

A Potencialidade Energética da Biomassa no Brasil

Kamila Lopes¹Eliane Maria Martins²Ronaldo Leão de Miranda³

RESUMO

A utilização de fontes renováveis de energia na matriz energética mundial, que sejam além de ambientalmente favoráveis, economicamente viáveis, é um dos maiores desafios da sociedade atual. No Brasil, esta preocupação torna-se evidente diante à predominante utilização de fontes não renováveis, nocivas ao meio ambiente, como o petróleo e seus derivados, na matriz nacional. A análise do potencial energético que a biomassa, como fonte renovável e amplamente disponível no país, é o objetivo deste estudo. Assim, este estudo consiste em analisar a matriz energética brasileira, com o intuito de comprovar a potencialidade de utilização de uma fonte específica de energia, a biomassa. Para tanto, foram consideradas as vantagens e desvantagens que a mesma possui diante às principais fontes renováveis já utilizadas no país. Metodologicamente trata-se de uma análise da atual matriz energética nacional, elucidando a importância de renovação e complementariedade da mesma. Neste sentido, como resultado, apesar do elevado potencial energético que o Brasil apresenta, devido à falta de políticas públicas claras, o potencial registrado ainda é modesto perante as possibilidades que a biomassa poderá vir a gerar para o país.

Palavras-chave: Matriz Energética; Biomassa; Potencial Energético; Brasil.

The Energy Potential of Biomass in Brazil

ABSTRACT

The use of renewable energy sources in the global energy matrix, which are not only environmentally friendly, economically viable, is one of the greatest challenges of today's society. In Brazil, this concern is evident in the face of the predominant use of non-renewable sources harmful to the environment, such as oil and its derivatives, in the national matrix. The objective of this study is the analysis of the energy potential that biomass, as a renewable source and widely available in the country. Thus, this study consists of analyzing the Brazilian energy matrix, in order to prove the potential of using a specific source of energy, biomass. In order to do so, the advantages and disadvantages that it has been taken in relation to the main renewable sources already used in the country were considered. Methodologically it is an analysis of the current national energy matrix, elucidating the importance of renewal and complementarity of the same. In this sense, as a result, despite the high energy potential that Brazil presents, due to the lack of clear public policies, the potential registered is still modest considering the possibilities that biomass could generate for the country.

Keywords: Energy Matrix. Biomass. Energy Potential; Brazil.

¹ Economista. Universidade da Região de Joinville. E-mail: kami-lobes@hotmail.com;

² Economista, Mestre e Doutora em Desenvolvimento Regional, atualmente professora do Curso de Economia da Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE). E-mail: emtins@hotmail.com.

³ Administrador, Mestre em Desenvolvimento Regional, Doutorando em Ciências Contábeis e Administração pela Universidade de Blumenau (FURB). E-mail: ronaldom@furb.br

1. INTRODUÇÃO

O crescimento e o desenvolvimento atual da sociedade demandam cada vez mais tecnologias que estão diretamente ligadas às diversas formas de energia, principalmente a elétrica. A evolução deste cenário gera incertezas na atualidade e nas projeções à longo prazo, no que diz respeito à volatilidade da demanda e o contínuo avanço tecnológico do setor. De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética - EPE (2014), estas incertezas estão relacionadas a alguns fatores em específico, que contribuem para a imprevisibilidade nas projeções de demanda energética, como a competitividade entre os variados recursos energéticos existentes, a influência da energia na infraestrutura dos países, bem como os usuários de energia, sejam as empresas, as famílias ou os Estados, reagirão a estes possíveis contextos.

Um dos desafios em relação ao futuro do setor energético é a busca por recursos alternativos que tenham menor reflexo no meio ambiente e que sejam economicamente viáveis. No Brasil, para que haja um avanço sustentável, que incorpore eficiência econômica e ambiental, a utilização de fontes renováveis de energia. A biomassa, deve ser considerada através de uma análise de longo prazo e não apenas como medidas paliativas visto a necessidade de se estabelecer políticas governamentais mais claras e eficientes, conforme análise de Oliveira (2015).

Consoante à constatação de Oliveira, que confirma como o entrave político dificulta a implantação de novos projetos relacionados à renovação energética, evidencia-se a necessidade de se rever a legislação atual, para que novas políticas públicas sejam elaboradas, fomentando a utilização de recursos renováveis de forma sustentável. Com isso, a premência destes estudos é constatada ao analisar a atual matriz elétrica nacional, que é predominantemente dependente da fonte hidráulica, o que pode ser prejudicial quando a falta de chuvas, ou problemas relacionados, incide sobre o país. No Brasil, o tema vem despertando atenção crescente desde o apagão de 2001, mas tornou-se o foco de debates e preocupações no último par de anos, com a crise hídrica atingindo marcos históricos, a taxa de desmatamento batendo recordes, a construção de novas hidrelétricas posta em xeque e o risco iminente de enfrentarmos um racionamento elétrico (TORRES, 2015,).

Para uma melhor eficiência energética, com o intuito de dirimir as crises hídricas vivenciadas no país desde o início da década de 2000, é necessário aliar outras fontes de energia que complementem a oferta aos diversos setores que a utilizam. Segundo Tolmasquim (2004) a energia a partir de biomassa se mostra uma excelente opção de geração complementar no Brasil, [...] em complemento à base predominantemente hidrelétrica. Além de serem

primordiais para a renovação e complementação da matriz energética, diversas são as vantagens que as fontes renováveis apresentam, em especial, a biomassa, pois,

a utilização de energias renováveis, em particular a proveniente da biomassa, apresenta um conjunto importante de vantagens de natureza tão diversa como a redução da emissão de gases com efeito estufa, o aumento da diversidade de oferta de energia, a produção de energia sustentável a longo prazo, a criação de oportunidades de emprego, o desenvolvimento econômico local e a diminuição das importações de combustíveis convencionais (OLIVEIRA, 2011, p. 118).

Com estas diversas vantagens que a biomassa apresenta no viés econômico, ambiental e social, observa-se a necessidade de verificar a potencialidade energética que o país apresenta em relação à produção desta fonte. Para tanto, esta pesquisa tem como proposta analisar a potencialidade que o Brasil apresenta na produção de energia através da utilização da biomassa como recurso renovável, verificando se a mesma se adequa a realidade brasileira, visto que o país é um rico produtor de *commodities* agrícolas e há um vasto mercado a ser explorado para geração de energia através dos resíduos dos produtos cultivados, que podem deixar de ser desperdiçados, ou receber um novo destino.

Em relação ao procedimento metodológico, o método utilizado é o dedutivo que por meio da pesquisa bibliográfica visando viabilizar o embasamento e justificativa deste trabalho, visto que segundo Marconi e Lakatos (2003), o método dedutivo tem o propósito de explicar o conteúdo das premissas. Por meio da atual matriz energética do Brasil, serão realizados estudos que buscam comprovar a potencialidade da utilização de uma fonte específica de energia, a biomassa, que utilizando um estudo geral, busca-se encontrar soluções para situações específicas.

2. MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

Nos últimos anos, as discussões em torno da importância da renovação da matriz energética, não apenas nacional, mas também mundial, têm sido cada vez mais recorrentes. Segundo a ANEEL (2002a), a matriz energética corresponde aos recursos energéticos disponíveis em um determinado país ou região, e por ser representada quantitativamente, serve como embasamento para o planejamento do setor energético. Para compreender a necessidade iminente de renovação das fontes energéticas utilizadas convencionalmente no Brasil, é essencial o entendimento e análise da oferta interna de energia, que compõe a matriz energética do país. Conforme dados da tabela 1, esta oferta ainda possui predominante participação de fontes não renováveis e nocivas ao meio ambiente, sendo essencial a diversificação da matriz, para que se consiga mitigar os impactos ambientais gerados pela utilização destes recursos.

Tabela 1 - Oferta interna de energia (OIE)

ESPECIFICAÇÃO	mil tep		14 / 13 %	estrutura %	
	2013	2014		2013	2014
NÃO-RENOVÁVEL	176.468	185.100	4,9	59,6	60,6
Petróleo e Derivados	116.500	120.327	3,3	39,3	39,4
Gás Natural	37.792	41.373	9,5	12,8	13,5
Carvão Mineral e Derivados	16.478	17.551	6,5	5,6	5,7
Urânio (u308) e Derivados	4.107	4.036	-1,7	1,4	1,3
Outras Não-renováveis (*)	1.592	1.814	13,9	0,5	0,6
RENOVÁVEL	119.833	120.489	0,5	40,4	39,4
Hidráulica e Eletricidade	37.093	35.019	-5,6	12,5	11,5
Lenha e Carvão Vegetal	24.580	24.728	0,6	8,3	8,1
Derivados da Cana-de-Açúcar	47.601	48.128	1,1	16,1	15,7
Outras Renováveis	10.559	12.613	19,5	3,6	4,1
TOTAL	296.301	305.589	3,1	100,0	100,0
dos quais fósseis	172.362	181.064	5,0	58,2	59,3

(*) Gás industrial de alto forno, aciaria, coqueria, enxofre e de refinaria

Fonte: (MME, 2015, p. 4)

Observa-se na tabela 1, uma redução na participação de fontes renováveis na matriz nacional, entre os anos de 2013 e 2014. Uma das justificativas desta queda se relaciona à predominante dependência da fonte hidráulica na matriz elétrica do país, que influencia a matriz energética como um todo, podendo ser prejudicial quando a falta de chuvas, ou problemas relacionados, incide sobre o país. Com a escassez de chuvas e a consequente queda do nível dos reservatórios, as hidrelétricas responsáveis pela geração de energia têm sua capacidade de produção comprometida, sendo necessário recorrer às usinas termelétricas para manter o abastecimento, elucidando a variação decrescente da oferta de energia oriunda da fonte hidráulica (renovável), em relação ao crescimento da oferta das fontes não renováveis. Este recurso encontrado nas termelétricas para dirimir os efeitos da crise, resulta em uma elevação de custo da produção energética, visto que,

[...] o acionamento dessas usinas encarece o preço da energia elétrica. Por ser movida principalmente a combustíveis fósseis, [...] seu custo de produção é bem mais alto do que de outros tipos de usina. [...] nas usinas eólicas e hidrelétricas o megawatt-hora (MWh) custa cerca de 100 reais, enquanto nas termelétricas esse valor é de cerca de 800 reais, chegando, em alguns casos, a mil reais (SAUER, 2014, web).

Além de elevar o custo de produção, a maior utilização das usinas termelétricas resulta, de acordo com Vieira e Zotti (2010), na elevação de impactos ambientais negativos, visto que a queima dos combustíveis fósseis libera gases poluentes na atmosfera, como o dióxido de carbono, causadores do agravamento do efeito estufa, e consequente aquecimento global.

Para reduzir estes impactos é imprescindível que haja uma maior participação de fontes renováveis de energia na matriz energética, como a biomassa, que contém importantes vantagens ao conciliar o viés econômico, com o socioambiental.

No que diz respeito às vantagens econômicas, além da geração de receita local, pode-se destacar que a biomassa possui vantagens comparativas (como a exuberância de biodiversidade, e a agroindústria sólida e produtiva), conforme a EPE (2008), que no futuro podem contribuir com a expansão do comércio internacional do setor, através da venda do excedente de energia produzido, para países que não possuem tantas características que facilitem a produção da biomassa.

Já em relação aos impactos socioambientais, a biomassa é considerada uma fonte sustentável, devido ao baixo nível de emissões de CO₂ na atmosfera, e além de contribuir para a geração de empregos, influencia na redução do êxodo rural, apresentando-se como uma excelente opção de fonte complementar à matriz energética atual.

3. POTENCIAL ENERGÉTICO DA BIOMASSA DO BRASIL

Para que se tenha uma melhor compreensão da relevância da biomassa no setor energético nacional, é primordial que se entenda a definição da mesma. A biomassa do ponto de vista energético é definida por Souza (2015), como toda matéria orgânica, vegetal ou animal que pode ser empregada na geração de energia. Esta energia gerada a partir da biomassa é uma forma indireta da energia solar, assim como a energia hidráulica. No caso da biomassa, através da fotossíntese, a energia proveniente do sol é convertida em energia química, podendo ser transformada em energia elétrica, por exemplo.

Segundo a ANEEL (2016), o país possui um total de 523 usinas de produção energética em operação, cuja fonte de geração é a biomassa, que totalizam 14.019.781 kW de potência registrada (outorgada), representando 8,86% do total de potência prevista entre todas as fontes utilizadas na matriz nacional, que correspondem a 158.305.429 kW. A tabela 2 contempla os tipos de biomassa que constituem as 523 usinas em operação no país.

Tabela 2 - Tipos de biomassa e seus respectivos potenciais energéticos

Fontes utilizadas no Brasil - Fase: Operação				
Fonte Nível 1	Quant.	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	(%)
Floresta	87	2.803.847	2.547.523	20,00
Resíduos Sólidos Urbanos	14	88.213	83.699	0,63
Resíduos Animais	10	1.924	1.924	0,01
Biocombustíveis Líquidos	2	4.350	4.350	0,03
Agroindustriais	410	11.121.446	10.775.515	79,33
Total	523	14.019.781	13.413.012	100,00

Fonte: (ANEEL, 2017)

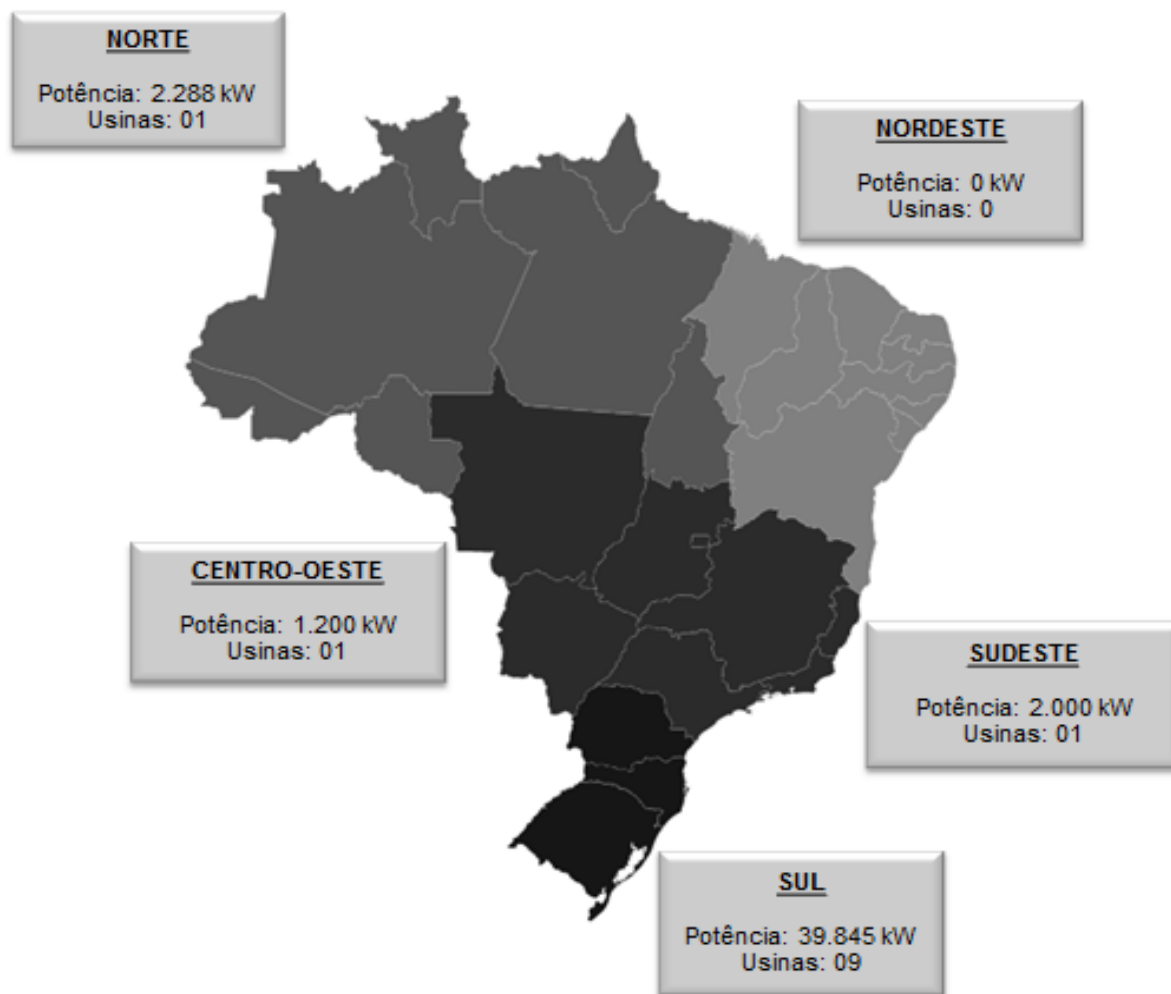
De acordo com a tabela 2, a fonte que apresenta o maior número de usinas, e consequentemente, o maior potencial energético para geração de energia é a fonte de origem agroindustrial, que engloba as culturas agroenergéticas e os resíduos e subprodutos das atividades agrícolas, como da produção de soja, milho, cana-de-açúcar e arroz. As possibilidades brasileiras em torno desta fonte são confirmadas ao se analisar a liderança que o país exerce mundialmente no mercado de produtos agroindustriais e agrícolas, conforme EPE (2008), no qual o mesmo possui uma expressiva capacidade de crescimento. As principais culturas nacionais que influenciam este expressivo resultado da potencialidade energética oriunda do setor agroindustrial, são o bagaço de cana-de-açúcar e a casca de arroz, que totalizam 405 das 523 usinas operantes no país.

Para analisar, como exemplo, se o potencial energético obtido através da casca de arroz atualmente, condiz com o potencial previsto para geração de energia, é necessário levar em consideração o nível de produção desta matéria-prima no país. De acordo com o IBGE (2015), a região do país que apresenta o maior nível de produção de arroz em casca, historicamente, é a região Sul. Conforme a EPE (2008), o nível de produção da matéria-prima, influencia diretamente no potencial energético que se pode obter da mesma. Quanto maior a produção, maior a probabilidade de se conseguir explorar sua potência energética.

Na figura 1, constam as quantidades de usinas operantes em cada região do país, bem como suas potências outorgadas, onde é possível visualizar que a região Sul em 2016 vem conseguindo explorar o maior potencial energético do país, correspondente a 39.845 kW,

confirmando que a região que apresenta a maior produção deste grão, é a região que consegue alcançar a maior potência energética desta fonte.

Figura 1 – Usinas em operação, por região, que têm como fonte energética a biomassa da casca do arroz (2017)



Fonte: (Adaptado de ANEEL, 2017)

Para uma análise mais precisa, com o intuito de confirmar se o potencial previsto de geração de energia desta fonte é superior ou não, ao potencial real alcançado atualmente, pode-se realizar a projeção do potencial energético que a produção de arroz em casca na região Sul poderia alcançar em 2016, bem como os níveis estimados que possam ser alcançados nas próximas décadas, levando em consideração a série histórica da produção apresentada entre os anos de 2010 a 2014, conforme consta na tabela 3, considerando algumas características, conforme orientação de Coelho *et al.* (2008):

- I. Considerar apenas a casca de arroz como resíduo agrícola aproveitável (visto que o dado apresentado pelo IBGE é em toneladas de arroz em casca produzido), que representa 30% do peso total deste grão;

- II. O poder calorífico inferior (PCI) da casca correspondente a 3.384,09 kcal/kg;
- III. Converter kcal/kg para kWh/kg, através da divisão por 860.

Para os resultados a seguir, ainda de acordo com Coelho *et al.* (2008), considerou-se que os sistemas operaram o ano todo com os resíduos gerados, sendo que esta operação ocorreu em 95% das horas anuais, resultando em 8.322 horas de operação/ano, utilizando como base de cálculo a seguinte equação:

$$\text{Potencial (MW/ano)} = \frac{[(t \text{ arroz} \times 0,3) \times \text{PCI kcal/kg} \times 0,15]}{(860 \times 8.322)}$$

Tabela 3 – Potencial energético anual da produção de energia a partir da casca do arroz na região sul

Ano Base	t (tonelada)	Potencial (MW/ano)	Potencial (kW/ano)
2010	8.083.512	172,00	171.995
2011	10.112.953	215,18	215.176
2012	8.967.276	190,80	190.800
2013	9.296.148	197,80	197.797
2014	9.489.237	201,91	201.905
Total	45.949.126	977,67	977.674
Média	9.189.825	195,53	195.535

Fonte: (Adaptado do IBGE - Produção Agrícola Municipal, 2015)

Por meio dos dados da tabela 3, foi possível realizar o cálculo da estimativa da produção de arroz em casca na região Sul, que corresponde a principal região produtora deste grão no país, para os anos de 2015 e 2016, que ainda não foram divulgados pelo IBGE ou pelo MAPA, e que é essencial para que se consiga simular o potencial energético que o Brasil está deixando de aproveitar a partir desta fonte. Para isso, foi utilizado o método de Monte Carlo, pois conforme Brusamarello (2009), é um modelo de avaliação de incertezas, onde inferências podem ser feitas sem que se conheça a distribuição do parâmetro de interesse. Para elaborar a simulação, alguns procedimentos foram estabelecidos, conforme consta a seguir:

- I. Estabelecimento da distribuição, por meio da definição de um modelo matemático;
- II. Elaboração da probabilidade estatística;
- III. Estabelecimento da faixa de mínimos aleatórios;
- IV. Elaboração da frequência;
- V. Realização da simulação.

No estudo em questão, o modelo linear foi o modelo matemático utilizado, para a realização da distribuição, resultando na seguinte equação:

Equação	R²
$y = 0,3598x + 8,1494$	0,9755

De acordo com Lemenhe *et al.* (2006), a medida estatística R² pode ser interpretada como a medida que confere a qualidade da equação criada, e portanto, quanto mais próximo o valor do R² for de 1, melhor é a equação do ponto de vista matemático. Neste caso, com o R² de 0,9755, a equação se aproxima da realidade, onde foi necessário rejeitar o valor do segundo ano da série histórica (2011), para minimizar o erro. Aplicando a diferença encontrada, correspondente a 0,57%, para correção através do modelo de Monte Carlo, encontrou-se a seguinte equação:

Correção do Modelo
$YMC = 0,3619x + 8,1494$

A partir da correção do modelo, resultante na equação demonstrada anteriormente, foi possível simular a produção de arroz em casca para os próximos anos, para calcular com base no método de Coelho *et al.* (2008), o potencial energético que poderia ser aproveitado tendo a casca do arroz como matéria-prima base. Os resultados das simulações realizadas constam na tabela a seguir.

Tabela 4 – Simulação do potencial energético anual da produção de energia a partir da casca do arroz na região sul

Ano Base	t (tonelada)	Potencial (MW/ano)	Potencial (KW/ano)
2015	9.958.900	211,90	211.899
2016	10.320.800	219,60	219.599
2020	11.768.400	250,40	250.400
2030	15.387.400	327,40	327.402
2040	19.006.400	404,41	404.405
Total	66.441.900	1.413,70	1.413.705
Média	13.288.380	282,74	282.741

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

A simulação realizada torna perceptível a disparidade entre o potencial energético explorado realmente, da casca de arroz na região Sul, que em 2016 vem correspondendo a 39.845 kW, em

comparação ao potencial previsto para o ano em questão, que poderia chegar a 219.599 kW. Esta grande diferença, em que a projeção chega a ser quase cinco vezes superior à realidade, deve-se em muito, à falta de políticas eficientes e eficazes que estimulem a destinação de resíduos de culturas agrícolas, como a casca do arroz produzido, para conversão energética, conforme constatação da EPE (2008). Apesar de a região ser a principal produtora deste grão, e das demais regiões contribuírem minimamente para o potencial total, devido a entraves como este, não é possível alcançar o aproveitamento estimado.

Parte desta diferença pode ser explicada também, de acordo com Mayer, Hoffmann e Ruppenthal (2006), pela variação negativa que a quantidade de casca de arroz disponível pode sofrer, devido à utilização da mesma no processo de secagem de arroz e parboilização, sendo que os dados encontrados, portanto, referem-se a máximos possíveis para geração de eletricidade. Este potencial poderia ter um ganho considerável no aproveitamento da matéria-prima, se políticas públicas voltadas para os pequenos produtores fossem implementadas, conforme aponta estudo realizado pelo Jornal da Bioenergia (2013), por meio de incentivos fiscais, para modernização do maquinário, onde a potencialidade energética real poderia chegar próxima à estimada.

Para que haja o fomento para utilização de fontes ambientalmente favoráveis, não apenas como a biomassa, mas como a solar e a eólica, no cenário energético nacional, contribuindo para a segurança do setor, o desenvolvimento sustentável, e o controle das mudanças climáticas, torna-se vital a análise dos entraves existentes, para que seja possível mitigá-los, através da implementação de políticas que incentivem alterações no sistema energético. Para Tavares (2012) superar as barreiras e promover o aumento da participação das fontes renováveis torna-se imprescindível a adoção de políticas que estimulem mudanças no funcionamento dos sistemas energéticos tradicionais.

Algumas destas barreiras citadas por Tavares, que o país possui e que inibem a ampliação em um ritmo mais acelerado de empreendimentos de energias renováveis, como entraves econômicos e políticos, demonstram a primordialidade que se tem em alterar este cenário, diante os resultados encontrados na tabela 4, visto que, se o ritmo de aproveitamento continuar representando aproximadamente 18% da projeção estimada, em 2040, por exemplo, a região Sul conseguiria um potencial aproximado de apenas 72.792 kW, enquanto poderia estar explorando um potência de 404.405 kW, sendo imprescindível o fomento de políticas públicas claras e de longo prazo para que esta realidade seja alterada.

A preocupação com a renovação da matriz energética, não é, portanto, apenas uma questão intrínseca ao retardo de crises no setor, mas está relacionada também ao respeito ao meio ambiente, aliado ao crescimento econômico nacional. Através do aproveitamento energético dessas diversas fontes de biomassa, o fomento econômico dos setores envolvidos poderá propiciar maiores avanços no futuro.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante a evolução vivenciada pela sociedade, a energia passou a ser um recurso imprescindível na rotina dos agentes econômicos. A grande dependência em relação a este insumo e a predominante utilização de recursos não renováveis como fontes energéticas na matriz mundial, vêm despertando preocupações na atualidade e nas projeções do futuro, perante a perspectiva de crescimento cada vez maior da demanda por energia. Neste sentido, a busca por recursos alternativos que tenham menor impacto ambiental, e que funcionem de maneira complementar entre si tornou-se um dos maiores desafios do setor energético mundial.

No Brasil, para dirimir o risco de crises no setor energético do país, que retardem o crescimento econômico e desenvolvimento socioambiental do mesmo, é primordial que haja investimentos em fontes energéticas mais limpas e complementares, como a biomassa, para manutenção da matriz nacional. Diante disto, procurou-se compreender a problemática da potencialidade energética que a biomassa possui como fonte provedora de energia para o Brasil. Ao analisar a matriz energética brasileira atual, foi possível constatar a premência de renovação da mesma, que historicamente tornou-se dependente de fontes energéticas não renováveis (como o petróleo e seus derivados, o carvão mineral, o gás natural), consideradas finitas e prejudiciais ao meio ambiente.

Para suprir a demanda energética crescente e funcionar de maneira complementar na matriz energética atual, a biomassa apresenta vantagens importantes, principalmente ao conciliar o âmbito econômico e o socioambiental. A biomassa, além de contribuir para a geração de empregos, aumentando a receita local, também auxilia na: (I) redução do êxodo rural, (II) redução das emissões de gases nocivos ao meio ambiente, e (III) possui vantagens comparativas (como as características naturais do solo, e temperatura tropical, além da grande biodiversidade disponível) que podem possibilitar expansão do comércio internacional do setor. Assim, ao verificar a potencialidade energética desta fonte, foi possível constatar que a mesma depende diretamente da disponibilidade e da produção das matérias-primas que servem como base para geração de energia, que no país, são extremamente elevadas.

Um grande potencial energético encontra-se na casca-de-arroz, que possui um baixo aproveitamento em termos energético, correspondente a aproximadamente 18% do potencial previsto. Isto mostra que apesar da potencialidade energética apresentada pela biomassa no Brasil, resultante principalmente da elevada quantidade de produtores de *commodities* agrícolas que o país possui, e o vasto mercado a ser explorado em relação ao aproveitamento energético

dos resíduos dos produtos cultivados, a falta de políticas públicas de longo prazo vêm retardando a ampliação da utilização desta fonte renovável no setor energético.

Portanto, a renovação da matriz energética nacional é um tema que instiga novas pesquisas, devido à urgência que se tem em fomentar a utilização de fontes ambientalmente favoráveis. Para isso, torna-se imprescindível a realização de projetos e pesquisas aprofundados para comprovar o potencial energético de demais fontes renováveis, como a eólica e solar, para posteriormente mensurar a viabilidade econômica e socioambiental das mesmas.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **BIG - Banco de Informações de Geração: Capacidade de Geração do Brasil**. 2016. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acesso em: 04 set. 2018.

BRUSAMARELLO, V. **Método de Monte Carlo Aplicado a Análise de Incertezas**. 2009. Disponível em: <https://chasqueweb.ufrgs.br/~valner.brusamarello/aula4.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2018.

COELHO, S. T. *et al.* **Atlas da bioenergia no Brasil: Projeto fortalecimento institucional do CENBIO convênio 007/2005 - MME**. 2008. Disponível em: http://143.107.4.241/download/atlas_cenbio.pdf. Acesso em: 15 maio 2018.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Plano Nacional de Energia 2030: Geração Termelétrica – Biomassa**. 2008. Disponível em: http://www.epe.gov.br/PNE/20080512_8.pdf. Acesso em: 10 abr. 2018.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Demanda de energia 2050**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: http://www.epe.gov.br/Estudos/Documents/DEA_13-14_Demanda_de_Energia_2050.pdf. Acesso em: 17 mar. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Indicadores de desenvolvimento brasileiro 2001-2012**. 2015. Disponível em: <http://www.planejamento.gov.br/servicos/central-deconteudos/publicacoes/idbportugues.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2018.

JORNAL DA BIOENERGIA. Falta de incentivos desestimula cogeração: O uso de energia limpa para o abastecimento elétrico de toda a população mundial é o ideal para a sustentabilidade e para o **meio ambiente**. Minas Gerais, 02 dez. 2013. Disponível em: <http://www.portaldoagrnegocio.com.br/noticia/falta-de-incentivos-desestimula-cogeracao-101371>. Acesso em: 07 mai. 2018.

LEMENHE, F. *et al.* **O método de Simulação de Monte Carlo para precificação de planos de saúde: uma abordagem didática**. 2006. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2006_TR460316_8382.pdf. Acesso em: 01 jul. 2018.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas S.A., 2003. Disponível em: https://docente.ifrn.edu.br/olivianeta/disciplinas/copy_of_historia-i/historia-ii/china-e-india. Acesso em: 22 ago. 2018.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Resenha energética brasileira: exercício de 2014**. 2015. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/publicacoesindicadores;jsessionid=FFFBB9DAD2578D74A9989C284ABDED47.srv154>. Acesso em: 26 fev. 2018.

OLIVEIRA, C. M. de. **Biomercado: Política e legislação adequadas**. Viçosa, MG, 2015. Disponível em: http://biomercado.com.br/not_detalhe.php?noticia=1486. Acesso em: 27 ago. 2018.

OLIVEIRA, C. M. de. **Energia renovável**. Curitiba: ABIB, 2011. Disponível em: <http://pt.calameo.com/read/00020096870b93510ec6c>. Acesso em: 22 mar. 2018.

SAUER, I. L. **Uso contínuo de termelétricas emergenciais deve encarecer energia no Brasil**. 2014. Disponível em: <http://www.dw.com/pt/uso-contínuo-de-termelétricas-emergenciais-deve-encarecer-energia-no-brasil/a-17492997>. Acesso em: 27 ago. 2018.

SOUZA, V. H. A. de. **Aspectos sustentáveis da biomassa como recurso energético**. 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15202/19811896.2015v20n40p105>. Acesso em: 13 fev. 2018.

TAVARES, W. M. **Energias renováveis: riqueza sustentável ao alcance da sociedade**. 2012. Disponível em: <http://bd.camara.leg.br/bd/handle/bdcamara/9229>. Acesso em: 02 abr. 2018.

TOLMASQUIM, M. T. **Alternativas energéticas sustentáveis no Brasil**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2004.

TORRES, M. A. Z. **Cenários e tendências**. 2015. Disponível em: <http://www.expogetao.com.br/congresso/22/manoel-arlindo-zaroni-torres/>. Acesso em: 13 jul. 2018.

VIEIRA, S.da S.; ZOTTI, C. A. **Práticas de manejo para minimizar a emissão de gases do efeito estufa associadas ou não ao uso de fertilizantes**. 2010. Disponível em: http://www.caprilvirtual.com.br/Artigos/Praticas_MinimizarEfeitoEstufa.pdf. Acesso em: 10 abr. 2018.

Recebido: 24/11/2018
Aceito: 09/05/2019
Publicado: 03/06/2019