577

Recebido em: 12.07.2020

Aceito em: 18.08.2020

RESUMO

O objetivo deste trabalho é analisar os conflitos socioambientais envolvendo empreendimentos eólicos, a partir da relação empreendedor versus proprietário/ocupante de terras por meio dos contratos de arrendamento para implantação de parques eólicos nas comunidades tradicionais de fundo de pasto de Mangabeira e Boa Vista, no município de Brotas de Macaúbas, na Bahia. Para tanto, foi realizada pesquisa de campo junto às associações locais das comunidades, bem como consulta a órgãos pertinentes. A análise apontou inicialmente elementos de insegurança nos contratos acerca dos limites de utilização das terras e conflitos gerados em torno da remuneração do arrendamento da propriedade. Entretanto, após negociações um novo contrato foi elaborado. Mas ainda assim, constatou-se ausência de uma intermediação do Estado junto aos proprietários e aos empreendedores, pois aspectos de regularização fundiária também estavam presentes na negociação, fazendo-se necessárias ações do Estado na região.

Palavras-chave: Empreendimentos eólicos, Conflitos, Contratos de arrendamento, Empreendedor, Proprietário de terras.

ABSTRACT

The objective of this work is to analyze the socio-environmental conflicts involving wind farms, based on the entrepreneur versus landowner/occupant relationship through lease agreements for the implementation of wind farms in the traditional pasture communities of Mangabeira and Boa Vista, in the municipality of Brotas de Macaúbas, Bahia. To this end, field research was carried out with the local associations of the communities, as well as consultation with relevant agencies. The analysis initially identified elements of insecurity in the contracts in regard land use conditions and conflicts due to the lease of the property.

However, after the negotiations a new contract was drawn up. Even so, there was an absence of State intermediation with landowners and entrepreneurs, as aspects of land regularization were present in the negotiation, making necessary State actions in the region.

Keywords: Wind farms, Conflicts, Lease agreements, Entrepreneur, Landowner.

1. INTRODUÇÃO

A partir de 2009 a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) passou a solicitar, para fins de cadastramento de empreendimentos eólicos para participação nos leilões de energia da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a comprovação do direito de uso do terreno destinado ao empreendimento. Esse requisito se fez necessário, pois foram apresentados projetos à EPE ocupando o mesmo local, o que representaria um conflito caso ambos comercializassem energia.

O Estado da Bahia tem se destacado no cadastramento de projetos eólicos nos últimos leilões realizados. Uma das exigências do licenciamento ambiental é a posse ou arrendamento das terras de terceiros para implantação dos empreendimentos eólicos. Entretanto, como a maioria dos empreendedores não são proprietários das terras, estes firmam contratos de arrendamento com camponeses das áreas onde há potencial eólico.

É na fase prévia do licenciamento ambiental, ou seja, de viabilidade da localização do empreendimento, que os empreendedores fazem as tratativas com os proprietários para arrendamento de terras. Tal relação entre o empreendedor e o camponês proprietário da terra tem se dado de forma assimétrica e muitas vezes desencadeia conflitos entre os envolvidos na negociação. Pois, os contratos são elaborados com linguagem empresarial e são de difícil interpretação para os camponeses que, normalmente, tem baixo nível de escolaridade. Além disso, apresentam cláusulas prejudiciais aos mesmos. Em alguns estudos, por exemplo, a Comissão Pastoral da Terra (CPT) aponta vários problemas, levando as comunidades a despertar o interesse para o entendimento dos contratos apresentados, a fim de tomar a melhor decisão acerca da confirmação ou não dos pactos com as empresas.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é analisar os conflitos socioambientais envolvendo empreendimentos eólicos, a partir da relação empreendedor versus proprietário/ocupante de terras por meio dos contratos de arrendamento para implantação de parques eólicos nas comunidades tradicionais de fundo de pasto de Mangabeira e Boa Vista, no município de Brotas de Macaúbas, no Estado da Bahia. Para tanto, foi realizada pesquisa de campo junto às associações locais das

comunidades, consulta a empreendimentos no módulo Consulta Pública do Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos (SEIA) do Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA), e análises de contratos de arrendamento disponibilizados pela CPT.

2. ACEITAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS EÓLICOS E CONFLITOS SOCIOMABIENTAIS

A chegada das empresas de energia eólica nas comunidades rurais para prospecção fundiária desperta na população local anseios por desenvolvimento da região e de uma vida melhor, que podem se concretizar ou não (MUNDAY; BRISTOW; COWELL, 2011; FAST; MABEE, 2015). Mas, também, causam preocupação acerca dos impactos a serem causados na região, bem como no modo de vida dos moradores, podendo desencadear conflitos (WALTER; BATER, 2014).

Na Austrália, Hall et al. (2013) estudaram sete estudos de caso acerca da aceitação social de parques eólicos e observaram que a fixação do local do empreendimento é um dos influenciadores na tomada de decisão. No México, Juárez-Hernández e León (2014) observaram que o modelo predominante de parque eólico no Istmo de Tehuantepec favorece as empresas de desenvolvimento, limitando os benefícios para as comunidades locais e aumentando a rejeição social dos projetos. Loring (2007), ao estudar o desenvolvimento da energia eólica na Inglaterra, País de Gales e Dinamarca, constata que os projetos com altos níveis de planejamento participativo têm maior probabilidade de aceitação e probabilidade menor de conflitos.

Ao analisar o caso do Ceará, Chaves (2019) observou que a insegurança fundiária facilitou a instalação de parques nas dunas, além de ser um fator gerador de conflito e provocar alterações no modo de vida. Já Copena e Simón (2018) estudaram o efeito dos pagamentos recebidos pelos proprietários de terras e seu papel no desenvolvimento rural da Galícia, na Espanha. Os autores concluíram que um quadro regulatório maior no país poderia ter promovido mais vantagens para as comunidades.

Traldi (2018), em seu estudo, pôde observar a ocorrência da prática de remunerações distintas por empreendedores a proprietários de uma mesma região nos municípios de Caetitê (BA) e João Câmara (RN). Ressalta-se que não há uma regulação por parte da ANEEL acerca da remuneração dos contratos por se tratar de instrumento particular entre as partes. É importante notar que, conforme a EPE (2018), considerando o peso relativo dos custos no orçamento total dos projetos cadastrados pelas empresas nos leilões, a média de aquisição do terreno e ações socioambientais, representa menos de 4% dos custos.

Assim, devido à magnitude do empreendimento, desde que haja orientação jurídica e econômica ao proprietário, e seja esclarecido o que está em jogo no arrendamento, poderá haver maior poder de barganha por parte do camponês e das comunidades.

3. METODOLOGIA

O estudo toma para análise as experiências da chegada de novos empreendimentos eólicos nas comunidades de Mangabeira e Boa Vista, na região do Cocal, na área rural do município de Brotas de Macaúbas, no Estado da Bahia. Os procedimentos metodológicos adotados envolveram tanto pesquisa secundária, quanto pesquisa de campo, a saber: levantamento bibliográfico, análise dos contratos de arrendamento disponibilizados pela CPT; acompanhamento e participação em reuniões nas sedes da Associação Comunitária de Mangabeira e Povoados Vizinhos (ACOMPOV) e da Associação Comunitária do Povoado de Boa Vista (ASCOBOVI); aplicação de questionários; coleta de dados do Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos (SEIA), bem como consulta a outras instituições pertinentes.

4. O CASO DAS COMUNIDADES DE MANGABEIRA E BOA VISTA EM BROTAS DE MACAÚBAS, BAHIA

Para entender a chegada de novos empreendimentos eólicos em Brotas de Macaúbas e seus efeitos nas comunidades em que serão implantados, cumpre conhecer primeiramente o modo de vida da população local. Os moradores das comunidades em questão, Mangabeira e Boa Vista, praticam o modo de vida tradicional de lidar com a terra e a natureza, caracterizado pelo uso comum de terras. Devido a isso, estas são reconhecidas como Comunidade Tradicional de Fundo de Pasto. Dentre as características do Fundo de Pasto estão o uso de parte da terra de forma individual por parte das famílias, para fixar moradia, criação de animais de pequeno porte e plantação de árvores frutíferas e outros cultivos que variam de acordo com a região. Além disso, utilizam a outra parte da área de forma comum para criação de animais soltos. Dado esse contexto, a seguir descreve-se a relação do empreendedor com o camponês/proprietário de terras.

4.1 A relação empreendedor *versus* proprietário de terras

Os bons ventos presentes em Brotas de Macaúbas fazem com que empreendedores busquem instalar novos empreendimentos na região, a fim de utilizar o potencial eólico. Prova disso é que, atualmente,

está em fase de licenciamento o Parque Eólico Serra da Mangabeira da Statkraft. Este terá 18 aerogeradores (75,6 MW) e incluirá áreas (38,2 ha) das comunidades de Mangabeira e Boa Vista. A nova usina eólica será uma extensão da usina eólica já em operação, a Seabra. Também já estão em operação no município os parques Novo Horizonte e Macaúbas, pertencentes à referida empresa.

As tratativas com as Associações de Moradores de Mangabeira e Boa Vista e a Statkraft Energias Renováveis começaram em 2016, quando começou a prospecção fundiária, conforme Quadro 1. Nessa relação inicial, um desenvolvedor da empresa passa a interagir com moradores das comunidades a fim de firmar contratos de arrendamento para implantação do empreendimento. No ano seguinte, em 2017, foram assinados alguns contratos com proprietários individuais. Entretanto, neste ano, foram relatados alguns conflitos na Associação de Mangabeira, devido à discordância entre os membros desta, fazendo com que a presidente sofresse ameaças nas redes sociais e autoridades policiais fossem comunicadas (BMA, 2019).

Tanto em 2017 quanto em 2018, foram realizados estudos prévios nas áreas. Diante do avanço das tratativas, em 2018, a Statkraft entregou a primeira versão da minuta de contrato de arrendamento às Associações de Boa Vista e Mangabeira. Nessa propôs-se a autorização para instalação de usina eólica. A referida proposta “encontra-se plena de aspectos relacionados ao uso da forma jurídica para assegurar os ajustes que o capital precisa fazer para conformar a realidade aos seus interesses e expressa o grau de desigualdade das relações socioterritoriais e econômicas” (RIBEIRO; ARAÚJO; OLIVEIRA; GERMANI, 2018, p. 48). O Parque Eólico, em questão, abrangerá a Serra da Mangabeira, região onde há terras de propriedade das comunidades de fundo de pasto Mangabeira e Boa Vista.

Data		Descrição
2016	Novembro e dezembro	Primeiro contato com alguns proprietários; verificação das áreas.
2017	Julho a setembro	Reuniões com comunidade de Mangabeira sobre a abertura de picadas e levantamento, com GPS, das áreas.
	Setembro a dezembro	Assinatura de alguns contratos com proprietários individuais.

Quando 1 – Histórico das negociações* da Statkraft com a Associações de Mangabeira e Boa Vista para arrendamento das propriedades do parque eólico Serra da Mangabeira

Quadro 1 - Continuação

Data		Descrição
2018	Janeiro	Reunião entre Statkraft e ACOMPOV para apresentação do projeto e entrega da minuta dos contratos.
	Janeiro a março	Levantamento dos limites das propriedades com GPS; assinatura de alguns contratos.
	Abril	Reuniões internas, nas Associações de Mangabeira e Boa Vista, com CPT, Fundação Padre João, UFBA e advogado da associação.
	Junho	Reunião entre a ACOMPOV, membros da ASCOBOVI, CPT, Fundação Padre João, UFBA, advogado da associação e Statkraft, com questionamentos da comunidade sobre as cláusulas dos contratos.; Encaminhamento: envio pelo advogado da associação das cláusulas questionáveis para a Statkraft com as alterações sugeridas pelo mesmo, em concordância com os membros das Associações.
	Outubro	Reunião entre a ACOMPOV, CPT, Fundação Padre João e Statkraft com esclarecimentos da empresa aos questionamentos referentes às cláusulas do contrato e demais dúvidas da última reunião. Encaminhamento: Statkraft deve elaborar em 20 dias nova minuta de contrato para aprovação da ACOMPOV e posterior assinatura do contrato.
2019	Maio	Consulta Pública na ACOMPOV, votação autorizando a instalação do Projeto Eólico da Serra da Mangabeira; autorização de passagem e abertura de acesso da ASCOBOVI aprovando o empreendimento.
	Outubro	Assinatura dos contratos da ACOMPOV e ASCOBOVI após negociações, com nova redação e exclusão das cláusulas prejudiciais às comunidades.

Com várias cláusulas prejudiciais às comunidades, identificadas na primeira versão da minuta do contrato em discussão interna nas comunidades, foram realizadas novas reuniões com a Statkraft em junho de 2018, a fim de obter esclarecimentos. Após isso, houve nova reunião em outubro, onde quando a Statkraft apresentou respostas aos questionamentos do contrato. Posteriormente, a empresa redigiu novo contrato, retirando as cláusulas questionáveis. Assim, após estas essas negociações, em maio de 2019, foi realizada uma Consulta Pública com os membros da Associação de Mangabeira. Nesta, foi aprovada por meio de votação: a instalação do Parque Eólico Serra da Mangabeira, a autorização de novos estudos, a abertura de acessos e a instalação de torre anemométrica. Nesse mesmo mês e ano, também foi dada anuência pela Associação de Boa Vista para o empreendimento.

Já em outubro de 2019, após todas as tratativas supracitadas, houveram as assinaturas dos contratos pelas Associações de Mangabeira e Boa e Vista, atendendo às exigências destas. É importante destacar a importância do protagonismo dos membros das duas comunidades nas discussões, no questionamento dos seus direitos e na busca pelas melhores alternativas, a fim de beneficiar o coletivo. Isso de forma a preservar o modo de vida comunal dos mora-

dores locais, mesmo com a chegada do empreendimento. Além disso, a não aceitação da primeira versão do contrato proposto pela empresa e as parcerias com as instituições para compreensão do mesmo, foram de suma importância para as alterações sofridas pelo instrumento e para certeza na tomada de decisão.

4.1.1 Regularização fundiária e contratos

No processo de negociação entre as Associações e a Starkraft, a questão da regularização das terras desponta nos contratos de arrendamento das comunidades. Pois, como as comunidades de Mangabeira e Boa Vista são tradicionais de fundo de pasto e tem uso comunitário, a regularização fundiária deve seguir trâmites específicos. Já que, conforme destacam Ribeiro, Araújo, Oliveira e Germani (2018), nas áreas específicas de uso comunal, o Estado deve proceder discriminando o público do privado, arrecadar as terras identificadas como devolutas¹ do Estado e, por fim, realizar o procedimento de regularização fundiária. Assim, na Bahia a regularização de tais áreas coletivas se dá através da Coordenação de Desenvolvimento Agrário da Bahia (CDA).

Nesse sentido, a fim de dar celeridade ao processo de licenciamento ambiental dos parques eólicos, o governo do Estado criou normas específicas para as terras públicas, rurais e devolutas que integram as áreas com potencial eólico² no Estado. Isso é uma forma de atender às demandas das empresas, já que a questão fundiária é apontada, muitas vezes, por empresas do setor eólico como um entrave para a implantação dos empreendimentos. Pois, a comprovação do direito de uso da terra para participação do no leilão de energia é uma exigência da EPE. Entretanto, se por um lado os instrumentos legais criados pelo Estado para fomentar a geração eólica são celebrados pelas empresas do setor, por outro lado causam descontentamento de agricultores familiares e sociedade civil organizada. Como é o caso da Articulação Estadual das Comunidades Tradicionais de Fundo e Fecho de Pasto (2020), que aponta não terem tido participação efetiva na elaboração dos procedimentos para regularização fundiária de suas áreas coletivas na Instrução Normativa 2020 do Estado, uma vez que é a instância que representa centenas de comunidades rurais de várias regiões da Bahia.

1 "Terras devolutas são terras públicas sem destinação pelo Poder Público e que em nenhum momento integraram o patrimônio de um particular, ainda que estejam irregularmente sob sua posse. O termo 'devoluta' relaciona-se ao conceito de terra devolvida" (CÂMARA LEGISLATIVA, 2019).

2 Para detalhes ver Bahia, 2020a e 2020b.

Ressalta-se que com a simplificação do processo de licenciamento ambiental no Estado, o próprio empreendedor pode buscar o órgão responsável para regularizar as terras que pretende explorar, desde que seja autorizado formalmente pelo proprietário, conforme Bahia (2018). Essa autorização se dá com a assinatura do contrato de arrendamento que contém cláusulas específicas acerca do tema, em que o Estado não se envolve. É a empresa que faz a articulação com a comunidade, e isto por sua vez pode gerar uma série de conflitos entre posseiros individuais que concordam ou não com a implantação do empreendimento, fato ocorrido em comunidades de Brotas de Macaúbas no ano 2017.

Nas comunidades de Mangabeira e Boa Vista, após a assinatura dos contratos de arrendamento, a Statkraft solicitou à CDA a regularização das terras das associações. Assim, atualmente as propriedades estão em processo de regularização junto à CDA (BMA, 2019). Por se tratarem de comunidades tradicionais, após o processo de regularização, o Estado emitirá escritura das terras, por meio da CDA. Em seguida, fará um Contrato de Cessão de Uso (CCDRU) com cada uma das associações. Após a cessão das terras pelo Estado, a Statkraft realizará contrato de Cessão de Uso de Superfície com cada uma das associações.

Todo esse processo deve ser finalizado antes do requerimento da Licença de Instalação (LI). Pois, é uma exigência do órgão ambiental, INEMA, que as áreas de terceiros que forem sofrer intervenção de empreendimento eólico estejam ambientalmente regulares, com Reserva Legal instituída e com inscrição no Cadastro Estadual Florestal de Imóveis Rurais (CEFIR), quando da solicitação da LI (BAHIA, 2018b).

4.1.2 Remunerações propostas nos contratos de arrendamento

Em 2018 foi entregue a primeira minuta do contrato de arrendamento para a Associação Comunitária de Mangabeira e Povoados Vizinhos (ACOMPOV), que previa autorização de ocupação e uso de áreas de terra para fins de exploração de usina eólica. Este objetiva a instalação e exploração da referida Usina e a constituição de direito real de superfície dos imóveis rurais na região dos estudos e projetos.

A remuneração prevista no período pré-operacional era de R\$ 1.800,00 anual, a título de arrendamento, corrigido pelo Índice Geral de Preços – Mensal (IGP-M) da Fundação Getúlio Vargas (FGV). Já no período operacional previu-se um valor fixo anual de R\$ 6.000,00 por aerogerador, corrigido pelo IGP-M, definido com base na quantidade de aerogeradores instalados na área do imóvel. Entretanto, na minuta não constava a quantidade de aerogeradores que haveria na proprie-

dade. Assim, não era possível saber quanto cada qual (Associação ou proprietário individual) iria receber, pois não se sabia onde seriam instalados os aerogeradores. Logo, esse fato passou a gerar insegurança e incerteza para a tomada de decisão do posseiro/proprietário da terra acerca da assinatura do contrato.

Dada a ausência de informações concretas e a necessidade de tomada de decisão da ACOMPOV, reuniões foram realizadas, conforme supracitado no Quadro 1. Nessas, questionava-se a magnitude do empreendimento, as alterações que poderiam ser causadas no modo de vida tradicional da comunidade, bem como propostas de benfeitorias que poderiam ser feitas nas comunidades e constar no contrato da Associação. Também foram simulados cenários de possíveis remuneratórios por meio das informações que se pôde levantar, a fim de argumentar com a empresa os valores propostos nos contratos.

Após várias tratativas, em 2019 uma nova minuta foi apresentada pela Statkraft alterando tanto cláusulas jurídicas, quanto econômicas que haviam sido questionadas pelas comunidades. Nesta, propõe-se no período de desenvolvimento, período de cinco anos, pagar R\$ 36.847,00 em uma cota única anual. Já no período de implantação, ou seja, na construção do empreendimento, a importância de R\$ 49.130,00 a serem pagos anualmente. E, por fim, no período de operação pagar o valor fio anual de R\$ 16.000,00 por aerogerador instalado na propriedade da ACOMPOV, acrescido do Valor pelo Uso da Área do Parque Eólico equivalente a quantia de R\$ 73.627,00. Isto é, nas áreas do parque eólico com aerogeradores alocados, o pagamento será fixado por aerogerador somado ao Valor pelo Uso da área Área do Parque Eólico. Já nas áreas do parque eólico sem aerogerador, com apenas acessos e outras estruturas, haverá o pagamento referente ao Valor pelo Uso da área Área do parque. Além disso, foi firmado acordo entre a Associação e a empresa para realização de benfeitorias nas comunidades.

Do exposto, o caso de Brotas de Macaúbas demonstrou que os contratos de arrendamento podem sofrer alterações para maior benefício de uma comunidade ou proprietário, desde que estes estejam bem assessorados para reivindicar mudanças no que lhes for apresentado como excelente oportunidade, mesmo que não seja.

5. CONCLUSÕES

Análise apontou que as minutas de contrato inicialmente propostas apresentavam elementos de insegurança acerca dos limites de utilização das terras, por exemplo, desconhecimento das comunidades sobre aspectos importantes na negociação, e, conflitos gerados em

torno da remuneração do arrendamento da propriedade pelo empreendedor. Entretanto, após questionamentos das comunidades, por meio de negociações com o advogado da comunidade, a Universidade, membros da associação, empresa, CPT e Fundação Padre João, uma nova minuta foi apresentada e aprovada pela comunidade.

Durante todo o processo, também se constatou a ausência de uma intermediação do Estado junto aos proprietários e aos empreendedores, uma vez que aspectos de regularização fundiária também estavam presentes na negociação, fazendo-se necessárias ações do Estado na região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTICULAÇÃO ESTADUAL DAS COMUNIDADES TRADICIONAIS DE FUNDO E FECHO DE PASTO. Carta Aberta. 2020

BAHIA. Manual de Procedimentos. Regularização fundiária das terras públicas, rurais e devolutas que integram os corredores de vento no Estado da Bahia. 2020a.

BAHIA. Resolução CEPRAM nº 4.636. 2018.

BAHIA. Secretaria de Desenvolvimento Rural. Instrução Normativa (IN) Conjunta SDE/SDR/CDA/PGE 01/2020. 2020b.

BIOMONITORAMENTO E MEIO AMBIENTE - BMA. Roteiro de Caracterização do Empreendimento (RCE) - Parque eólico Serra da Mangueira e Parque Solar Fotovoltaico Sol de Brotas. SEIA, Consulta Pública. Salvador, 2019.

CHAVES, L. O. Energia eólica e a criação de conflitos: ocupação dos espaços de lazer no Cumbe, Aracati (Ceará). Fortaleza: Edições UFC, 2019.

COPENA, D., SIMÓN, X. Wind farms and payments to landowners: Opportunities for rural development for the case of Galicia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, n. 95, 2018.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. Participação de empreendimentos eólicos nos leilões de energia no Brasil. 2018.

FAST, S., MABEE, W. Place-making and trust-building: The influence of policy on host community responses to wind farms. *Energy Policy*, n. 81, 2015.

HALL, N., ASHWORTH, P., DEVINE-WRIGHT, P. Societal acceptance of wind farms: analysis of four common themes across Australian case studies. *Energy Policy*, n. 58, 2013.

JUÁREZ-HERNÁNDEZ, S., LEÓN, G. Energía eólica en el istmo de Tehuantepec: desarrollo, actores y oposición social. *Probl Del Desarro*, n. 178, 2014.

MUNDAY, M., BRISTOW, G., COWELL, R. Wind farms in rural areas: How far do community benefits from wind farms represent a local economic development opportunity? *Journal of Rural Studies*, n. 27, 2011.

RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK FOR THE 21ST CENTURY (REN21). *Renewables 2019 – Global Status Report*. 2019.

TRALDI, M. Os impactos socioeconômicos e territoriais resultantes da implantação e operação de parques eólicos no semiárido brasileiro. *Scripta Nova*, n. 589, 2018.

WALTER, C., BATER, J. Beyond rhetoric to understanding determinants of wind turbine support and conflict in two Ontario, Canada communities. *Environment and Planning*, v. 46, 2014.

IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS NA PRODUÇÃO DE PELLETS

Flavio Numata Junior

Universidade Positivo

DOI: 10.47168/rbe.v26i4.578

Recebido em: 02.07.2020

Aceito em: 18.08.2020

RESUMO

Fontes energéticas de origem fóssil não são sustentáveis e apresentam alto nível de emissões poluentes. As novas formas de geração de energia, sobretudo, provenientes de recursos florestais renováveis ou de subprodutos industriais, são consideradas alternativas com elevado potencial energético. Cerca de 60% do volume de resíduos da madeira bruta processada em indústrias de beneficiamento se transforma em alguma forma de desperdícios. O uso desse material representa uma solução racional e inteligente para o sistema produtivo e, principalmente, para a humanidade. Basicamente, este pequeno conjunto de informações explica porque a demanda por esta fonte de energia cresce 2,2% ao ano, podendo duplicar seu consumo nos próximos trinta anos. Por essas características e seu aproveitamento como subproduto ou resíduo industrial, os pellets, são produtos ecoeficientes. Neste sentido, como a produção de pellets no Brasil apresenta uma tendência de crescimento, torna-se importante avaliar os efeitos ambientais gerados durante sua fabricação. Assim, este artigo tem por objetivo mensurar os efeitos ambientais gerados nos processos de produção dos pellets derivados de madeira eucalipto. A metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) foi aplicado na fase industrial com uso da base de dados Ecoinvent e o método EcoIndicator 99 para especificar os impactos ambientais. Os resultados da pesquisa demonstram maior importância sobre os impactos causados na categoria de saúde humana do que na qualidade dos recursos do ecossistema. A operação de peletização apresentou a maior contribuição, com 61,2% dos impactos, causado pelo uso de combustíveis. Os resultados demonstram que a infraestrutura industrial dos processos de produção de pellets apresenta as menores contribuições.

Palavras-chave: Energia, Produção de pellets, Avaliação do ciclo de vida, Impactos ambientais.

ABSTRACT

Energy sources of fossil origin are not sustainable and have a high level of polluting emissions. The new forms of energy generation, mainly from renewable forest resources or industrial co-products, are considered alternatives with high energy potential. About 60% of the volume of residues from raw wood processed in beneficiation industries turns into some form of waste. The use of this material represents a rational and intelligent solution for the productive system and, mainly, for humanity. Basically, this small set of information explains why the demand for this energy source grows by 2.2% per year, which could double its consumption in the next thirty years. Because of these characteristics and their use as a by-product or industrial waste, pellets are eco-efficient products. In this sense, as the production of pellets in Brazil has a growth trend, it is important to assess the environmental effects generated during its manufacture. In this sense, this article aims to assess the environmental effects in the production processes of pellets derived from eucalyptus wood. The Life Cycle Assessment (LCA) methodology was applied in the industrial phase using the Ecoinvent database and the EcoIndicator 99 method to specify environmental impacts. The research results demonstrate the importance of the impacts caused in the category of human health, greater than in the quality of ecosystem resources. The pelletizing operation contributes more, with 61.2% of the impacts caused by the fuel chain. The results demonstrate that the industrial infrastructure of the pellet production processes presents the smallest contribution.

Keywords: Energy, Pellets production, Life cycle assessments, Environmental impacts.

1. PELLETS DE MADEIRA

O pellet é um biocombustível granulado à base de biomassa vegetal moída e compactada em alta pressão. Para produzir o pellet podem ser utilizados vários tipos de biomassa vegetal, como as palhas de cereais, de algodão, milho, amendoim (FELFLI, WT AL., 2011; NILSONN; BERNESSEON; HANSSON, 2011; SUDGHAR), resíduos de base lignocelulósica, como o bagaço da cana-de-açúcar (LEHMANN ET AL., 2012; ZHOU, 2007; ALMEIDA; SOLA; BEHAINNE, 2014) ou o bambu (LIU et al., 2013; LOBOVIKOV ET AL., 2007).

A carga de emissões geradas pelos pellets é considerada pequena porque este produto tem produção próxima da área de extração com baixa taxa de emissões relacionadas ao transporte. Sua elevada densidade energética oferece melhor desempenho de uso. A quantidade de emissão de CO₂ por MJ, ao longo da cadeia que abrange

a produção, o transporte e combustão, é cerca de seis vezes menor que a do óleo combustível, quando comparado ao uso para aquecimento residencial (PINEL, 2013). Por essas características, os pellets são vistos como um dos principais produtos para que a União Europeia (UE) atenda a Directive 2009/28/EC. Assim os países europeus estimulam seu consumo, por meio de incentivos econômicos (LIDDELL, 2014). A produção mundial de pellets de madeira tem apresentado forte crescimento nos últimos anos. Em 2010 atingiu mais de 18 milhões de toneladas, e em 2015 foram 28 milhões (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA, 2017). A União Europeia é responsável por quase metade da produção mundial e, a seguir, o continente americano, na região norte, apresenta 32% da produção e, na região sul, o Chile e especialmente o Brasil, são os maiores produtores (BIOENERGY EUROPE; EPC, 2018). A América do Sul tem se apresentado como novo player mundial na produção de pellets com crescimento de mais de 300% nos últimos cinco anos.

Os processos industriais de produção de pellets são compostos por pré-processamento, secagem, moagem, processo de peletização, resfriamento, peneiramento e embalagem (REED ET AL., 2012). No processo produtivo cerca de 12% da biomassa são utilizadas como combustível para a secagem, 3% são eliminados durante o processo de fabricação, restando cerca de 85% da matéria prima efetiva para a transformação. Esta pesquisa explora, por meio da ACV, a etapa de industrialização para desenvolver soluções para melhorar o desempenho produtivo e ambiental da produção de pellets.

2. AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (ACV)

A ACV é uma metodologia que avalia sistematicamente a quantificação de fluxos de energia e de materiais associados a um produto ou serviço, ou seja, são determinados de forma quantitativa os impactos causados pela retirada de recursos e emissões para o meio ambiente ao longo de seu ciclo de vida (ISO, 2006). Os critérios das escolhas e pressupostos aplicados na ACV podem ser subjetivos. As fronteiras do sistema determinam o que deve ser atribuído diretamente à função do produto, na abordagem linear voltada para os fluxos físicos. Dessa forma, os estudos de ACV podem gerar resultados limitados quanto à acessibilidade ou disponibilidade de dados. Em linhas gerais, a ACV acrescenta valor ao processo de tomada de decisões pois quantifica o fluxo energético e de material do processo analisado (de produto ou serviço), contribuindo para o aumento da eficiência das etapas deste, melhorando a relação produto-meio ambiente.

Os métodos de AICV são divididos em dois grupos de acordo com sua abordagem: *midpoint* (ponto médio) e *endpoint* (ponto final). A metodologia *midpoint*, segundo Piekarski et al (2012), não representa

as consequências ambientais sobre o percurso ambiental das emissões contidas no inventário de ciclo de vida, mas são indicadores de impacto em potencial. Como exemplo de métodos que utilizam essa abordagem tem-se: EDIP, CML e TRACI. A AICV *endpoint* apresenta resultados finais caracterizando as consequências geradas nas categorias ao seu dano final, ligadas à relevância ambiental gerada. Nesta pesquisa sua relação está ligada a incidência sobre os recursos naturais. Essa característica é importante porque possibilita a integração no design do processo, portanto, gerando oportunidades de melhorias nos processos de industrialização. Os métodos Eco-indicator 99 e EPS tem aplicação ao ponto final. As aplicações dos AICV dependem da forma e do interesse do estudo conforme recomenda o relatório sobre avaliação dos métodos de AICV da Comissão Europeia (EUROPEAN COMMISSION, 2010). Os métodos para avaliação de impacto do ciclo de vida (AICV) avaliam a significância dos potenciais impactos ambientais coletados no inventário, fornecendo informações para a fase de interpretação do ciclo de vida (ABNT, 2009). Muitas metodologias são aplicadas para a AICV e boa parte desses métodos faz uso de cálculos em softwares no processamento dos dados disponíveis (NIGRI, 2012).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho utilizou dados de uma indústria de pellets localizada no estado do Paraná. A biomassa são os resíduos de madeira de eucalipto previamente picados na empresa fornecedora da matéria-prima. A preparação da biomassa inicia-se no processo de moagem para adequar as partículas ao processo de peletização. O secador tipo ciclone gera ar quente para a retirada da umidade da matéria-prima. As análises químicas e físicas avaliaram a lignina segundo a norma NBR 7989 (ABNT, 2010), o teor de umidade segundo a NBR 14929 (ABNT, 2013), o poder calorífico pela DIN 51900 (DIN, 2000) e granulometria pela EN 15149-1 (EN, 2010).

Na peletização as partículas são compactadas em dispositivos granuladores em condições controladas de temperatura e pressão para corte dos pellets em dimensões estabelecidas pela norma requerida de fabricação. Os parâmetros iniciais de peletização são o aquecimento até 1000C com pressão de 1,5 bar. A seguir, a cada ciclo produtivo, ocorre redução de 20% dos parâmetros de controle, devido ao processo entrar em regime estabilizado de produção. O processo de recalque envia o insumo por meio de rosca sem fim para os orifícios da matriz de peletização (diâmetro de 3 mm). A granulometria opera com 80% de partículas com dimensões apropriadas, de acordo com a norma ISO 17225-2 (ISO, 2014). Para a determinação da porcentagem de finos, o fluxo de ar tem pressão de 30 mbar e duração de 30 segundos. Posteriormente, as amostras sem finos são submetidas a outro fluxo

controlado de ar (70mbar) durante 60 segundos para verificação da durabilidade mecânica. O resfriamento ocorre de forma gradual na condição ambiente, sem acionamento de equipamentos, para não interferir nas propriedades mecânicas do produto.

Para a simulação da avaliação do ciclo de vida foi utilizado o software livre openLCA, versão 1.3.3, desenvolvido pela empresa GreenDelta®, uma consultora alemã independente de sustentabilidade e desenvolvedora de softwares. Foi utilizado o banco de dados BioEnergieDat desenvolvido pelo Instituto de Avaliação de Tecnologia e Análise de Sistemas (ITAS - Institute for Technology Assessment and Systems Analysis). Como a infraestrutura do sistema industrial é similar a alguns sistemas europeus, foi utilizado o processo de referência do banco de dados denominado Peletização de resíduos de madeira industrial, pellets de madeira A1, do tipo pinus conforme a norma DIN EN 14961-2 (DIN, 2010).

O sistema do produto, apresentado na Figura 1, considera a ACV do “portão ao portão”, ou seja, a avaliação na fase industrial, de produção dos pellets.

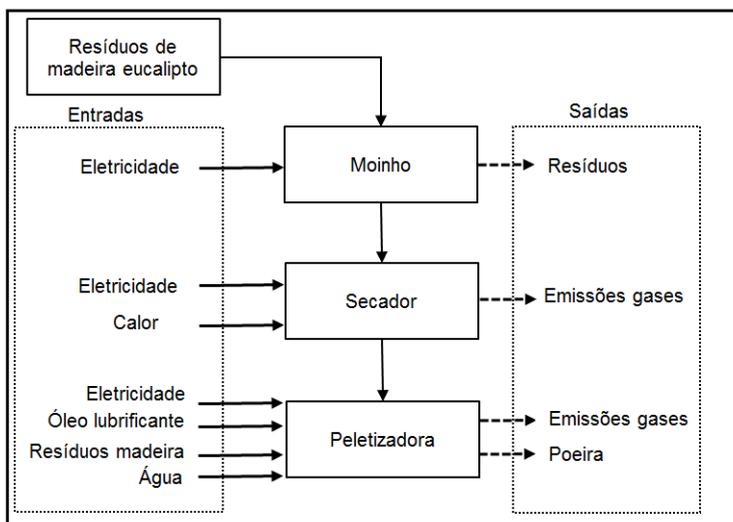


Figura 1 – Sistema do produto

As propriedades específicas do material e o coeficiente de rendimento de matéria por unidade do produto foi considerado do repositório do GreenDelta ®. A carga horária produtiva anual corresponde a 2.000 horas trabalhadas. A unidade funcional é conside-

rada para o período anual, do valor unitário convertido para 5.000 kg de pellets para obter um valor mais representativo dos efeitos gerados. O sistema do produto é do “portão ao portão”, na linguagem ACV, portanto, considera somente os processos de industrialização e desconsidera os recursos construtivos para indústria, para avaliar o desempenho dos processos industriais.

4. RESULTADOS

A AICV foi realizada por meio do Ecoindicator, e demonstra a cadeia de causa-efeito do ciclo de vida nos pontos finais de danos causados. Os impactos ambientais são ponderados nas categorias de danos associados aos recursos, à qualidade do ecossistema e a saúde humana. A Figura 1 apresenta a ponderação dos danos associados aos impactos:

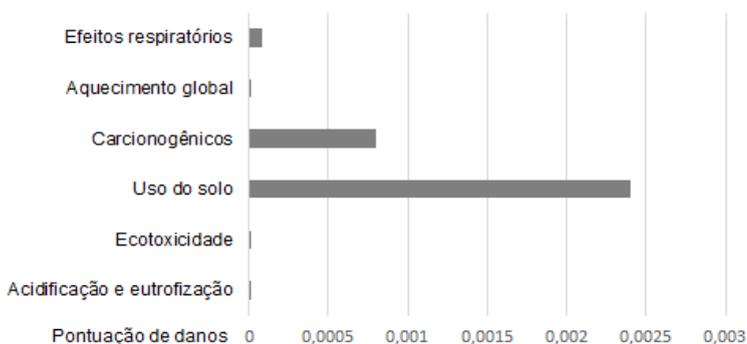


Gráfico 1 - Valoração dos danos nas categorias de impacto

Observa-se que a categoria de danos à qualidade do ecossistema pelo uso do solo e os danos à saúde humana nos efeitos carcinogênicos e respiratórios apresentam os maiores impactos ambientais. O efeito gerado no uso do solo está ligado na origem da matéria-prima, que é derivada de resíduos florestais. Se a produção de pellets concentrar o uso de resíduos de madeira, os impactos no ecossistema poderão ser minimizados.

As emissões atmosféricas são provenientes das descargas geradas na fornalha do secador. Nesta fase, os processos viabilizam troca de calor para o processo de secagem dos resíduos e redução do teor de umidade. O fluxo do gás presente na secagem segue para filtros

para evitar as emissões. Devido à retenção de umidade nas aletas dos filtros, sua eficiência funcional pode ficar comprometida, se não ocorrer manutenção periódica do dispositivo.

5. DISCUSSÕES

O elevado consumo de energia no processo industrial é o principal responsável pelas emissões atmosféricas. Este resultado também foi observado em pesquisas similares, com mais de 50% dos impactos gerados no processo de peletização, como na pesquisa de Greco (2017) e 61,2% no trabalho de Buratti e Fantozzi (2010). Em relação à matéria-prima, apesar da grande utilização no Brasil da madeira de eucalipto para produção de pellets, esse opção tem sido discutida. A presença de cloro no eucalipto é cerca de cinco vezes superior aos padrões permitidos na norma EnPlus. As substâncias inorgânicas e metais alcalinos são portadores de dioxinas que são altamente tóxicos, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS). Tal questão é objeto recente de estudos com patentes nacionais, registradas no Instituto de Propriedade Intelectual (INPI) e na Organização Mundial da Propriedade Intelectual (WIPO).

Os resultados deste trabalho corroboram os impactos gerados pelas emissões de gases tóxicos derivados das substâncias inorgânicas citadas. Por isso, a produção de pellets derivados de pinus, tem aumentado nos últimos anos. Os pellets produzidos por cultura agroenergética, como o bagaço de cana-de-açúcar, apresentam cerca de 8% de teor de cinzas (ALMEIDA ET AL., 2014), bastante superior ao limite especificado pela DIN EN 14961-1, enquanto o eucalipto apresenta menos de 1% de cinzas. Mas a fonte canavieira é objeto de pesquisas pela oferta abundante da biomassa e saldo positivo ao sequestro de carbono em seu ciclo de vida. A concentração de lignina e sílica na matéria-prima pode exigir a adição de substâncias ligantes, como gordura orgânica, para reduzir o atrito nas extrusoras e aumentar a vida útil das matrizes.

A regularidade nas dimensões das partículas favorece o processamento da peletização da biomassa porque ocorre menor abrasão na matriz do equipamento, contribuindo para a redução do consumo de energia no processamento. O processo de secagem reduz o teor de umidade e favorece o processo de prensagem, aumentando a densidade energética dos pellets, mas interferindo na taxa de emissões. Estudos indicam uma relação entre o teor de umidade ideal (5% a 10%) e o poder calorífico do pellet, e indicam a faixa de 60°C a 80° C para as temperaturas do processo (LI; LIU, 2000; UNGUREANU ET AL., 2018; UNPINIT ET AL., 2015).

O processo de torrefação para produção de pellets pode ser uma alternativa viável por aumentar o potencial energético com maior

concentração de carbono, sendo tema para futuras pesquisas.

REFERENCIAS BIBLOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. F. P.; SOLA, A. V. H.; BEHAINNE, J. J. R. (2014) Análise físico-química do produto e processo de peletização da biomassa bagaço de cana-de-açúcar. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, 4., 2014, Ponta Grossa. Anais... Ponta Grossa: [s. n.].

BURATTI, C.; FANTOZZI, F. (2010) Life Cycle Assessment Of Biomass Chains: Wood Pellet From Short Rotation Coppice Using Data Measured On A Real Plant. *Biomass and Bioenergy*, Elsevier, 2010, 34 (12), pp.1796.

DEUTSCHE INDUSTRIE NORM (DIN) (2010) DIN EN 14961-1: Solid biofuels - Fuel specifications and classes - Part 1: General requirements. Alemanha.

EUROPEAN BIOMASS ASSOCIATION (AEBIOM) (2018) Bioenergy Europe Statistical Report 2018. Brussels. Disponível em: www.bioenergyeurope.org.

EUROPEAN COMMISSION (2010). ILCD Handbook: Analysing of existing Environmental Impact Assessment methodologies for use in Life Cycle Assessment. Ispra (VA) Italy: European Commission Joint Research Centre Institute for Environment and Sustainability.

EUROPEAN PELLET COUNCIL (EPC) (2013) Handbook for Certification of Wood Pellets for Heating Purposes. Version 2.0. [s. l.: s. n.].

FELFLI, F. F.; MESA, J. M.; ROCHA, J. D.; FILIPPETTO, D.; LUENGO, C. A.; PIPPO, W. A. A. Biomass briquetting and its perspectives in Brazil. *Biomass and Bioenergy*, Oxford, Inglaterra, v. 35, n.1, P. 236-242.

GRECO, F. (2017) Sistemi di gestione ambientale, di politica ed economia ambientale. Alma Mater Studiorum. Università di Bologna. Scuola di Scienze. Bologna, 2017.

ISO14040. (2006). Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework. International Organization for Standardization.

LEHMANN, B. (2012) et al. Effect of Miscanthus addition and different grinding processes on the quality of wood pellets. *Biomass & Bioenergy*, Amsterdam, v. 44, p. 150-159.

LI Y.; LIU H. (2000) High pressure densification of wood residues to form an upgraded fuel. *Biomass and Bioenergy*, vol. 19, 2000, pp. 177-186.

LIU, Z.; JIANG, Z.; CAI, Z.; FEI, B.; YU, Y.; LIU, X. (2013) Effects of carbonization conditions on properties of bamboo pellets. *Renewable Energy*, 51, p. 1-6.

MANI, S.; TABIL, L. G.; SOKHANSANJ, S. (2006) Effects of compressive force, particle size and moisture content on mechanical properties of biomass pellets from grasses. *Biomass & Bioenergy*, Amsterdam, v. 30, p. 648-654.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA (FAO) (2019). Aspectos técnicos da produção de pellets de madeira 1488 Ci. Fl., Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 1478-1489, jul./set. 2019 Statistics Division Forestry Production and Trade. Roma: FAO, [2019]. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>>.

PINEL, J. (2013) La filière pellets en France: une filière à structurer dans un context d'internationalisation rapide du marché. Paris: E-CUBE strategy consultants.

PIEKARSKI, C. M. et al. (2012) Métodos de Avaliação de Impactos do Ciclo de Vida: Uma discussão para a adoção de métodos nas especificidades brasileiras. *Revista Gestão Industrial*, v. 08, n.3, p.222-240.

REED, D.; BERGAMAN, R.; KIM, J.W.; TAYLOR, A.; HARPER, D.; JONES, D.; KNOWLES, C.; PUETTMANN, M. E. (2012) Cradle-to-Gate Life-Cycle Inventory and Impact Assessment of Wood Fuel Pellet Manufacturing from Hardwood Flooring Residues in the Southeastern United States. *Forest Prod J*, 62(4): 280-288.

UNGUREANU, N.; VLADUT, V.; VOICU, G.; DINCA, M-N.; ZABAVA, B-S. (2018) Influence of Biomass Moisture Content on Pellet Properties – Review. *Engineering for Rural Development*. Jelgava, 23-25. 2018, pp.1876-1883.

UNPINIT T.; POBLARP T.; SAILOON, N.; WONGWICHA, P.; THABUOT, M. (2015) Fuel properties of bio-pellets produced from selected materials under various compacting pressure. *Energy Procedia*, vol. 79, 2015, pp. 657-662.

IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA DISPONIBILIDADE DO RECURSO ENERGÉTICO SOLAR

Rodrigo Santos Costa¹
Graziela Luzia da Costa²
Francisco José Lopes de Lima¹
André Rodrigues Gonçalves¹
Fernando Ramos Martins³
Enio Bueno Pereira¹
Madeleine Sánchez Gácita Casagrande³

¹*Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais*

²*Technical University of Denmark*

³*Universidade Federal do Estado de São Paulo*

DOI: 10.47168/rbe.v26i4.579

Recebido em: 12.07.2020

Aceito em: 18.08.2020

RESUMO

O Brasil possui um grande potencial de geração de energia solar devido aos elevados níveis de irradiação na maior parte do seu território. O crescimento esperado da participação da fonte solar na matriz energética demanda um maior entendimento de qual será sua variabilidade temporal e espacial, em especial em relação à disponibilidade atual e de possíveis impactos das mudanças do clima. Neste sentido, este estudo tem por objetivo avaliar o impacto das mudanças climáticas sobre o recurso solar brasileiro, estimando alterações tanto na disponibilidade média quanto no perfil sazonal do recurso. Foram produzidos dados climatológicos de totais diários de irradiação global horizontal, que serviram como referência na remoção do viés dos resultados de modelos climáticos. Esta remoção foi realizada através de técnicas estatísticas, considerando uma avaliação do seu erro no período histórico e partindo da premissa que os processos radiativos não sofrem alterações nas condições de cenários futuros de clima e, portanto, os desvios das estimativas produzidas pelos modelos não se alteram significativamente. As análises foram realizadas a partir das simulações para os cenários RCP's 4.5 (intermediário) e 8.5 (pessimista), divididas em três horizontes temporais - 2006-2040, 2040-2070 e 2070-2099. Os resultados indicaram padrões espaciais da variação do recurso solar. Estes resultados são bastante relevantes pois afetam regiões hoje exploradas para a geração solar e indicam a necessidade de se buscar ações focadas no comportamento futuro dos recursos, subsidiando políticas de planejamento que já estão em

andamento. Além disso, reforçam a contribuição desses estudos para o planejamento da expansão do setor, em especial vislumbrando estratégias de adaptação do parque gerador durante a transição para fontes de energia mais dependentes do clima.

Palavras-chave: Mudanças climáticas, Recurso solar, Planejamento energético.

ABSTRACT

Brazil has a huge potential for solar energy generation due to tropical irradiation levels. The expected growth of solar energy in the energy matrix requires a greater understanding of temporal and spatial variability, especially concerned to the current availability and possible impacts of climate change. In this way, this study aims to understand the impact of climate change on the Brazilian solar resource, estimating changes in availability and seasonal behaviors. Daily totals of global horizontal irradiation based on climatological data were produced, which was a reference to remove bias in climate models. This removal was carried out using statistical techniques, considering a bias evaluation in the historical period and assuming that the radiative processes does not change in the future climate scenarios. The evaluations were performed from scenarios RCP's 4.5 (intermediate) and 8.5 (pessimistic), divided into three time horizons - 2006-2040, 2040-2070 and 2070-2099. The results indicated spatial patterns of the variation of the solar resource. These results are quite relevant because they affect regions currently used for solar generation and indicate required actions focused on the future of the resources, subsidizing planning policies that are already underway. In addition, they reinforce the contribution of these studies to the planning of the electric sector, in particular by envisioning strategies to adapt the electricity generation capacity to more climate dependent energy resources.

Keywords: Climate change, Solar energy resource, Energy planning.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui um grande potencial de geração de energia solar devido a elevados níveis de irradiação na maior parte do território nacional. As questões relacionadas à segurança energética são afetadas pelo rápido crescimento da participação da fonte solar nos últimos anos, e trazem à tona uma discussão relevante em termos de Planejamento Energético, em especial no médio e no longo prazo, sobre qual será o impacto das Mudanças Climáticas na disponibilidade deste recurso no futuro. Segundo o Plano Decenal de Expansão da Energia (MME/EPE, 2019), espera-se que em 2029 a fonte solar represente

8% de um total instalado de 251 GW. Esse crescimento requer o entendimento de qual será sua variabilidade temporal e espacial, em especial em relação à disponibilidade atual. Neste sentido, este estudo tem por objetivo avaliar o impacto das mudanças climáticas sobre o recurso solar brasileiro, estimando alterações tanto na disponibilidade média quanto no perfil sazonal do recurso.

São poucos os estudos que analisam os impactos futuros na disponibilidade do recurso solar no Brasil. Entretanto, é possível encontrar trabalhos analisando impactos globais ou para a América do Sul, a exemplo de Crook et al. (2011). Utilizando os modelos climáticos globais HadGEM1 e HadCM3 para examinar como as mudanças na temperatura e insolação projetadas para o século XXI no cenário SRES A1B (que considera um futuro de rápido crescimento econômico e utilização combinada de combustíveis fósseis e de origem em fontes renováveis) irão impactar a geração de energia solar concentrada e fotovoltaica. Os resultados globais mostram uma redução entre 6 e 10% para a maior parte do Brasil (exceto na região Amazônica, onde prevê um aumento entre 2 a 4%) na geração de energia fotovoltaica. Para energia solar concentrada, o trabalho apresenta redução (até 5%) sobre o nordeste e sul do Brasil, e aumento (de 5 a 10%) para a maioria das demais regiões do país.

Huber et al. (2016) analisaram o impacto das mudanças climáticas na irradiação solar em diversos locais do planeta, bem como o impacto na geração de energia solar concentrada (CSP) e fotovoltaica (PV). Comparando um período futuro (2035-2039) com um período recente (1995-1999), para duas regiões analisadas sobre a América do Sul, o estudo concluiu que, para a parte norte do continente (incluindo norte e nordeste do Brasil), é projetada uma redução de $-13,73 \text{ W/m}^2$ (-2%) na *global horizontal irradiation* (GHI) e de $-27,19 \text{ W/m}^2$ (-8%) na *diffuse horizontal irradiation* (DHI), ambos ao meio dia local. Para a parte sul da América do Sul (incluindo todo o restante do Brasil), é projetado um aumento de $+2,62 \text{ W/m}^2$ (menos de 1%) na GHI e uma redução de $-15,21 \text{ W/m}^2$ (-3%) na DHI. Com relação ao número de dias adequados para a operação de CSP, apresentaram variação para as partes norte e sul, respectivamente, de +1,8% e -1,5%. Nenhum dos valores, entretanto, com significância estatística. Os autores chamam a atenção para as limitações do estudo, que utilizou dados em baixa resolução espacial (maior do que 300 km) e pelo fato de não ter considerado as variabilidades climáticas interanuais ao assumir o período de cinco anos como representativo para o cálculo das diferenças.

Particularmente sobre o Brasil, Jong et al. (2019), utilizaram dados de *downscaling* de três modelos climáticos (Eta-HadGEM2-ES, Eta-CanESM2 e Eta-MIROC5) para investigar os impactos das mudanças climáticas sobre os recursos energéticos solar e eólico para

os anos de 2030 e 2080, sob o cenário de altas emissões (RCP8.5). Os autores projetaram aumento no potencial de energia solar para a maioria das regiões do Brasil, chegando a 3,6% sobre o Nordeste. Houve um consenso entre modelos de que a radiação solar poderia aumentar em todos os parques solares das regiões analisadas, sobre o Nordeste e parte do Sudeste, com destaque para Pirapora (Minas Gerais) que apresentou aumento de até 11,6% de acordo com o modelo Eta-CanESM2. Por outro lado, o modelo Eta-MIROC5 projetou uma redução de 3,8% no recurso solar sobre as instalações de Guaimbe (São Paulo), enquanto os outros dois modelos projetam um ligeiro aumento sobre a mesma localidade. Os autores afirmam, porém, a necessidade de uma maior investigação dos resultados obtidos, através de *ensemble* entre os dados das projeções regionais e da remoção de erros sistemáticos através da utilização de dados observados a 100 m acima do nível do solo.

2. METODOLOGIA

2.1 Base de dados observados

A base de dados observados utilizada neste trabalho foi obtida a partir do uso da técnica de *downscaling* estatístico empírico com o método de mapa de quantis. Diversos autores apontam o método como sendo um dos que têm melhor desempenho para esse tipo de *downscaling* (Gudmundsson et al., 2012; Teutschbein e Seibert, 2012; Rätty, Räisänen e Ylhäisi, 2014, dentre outros), no qual erros na distribuição da simulação são corrigidos pelos da observação, trasladando quantis de acordo com funções de transferência obtidos para cada ponto e em cada período de referência (Boé et al., 2007). Uma série de 27 anos de dados mensais de reanálise do ERA5 (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts - ECMWF Re-Analysis*) foi corrigida utilizando-se como dado observado a série diária da segunda edição do Atlas Brasileiro de Energia Solar (Pereira et al, 2017), com 17 anos de dados incluindo informações de satélite e estimativas do modelo BRASIL-SR.

2.2 Correção de viés

Apesar de atualmente os modelos apresentarem um progresso considerável na representação da circulação atmosférica, tanto global quanto regional, todos eles são afetados com algum viés em um grau que inviabiliza seu uso direto, sem um ajuste, especialmente em estudos de mudanças climáticas (Ehret et al., 2012). A correção de viés das saídas dos modelos, ajustada por observações, é um procedimento recomendável nesses estudos, visto que modelos climáticos inevitavel-

mente carregam incertezas e é interessante que o período histórico das simulações seja validado utilizando-se, por exemplo, uma base de dados observacional consolidada.

Essa base, validada e produzida com dados de qualidade, é considerada como a “verdade” em termos de dados observados para o ajuste a ser realizado neste trabalho. O ajuste realizado é baseado na correção de uma função de distribuição acumulada, na qual ajusta-se a frequência da variável, assegurando a variabilidade temporal da série. Como resultado desse processo, a técnica removeu o viés nas simulações do Eta. Como todas as abordagens de *downscaling* estatístico, supõe-se que os vieses em relação às simulações históricas permanecerão constantes no período futuro da projeção (Thrasher et al., 2012).

3. RESULTADOS

Nesta seção são apresentados os resultados para diferentes cenários de emissões para o Brasil. Todos os dados, sejam do período histórico ou de projeções, receberam ajustes (remoção de erros sistemáticos) de acordo com a metodologia apresentada, e para facilitar a compreensão será utilizada a nomenclatura referente aos períodos futuros - “futuro próximo” (2006-2040), “meio do século” (2040-2070) e “final do século” (2070-2099). A Figura 1 apresenta para o período histórico a irradiação global.

Na Figura 1 (a), (b), (c), (d), na qual é apresentada a distribuição espacial da irradiação solar em todo o território brasileiro, é possível notar que durante todo o ano a maior concentração do recurso solar é verificada no Nordeste brasileiro, e que o mesmo apresenta máximos nos meses da primavera e verão.

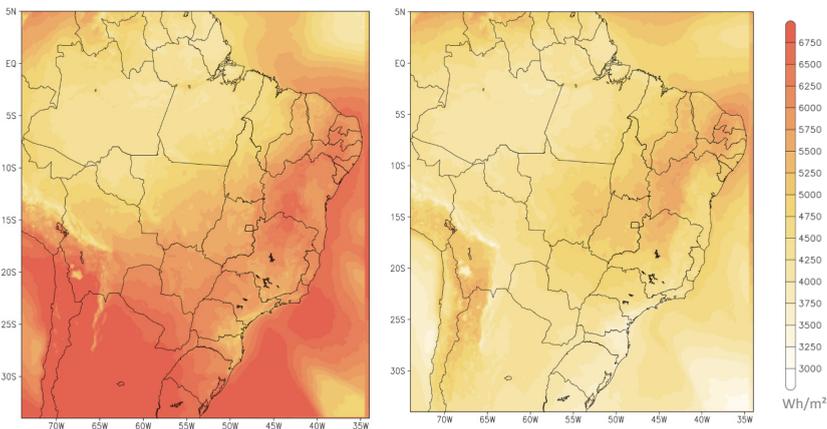


Figura 1 (a)

Figura 1 (b)

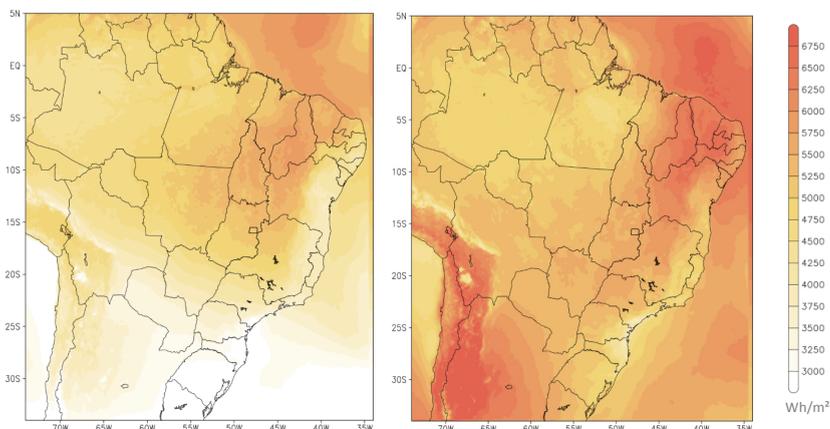


Figura 1 (c)

Figura 1 (d)

Figura 1 – Média sazonal do total diário da irradiância global horizontal (Wh/m^2) para (a) DJF; (b) MAM; (c) JJA e (d) SON para o período histórico do modelo climático Eta-HadGEM2-ES

Também são bastante relevantes os totais da região Sul do país no verão. Os meses de inverno apresentam irradiação solar sensivelmente mais baixa para a região Sul e Sudeste, em especial devido à alta atividade de sistemas frontais no período, incluindo parte da costa nordeste, onde alguns desses sistemas mais intensos atuam, impactando os dias ensolarados. As regiões Centro-Oeste e Norte parecem exibir uma variação intermediária ao longo das quatro estações, com a região Amazônica apresentando uma disponibilidade de média a baixa em relação ao restante do país para o recurso solar em qualquer época do ano - apesar da localização latitudinal - devido à atividade convectiva na região.

As Figuras 2 e 3 apresentam as projeções para os mesmos períodos sazonais, para o futuro próximo, para o meio do século e para o final do século, para a irradiação global horizontal no Brasil, simuladas pelo modelo Eta-HadGEM2-ES em dois cenários de emissão de CO_2 (RCP4.5 e RCP8.5). Já as Figuras 4 e 5 apresentam as variações percentuais das médias sazonais do total diário da irradiação global simuladas pelo mesmo Eta-HadGEM2-ES, em relação ao período histórico, para os dois cenários de emissão – RCP4.5 e RCP8.5. No período de DJF do cenário RCP4.5 (Figura 4a), o Eta-HadGEM2-ES projeta uma redução de 5% a 10% na costa norte e nordeste do país, com regiões localizadas apontando reduções 20% a 30% entre a costa dos estados do Ceará (CE) e Piauí (PI). Também projeta um aumento de 5 a 10% sobre o Sudeste (SE). No cenário RCP8.5 (Figura 5a), por

outro lado, o Eta-HadGEM2-ES projeta um aumento de 5% a 10% no recurso solar para várias regiões do Brasil. Essas regiões incluem parte da região Norte (N), parte do interior do NE, praticamente toda a região SE e Centro-Oeste e norte da região Sul (S). Destaque para os estados de São Paulo (SP) e Minas Gerais (MG), que apresentam aumento entre 10% e 20%. Para MAM, o modelo (Figura 4b) não projeta mudanças relevantes no cenário RCP4.5. Para o cenário 8.5, no entanto, o Eta-HadGEM2-ES (Figura 5b) prevê um aumento de 5% a 10% na costa do Pará e oeste da Amazônia.

Para JJA, no cenário RCP4.5, o Eta-HadGEM2-ES (Figura 4c) projeta uma redução bastante localizada de 5% a 10% no oeste do Rio Grande do Sul (RS). No cenário RCP8.5, o mesmo modelo (Figura 5c) prevê uma redução da irradiação solar na costa do NE, entre 5% a 10%.

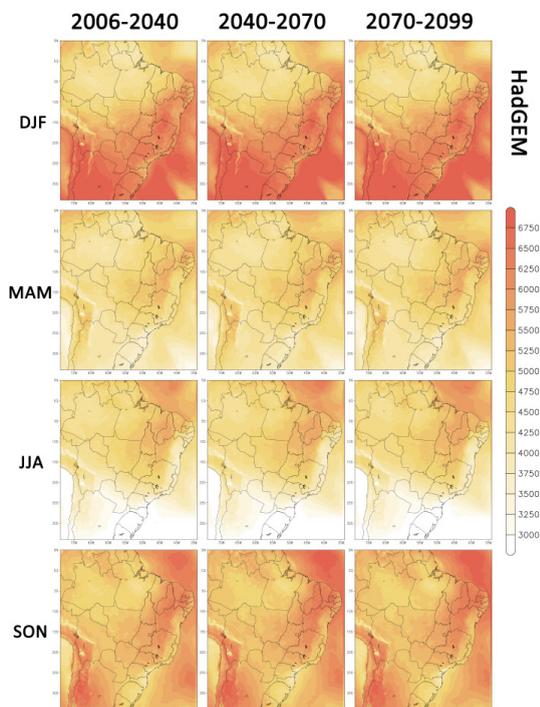


Figura 2 – Projeções para média sazonal do total diário da irradiação global horizontal (Wh/m^2) para (da linha superior para a mais inferior) DJF, MAM, JJA e SON e para (da coluna da esquerda para a direita) os três períodos futuros (futuro próximo, meio do século e final do século) simulado pelo modelo climático Eta-HadGEM2-ES no cenário RCP4.5.

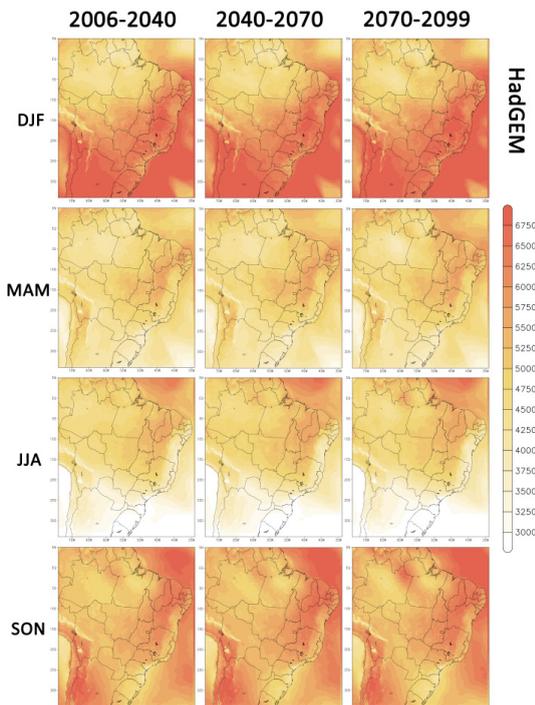


Figura 3 – Projeções para média sazonal do total diário da irradiação global horizontal (Wh/m^2) para (da linha superior para a mais inferior) DJF, MAM, JJA e SON e para (da coluna da esquerda para a direita) os três períodos futuros (futuro próximo, meio do século e final do século) simulado pelo modelo climático Eta-HadGEM2-ES no cenário RCP8.5.

Para SON no RCP4.5, o Eta-HadGEM2-ES (Figura 4d) prevê uma redução de 5 % a 10% na costa N e NE e no estado do RS. No cenário RCP8.5, o Eta-HadGEM2-ES (Figura 5d) prevê aumento em uma pequena área do SE.

Considerando o meio do século (período 2040-2070), o Eta-HadGEM2-ES prevê para DJF no cenário RCP4.5 (Figura 4e) uma redução de 5% a 10% na região Sudeste e parte da região Sul. No RCP8.5, o Eta-HadGEM2-ES (Figura 5e) prevê aumento nas mesmas localidades citadas, com alguns pontos chegando a aumento de 10% a 20%, principalmente entre os estados de SP e MG. Para MAM o Eta-HadGEM2-ES prevê aumento de 5% a 10% na costa N com pontos localizados de até 20% em ambos os cenários (Figura 4f e 5f).

Para JJA, o Eta-HadGEM2-ES projeta redução de 5% a 10% do recurso solar no RS no cenário RCP4.5 (Figura 4g) e aumento de 5%

a 10% em áreas da região N do país no RCP8.5 (Figura 5g). Em SON, há projeções de redução do recurso solar para o RS no cenário RCP4.5 pelo modelo Eta-HadGEM2-ES (Figura 4h). No RCP8.5, o Eta-HadGEM2-ES (Figura 5h) também prevê esta redução para o RS, além de um aumento de 5% a 10% para uma faixa transversal que se estende do Sudeste até o oeste da Amazônia.

Considerando as projeções para o final do século (2070-2099), o trimestre DJF no RCP4.5 tem previsto uma redução de 5% a 10% do recurso solar no NE (Figura 4i) O Eta-HadGEM2-ES prevê ainda um aumento de 5% a 10% no SE. No RCP8.5, Eta-HadGEM2-ES (Figura 5i) projeta aumento da irradiação solar para muitas áreas do Brasil. Para MAM no RCP4.5, o Eta-HadGEM2-ES (Figura 4j) prevê aumento de 5% a 10% em pequenas áreas do país. No RCP8.5 (Figura 5j) essa área se estende e em alguns pontos a previsão de aumento é de até 30%.

Para JJA e SON no RCP4.5, o Eta-HadGEM2-ES (Figura 6k e 6l) faz a recorrente projeção de redução de 5% a 10% sobre o RS. No RCP8.5, a redução de 5% a 10% no RS persiste (Figura 5k, 5l), e o Eta-HadGEM2-ES adiciona um aumento de 5% a 10% (com picos de até 20%) em uma faixa transversal que vai do SE até a Amazônia.

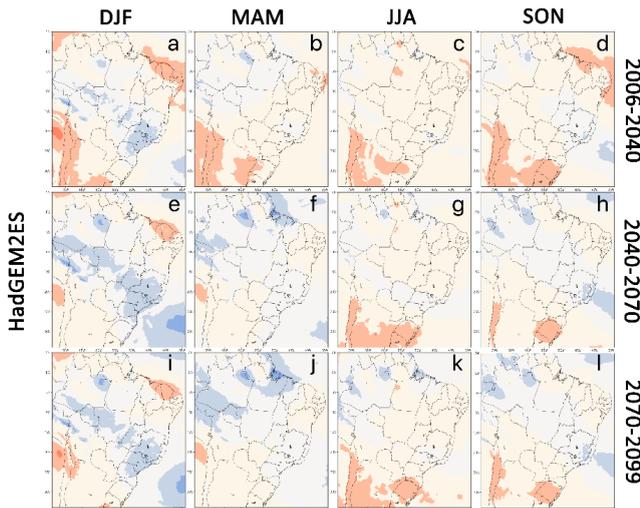


Figura 4 – Projeções da variação percentual da média sazonal do total diário da irradiação global horizontal (%) simuladas pelo Eta-HadGEM2-ES no cenário RCP4.5 para os períodos futuros (futuro próximo, meio do século e final do século) em relação ao período histórico.

4. CONCLUSÕES

Este trabalho tinha como objetivo apresentar as avaliações de modelos climáticos a respeito do potencial solar futuro, considerando-se diferentes cenários de emissões associados às mudanças climáticas. Essas avaliações foram realizadas através da análise das simulações do modelo Eta-HadGEM2-ES, o qual foi aninhado a um modelo de mesoescala conhecido e respeitado na comunidade científica (Eta-CPTEC). Seus resultados foram ajustados a partir de uma metodologia robusta, que permite identificar três principais padrões espaciais da variação do recurso solar. O primeiro deles é um padrão de redução de 5% a 10% do recurso solar na costa Norte / Nordeste (com picos de até 20% em pontos isolados em alguns casos).

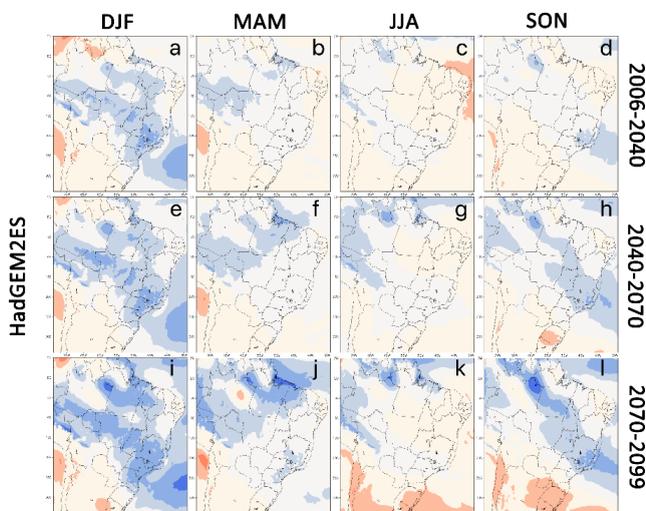


Figura 5 – Projeções da variação percentual da média sazonal do total diário da irradiação global horizontal (%) simuladas pelo Eta-HadGEM2-ES no cenário RCP8.5 para os períodos futuros (futuro próximo, meio do século e final do século) em relação ao período histórico.

O segundo padrão é uma redução de 5% a 10% no RS (ou na região Sul) para JJA e SON para todos os períodos futuros, e para SON no RCP 8.5. O último padrão geral observado é de uma banda transversal do Sudeste até a Amazônia, projetando um aumento de 5% a 10% no recurso solar para DJF em todos os períodos.

Estes resultados são bastante relevantes, pois afetam regiões hoje exploradas para a geração solar e indicam a necessidade de se buscar ações focadas no comportamento futuro dos recursos, subsidiando políticas de planejamento que já estão em andamento. Além disso, reforçam a contribuição de estudos como este para o planejamento da expansão do setor, em especial vislumbrando estratégias de adaptação do parque gerador durante a transição para fontes de energia mais dependentes do clima.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao suporte financeiro da Petrobras, através dos Projetos ANEEL PD-00553-0034/2016 e PD-00553-0042/2016. Agradecem também ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas - INCT/MC (através dos processos CNPq 573797/2008-0 e FAPESP 2008/57719-9 e à FAPESP, processo 2019/05361-8.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CROOK, J. A.; AL., E. Climate change impacts on future photovoltaic and concentrated solar power energy output. *Energy Environ. Sci.*, v. 4, p. 3101–3109, 2011.

EHRET, U. et al. Should we apply bias correction to global and regional climate model data? *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, v. 16, n. 9, p. 3391-3404, 2012.

GUDMUNDSSON, L. et al. Downscaling RCM precipitation to the station using quantile mapping - a comparison of methods. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* [S.l.], p. 3383. 2012. (16).

HUBER, I.; AL., E. Do climate models project changes in solar resources? *Solar Energy*, v. 129, p. 65–84, 2016.

JONG, P.; AL., E. Estimating the impact of climate change on wind and solar energy in Brazil using a South American regional climate model. *Renewable Energy*, v. 141, p. 390-401, 2019.

MME/EPE. Plano Decenal de Expansão de Energia 2029 / Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2019.

PEREIRA, E. B. et al. Atlas Brasileiro de Energia Solar. 2ª edição. ed. São José dos Campos: LABREN/CCST/INPE, 2017.

RÄTY, O.; RÄISÄNEN, J.; YLHÄISI, J. Evaluation of delta change and bias correction methods for future daily precipitation: intermodel cross-validation using ENSEMBLES simulations. *Clim. Dyn.*, v. 9-10, n. 42, p. 2287-2303, 2014.

TEUTSCHBEIN, C.; SEIBERT., J. Bias correction of regional climate model simulations for hydrological climate-change impact studies: review and evaluation of different methods.. *J. Hydrol.*, v. 456-457, n. 0, p. 12-29, 2012.

THRASHER, B. et al. Technical Note: Bias correcting climate model simulated daily temperature extremes with quantile mapping. *Hydrology and Earth System Sciences*, 2012.

(IN)JUSTIÇA ENERGÉTICA: DEFINIÇÃO CONCEITUAL, PARÂMETROS E APLICABILIDADE NO CASO DO BRASIL

Vinicius Eduardo Ribas¹
André Felipe Simões¹

¹*Universidade de São Paulo*

DOI: 10.47168/rbe.v26i4.580

Recebido em: 03.07.2020

Aceito em: 18.08.2020

RESUMO

O planejamento energético é um tema essencialmente interdisciplinar. No entanto, comumente prevalecem os argumentos de economia e engenharia em detrimento de preceitos correlatos às ciências sociais. Neste sentido, a “justiça energética” surge como conceito e método de análise para a investigação de aspectos éticos e distributivos da energia. Para o Brasil, sua utilização em estudos e discursos pode ampliar a compreensão sobre as desigualdades socioeconômicas associáveis ao sistema energético nacional e, concomitantemente, auxiliar na construção de políticas públicas. Assim, o presente trabalho descreve a evolução conceitual da justiça energética e sua potencial relevância para o planejamento energético, além de propor aplicações específicas para o caso brasileiro.

Palavras-chave: Justiça energética, Desigualdades socioeconômicas, Sistema Energético Brasileiro.

ABSTRACT

Energy planning is essentially an interdisciplinary subject. However, analysis from economy and engineering generally prevails over arguments from the social sciences perspective. Therefore, “energy justice” emerges as both a concept and a research framework for the study of ethical and distributive aspects of energy. For Brazil, the inclusion of energy justice in researches and public debates may deepen the understanding of the socioeconomic inequalities inherent to the Brazilian energy system and helps the design of public policies. Thus, this paper describes the evolution and importance of energy justice and suggests specific applications for the Brazilian case.

Keywords: Energy Justice, Energy, Socioeconomic inequalities, Brazilian Energy System.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é conhecido por seus crônicos problemas de distribuição de recursos. O país convive com uma abundância de recursos e péssimas condições para boa parte da população; como dito por Barros et al. (2010), “o Brasil não é um país pobre, mas um país com muitos pobres”. Para além da renda, a desigualdade brasileira se expressa de outras formas, como a desigualdade distributiva dos benefícios e dos impactos negativos do sistema energético nacional, bem como a desigual participação dos grupos sociais nos processos de tomada de decisão no setor de energia. São corriqueiros estudos e notícias que apontam que milhões de brasileiros carecem de infraestrutura energética, que cozinham com biomassa tradicional ou mesmo que não estão conectados à rede elétrica; ao mesmo tempo, a instalação de usinas geradoras (principalmente de hidreletricidade) deslocam famílias e comunidades de regiões que por anos habitaram. Se a escassez de energia causa problemas socioambientais e de saúde pública a certas classes, outros transtornos são ocasionados pelo uso de energia em excesso – como poluição (de solos, mares, recursos hídricos e atmosférica) e esgotamento de reservas. Assim, ao passo que o enfrentamento de condições sociais como a pobreza requer um aumento do consumo energético, questões como as mudanças climáticas, na direção oposta, demandam redução de intensidade energética (particularmente no que tange às energias de origem fóssil).

Face às constatações de desigualdade no sistema energético brasileiro, faz-se imperativo desenvolver estudos que investiguem estas disfunções e que permitam reflexões e proposições de saídas às iniquidades brasileiras, sobretudo àquelas ligadas ao consumo e produção de energia. Destarte, na esteira de movimentos e conceitos que intercedem por ética e justiça nas tomadas de decisão relacionadas ao sistema energético, a “justiça energética” se apresenta como nova área do conhecimento que pesquisa a alocação desigual de benefícios, impactos negativos e responsabilidades do sistema energético, frequentemente associada às injustiças raciais e sociais.

O tema ‘energia’ é, por natureza, interdisciplinar; por um lado, as técnicas de produção e consumo de energia têm bases em ciências exatas como física, química e engenharia; em contrapartida, o impacto do sistema energético no desenvolvimento socioeconômico, saúde e bem-estar das pessoas, e o arcabouço político-regulatório que norteiam seu uso exigem a consideração de outras áreas do conhecimento para a compreensão plena da energia, incluindo ciências humanas e biológicas. Apesar de temas como a eficiência energética, fontes renováveis e mudanças climáticas acenderem no debate sobre energia, as ciências sociais aplicadas ainda ocupam lugar bastante restrito no debate energético mundial. Assim, a “justiça energética” sur-

ge como frente de pesquisa promissora com intuito de superar a subutilização das ciências sociais no planejamento energético, acrescentando considerações precípuas de ética, moral e justiça. Dentre outras formas, as ciências sociais têm potencial de contribuição com estudos sobre pobreza e desigualdade, e com teorias de justiça distributiva e teoria de reconhecimento.

2. ÉTICA E ENERGIA

Dado que a justiça energética é um paradigma científico recente, é imprescindível retomar iniciativas anteriores que avaliaram questões éticas intrínsecas ao sistema energético e que, muito provavelmente, influenciaram a concepção do termo. Neste sentido, esta seção resumirá as principais noções neste campo da ética e energia e sua conexão com a justiça energética.

2.1 Desenvolvimento sustentável

A origem do termo 'desenvolvimento sustentável' é atribuída ao documento *Our Common Future*, conhecido como relatório Brundtland (1987) da Comissão sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas. Este conceito pretendeu conciliar a reivindicação por preservação ambiental às demandas econômicas e sociais, sobretudo de países mais pobres; parte central da manifestação destas contradições se dá na produção e no consumo de energia. Desde então, houve uma popularização do debate sobre desenvolvimento sustentável, o qual se intensificou no âmbito da política internacional e, subsequentemente, migrou para a esfera de empresas e cidadãos. Por um lado, há um certo desgaste do conceito devido a alguns usos aleatórios e irrefletidos do vocábulo; entretanto, sua presença ampla significa também que seus valores foram, de certa forma, incorporados ao conjunto de princípios de grande parte da sociedade e que, mesmo que ainda em nível insuficiente, os indivíduos, principalmente os atores políticos, consideram que suas decisões econômicas têm repercussões importantes no ambiente e no corpo social. No que tange à justiça energética, há ainda a influência direta deste conceito em sua formulação, já que ambos se ocupam de avaliar os problemas sociais e distributivos da ação humana, em especial no que se refere aos processos energéticos.

2.2 Pobreza energética

O estudo da pobreza energética é fundamental, pois constata que a energia, além de ser um recurso essencial para a satisfação das

necessidades imediatas de iluminação, cocção e conforto térmico, é também uma ferramenta indispensável para que as pessoas se desenvolvam na direção de uma vida plena. Sendo assim, muitos levantamentos consideram o consumo energético como uma aproximação do nível de bem-estar e, por isso, a pobreza energética é apontada como uma das características típicas à situação de subdesenvolvimento. A investigação da pobreza energética enseja elementos centrais para a justiça energética: a falta de acesso a tecnologias modernas de serviços energéticos por boa parte da população, e o comprometimento de fatia elevada da renda das famílias com gastos relacionados à energia.

2.3 Segurança energética

A preocupação com a segurança energética, por sua vez, surge num contexto em que o modelo de produção e de vida da sociedade atual é altamente dependente de energia (principalmente de combustíveis fósseis), ao passo que as fontes de petróleo, carvão e gás natural são heterogeneamente dispersas na crosta terrestre. Desta forma, a divisão internacional do trabalho encerra a interdependência entre os países, ou seja, faz com que algumas nações sejam altamente dependentes do fornecimento externo de tais recursos. Sendo assim, a segurança energética discute soberania nacional, relações diplomáticas e políticas de planejamento energético de longo prazo. Assim, reflexões sobre disponibilidade e acessibilidade da energia contribuem para a análise da justiça energética.

2.4 Justiça ambiental e justiça climática

A justiça ambiental é o conceito com maior influência direta na cunhagem da justiça energética como um campo de pesquisa. Assim como na justiça energética, a origem da utilização do termo 'justiça ambiental' se deu na alçada do ativismo socioambiental em oposição à execução de empreendimentos e políticas específicas. A justiça ambiental é o "conjunto de princípios que asseguram que nenhum grupo de pessoas, sejam grupos étnicos, raciais ou de classe, suporte uma parcela desproporcional das consequências ambientais negativas de operações econômicas [...] de políticas" (HERCULANO, 2002). A justiça climática, assim como a justiça energética, pode ser situada como uma derivação da justiça ambiental que adquiriu ímpeto próprio e se consolidou na academia como campo de pesquisa independente.

2.5 Transição justa

Recentemente e com repercussão crescente, vem sendo debatido o conceito de transição justa. Esta noção é, aos poucos, incorpora-

da aos debates sobre transição energética e transição verde, focando principalmente nas externalidades negativas associáveis à migração para um sistema energético mais limpo, ou seja, tipicamente renovável. Pode-se citar iniciativas como o desestímulo ao transporte rodoviário individual e a supressão da cadeia de geração a partir de fontes fósseis (fechando minas de carvão mineral e usinas termelétricas) que provocam desemprego em massa em comunidades vinculadas a estas indústrias há décadas. A transição justa, desta forma, investiga, dentre outros aspectos, técnicas de assistência direta e investimento em capacitação de mão-de-obra de forma a proporcionar um futuro mais próspero às distintas camadas sociais, diminuindo também a resistência à transição energética.

3. JUSTIÇA ENERGÉTICA

A justiça energética, crescentemente, vem se inserindo no meio acadêmico como conceito e campo de pesquisa, com grande potencial de enriquecer o debate sobre planejamento energético por meio da consideração de implicações de justiça social dos processos energéticos. Esta seção traça um breve panorama do surgimento e consolidação recente do conceito de justiça energética.

3.1 Surgimento da justiça energética no ativismo socioambiental

Assim como na justiça ambiental, os primeiros usos da expressão ‘justiça energética’ ocorreram no mundo prático, em especial na militância social e ambiental; por isso, a reivindicação por justiça energética surgiu antes mesmo da sistematização do significado e de ponderações sobre a abrangência do termo. Em suas primeiras ocorrências, a justiça energética se encontrava em pleitos por transparência e justiça social associadas a operações de geração e consumo de energia. À Energy Justice Network, ONG estadunidense de 1999, pode ser atribuída a primeira menção à justiça energética. A EJV promove protestos contra o impacto desigual de plantas de geração de eletricidade a partir de gás natural, biomassa, incineração de resíduos e energia nuclear, destacando o recorte racial da divisão de benefícios e riscos da cadeia energética. Ainda ativa, a EJV consiste hoje em uma rede de integração de movimentos de base que visa dar publicidade e suporte às contestações destes grupos. Ainda que nesta e em outras iniciativas pioneiras não houvesse a proposição de um método particular ou uma definição específica, estas iniciativas já continham os fundamentos da preocupação da justiça energética: questionamento e enfrentamento dos desequilíbrios da partilha de benefícios e encargos do sistema energético.

3.2 Avanço da justiça energética na academia

O primeiro uso acadêmico registrado do termo 'justiça energética' pode ser atribuído a Guruswamy (2010), o qual insere o tema justiça energética no debate sobre desenvolvimento sustentável. O autor mobiliza argumentos filosóficos e jurídico-normativos para advogar pelo combate à pobreza energética, retomando um debate associado ao desenvolvimento sustentável, segundo o qual as respostas internacionais para problemas energéticos e ambientais não podem ser buscadas em desacordo com o desenvolvimento econômico e social, destacando também as responsabilidades diferenciadas dos países na degradação ambiental e climática. No ano de 2013, já em início de ascensão acadêmica, a justiça energética embasou a edição de duas edições completas de periódicos importantes (Science as Culture e Local Environment) e um livro (BICKERSTAFF et al., 2013). Os trabalhos mencionados nesta subseção orbitaram em torno da justiça energética, fomentaram a interdisciplinaridade e a atenção à justiça social no estudo da energia e colaboraram para a proposição de uma agenda de pesquisa para este tema; porém, ainda não se havia delineado especificamente o objeto da justiça energética.

3.3 Principais proposições analíticas

Dois esforços acadêmicos podem ser situados como pioneiros na sistematização da justiça energética. Influenciado pela literatura sobre justiça ambiental, McCauley (2013) apresenta os três pilares da justiça energética – justiça distributiva, justiça procedimental e justiça de reconhecimento. A justiça distributiva analisa a alocação desigual dos benefícios e dos impactos negativos, bem como das responsabilidades do sistema energético, frequentemente associada a desigualdades raciais e de renda. A justiça procedimental atenta para a participação não discriminatória dos indivíduos nas tomadas de decisão dos processos e projetos energéticos, incluindo exigências de imparcialidade, transparência e envolvimento das comunidades em decisões que as afetam como valores essenciais. A justiça de reconhecimento, por sua vez, advoga pela igualdade de direitos políticos, pela tolerância e pelo reconhecimento das diferenças ocasionadas pela discriminação; reconhecer, neste caso, é ir além de identificar culpados, mas ressarcir grupos sistematicamente prejudicados pela distribuição de recursos da sociedade e propor meios de tornar a sociedade mais equitativa.

Sovacool e Dworkin (2015), por sua vez, propõem a justiça energética como conceito, ferramenta analítica e critério de tomada de decisão. A estrutura proposta pelos autores se baseia em oito parâmetros, conforme Tabela 1, adaptada de Sovacool e Dworkin (2015), os quais um sistema ou processo energético justo deve seguir.

Tabela 1 – Oito princípios da justiça energética

Valores	Descrição
Disponibilidade	Deve-se garantir serviços energéticos suficientes e de qualidade a todos
Acessibilidade (financeira)	Deve-se garantir que as pessoas não comprometerão parcela significativa de suas rendas com serviços energéticos, comprimindo seus orçamentos domésticos
Devido processo legal	Deve-se respeitar os procedimentos legais e os direitos humanos, e consultar e informar as comunidades de políticas, processos e projetos que as afetem
Transparência e prestação de contas	Deve-se prover informações de qualidade sobre energia e ambiente, e implementar processos decisórios e de prestação de contas justos e transparentes
Sustentabilidade	Deve-se preservar as reservas de recursos naturais, a fim de garantir, no mínimo, as condições atuais às futuras gerações
Equidade intrageracional	Deve-se garantir acesso igual e justo a serviços energéticos a todas as pessoas, de forma a garantir níveis mínimos de bem-estar
Equidade intergeracional	Deve-se privar as futuras gerações dos impactos das decisões energéticas atuais, garantindo-lhes direito a bem-estar
Responsabilidade	Deve-se, com responsabilidades diferenciadas, proteger o ambiente e minimizar as ameaças aos indivíduos e à natureza relacionadas aos processos energéticos.

3.4 Aplicações contemporâneas da justiça energética

Aos estudos precursores da justiça energética mencionados, se seguiram tanto outras reflexões metodológicas e epistemológicas (JENKINS et al., 2016) quanto aplicações do conceito de justiça energética na análise de casos concretos que marcaram a consolidação do tema. Desta forma, esta perspectiva foi utilizada para se examinar transições energéticas, a justiça energética global (cosmopolita) e a justiça distributiva de empreendimentos e políticas energéticas específicas mundo afora. Vale exemplificar com alguns estudos que trataram de injustiças energéticas decorrentes de parques eólicos na Suécia (LILJENFELDT e PETTERSSON, 2017), usinas solares no Canadá (DOLTER e BOUCHER, 2018) e Índia (YENNETI e DAY, 2015), termelétricas a combustíveis fósseis nos EUA (FINLEY-BROOK et al., 2018), Kosovo (LAPPE-OSTHEGE e ANDREAS, 2017), Colômbia e Índia (CARDOSO e TURHAN, 2018), diretrizes de alocação dos direitos de emissão do mercado de carbono chinês (FANG et al., 2018), mecanismos de taxação de energia para a constituição de fundos soberanos de investimento (HEFFRON, 2018), e implicações de justiça da implementação de redes elétricas inteligentes (MILCHRAM et al., 2018), dentre uma farta gama de trabalhos.

3.5 Uso atual da justiça energética na prática (ONGs e discursos)

Nota-se que o conceito de justiça energética tem aos poucos se intensificado nos discursos de políticos e grupos civis, sem haver necessariamente a conexão explícita entre a retórica destas pessoas públicas e a produção acadêmica sobre o tema. Entretanto, como é comum, as ideias são construídas e reiteradas paulatinamente até que estes pensamentos sejam incorporados nos valores da sociedade. Neste caso, não se sabe ao certo se a evolução acadêmica da justiça energética é uma das causas do avanço da integração deste termo nos discursos, ou se ambos fenômenos são produtos de uma onda de reivindicação por uma sociedade e um sistema energético mais humano e justo.

Foram observadas menções à justiça energética na Índia¹, sobretudo nos discursos do primeiro-ministro, Narendra Modi, e do ministro de petróleo e gás natural, Dharmendra Pradhan, na defesa do acesso a serviços energéticos seguros, acessíveis e sustentáveis, e o enfrentamento simultâneo da pobreza energética e das mudanças climáticas - esta preocupação é particularmente relevante para a Índia que possui a segunda maior população do globo e a sétima maior economia, porém com índices elevados de pobreza. Com menor veemência, o ministro de petróleo da Venezuela, Manuel Quevedo, fez asserções pontuais advogando por justiça energética para os países pobres. Para além da política institucional, a atividade militante, presente na origem da justiça energética, tem aderido cada vez mais a esta demanda. Há, atualmente, muitas ONGs que exigem justiça energética; em geral, as reivindicações políticas neste sentido têm se dado em torno de problemas bem definidos. Destarte, um levantamento próprio identificou movimentos que utilizam a bandeira da justiça energética na África do Sul, Argentina, Canadá, Estados Unidos e Reino Unido².

4. JUSTIÇA ENERGÉTICA NO BRASIL

A principal motivação deste trabalho é a apresentação da justiça energética como uma ferramenta analítica essencial para avaliar os desdobramentos sociais do sistema energético; apesar disso, muito pouco foi produzido até o presente momento no Brasil sobre este tema. Sendo assim, esta seção tem um duplo objetivo (refletido em suas du-

1 Dentre várias reportagens, destaca-se esta de United News of India: Energy justice top priority for India: Pradhan. Disponível em: uniindia.com/energy-justice-top-priority-for-india-pradhan/business-economy/news/1724788.html

2 Aliança Africana para Questões de Gênero e Extrativismo (África); Southern African Faith Communities' Environment Institute (África do Sul); Enlace por la Justicia Energética (Argentina); Friends of the Earth e Manitoba Energy Justice Coalition (Canadá); Energy Justice NC, Honor the Earth, National Association for the Advancement of Colored People, Pueblo's Energy Future e Environmental Progress (EUA); e Global Justice Now (Reino Unido).

as subseções): primeiro, apontar trabalhos acadêmicos e iniciativas da sociedade que tangenciam o tema da justiça energética; segundo, demonstrar o potencial de aplicação da justiça energética na análise do sistema energético brasileiro.

4.1 Justiça energética no Brasil

No âmbito dos discursos e do ativismo energético no Brasil, nenhum grupo articula o termo justiça energética de forma explícita; há, porém, iniciativas que lutam por justiça energética, ainda que não se utilizem desta bandeira. Primeiro, há entidades que se mobilizam para levar iluminação e eletricidade a comunidades isoladas e/ou muito pobres. Há, também, instituições que se opõe à construção de empreendimentos específicos devido às injustiças sociais deles decorrentes (destaca-se aqui o MAB - Movimento dos Atingidos por Barragens, com ações de grande repercussão desde a década de 1970). Por fim, existem ONGs que promovem o debate contra o uso de combustíveis fósseis e a favor de políticas mais firmes contra o aquecimento global.

Quanto à produção acadêmica, tem-se uma quantidade significativa de artigos que citam a justiça energética como valor ou conceito relevante, mas que não a utilizaram como seu aspecto central; há também muitos trabalhos que abordam temas correlatos de ética e recursos, como pobreza energética e justiça ambiental. Há duas iniciativas concretas acerca da aplicação da justiça ambiental no Brasil. Primeiro, Novo et al. (2019) analisam a relação do acesso à energia com o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de municípios brasileiros tanto com comparações temporais e síncronas; desta forma, comprovam a correlação positiva entre as grandezas e destacam os benefícios da política de expansão da eletrificação na década de 2000 (Programa Luz pra Todos). No segundo estudo, Frate et al. (2019) pesquisaram o impacto social da energia eólica no Rio Grande do Norte e, por meio de uma composição de métodos sociológicos, analisa as perspectivas de diversos atores (trabalhadores, moradores, etc.) e aponta que a inclusão das pessoas no processo decisório, o fortalecimento do Ministério Público e políticas de compensação dos danos que levam a soluções mais personalizadas, um maior sentimento de pertencimento e uma maior aceitação da implementação dos empreendimentos eólicos.

4.2 Potencial de aplicação da justiça energética no sistema energético brasileiro

A partir do aparato analítico disponibilizado pela justiça energética, é possível e desejável a análise de políticas e empreendimentos brasileiros por meio deste prisma; neste sentido, esta subseção sugere uma lista destes temas passíveis de estudos que se disponham

a investigar as injustiças sociais dos processos energéticos.

A disponibilidade e acessibilidade de energia podem ser avaliadas em casos concretos brasileiros como o Programa Luz para Todos, a crise de oferta de energia de 2000, a dependência de Roraima da importação de energia venezuelana, a Tarifa Social de Energia, o acesso às tecnologias modernas (limpas e saudáveis) de cocção, o controle dos preços do GLP, as isenções fiscais ao óleo Diesel, dentre outros. Além disso, são importantes estudos que investiguem a desigualdade no consumo de energia no Brasil entre regiões do país e entre as camadas sociais.

Pode-se, também, avaliar temas concernentes à participação e representatividade dos setores sociais no planejamento energético, como por exemplo avaliar o lobby das empresas de energia junto ao governo, as decisões de subutilizar as refinarias brasileiras e a manifestação ou omissão da vontade popular nas decisões dos setores elétrico e de óleo e gás, como por exemplo as privatizações, concessões e a governança das principais estatais de energia, Petrobrás e Eletrobrás. Ainda na avaliação da participação social, intui-se que seria interessante e oportuno utilizar a justiça energética para avaliar os processos de avaliação de impacto socioambiental de empreendimentos energéticos, com destaque para o envolvimento das comunidades na execução de projetos que as afetem; neste sentido, a análise comparativa pode revelar os determinantes da aceitação de usinas por parte das populações impactadas.

Há também um grande potencial de enriquecer o debate energético a partir da aplicação da justiça energética a discussões de sustentabilidade e equidade entre gerações. Pode-se, neste sentido, avaliar a política de exploração do petróleo e as diretrizes de investimento dos recursos oriundos da exploração do Pré-sal (Fundo Social do Pré-sal). É relevante também avaliar algumas possíveis implicações de justiça energética caracteristicamente polêmicas, tais como: (1) da expansão dos biocombustíveis, principalmente no que se refere a ocupação do solo, competição com a produção de alimentos e geração de empregos; e (2) das grandes hidrelétricas, no que diz respeito aos problemas ambientais e sociais, como a alteração do regime hidrológico, emissão de gases de efeito estufa pela decomposição da matéria orgânica submersa e a expulsão de famílias ribeirinhas sem a devida indenização, afetando suas histórias, cultura e seus meios de sobrevivência. Por fim, julga-se fortuita uma investigação das políticas brasileiras voltadas ao enfrentamento das mudanças climáticas, tanto no que se refere à política interna, quanto no que tange às negociações internacionais multilaterais, com enfoque às injustiças intrínsecas ao processo de alteração antrópica do clima e, também, nos casos das políticas e práticas de mitigação e adaptação propostas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho pretendeu demonstrar a necessidade de um olhar mais cauteloso para as questões sociais correlatas à produção e ao consumo de energia no Brasil, dado que o país convive com distorções distributivas em diversas esferas e há uma inclinação para que esta condição desigual seja naturalizada como algo lastimável (retoricamente), porém inevitável. Ao vincular as potencialidades da justiça energética como ferramenta analítica às particularidades da política energética brasileira como objetos de estudo, o presente trabalho apontou um catálogo vasto de casos que poderiam e que deveriam ser examinados a partir da estrutura analítica da justiça energética. Este estudo almejou, portanto, contribuir no sentido de difundir o conceito de justiça energética como método de análise e critério de planejamento energético, na esperança de que este campo de pesquisa em ascensão acadêmica, cada vez mais, enseje externalidades positivas em prol da construção de uma sociedade mais social e economicamente equitativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, R. P.; HENRIQUES, R.; MENDONÇA, R. Desigualdade e Pobreza no Brasil: retrato de uma estabilidade inaceitável. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, 15(42), p. 123-42. 2010.

BICKERSTAFF, K. (ed.); WALKER, G. (ed.); BULKELEY, H. (ed.). *Energy Justice in a Changing Climate: Social Equity and Low-Carbon Energy*. London: Zed Books. 2013.

CARDOSO, A.; TURHAN, E. Examining new geographies of coal: Dissenting energyscapes in Colombia and Turkey. *Applied Energy*, v. 224, p. 398-408. 2018.

DOLTER, B.D.; BOUCHER, M. Solar energy justice: A case-study analysis of Saskatchewan, Canada. *Applied Energy*, v. 225, p. 221-232. 2018.

ENERGY JUSTICE NETWORK. Disponível em: <energyjustice.net/index.php/>. Acesso em: 04 dez. 2019.

FANG, G.; LIU, M.; TIAN, L.; Fu, M.; ZHANG, Y. Optimization analysis of carbon emission rights allocation based on energy justice – The case of China. *Journal of Cleaner Production*, v. 202, p. 748-758. 2018.

FINLEY-BROOK, M.; WILLIAMS, T.L.; CARON-SHEPPARD, J.A.; JAROMIN, M.K. Critical energy justice in US natural gas infrastructuring. *Energy Research & Social Science*, v. 41, p. 176-190. 2018.

FRATE, C.A.; BRANNSTROM, C.; DE MORAIS, M.V.G.; CALDEIRA-PIRES, A.A. Procedural and distributive justice inform subjectivity regarding wind power: A case from Rio Grande do Norte, Brazil. *Energy Policy*, v. 132, p. 185-195. 2019.

GURUSWAMY, L. Energy Justice and Sustainable Development. *Colorado Journal of International Environmental Law and Policy*, v. 21, n. 2, p. 231-275. 2010.

HEFFRON, R.J. The application of distributive justice to energy taxation utilising sovereign wealth funds. *Energy Policy*, v. 122, p. 649-654. 2018.

HERCULANO, S. Riscos e desigualdade social: a temática da Justiça Ambiental e sua construção no Brasil. I Encontro da ANPPAS, Indaítuba (SP). 2002.

JENKINS, K.; MCCAULEY, D.; HEFFRON, R.J.; STEPHAN, H. REHNER, R. Energy justice: A conceptual review. *Energy Research & Social Science*, v11. p. 174-182. 2016.

LAPPE-OSTHEGE, T.; ANDREAS, J. Energy justice and the legacy of conflict: Assessing the Kosovo C thermal power plant project. *Energy Policy*, 107, p.600-6. 2017.

LILJENFELDT, J.; PETTERSSON, O. Distributional justice in Swedish wind power development – An odds ratio analysis of windmill localization and local residents' socio-economic characteristics. *Energy Policy*, v. 105, p. 648-657. 2017.

MCCAULEY, D., HEFFRON, R.J., STEPHAN, H., JENKINS, K. Advancing energy justice: the triumvirate of tenets. *International Energy Law Review*, n.3, p. 107-10. 2013.

MILCHRAM, C.; HILLERBRAND, R.; KAA, G.; DOORN, N.; KÜNNEKE, R. Energy Justice and Smart Grid Systems: Evidence from the Netherlands and the United Kingdom. *Applied Energy*, v. 229, p. 1244-1259. 2018.

NOVO, Y.C.C.; GOMES, G.N.; CORAZZA, R.I. Como Avança a Justiça Energética no Brasil? Um Estudo a partir de Indicadores Especializados para Energia Elétrica. II Congresso Brasileiro de Organização do Espaço, p. 567-579. 2019.

SOVACOOOL, B.K.; DWORKIN, M.K. Energy justice: Conceptual insights and practical applications. *Applied Energy*, v. 142, p. 435-444. 2015.

YENNETI, K.; DAY, R. Procedural (in)justice in the implementation of solar energy: The case of Charanaka solar park, Gujarat, India. *Energy Policy*, v. 86, p. 664-673. 2015.

Informações para Autores

Propostas de publicações em consonância com o disposto na missão da Revista Brasileira de Energia (RBE) poderão ser enviadas ao Comitê Editorial para análise, através de link específico existente no site da Sociedade Brasileira de Planejamento Energético (www.sbpe.org.br).

A formatação final para publicação ficará por conta do departamento de diagramação da RBE, porquanto os artigos deverão ser enviados em formatação simples, conforme o disposto a seguir:

- Os trabalhos devem ser editados e enviados em arquivo Word.
- Papel A4, margens 20 mm, fonte Times New Roman tamanho 12, espaçamento simples.
- Figuras com resolução mínima de 300 dpi.
- O nome do autor ou autores, NÃO devem ser abreviados, e as respectivas informações de instituição, telefone e e-mail devem ser apresentadas SOMENTE no sistema e NÃO devem constar no arquivo Word.
- Todos os itens devem ser numerados sequencialmente, exceto Resumo e Abstract. Não usar numeração automática do processador de texto. Serão aceitos no máximo 3 subníveis de numeração, a partir dos quais poderão ser usadas letras como único subnível adicional.
- Títulos de figuras e tabelas, abaixo e acima das mesmas, respectivamente, sem descrição de fonte, a qual deverá ser feita ao longo do texto, muito menos a existência do termo “autoria própria”.
- Referências a trabalhos deverão ser citadas no texto com nome do autor (ou autores) e ano de publicação, entre parêntesis [Ex.: (Autor 1, 1928); (Autor 1 e Autor 2, 1928)]. Na existência de mais de dois autores, escreve-se o nome do primeiro autor seguido da expressão et al. [Ex.: (Autor 1 et al, 1928)].

Referências Bibliográficas:

- Somente deverão ser citados autores ou trabalhos que estejam incluídos na lista de referências bibliográficas, assim como todos os trabalhos listados nas referências bibliográficas deverão ter sido citados no texto.
- As obras devem ser elencadas em ordem alfabética, não numeradas, seguindo o padrão ABNT.
- NÃO ordenar as obras de acordo com a citação no texto.