

FORMAÇÃO DE MERCADO DA INDÚSTRIA DA BIOMASSA ENERGÉTICA NO BRASIL

Giovanna Tonolli¹, Muriel de Oliveira Gavira²

Abstract. *In a context of environmental concerns generated by the current used energy sources in Brazil, this study aims to understand the innovation system or, specifically, the market formation function of the innovation system applied to the biomass industry. To reach that goal, we collected and analyzed secondary data from by public and private agencies and institutions. Also, we analyzed national and international literature regarding innovation systems for sustainability and clean energy. The ongoing results show a weak market formation function for biomass. The only biomass that have significant progress were those from sugarcane (specially bagasse). Our results provide inputs to improve the public support to biomass energy use in Brazil, in addition to provide information to current and future entrepreneurs.*

Keywords: *biomass; market formation; electric energy; innovation system.*

Resumo. *Visando os problemas ambientais gerados pelas diferentes formas de geração de energia vigentes no Brasil, o estudo procura entender o sistema de inovação ou, mais especificamente, a função do sistema de inovação referente a formação de mercado aplicada à indústria da biomassa. A fim de atingir esse objetivo, tem-se como metodologia a coleta e análise de dados fornecidos por agências públicas e privadas. Ademais, foi analisada a literatura nacional e internacional na área de sistemas de inovação para sustentabilidade e energia limpa. Os resultados mostram uma formação de mercado fraca para a biomassa. A única biomassa que possui progresso significativo foi aquela proveniente da cana-de-açúcar (especialmente bagaço). Assim, o estudo fornece subsídios para o desenvolvimento do suporte público ao uso da energia da biomassa no Brasil, além de fornecer informações a atuais e futuros empreendedores do setor.*

Palavras-chave: *biomassa; formação de mercado; energia elétrica; sistema de inovação.*

¹ Graduate Program of Industrial Engineering – School of Applied Sciences (FCA) - University of Campinas (UNICAMP) - Limeira – SP – Brazil. Email: giovanna.tonolli014@gmail.com

² School of Applied Sciences (FCA) - University of Campinas (UNICAMP) - Limeira – SP – Brazil. Email: muriel.gavira@fca.unicamp.br

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com o desenvolvimento sustentável tem se ampliado de forma importante desde que a sociedade contemporânea percebeu os impactos negativos das atividades econômicas à natureza e tem sentido, de maneira mais intensa, as consequências de suas ações. Como resultado, a partir da década de 1990 tem se intensificado a criação de pesquisas e organizações com o objetivo de estudar os impactos no ambiente e propor melhorias para as ações utilizadas.

Nesse sentido, a inovação tem papel importante para a criação de novas práticas e tecnologias que não prejudiquem o meio ambiente ou a sociedade. Assim, se destaca a busca por energias mais limpas. O desenvolvimento de fontes de energia alternativa como a solar, eólica, biomassa, biodiesel, dentre outras, ocupa cada vez mais um patamar importante nas pesquisas e ações das indústrias e governos.

Para tanto, é importante a busca por inovações tecnológicas de produtos e processos (TPP), ou seja, inovações que compreendam implantações de produtos e processos tecnologicamente novos e substanciais melhorias tecnológicas em produtos e processos (OECD, 1997).

Apesar da importância da inovação em energia limpa, especialmente num cenário de insegurança energética, as tecnologias sustentáveis para geração de energia têm sido desenvolvidas e difundidas em uma velocidade menor do se esperaria do potencial brasileiro (EPE, 2015). Uma possível razão para esse fato é a falta de um ambiente propício para as empresas inovarem, devido a uma falha no sistema de inovação nacional.

A abordagem das funções dos sistemas de inovação é útil para se analisar se há um ambiente propício a inovações na área de energia limpa, especificamente biomassa, no Brasil. Essa abordagem leva em consideração sete funções de um sistema de inovação, sendo a formação de mercado uma delas (Hekkert *et al.*, 2007).

Sendo assim, essa procurou responder a seguinte questão: como é estruturada a função de formação de mercado no sistema de inovação brasileiro da biomassa energética?

Assim, este estudo tem como objetivo principal analisar a função de formação de mercado da indústria da biomassa energética a fim de determinar se essa função tem incentivado as inovações na geração de energia a partir da biomassa no Brasil.

Com isso pretende-se ampliar a discussão sobre o sistema de inovação da biomassa e fornecer subsídios para a ampliação da geração de energia a partir da biomassa na matriz energética brasileira.

Com tamanha importância para o país e grande potencial não explorado, pesquisas sobre a função de formação de mercado para inovações em biomassa são necessárias para o melhor entendimento da ampliação dessa fonte de energia no Brasil, além de seus pontos fortes e fracos e ações para que seja mais presente na matriz energética brasileira.

Os resultados obtidos poderão ser aplicados a políticas públicas voltadas à indústria da biomassa pelo governo e a inovação, além de poderem ser usados para empresas do ramo entenderem um pouco mais sobre a concorrência e o futuro da área.

2 MÉTODOS

A pesquisa desenvolvida é exploratória com abordagem bibliográfica e documental, ou seja, consiste em um estudo preliminar cujo maior objetivo é tornar o tema familiar para que o estudo que o siga seja feito com maior precisão e entendimento. Este tipo de pesquisa permite que o investigador defina seu problema a ser pesquisado e formule sua hipótese de forma mais precisa (Theodorson, 1970).

O planejamento feito para a pesquisa consiste nas seguintes etapas:

1. Pesquisa de literatura: foram utilizados artigos e teses nacionais e internacionais na área de biomassa, sistemas de inovação e sistemas de inovação para sustentabilidade.
2. Coleta de dados: A coleta foi realizada em documentos divulgados por entidades governamentais, tais como Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Ministério de Minas e Energia (MME), Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), etc. Ademais, foram coletados dados de empresas e organizações especializadas em biomassa ou inovação. Dentre essas fontes estão: Sociedade Nacional de Agricultura (SNA), UNICA (União da Indústria de Cana-de-Açúcar), etc.
3. Análise: Para a análise de dados foi utilizada estatística descritiva para dados quantitativos e análise de conteúdo para dados qualitativos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A fim de compreender melhor o contexto de como as inovações são desenvolvidas e difundidas, foi criado o conceito de Sistemas de Inovação, definido por Cassiolato (2005) como um conjunto de instituições que contribuem para o desenvolvimento da capacidade de inovação e aprendizado de um país, região, setor ou localidade e que também o afetam.

Apesar de vários autores terem estudado o impacto do ambiente nacional sobre o desempenho inovador dos países e das empresas (Freeman, 1995; Lundvall, 2007; Nelson, 1993 & OCDE, 1999), há uma falta de descrição dos sistemas de inovações para sustentabilidade na indústria de geração de energia limpa brasileira. Particularmente, são raros os estudos sobre o sistema brasileiro de geração de energia a partir da biomassa.

Segundo Lundvall (1992), um Sistema de Inovação são elementos e relações que interagem para produção, difusão e uso de conhecimento novo e economicamente relevante. Essas relações dependem de interações internas complexas entre instituições e atores (empresas, universidades, governo) que produzem, distribuem e aplicam conhecimento para gerar e difundir inovação (Lundvall, 1992 & Nelson, 1993). Essas interações estão relacionadas a dinâmica do sistema de inovação e suas funções.

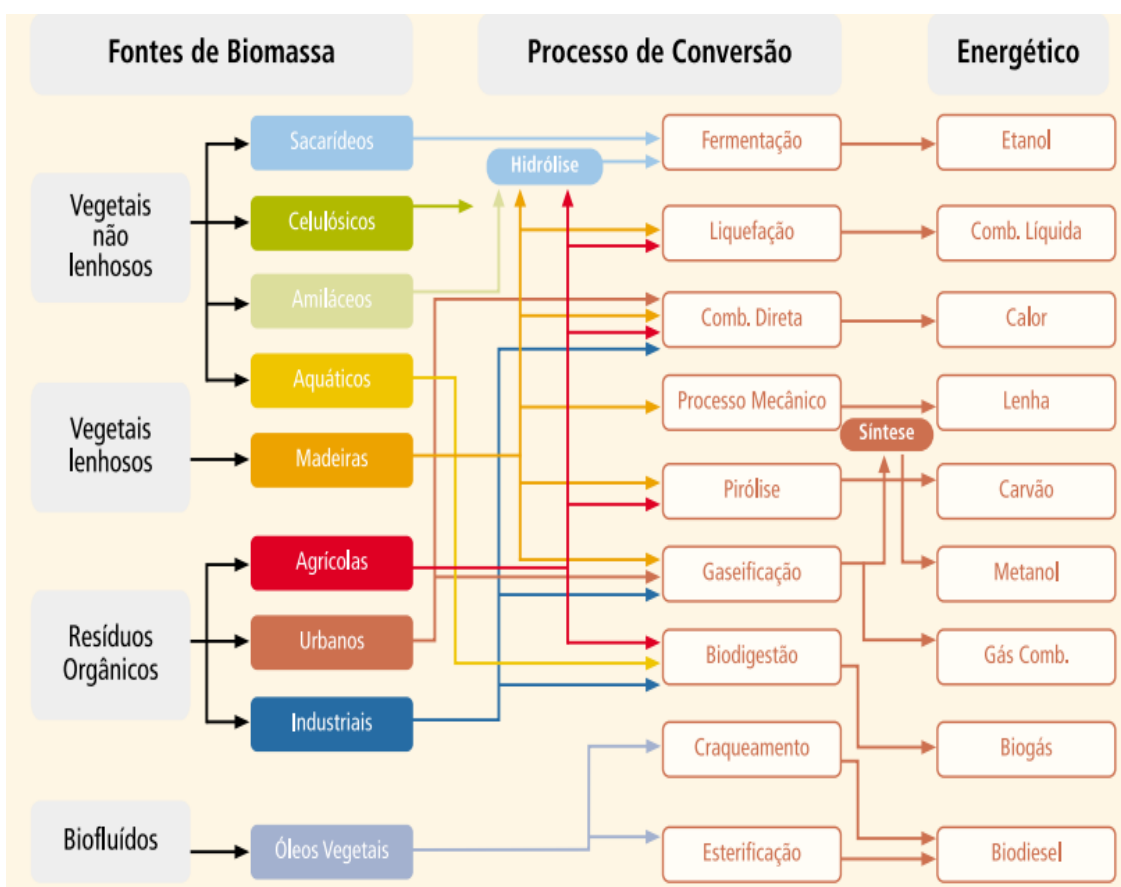
Funções do sistema de inovação são processos chaves responsáveis pelo desempenho do sistema (Bergek *et al.*, 2008; Johnson, 1998; Hekkert *et al.*, 2007). Bergek (2008), selecionou sete funções do sistema de inovação: desenvolvimento e difusão de conhecimento, formação de mercado, orientação da pesquisa, empreendedorismo, mobilização de recursos, legitimação, e desenvolvimento de externalidades positivas.

A formação de mercado, mais especificamente, é necessária quando não há mercado para uma inovação TPP ou este não é bem desenvolvido. É provável que, para uma inovação, os potenciais consumidores não tenham se articulado ou o preço/performance da nova tecnologia seja baixo. Mudanças institucionais ou formação de padrões são normalmente necessárias para que o mercado se desenvolva. Indicadores dessa função incluem informações do tamanho de mercado e grupos de clientes, além de dados qualitativos de atores estratégicos e processos de compra (Bergek *et al.*, 2008).

O foco do estudo sobre energia limpa juntamente com a formação de mercado será a biomassa por dois motivos. Primeiro, no Brasil, essa é, atualmente, a terceira maior fonte de energia, correspondendo à 7% da produção de energia; e perdendo apenas para a fonte hídrica e do gás natural. Segundo, a formação de mercado para essa fonte de energia é pouco pesquisada no país.

Nesse trabalho, define-se como biomassa energética, segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), todo recurso renovável oriundo de matéria orgânica (de origem animal ou vegetal) que pode ser utilizado na produção de energia. Um exemplo muito presente no país é o uso do bagaço da cana-de-açúcar que é reaproveitado, após a fabricação de açúcar e etanol, como biomassa energética para cogeração de energia elétrica. Com o objetivo de ilustrar o potencial energético disponível na biomassa, apresenta-se a Figura 1.

Figura 1: Diagrama esquemático dos processos de conversão energética da biomassa.



Fonte: ANEEL (2002, p. 54).

A Figura 1 ilustra as diferentes fontes de biomassa, seus processos de conversão e seus produtos finais. A partir de seus dados, pode-se visualizar que o Brasil, em sua grande extensão e diferenciação de produção agrícola, usufrui pouco deste potencial, já que a biomassa utilizada na produção de energia vem, majoritariamente, da cana-de-açúcar (composta por sacarídeos).

4 RESULTADOS PRELIMINARES

3.1 FORMAÇÃO DE MERCADO E ENERGIA

O processo de formação de mercado deve interligar os ramos de tecnologia, institucional e político e aspectos relacionados ao usuário da nova tecnologia. Além disso, os processos não devem ser tratados como simples estruturas de mercado, mas como sistemas sociais e técnicos em constante evolução (Dewald & Truffer, 2011). Quando analisados como sistemas, mercados são mais que locais para troca de dinheiro por produtos.

Para a análise feita a partir de sistemas de inovação tecnológica, primeiramente, um indicador de sucesso para sua formação eram as mudanças nos volumes de mercado (Carlsson

& Stankiewicz, 2002). Mais recentemente, esta visão de formação de mercado foi revista pelos estudiosos da área e o sistema passou a ser explicado pela interligação de processos (funções), sendo a formação de mercado um deles (Bergek *et al.*, 2008). A formação de mercado, então, é considerada o caminho entre o nascimento, passando por seu desenvolvimento, para o mercado já desenvolvido no qual cada estágio possui suas barreiras e desafios específicos (Jacobsson & Bergek, 2004).

Esta função do sistema de inovação é caracterizada por Hekkert (2007) com o mapeamento do número de nichos de mercado em que são introduzidos regimes fiscais específicos para as novas tecnologias. É imprescindível a criação de espaços protegidos para as novas tecnologias se desenvolverem, sendo pela formação de nichos de mercado específicos para a aplicação da tecnologia pelo governo ou outros agentes do sistema de inovação; ou pela criação temporária de vantagens competitivas com implementação de regimes favoráveis de tributação e definição de quotas mínimas de consumo pelo poder público (Hekkert & Negro, 2009).

Com foco na indústria de energia renovável, segundo Dewald e Truffer (2011), o sucesso ou fracasso do desenvolvimento do seu mercado, ou seja, se ele conseguirá se desenvolver plenamente, pode ser explicado pelo número e impacto de políticas de suporte nacionais como subsídios, taxas, certificados de iniciativas verdes, fundos de energia renovável ou feed-in tariffs – tarifas com o objetivo de acelerar o investimento em tecnologias de energia renovável por meio da oferta de contratos de longo prazo aos seus produtores.

Vale destacar que, segundo Hekkert e Negro (2009), as funções do sistema de inovação interagem entre si e esta interação é essencial para o desenvolvimento de novas tecnologias, por exemplo. Ademais, o mesmo estudo coloca a formação de mercado como essencial para este desenvolvimento já que sem ela as outras funções (atividades empreendedoras e orientação de pesquisa) não são suficientes. Na maioria dos casos, a orientação positiva leva ao aumento nas atividades empreendedoras, mas o desenvolvimento não ocorre até que o mercado esteja formado, mostrando aos empreendedores e investidores uma perspectiva estável a longo prazo.

Para tecnologias de combustível de segunda geração, a ausência de regulações mais rigorosas no mercado em desenvolvimento tem impacto ainda mais negativo pelos custos de investimento inicial nas plantas serem altos e pela necessidade do desenvolvimento de uma cadeia de suprimentos longa coordenada com empresas parceiras e tecnologias (Jacobsson & Bergek, 2011).

Um dos casos que ilustra a importância desta função do sistema de inovação é a formação de mercado da biomassa na Holanda, estudada por Hekkert e Negro (2009). Foi

observado, neste caso, que o sucesso desta fonte de energia estava diretamente relacionado ao completo funcionamento da função do sistema: formação de mercado e crescimento do sistema. Apesar de ter se mostrado difícil ao governo holandês promover políticas consistentes para auxiliar nesse desenvolvimento principalmente no que diz respeito à padronização dos tipos de lixo orgânico que podem ser utilizados e níveis de emissão tolerados (Jacobsson & Bergek, 2011).

No caso sueco ainda existem outros problemas institucionais como, por exemplo, a certificação de comércio de sistemas sustentáveis que foi elaborada de maneira que induz a não criação de mercados para alternativas de alto custo como tecnologias não maduras. Desta forma, o governo direciona as pesquisas para certas tecnologias e movimentos de empreendedorismo associados a elas. No entanto, apesar do problema ser conhecido pelas autoridades, as políticas neoliberais continuam sendo focadas na retirada de regulamentações no setor de energia, criando ainda mais incentivos para que não haja investimento em tecnologias novas, com maior custo e menor comprovação de eficiência que teoricamente possuem performance superior na vertente sustentável. No caso específico da biomassa gaseificada, a desregulamentação prejudicou a formação de mercado na Holanda, Suécia e Finlândia (Jacobsson & Bergek, 2011).

3.2 BIOMASSA

Para que uma determinada cultura seja utilizada como biomassa na produção de energia elétrica, vários fatores devem ser considerados. Dentre eles está a densidade energética, definida como “a energia disponível por unidade de peso que relaciona-se à quantidade de água nos alimentos.” (Marchioni *et al.*, 2012). Sendo assim, alimentos com alta quantidade de água, apresentam baixa densidade energética. Logo, para o melhor aproveitamento da biomassa no processo de produção de bioenergia, é necessária uma cultura com alta densidade energética e, consequentemente, baixa quantidade de água em sua composição. Além disso, ainda devem ser considerados períodos de safras para a escolha do cultivo, quantidade de resíduos que podem ser reaproveitados e questões socioambientais. Após a escolha da cultura a ser utilizada, o aproveitamento da biomassa pode ser feito por combustão direta, processos termoquímicos ou processos biológicos.

A cana de açúcar é a maior fonte de biomassa para uso destinado à energia elétrica no país. Isso se deve ao fato do setor sucroalcooleiro gerar grande quantidade de resíduos que podem ser aproveitados com esta finalidade, sua alta densidade energética e a um alto potencial produtivo inexplorado. Além disso, o cultivo da cana de açúcar é feito de forma abundante e

contínua no país e o aproveitamento de seus resíduos é mais fácil devido à centralização dos processos de produção (Gazzoni, 2013).

Há ainda a possibilidade da autossuficiência energética da indústria da cana pela cogeração, já que a quantidade de resíduos (bagaço, palha, vinhoto, etc) é grande e os custos de geração já são competitivos em relação ao sistema comum de suprimento energético (CCEE).

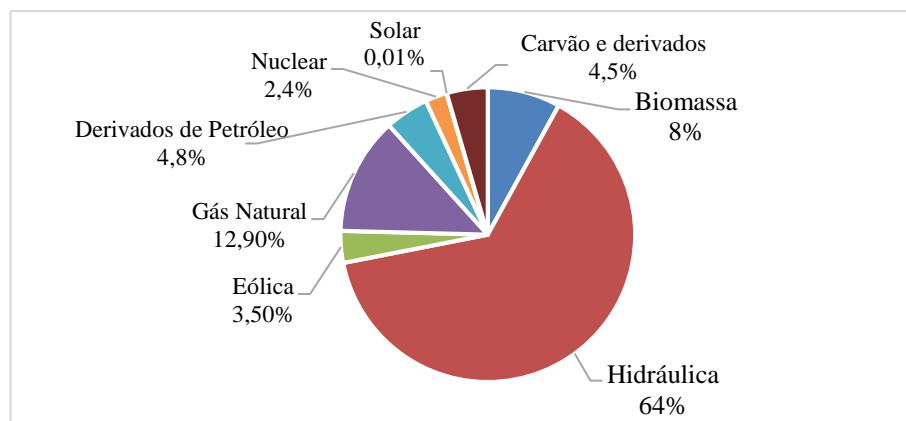
A produção de energia a partir dos resíduos da produção de madeira - em forma de lenha, toras ou carvão vegetal - também é utilizada no país, em menor proporção (CCEE).

Ademais, o Brasil ainda tem potencial de explorar a biomassa de gramíneas (espécies forrageiras) que possuem alta capacidade de crescimento, e das microalgas. Nas microalgas está o maior potencial de produção, pois possuem maior teor de lipídeos, alta velocidade de crescimento e facilidade de colheita (Gazzoni, 2013).

Ainda, ao observar outras possíveis fontes de biomassa no Brasil, pode-se notar a presença das oleaginosas como soja, girassol e canola. No entanto, estas não possuem características que favorecem seu uso em larga escala por possuírem baixa densidade energética. Milho, trigo e cevada também possuem baixa densidade energética e não são viáveis pelas questões éticas na competição do uso para produção de energia com a oferta de alimentos. Destes grupos, apenas a palma de óleo possui boas perspectivas. O grande destaque é a casca de arroz com uso em nove usinas e 0,03% da produção nacional de energia (CETESB, 2017).

Apesar das inúmeras possibilidades citadas de uso para a biomassa no país, a exploração desta fonte de energia é pequena se comparada com seu potencial. Segundo o Balanço de Energia Nacional de 2015 publicado pelo EPE e Ministério das Minas e Energia, esta fonte de energia elétrica representa 8% da matriz energética nacional, ou seja, é a terceira maior fonte de eletricidade utilizada atrás apenas da Hidráulica (64%) e do Gás Natural (12,9%) (Figura 2).

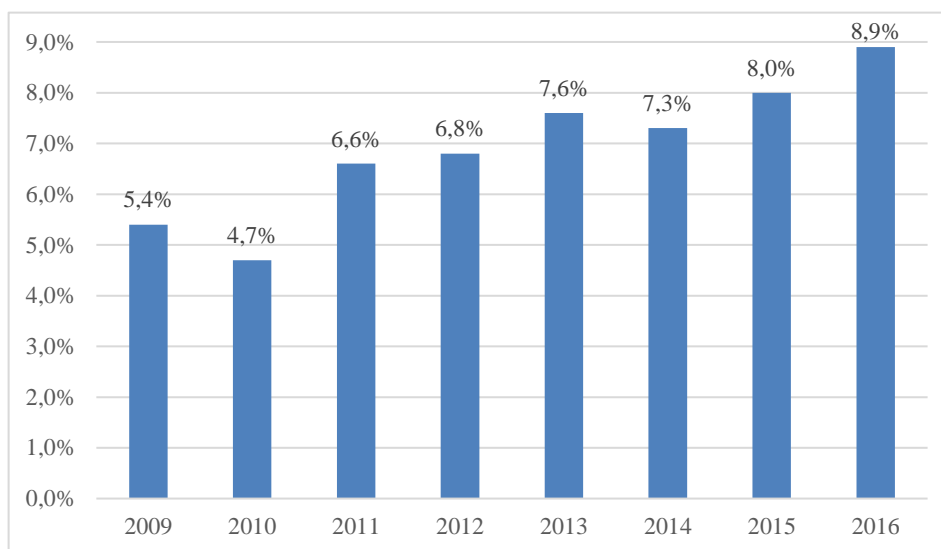
Figura 2: Oferta Interna de Energia Elétrica no País por Fonte em 2015.



Fonte: EPE (2016).

No entanto, apesar do destaque ainda mediano da biomassa, pode-se notar que este vem crescendo nos últimos anos, chegando a quase dobrar em um intervalo de 6 anos (Fig. 3).

Figura 3: Crescimento da Oferta de Energia Elétrica Oriunda da Biomassa.



Fonte: EPE (2016) e CETESB (2017).

3.3 FORMAÇÃO DE MERCADO DA BIOMASSA NO BRASIL

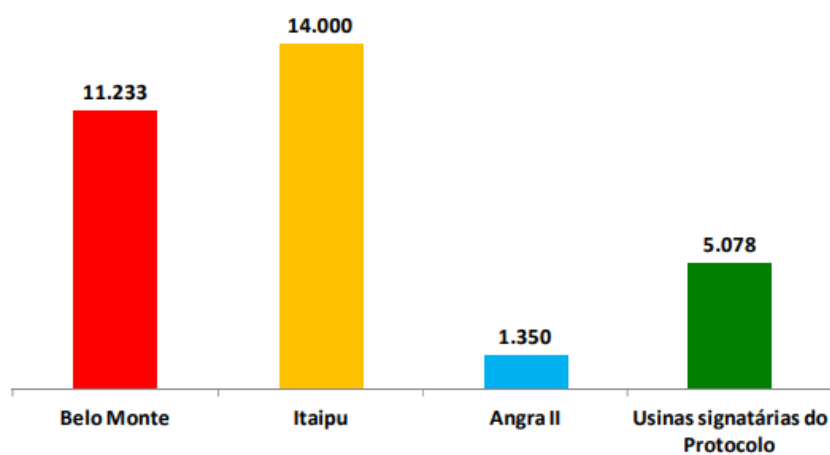
Como tecnologias novas tem dificuldades ao concorrer com tecnologias já implementadas no mercado, espaços protegidos devem ser criados para que elas se desenvolvam. Uma das possibilidades é a criação de vantagens competitivas temporárias como, por exemplo, taxas diferenciadas ou subsídios (Negro *et al.*, 2007). Neste sentido, o governo brasileiro (Ministério das Minas e Energia) criou como política de subsídio o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), em 2002, com o objetivo de diversificar a matriz energética brasileira, aumentando a participação da energia elétrica produzida pelas fontes: eólica, biomassa e pequenas hidrelétricas.

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) realiza leilões de energia específicos para a biomassa. Os leilões de geração e transmissão de energia promovem a concorrência no setor e induzem a entrada de empreendedores derivados de outros países ou setores, resultando em redução de custos, preços mais competitivos e benefício do consumidor. Por meio dos leilões, são negociados contratos de suprimento de energia de longo prazo e são selecionados empreendedores para construção, operação e manutenção de novas instalações de transmissão, permitindo ao governo coordenar a expansão do parque gerador e adquirir serviços a menor custo (ANEEL, 2016).

Outra forma de auxílio à formação de mercado são acordos como o Protocolo

Agroambiental do Setor Sucroenergético Paulista, assinado em 2007 entre o governo do estado de São Paulo e a União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA). Entre os objetivos do acordo estava “a consolidação de uma nova estrutura produtiva para o setor sucroenergético, baseada primordialmente na adoção das melhores práticas de sustentabilidade ambientais e sociais pelo setor produtivo” (IEA). O acordo teve um impacto forte na produção de energia a partir da biomassa. Em 2013, as usinas signatárias do protocolo possuíam capacidade instalada correspondente a 36% da capacidade da usina de Itaipu (Fig. 4).

Figura 4: Capacidade instalada (MW) dos mais importantes pontos de geração de energia elétrica no Brasil em comparação com as usinas signatárias.



Fonte: IEA (2014, p. 47).

O Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura (REIDI), criado em 2007, também é outra política implantada que estabelece incentivos para investimentos privados em setores de infraestrutura. Seu funcionamento se baseia na suspensão de taxas como PIS/Pasep e Cofins que incidem sobre os bens, serviços e locações incorporados em novas obras de infraestrutura. Para o setor de energia elétrica, especificamente, foram estabelecidos em 2013 os procedimentos de aprovação dos projetos que se enquadram à política nas atividades de geração e transmissão de energia elétrica (ANEEL, 2016).

Focado no sistema regulatório, o Programa de Fortalecimento da Capacidade Institucional para Gestão em Regulação (PRO-REG) foi instituído em 2007 para contribuir na regulação de mercados (ANEEL, 2017). A regulamentação dos investimentos em P&D e eficiência energética também é realizada pela ANEEL.

Como resultado dos programas de incentivo e da cada vez maior conscientização sobre a necessidade do uso de fontes de energia sustentáveis, houve um considerável aumento no

número de usinas para produção de energia elétrica a partir da biomassa no país, saindo de 217 usinas em 2003 (ANEEL, 2003) para 535, em 2017 (CETESB, 2017), sendo utilizadas, atualmente, fontes de origem agroindustrial, biocombustíveis líquidos, provenientes da floresta, resíduos animais e resíduos sólidos urbanos, com predominância do uso do bagaço de cana-de-açúcar (399 usinas).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A biomassa está se consolidando no Brasil, mas ainda possui grande potencial inexplorado. Nos últimos anos, há uma evidente regulamentação e incentivo a investimentos no setor que proporcionou a formação do mercado para esta fonte de energia, apesar dessa formação ainda ser muito focada na biomassa da cana-de-açúcar. Contudo, para que se torne realmente competitiva no mercado da produção de energia, é necessária não apenas a continuação das políticas atuais, como os programas governamentais de incentivo ao investimento na área, como também reavaliação e consequente atualização dos programas já existentes, pois possuem, pelo menos, 10 anos de existência. Ademais, é necessária a criação de programas voltados ao desenvolvimento de tecnologias modernas para o uso da biomassa e não apenas à expansão do seu uso na matriz energética com tecnologias tradicionais. Para que com isso também se torne mais presente o uso de outras fontes de biomassa que não a cana-de-açúcar.

Os resultados atuais nos permitem afirmar que com relação a função de formação de mercado o país ainda caminha lentamente com grande foco na ampliação da biomassa da cana-de-açúcar. Para futuros estudos, uma melhor compreensão de formas institucionais de apoio a da formação de mercado da biomassa no Brasil seria possível por meio de um estudo comparativo com outros países. Outra possibilidade de pesquisa, citada por Jacobsson e Bergek (2011), seria o desenho do processo de tomada de decisão para mudanças legislativas das inovações sustentáveis, buscando identificar influentes externos e relacionando o impacto destes nas decisões tomadas pelo poder público.

REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. (2002). Atlas de energia elétrica do Brasil. 51 – 54. Recuperado em 20 abril, 2016, de [http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/05-Biomassa\(2\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/05-Biomassa(2).pdf)
- Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. (2003). Centrais termelétricas a biomassa em

- operação no Brasil. Recuperado em 20 julho, 2017, de http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/biomassa/5_4.htm
- Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. (2016). Leilões. Recuperado em 17 julho, 2017, de <http://www.aneel.gov.br/leiloes>
- Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. (2016). REIDI. Recuperado em 17 julho, 2017, de <http://www.aneel.gov.br/reidi>
- Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. (2017). Programa PROREG. Recuperado em 17 julho, 2017, de <http://www.aneel.gov.br/proreg>
- Bergek, A. et al. (2008). Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. *Research policy*, 37(3), 5.
- Bergek, A., Hekkert, M., Jacobsson, S. (2008). Functions in innovation systems: A framework for analysing energy system dynamics and identifying goals for system-building activities by entrepreneurs and policy makers. *Innovation for a low carbon economy: economic, institutional and management approaches*, 79.
- Carlsson, B., Stankiewicz, R. (1991). On the nature, function and composition of technological systems. *Journal of Evolutionary Economics*, 1(2), 93 –118.
- Cassiolato, J. E. (2005). Sistemas de inovação e desenvolvimento e as implicações políticas. *São Paulo em Perspectiva*, 19(1), 37.
- Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. Fontes. Recuperado em 26 outubro, 2016, de http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/fontes?_adf.ctrltate=1zk17hx1o_49&_afLoop=98422045598769#%40%3F_afLoop%3D98422045598769%26_adf.ctrl-state%3Dkcnjb03mc_4
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB. Geração de bioenergia de biomassa da cana-de-açúcar nas usinas signatárias ao protocolo agroambiental paulista, safra 2015/2016. Recuperado em 20 julho, 2017, de <http://biogas.cetesb.sp.gov.br/2017/04/12/geracao-de-bioenergia-de-biomassa-da-cana-de-acucar-nas-usinas-signatarias-ao-protocolo-agroambiental-paulista-safra-20152016/>
- Dewald, U., Truffer, B. (2011). Market Formation in Technological Innovation Systems – Diffusion of Photovoltaic Applications in Germany. *Industry and Innovation*, 18(3).
- Empresa de Energia Elétrica. (2016). Balanço Energético 2015. Rio de Janeiro: EPE.
- Foxon, T., Pearson, P. (2008). Overcoming barriers to innovation and diffusion of cleaner technologies: some features of a sustainable innovation policy regime. *Journal of cleaner production*, 16(1), 148-161.
- Freeman, C. (1995). The ‘National System of Innovation’ in historical perspective. *Cambridge Journal of economics*, 19(1), 5-24.
- Gazzoni, D. (2013). Biomassa no contexto de energia: uma visão estratégica. *Anais do simpósio*

nacional de biocombustíveis de aviação: estado da arte, desafios atuais e visão do futuro, Brasília, DF, Brasil

- Hekkert, M., *et al.* (2007). Functions of innovation systems: A new approach for analyzing technological change. *Technological forecasting and social change*, 74(4), 413-432.
- Hekkert, M., Negro, S. (2009). Functions of innovation systems as a framework to understand sustainable technological change: Empirical evidence for earlier claims. *Technological forecasting and social change*, 76, 584-594.
- Instituto de Economia Agrícola - IEA. (2014). Protocolo agroambiental do setor sucroenergético paulista: dados consolidados das safras 2007/08 a 2013/14. Recuperado em 20 julho, 2017, de <http://www.iea.sp.gov.br/Relat%C3%B3rioConsolidado1512.pdf>
- Jacobsson, S., Bergek, A. (2004). Transforming the energy sector: the evolution of technological systems in renewable energy technology. *Industrial and Corporate Change*, 13, 815–849.
- Jacobsson, S., Bergek, A. (2011). Innovation system analyses and sustainability transitions: Contributions and suggestions for research. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 41-57.
- Johnson, A. (1998). *Functions in innovation system approaches*. Department of Industrial Dynamics, Chalmers University of Technology, Göteborg.
- Lundvall, B. (2007). National innovation systems—analytical concept and development tool. *Industry and Innovation*, 14(1), 95-119.
- Marchioni, D., *et al.* (2012). Densidade energética da dieta e fatores associados: como está a população de São Paulo? *Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabolismo*, 59(9).
- Ministério das Minas e Energia. *Programa de incentivo às fontes alternativas de energia elétrica*. Recuperado em 23 dezembro, 2016, de <http://www.mme.gov.br/programas/proinfa/>
- Nelson, R. (1993). National innovation systems: a comparative analysis. *Oxford University Press*, Nova Iorque.
- Negro, S., *et al.* (2007). Explaining the failure of the Dutch innovation system for biomass digestion—A functional analysis. *Energy Policy*, 925–938.
- Organization for Economic Co-operation and Development. (1997). The measurement of scientific and technological activities: proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data. *Oslo manual*, 57.
- Organization for Economic Co-operation and Development. (1999). *Managing National Innovation Systems*. Paris.
- Theodorson, G., Theodorson, A. (1970). *A modern dictionary of sociology*. London: Methuen.