

*Pellets de Madeira como uma Alternativa
para a Geração Termelétrica no Brasil*

Silvia Andrea Cupertino

Pellets de Madeira como uma Alternativa para a Geração Termelétrica no Brasil

Silvia Andrea Cupertino¹

1 Consultora Legislativa do Senado Federal, do Núcleo de Economia, área de Minas e Energia. E-mail: silviaan@senado.leg.br

SENADO FEDERAL

DIRETORIA GERAL

Ilana Trombka – Diretora-Geral

SECRETARIA GERAL DA MESA

Luiz Fernando Bandeira de Mello Filho – Secretário Geral

CONSULTORIA LEGISLATIVA

Danilo Augusto Barboza de Aguiar – Consultor-Geral

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS

Rafael Silveira e Silva – Coordenador

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade dos autores e não representa posicionamento oficial do Senado Federal.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

Como citar este texto:

CUPERTINO, S. A. ***Pellets de Madeira como uma Alternativa para a Geração Termelétrica no Brasil***. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/ Senado, Junho/2017 (Texto para Discussão nº 235). Disponível em: www.senado.leg.br/estudos. Acesso em 19 de junho de 2017.

Núcleo de Estudos e Pesquisas
da Consultoria Legislativa



Conforme o Ato da Comissão Diretora nº 14, de 2013, compete ao Núcleo de Estudos e Pesquisas da Consultoria Legislativa elaborar análises e estudos técnicos, promover a publicação de textos para discussão contendo o resultado dos trabalhos, sem prejuízo de outras formas de divulgação, bem como executar e coordenar debates, seminários e eventos técnico-acadêmicos, de forma que todas essas competências, no âmbito do assessoramento legislativo, contribuam para a formulação, implementação e avaliação da legislação e das políticas públicas discutidas no Congresso Nacional.

Contato:

conlegestudos@senado.leg.br

URL: www.senado.leg.br/estudos

ISSN 1983-0645

PELLETS DE MADEIRA COMO UMA ALTERNATIVA PARA A GERAÇÃO TERMELÉTRICA NO BRASIL

RESUMO

Este estudo busca analisar a possibilidade da geração termelétrica a partir dos *pellets* como insumo na cadeia de geração de energia, apontando para o uso da biomassa como ferramenta útil na implementação da política energética do país. As vantagens dos *pellets* são relevantes e os credenciam como uma alternativa energética para a geração de energia elétrica no Brasil, tendo-se em vista o grande potencial para exploração de resíduos oriundos da indústria da madeira, o aumento da exportação do produto e a cotação do dólar, que contribuem para a melhoria do cenário de exportação de produtos nacionais.

PALAVRAS-CHAVE: energia; geração térmica, *pellets* de madeira.

SUMÁRIO

| | | |
|---|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2 | A BIOMASSA COMO FONTE DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL..... | 3 |
| 3 | O USO DE <i>PELLETS</i> COMO ALTERNATIVA PARA A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA..... | 4 |
| 3 | VANTAGENS E DESVANTAGENS..... | 7 |
| 4 | CONCLUSÃO..... | 9 |
| | ANEXO I – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 11 |

1 INTRODUÇÃO

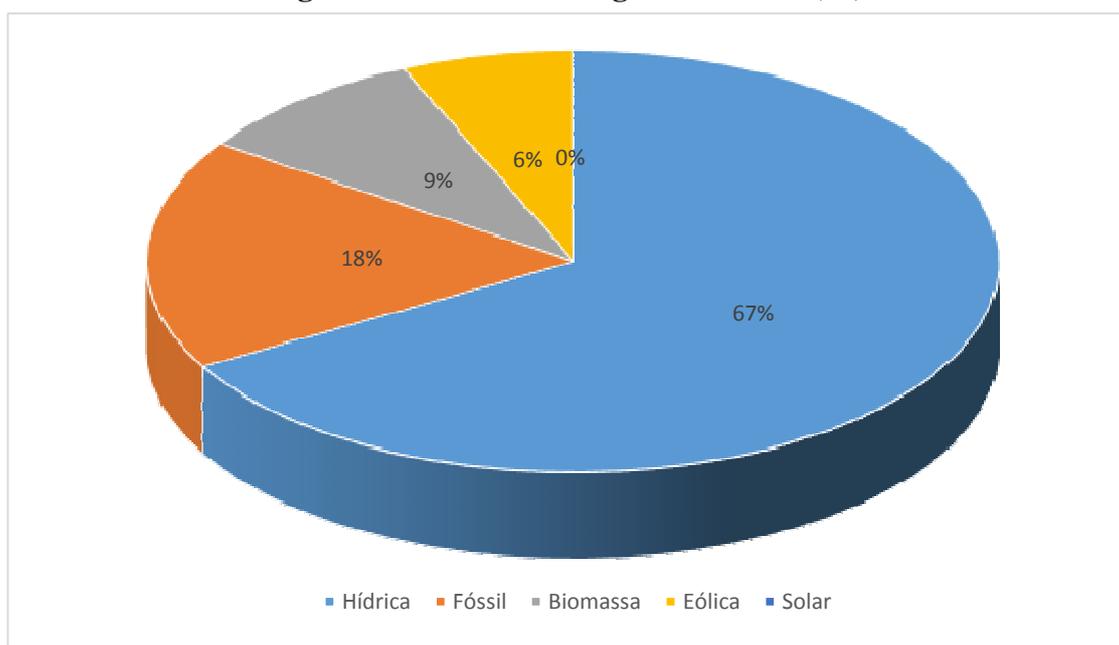
A política energética brasileira visa ao aproveitamento racional das fontes de energia, à proteção do meio ambiente e à promoção da conservação de energia. Apesar de a matriz elétrica brasileira ser predominantemente renovável, o Brasil assinou o Acordo de Paris em 2015, comprometendo-se a alcançar a meta de 33% de participação das energias renováveis na matriz elétrica, excluindo a fonte hidráulica, até 2030.

No decorrer dos últimos anos, a política energética brasileira tem se desenvolvido no sentido de diversificar as fontes de energia utilizadas no território nacional. Até 2030, quatro fontes serão necessárias para satisfazer 77% do consumo: o petróleo, a energia hidráulica, a cana-de-açúcar e o gás natural (TOLMASQUIM, GUERREIRO e GORINI, 2007).

No sistema brasileiro, as usinas termelétricas operam em complementação às hidrelétricas: quando baixa o nível médio de água nos reservatórios, as térmicas são acionadas. Têm importância estratégica, pois podem produzir uma quantidade de energia constante durante o ano inteiro.

A adaptação de termelétricas para uso de biocombustíveis, seja diesel ou outros combustíveis no lugar de gás, incorre em custo alto (ROSA, 2007). Conforme informações coletadas no Banco de Informações de Geração (BIG) da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), dentre as usinas termelétricas (UTE) em funcionamento, apenas 8,93% utilizam a biomassa, conforme demonstra a tabela a seguir:

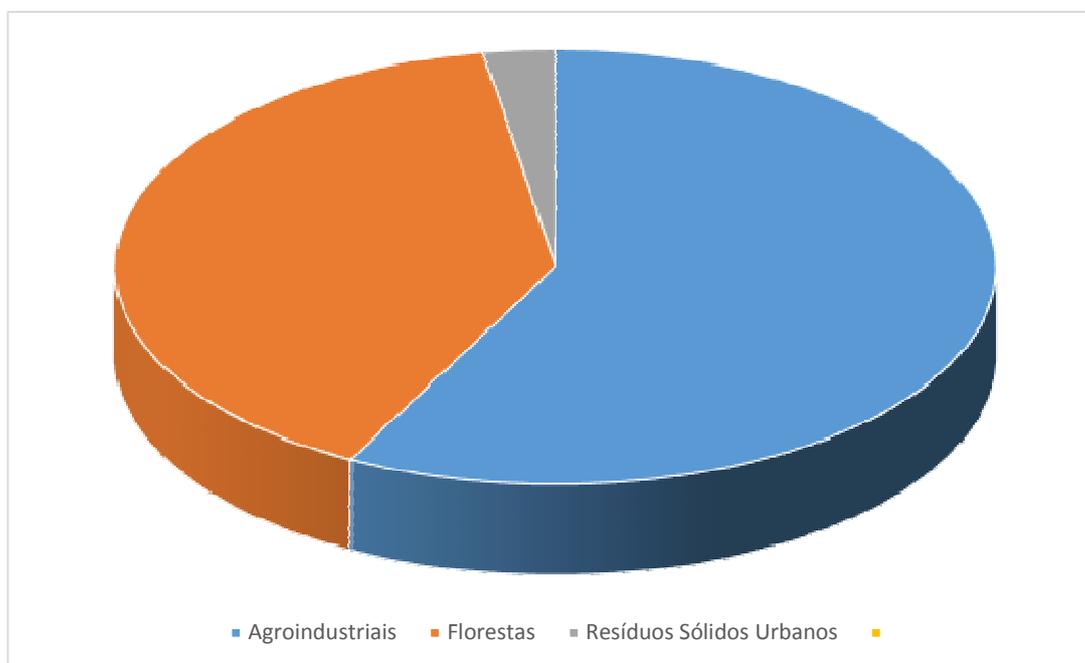
Figura 1: Fontes de Energia – Potência (%)



Fonte: BIG 2017.

Das trinta e duas UTEs em construção, três utilizarão bagaço de cana-de-açúcar; quatro utilizarão resíduos florestais; três, biogás; e uma, casca de arroz como fonte de energia (ANEEL, 2017).

Figura 2: Biomassa – Empreendimentos em Construção – Potência (%)



Fonte: ANEEL, 2017.

A biomassa é fonte de energia química, contida em hidratos de carbono produzidos por meio da fotossíntese das plantas, e sua utilização pode ser feita diretamente na forma bruta ou por meio de seus derivados. Um desses derivados, o *pellet* de madeira, é um tipo de biomassa que pode ter seu emprego incentivado.

Os *pellets* são pequenas pelotas cilíndricas de madeira, compactadas e densas, produzidas com baixo teor de umidade (menor que 10%) e com elevada eficiência na combustão (GARCIA, CARASCHI e VENTORIM, 2013). Embora sua principal aplicação seja no aquecimento comercial ou residencial de ambientes, os *pellets* também podem ser utilizados como combustível para a geração de energia elétrica em plantas industriais ou, até mesmo, em usinas termoelétricas. Podem ser originados de: resíduos de madeira, bagaço de cana-de-açúcar, cascas de eucalipto, arroz, coco, amendoim, capim elefante, lignina (licor negro) e até mesmo carvão misturado na proporção de 20 a 60% com serragem de madeira ou vegetais triturados.

Os originados de resíduos de madeira são os ambientalmente mais limpos, podendo ser utilizados até mesmo para aquecimento residencial. As outras variantes normalmente contêm minerais ou teor de cinzas em excesso, inviabilizando o uso residencial. Os *pellets* podem servir igualmente como granulado higiênico, que absorve cheiro, urina e aglutina fezes de gatos, e são encontrados em Pet Shops.

O presente trabalho tem o objetivo de analisar a possibilidade da geração termelétrica a partir dos *pellets* como insumo da cadeia de geração de energia. Procura também demonstrar que o uso de tal biomassa deve ter um lugar na implementação da política energética do país.

2 A BIOMASSA COMO FONTE DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

A biomassa pode ser definida como qualquer matéria orgânica passível de ser transformada em energia mecânica, térmica ou elétrica. Ela pode ser considerada como uma forma indireta de energia solar, responsável pela fotossíntese, que é a base para processos biológicos das plantas, produzindo energia química que será convertida em outras formas de energia ou em produtos energéticos. A biomassa pode ser florestal, agrícola, e também de rejeitos urbanos e industriais; seus derivados dependem da matéria-prima utilizada e da tecnologia de processamento para obtenção dos energéticos. O potencial energético variará conforme a biomassa empregada (ANEEL, 2008).

A utilização da biomassa na produção de energia se dá a partir de processos como a combustão de material orgânico acumulado num ecossistema. Os principais entraves ao maior uso da biomassa na geração de energia elétrica são a baixa eficiência termodinâmica das usinas e os custos relativamente altos de produção e transporte (AGUILAR, OLIVEIRA E ARCANJO, 2012). Esses fatores são importantes pois, do ponto de vista da segurança do fornecimento de energia, quando procuramos identificar gargalos e propor medidas duradouras para a segurança, a geração não está somente ligada à capacidade de fornecimento, mas também à garantia de adequado transporte e minimização de perdas no processo de fornecimento de energia.

Segundo dados do Balanço Energético 2014, a biomassa foi responsável por aproximadamente 59,51% do total de oferta de energia renovável. Conforme o estudo “Além de Grandes Hidrelétricas”¹, o potencial para geração de energia por meio de biomassa é de 1,5 milhão de kW por ano. Aponta-se que há previsão de que as tecnologias de gaseificação de biomassa tornem-se competitivas apenas em 2018-2020, e que o Plano Nacional de Energia 2030 elaborado pelo Conselho Nacional de Política Energética prevê a entrada em operação de sistemas de gaseificação de biomassa no setor sucroalcooleiro em 2020, com participação de 5% da geração setorial de eletricidade. Até 2030, essa participação deve crescer para 13%.

A biomassa florestal (resíduos de serraria) constitui um problema ambiental a ser adequadamente solucionado e apresenta um potencial mais promissor no momento, na medida em que é uma fonte alternativa e renovável de energia disponível localmente e, logo, pode ser utilizada para co-geração de energia (elétrica e térmica). Pode contribuir para a diminuição da concentração do CO₂ na atmosfera e, se baseada em um sistema de produção florestal sustentada, gerará muitos empregos locais e regionais (PEIXER, 2006).

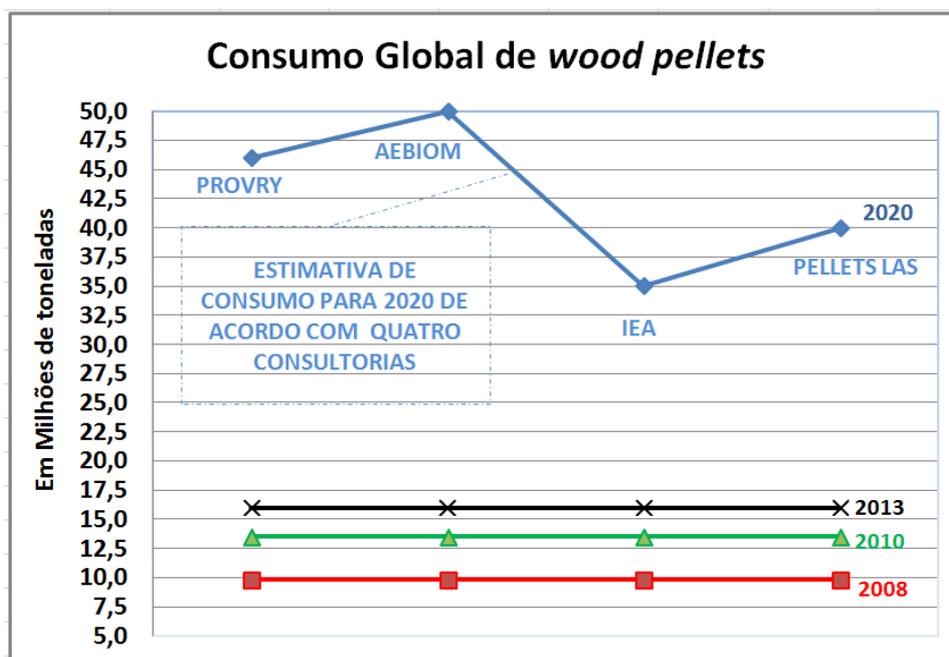
Devido às condições naturais e geográficas favoráveis, o Brasil apresenta condições extraordinárias para a exploração da biomassa como recurso energético, reunindo a maior quantidade de vantagens comparativas para liderar a agricultura de energia. Os sistemas integrados de produção agrícola, agroindustrial e silvicultural estão relacionados à disponibilidade da biomassa (CARDOSO, 2012).

3 O USO DE *PELLETS* COMO ALTERNATIVA PARA A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Os *pellets* de madeira desempenham um papel importante no comércio internacional de energia da madeira. Cerca de dois terços dos *pellets* produzidos no mundo são utilizados em usinas de energia na UE. Os principais exportadores são o Canadá, os EUA, a Federação Russa e os Estados Bálticos. Nos próximos anos, Austrália, Moçambique, África do Sul e vários países sul-americanos deverão tornar-se exportadores de *pellets* (COCCHI et al., 2011). Bélgica, Dinamarca, Países Baixos, Suécia e Reino Unido são os principais importadores de *pellets* industriais. A Holanda serve como um *hub* de importação para a Europa do Norte (CENBIO, 2012; UNECE, 2012).

¹ http://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/alem_de_grandes_hidreletricas_sumario_para_tomas_dores_de_decisao.pdf. Acesso em 8 de outubro de 2015.

Figura 3: Evolução do Consumo Global de *Wood Pellets*



Países de todo o mundo estão cada vez mais envolvidos com o consumo e a produção de *pellets*: na América do Sul, Argentina, Brasil e Chile; na Ásia, China, Japão, Índia e República da Coreia; e Nova Zelândia. Os investimentos em novas capacidades de produção estão baseados no crescimento esperado do comércio mundial de *pellets* e na demanda local. A previsão é que demanda da UE alcance entre 20 e 50 milhões de toneladas em 2020. Tal previsão pressupõe que as políticas públicas continuarão a apoiar a substituição do carvão pela biomassa, mediante licenças de emissão de carbono para a biomassa e outros apoios financeiros (por exemplo, créditos fiscais para os fogões à base de pellets eficientes). Além disso, a demanda dos países asiáticos, principalmente Japão, China e Coreia do Sul, pode atingir entre 5 e 10 milhões de toneladas em 2020 (COCCHI et al., 2011). No entanto, a concorrência por matérias-primas pode aumentar os custos de produção e limitar sua expansão (UNECE, 2012).

Em 2009, o Parlamento Europeu adotou uma Diretiva de Energias Renováveis que fixou percentuais mínimos de energia renovável na matriz energética: 35% de biocombustíveis e biolíquidos produzidos em instalações cuja produção começou antes de 1º de janeiro de 2017. Esse percentual aumentaria para 50% em 1º de janeiro de 2017 e para 60% a partir de 1º de janeiro de 2018. A Diretiva também determinou que a matéria-prima não deve vir de áreas de alto valor de biodiversidade, nem ser resultado da conversão de áreas com alto teor de carbono, ou de turfeiras não drenadas. Exige-se

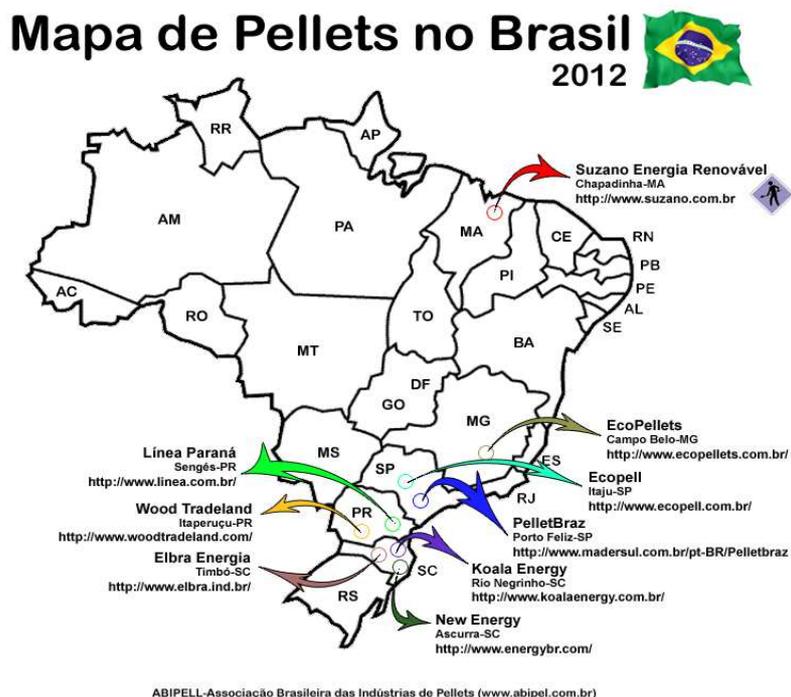
o respeito a critérios de sustentabilidade para a produção de biocombustíveis (PARLAMENTO EUROPEU, 2009; UNECE, 2012).

O consumo desse tipo de energético foi incentivado pela necessidade de vários países de atenderem os acordos firmados no Protocolo de Kyoto e diminuírem a emissão de gases de efeito estufa. Vê-se que as emissões mundiais são da ordem de 14.609,6 Mt. CO₂, sendo os maiores emissores a China, os Estados Unidos e a União Europeia.

Na Europa, o *pellet* surgiu na década de 70 como opção energética mais barata em relação ao petróleo. Os Estados Unidos são o maior produtor de *pellets* no mundo (GARCIA, 2014).

A tendência é de uso crescente do energético no mundo, pois há bastante interesse por parte de consumidores industriais. Vale destacar o uso intenso pelo mercado europeu para aquecimento interno em residências, no comércio e na indústria.

No Brasil, o consumo de *pellets* em 2012 foi de apenas 39.800 toneladas (GARCIA, 2014). A capacidade de nossas indústrias é da ordem de 237.000 t/ano.



Fonte: Abipel – Associação Brasileira das Indústrias de *Pellets*²

O Brasil possui um grande potencial para o uso da madeira como energético, sendo 38% da madeira proveniente de florestas plantadas e 62% de floresta nativas e

² Disponível em: <http://www.biomassabr.com>.

resíduos florestais. A exploração de resíduos, ainda incipiente no Brasil, enfrenta inúmeras barreiras. Como a principal fonte é a região amazônica, a maior dificuldade é a distância dos centros consumidores. Mas há outros desafios: logística, manuseio, transporte, tecnologia específica para aproveitamento e inexistência de mercado interno adequado para resíduos de madeira. (ESCOBAR e COELHO, 2014)

3 VANTAGENS E DESVANTAGENS

As vantagens dos *pellets* são relevantes e os credenciam como uma alternativa energética para a geração de energia elétrica e calor no Brasil. A relação preço/poder calorífico determina a competitividade dos *pellets* no mercado, e a maior capacidade energética está relacionada à maior densidade e ao menor teor de umidade.

Os *pellets* permitem uniformidade de temperatura e pressão do vapor, proporcionando um melhor acabamento nos produtos cozidos nos fornos; elevação rápida da temperatura, o que contribui para a maior eficiência nos processos produtivos; menor utilização de mão de obra para carga e descarga; padronização dos tamanhos, o que permite melhor aproveitamento dos espaços para transporte, armazenamento e acomodação do produto em contêineres. Outras vantagens são o menor custo de manutenção da máquina para fabricação de *pellets*, por ser um mecanismo de baixo impacto e rotativo, e a sua granulometria diminuta (TAVARES e TAVARES, 2015).

Outras vantagens encontradas são:

- Menos poluente, com baixo nível de Óxidos de Nitrogênio (NOx);
- Neutro em carbono, porque todo o CO₂ emitido em sua queima é recuperado no crescimento das árvores;
- Emite menos “fumo”;
- Utiliza rejeitos de outras produções (indústria de mobiliário), o que torna a matéria prima barata e estável;
- Ocupa menos espaço de armazenamento do que a madeira *in natura* e tem densidade energética até 4,32 vezes maior que a serragem e 3,41 vezes maior que o do cavaco de madeira (CARRASCHI, 2013);
- Sua combustão é mais eficiente que a da madeira *in natura* porque, enquanto esta tem de 30 a 60% de umidade, o *pellet* tem de 5 a 10% de umidade. Essa baixa umidade também dificulta o aparecimento de bolor ou micro-organismos;

- Redução de custos de transporte;
- Simplificação da logística de manuseio;
- Redução da atividade biológica com armazenagem segura;
- Adaptação fácil e barata para uso em caldeiras já existentes de combustíveis fósseis para *pellets* de biocombustíveis;
- Aumento da eficiência térmica em comparação à queima direta de biomassa;
- Co-combustão de *pellets* de biomassa em termoelétricas a carvão.

Contudo, a indústria de *pellets* enfrenta diversas dificuldades. A baixa demanda interna e a falta de competitividade nas exportações se devem ao alto preço da energia elétrica brasileira; o baixo número de indústrias madeireiras, o que gera pouca quantidade de resíduo barato integrado à produção; a baixa escala de produção; uma logística deficitária; e a falta de subsídios e incentivos do Governo para o cultivo de plantas para tal finalidade.

Assim, as perspectivas para a consolidação e a expansão do setor de *pellets* no país englobam uma série de questões. Segundo Gentil (2008), para aumentar a qualidade e a demanda por *pellets*, há necessidade de políticas de apoio, notadamente no que se refere ao âmbito regulatório (definição de um marco legal para a produção e o consumo, apoio à criação de associações de classe), tecnológico (estabelecimento de padrões de qualidade, modernização dos equipamentos existentes, criação de laboratórios) e da comercialização dos produtos (expansão em novos mercados, diferenciação de produtos, consolidação de marcas e selos).

Outro problema enfrentado pelo mercado de *pellets* é a falta de conhecimento do produto pelos potenciais consumidores, ou a falta de confiança no produto. Como a matéria-prima é heterogênea (forma, teor de umidade, granulometria etc.), a necessidade de padronização torna o processo produtivo oneroso, inclusive por causa da necessidade de ajuste dos equipamentos envolvidos na produção, a fim de obter um produto mais homogêneo e de qualidade.

Nesse sentido, a composição físico-química dos *pellets* de madeira brasileiros não apresenta os padrões de qualidade exigidos pelas normas internacionais. Não

atingem os níveis mínimos de poder calorífico exigidos na Europa e estão acima dos níveis de umidade tolerados (CARASCHI, 2013).

Ainda, as máquinas peletizadoras têm que ser importadas e, como não conseguem processar a enorme variedade de resíduos agrícolas e madeireiros, necessitam de adaptações. A viabilidade econômica de uma fábrica de *pellets* depende da produção de no mínimo 350 toneladas por mês, o que significa um investimento de mais de R\$ 2 milhões (TAVARES e TAVARES, 2015).

O mercado de *pellets* enfrenta também problemas relacionados ao transporte da matéria-prima (resíduos) até a fábrica. Essa logística fica onerosa em razão da baixa relação densidade/volume e, portanto, da baixa concentração energética por unidade de volume. Ainda, é um produto que compete diretamente com a lenha e o carvão vegetal. Para gerar a mesma quantidade de energia, o custo da utilização de *pellets* é até 2,3 vezes maior que o da lenha e 1,25 vez maior que o do carvão vegetal.

Programas de financiamento em condições favoráveis se fazem necessários, a exemplo dos que estão sendo oferecidos para apoiar o biogás e a energia eólica.

Os problemas associados ao mercado externo são: a dificuldade de atendimento à demanda, tendo em vista que os volumes negociados são muito elevados e o fabricante nacional não tem capacidade instalada suficiente para atender a essa demanda, dificultando a formalização de contratos; a lentidão no trâmite de exportação; e a necessidade de elevado capital de giro para sustentar a produção por períodos superiores a seis meses.

A despeito das barreiras encontradas, as vantagens comparativas que o país tem no mercado de resíduos agro-silvipastoris indicam que há espaço para ele no comércio internacional de *pellets* (TAVARES e TAVARES, 2015).

4 CONCLUSÃO

O Brasil possui um grande potencial para a exploração de resíduos oriundos da indústria da madeira, tendo em vista o aumento da exportação do produto e a cotação do dólar, o que ajuda a melhorar o cenário para a exportação de produtos pelo país.

No entanto, diante das dimensões continentais do país, um grande problema a ser enfrentado pela indústria de *pellets* é a deficiência da infraestrutura, que dificulta e encarece o transporte dos centros produtores até os centros consumidores ou postos de exportação.

Dado o panorama energético do país, podemos identificar um vasto leque de possibilidades para a produção de variados energéticos. Como a biomassa não é prioridade para os formuladores da política energética, há muito que se fazer para o desenvolvimento do mercado de *pellets* no Brasil.

Por último, é importante ressaltar que a diversificação da matriz energética deve ser incentivada a fim de se assegurar a segurança energética do país, e a indústria brasileira deve agregar valor aos produtos produzidos em seu território. Nesse contexto, esse ramo de produção de *pellets* seria uma boa oportunidade para atingir tais objetivos.

ANEXO I – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL. Atlas de energia elétrica do Brasil. 3. ed. – Brasília: Aneel, 2008. 236 p. il. ISBN: 978-85-87491-10-7. Disponível em: http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par2_cap4.pdf. Acesso em 16 de junho de 2017.

_____. Banco de Informações de Geração. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acesso em 16 de junho de 2017.

AGUILAR, R.S; OLIVEIRA, L.C.S; ARCANJO, G.L.F. Energia Renovável: Os Ganhos E Os Impactos Sociais, Ambientais E Econômicos Nas Indústrias Brasileiras. In: XXXII Encontro Nacional De Engenharia De Produção. Bento Gonçalves. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2012.

ALBIERO, Daniel et al. Proposta de uma máquina para colheita mecanizada de babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.) para a agricultura familiar. Acta Amaz. [online]. 2007, vol.37, n.3, pp. 337-346. ISSN 1809-4392.

ALMEIDA, Alexandre Nascimento de et al. Análise econométrica do mercado de madeira em tora para o processamento mecânico no Estado do Paraná. Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 37, n. 84, pp. 377-386, dez. 2009. Disponível em: <http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr84/cap05.pdf>. Acesso em 9 de dezembro de 2015.

ANJOS, Jeancarlo Pereira dos; ROCHA, Gisele Olímpio da; ANDRADE, Jailson Bittencourt de. Matriz energética e o binômio água vs. energia para o Brasil. Cienc. Cult., São Paulo, v. 66, n. 4, Dec. 2014. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252014000400002&lng=en&nrm=iso. Acesso em 8 de dezembro de 2015.

BACHA, Carlos José Caetano. Reflorestamento no Brasil: evolução recente e perspectivas. In Scientia Forestalis. N. 66, pp. 191-203. Dez. 2004.

BAJAY, Sérgio Valdir; BADANHAN, Luís Fernando. Energia no Brasil: os próximos dez anos. Departamento Nacional de Política Energética – DNPE, Secretaria de Energia–SEM Ministério das Minas e Energia – MME, Brasília, 2002.

BECKER, Bertha Koiffmann. Reflexões sobre hidrelétricas na Amazônia: água, energia e desenvolvimento Reflections on hydroelectric dams in the Amazon: water, energy and development.

BERMANN, Célio; MARTINS, Osvaldo Stella. Sustentabilidade energética no Brasil. São Paulo, 2000.

_____. Indústrias Eletrointensivas e Autoprodução: propostas para uma política energética de resgate do interesse público. BERMANN, C. Exportando a Nossa Natureza Produtos Intensivos em Energia: implicações sociais e ambientais. Cadernos sobre Comércio e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: FASE, pp. 51-68, 2004.

BELLOTO, A. O atraente potencial dos produtos florestais. Gazeta Mercantil, Brasília (2002): 16.

BRONZATTI, Fabricio Luiz; IAROSINSKI NETO, Alfredo. Matrizes energéticas no Brasil: cenário 2010-2030. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, v. 28, 2008.

CARDOSO, Bruno Monteiro. Uso da Biomassa como Alternativa Energética. Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2012.

CARRASCHI, J. C. Caracterização energética de *pellets* de madeira. Revista da Madeira. V. 135, pp. 14-18, 2013.

CENBIO. Atlas da Bioenergia do Brasil. Disponível em: <http://143.107.4.241/download/atlasbiomassa2012.pdf>. Acesso em 14 de junho de 2017.

COCCHI, M. *et al.* (2011). Global Wood Pellet Industry Market and Trade Study. IEA Bioenergy Task 40. Acesso em 7 out 2012: www.bioenergytrade.org/mobile/640/downloads/t40-globalwood-pellet-market-study_final.pdf.

CHOHFI, Felipe Moreton; DUPAS, Francisco Antonio; LORA, Electo Eduardo Silva. Balanço, análise de emissão e seqüestro de CO₂ na geração de eletricidade excedente no setor sucro-alcooleiro. *In*: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 5, 2004, Campinas. Proceedings online. Disponível em: http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC000000022004000100031&lng=en&nrm=abn. Acesso em 1º de Maio de 2017.

DE CARVALHO, Joaquim Francisco. Descaminhos da política energética. Revista Brasileira de Energia, v. 6, n. 1, 1997.

EPE. Plano Nacional de Energia 2030, da Secretaria de Desenvolvimento Energético do Ministério de Minas e Energia. Disponível em: http://www.epe.gov.br/PNE/20080512_3pdf. Acesso em 15 de dezembro de 2014.

ESCOBAR, Javier F.; COELHO, Suani T. O potencial dos pellets de madeira como energia no Brasil. Jornal Biomassa BR, v. 3, n. 012, pp. 9-14, Jan./Fev. 2014. Disponível em: <http://200.144.182.130/iee/sites/default/files/Escobar%20-%20O%20potencial%20dos%20pellets%20de%20madeira.pdf>. Acesso em 16 de junho de 2017.

GARCIA, Dorival Pinheiro. Caracterização química, física e térmica de *pellets* de madeira produzido no Brasil. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá: [s/n], 2010.

_____. *Pellets*: Uma questão de competitividade e preço. Revista da Madeira, v. 138, pp. 32-34, 2014.

GARCIA, D. P.; CARASCHI, J. C.; VENTORIM, G. Caracterização energética de *pellets* de madeira. Revista da Madeira, v. 135, pp. 14-18, 2013.

GARCIA, Agenor Gomes Pinto. Leilão de eficiência energética no Brasil. 2008. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio De Janeiro.

GENTIL, Luiz Vicente Bocorny. (2008). Tecnologia e Economia do Briquete de Madeira. Tese de Doutorado em Engenharia Florestal, Publicação EFL TD – 009/2008. Departamento de Engenharia Florestal. Universidade de Brasília. Brasília. DF, 195 p.

GOLDEMBERG, J. A energia Proveniente da Madeira e as Perspectivas Energéticas (CONGR. FLORESTAL MUNDIAL, México, 19085)

GOLDEMBERG, José; MOREIRA, José Roberto. Política energética no Brasil. Estudos avançados, v. 19, n. 55, pp. 215-228, 2005.

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. Energia e meio ambiente no Brasil. Estud. av., São Paulo, v. 21, n. 59, pp. 7-20, Apr. 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142007000100003&lng=en&nrm=iso. Acesso em 9 de dezembro de 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142007000100003>

JANNUZZI, Gilberto De Martino. Políticas públicas para eficiência energética e energia renovável no novo contexto de mercado: uma análise da experiência recente dos EUA e do Brasil. Autores Associados, 2000.

JUVENAL, Thais Linhares; MATTOS, René Luiz Grion. O setor florestal no Brasil e a importância do reflorestamento. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 16, pp. [3]-29, set. 2002.

MMA. Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Brasil. Vol. 1, Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, 2006.

_____. Florestas do Brasil em resumo”. 2010. p. 23. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/sfb/arquivos/livro_de_bolso_sfb_mma_2010_web_95.pdf. Acesso em setembro de 2015.

MME. Balanço Energético Nacional 2015.

PARLAMENTO EUROPEU. Directiva 2009/28/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Abril de 2009, relativa à promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis que altera e subsequentemente revoga as Directivas 2001/77/CE e 2003/30/CE. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/ALL/?uri=CELEX:32009L0028>. Acesso em 14 de junho de 2017.

PEIXER, James. Co-geração de Energia Elétrica através de Resíduos de Pinus na Empresa Rohden Artefatos de Madeira. Trabalho de conclusão de Curso, 2006. Disponível em: <http://www.artigosbrasil.net/art/misc/1954/cogeracao-energia.html%22#>. Acesso em 31 de março de 2016.

PEREIRA, Joana Castro. Environmental issues and international relations, a new global (dis)order – the role of International Relations in promoting a concerted international system. Rev. Bras. Polít. Int., Brasília, v. 58, n. 1, pp. 191-209, June 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-73292015000100191&lng=en&nrm=iso. Acesso em 2 de maio de 2017.

PIRES, José Claudio Linhares; GOSTKORZEWICZ, Joana; GIAMBIAGI, Fabio. O cenário macroeconômico e as condições de oferta de energia elétrica no Brasil. BNDES, Área de Planejamento, Departamento Econômico – DEPEC, 2001.

ROSA, Luiz Pinguelli. Geração hidrelétrica, termelétrica e nuclear. Estudos Avançados, v. 21, n. 59, pp. 39-58, 2007.

SIPOT – Sistema de Informações do Potencial Hidrelétrico Brasileiro – Eletrobrás, Dez. 2012.

SOLA, Antonio Vanderley Herrero; KOVALESKI, João Luiz. Eficiência energética nas indústrias: cenários & oportunidades. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Anais/XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, X International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. Florianópolis, SC: UFSC. ISBN. 2004. pp. 85-88478.

SOLARI PUENTES, Renzo Sebastián Eduardo. Expansão das Florestas Plantadas com Fins Energéticos no Brasil e sua Influência nas Emissões dos Gases de Efeito Estufa – GEE: Análise de Dois Cenários Futuros/Renzo Sebastián Eduardo Solari Puentes. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2010.

SPELTER, Henry et al. North America's *wood pellet* sector. USDA, Forest Service, Forest Products Laboratory, 2009.

TAVARES, S. R. L.; TAVARES, M. A. M. E. Perspectivas para a participação do Brasil no mercado internacional de pellets. HOLOS, [S.l.], v. 5, pp. 292-306, 2015.

TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno; GUERREIRO, Amilcar; GORINI, Ricardo. Matriz energética brasileira: uma prospectiva. *Novos Estudos*. CEBRAP, São Paulo, n. 79,

pp. 47-69, Nov. 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-33002007000300003&lng=en&nrm=iso. Acesso em 8 de dezembro de 2015.

TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno. Perspectivas e planejamento do setor energético no Brasil. *Estudos Avançados*, v. 26, n. 74, pp. 247-260, 2012.

UNECE - Food and Agriculture Organization of the United Nations. United Nations. Forest Products – Annual Market Review 2011-2012. *In: Geneva Timber and Forest Study Paper*. New York: United Nations Publications. 2012. Disponível em: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/timber/publications/00_Front_matter.pdf, Acesso em 9 de dezembro de 2015.

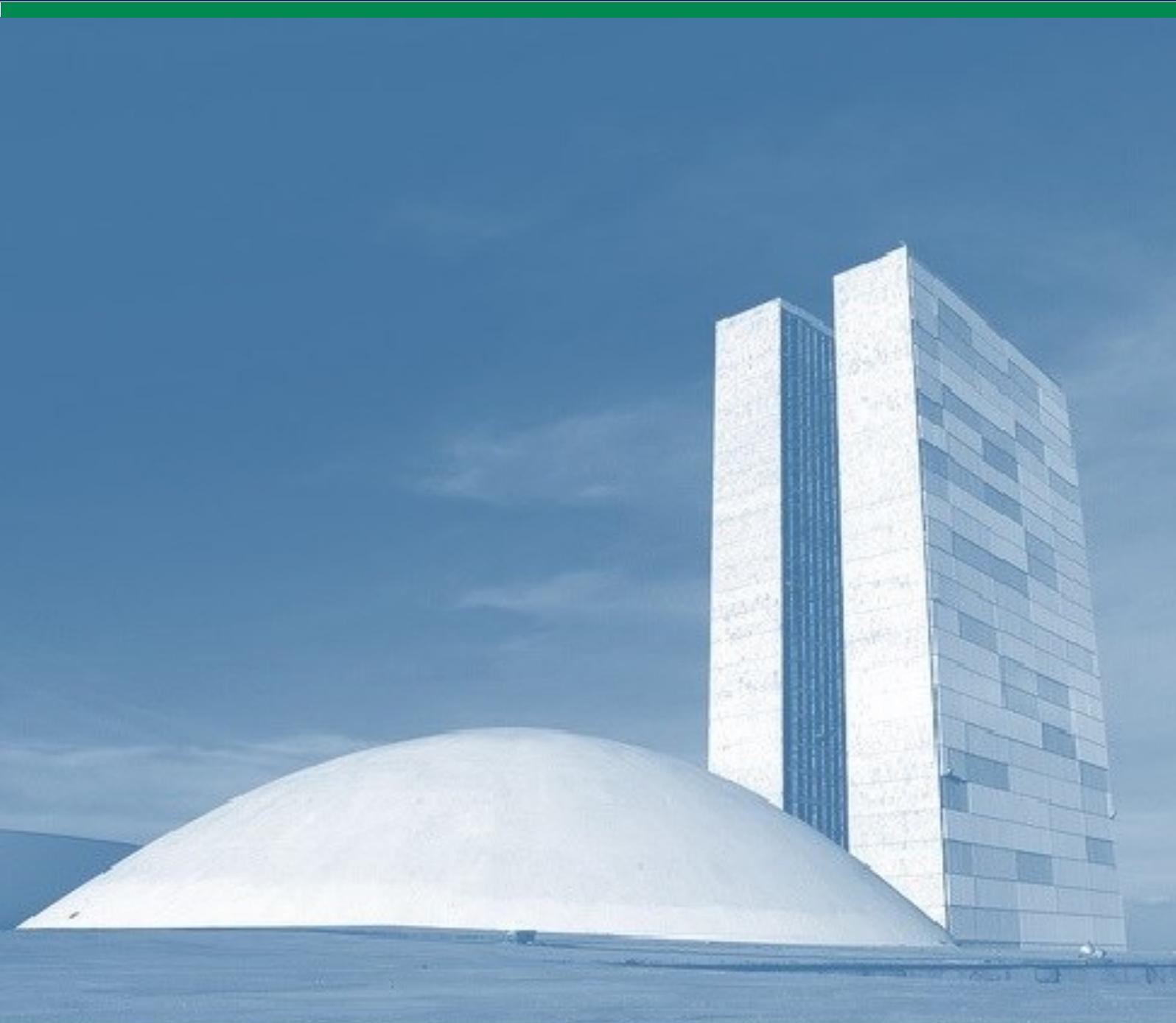
UHLIG, Alexandre, GOLDEMBERG, José; e Coelho, Suani Teixeira. O Uso do Carvão Vegetal na Indústria Siderúrgica Brasileira e o Impacto sobre as Mudanças Climática. *Revista Brasileira de Energia*, São Paulo, Vol. 14, nº 2, pp. 67-85, 2º Sem. 2008.

VINTERBÄCK, Johan. *Pellets 2002: the first world conference on pellets*. Biomass and Bioenergy, v. 27, n. 6, pp. 513-520, 2004.

ZYLBERSZTAJN, David; COELHO, Suani Teixeira. Potencial de Geração de Energia de Energia Elétrica nas Usinas de Açúcar e Álcool Brasileira, através de Gaseificação de Cana e Emprego de Turbina a Gás. *Revista Brasileira de Energia*, São Paulo, Vol. 2, nº 2, 1992.

Missão da Consultoria Legislativa

Prestar consultoria e assessoramento especializados ao Senado Federal e ao Congresso Nacional, com o objetivo de contribuir com o aprimoramento da atividade legislativa e parlamentar, em benefício da sociedade brasileira.



Núcleo de Estudos
e Pesquisas

Consultoria
Legislativa

