

Cenário brasileiro da geração e uso de biomassa adensada

Brazilian scenario of production and use of densified biomass

Sandra Lúcia de Moraes^a, Camila Peres Massola^a, Eduardo Maziero Saccoccio^a, Dafne Pereira da Silva^a, Yuri Basile Tukoff Guimarães^b,

^a Laboratório de Processos Metalúrgicos, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A., São Paulo-SP, Brasil.

^b Coordenadoria de Planejamento e Negócios, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A., São Paulo-SP, Brasil.

*E-mail: sandralm@ipt.br

Palavras-chave:

biomassa; adensamento; energia renovável.

Keywords:

biomass; densification; renewable energy.

Resumo

A quantidade de biomassa produzida no Brasil é expressiva, podendo alcançar 1 Gt em 2030. Entretanto, os resíduos de biomassa gerados nas atividades agroindustriais ainda são subutilizados, comumente deixados para decomposição natural, sem aproveitamento da energia neles contida e gerando passivos ambientais importantes. Dessa forma, as biomassas produzidas no país necessitam de avaliações mais precisas quanto ao seu potencial de utilização como produtos energéticos. O presente trabalho contempla o levantamento de informações relativas ao cenário nacional de geração de resíduos agroindustriais e seus usos atuais, além do levantamento do mercado atual de biomassa adensada no Brasil.

Abstract

Brazil is a major biomass producer whose production is expected to reach 1 Gt by 2030. Nevertheless, the biomass wastes produced in agroindustrial activities are still underused, commonly being left to natural decomposition in the field which represents an important environmental passive. In this context, biomasses produced in Brazil must be assessed concerning their potential use as an energy source. This work addresses a compilation of information related to the Brazilian scenario on the generation of agroindustrial wastes and their use as well as a picture of the today's market of densified biomass in Brazil.

1 Introdução

O consumo de combustíveis fósseis se intensificou a partir do século XVIII com a Revolução Industrial, quando a madeira foi substituída pelo carvão para a geração de energia a vapor. A partir de então, ele passou a ser a principal fonte de energia mundial, até que em 1961 o petróleo se tornou o combustível mais utilizado. No entanto, na década de 70 a teoria do Pico do Petróleo de Hubbert, formulada em 1956, e o Clube de Roma, com seu livro *The limits to growth* (Os limites do crescimento), causaram uma polêmica que parecia se confirmar com a "crise do petróleo": eles acreditavam que o petróleo, por se tratar de um recurso finito, entraria em declínio dentro de pouco tempo, ainda mais levando em consideração o crescimento populacional e do setor industrial (GOLDEMBERG, 2010; FARIAS; SELLITO, 2011).

A utilização de combustíveis fósseis é um dos principais fatores que influem negativamente na qualidade e no equilíbrio do meio ambiente. Sua utilização, portanto, deve ser condicionada, para se evitar índices de poluição nos grandes centros urbanos que ponham em risco o ecossistema (NUNES et al., 2013).

A substituição de combustíveis fósseis por fontes alternativas de energia tem se apresentado como uma forma promissora para reduzir a emissão de gases de efeito estufa (GEE) oriunda de atividades antrópicas (MOREIRA, 2011). De acordo com Edenhofer et al. (2012), é fundamental reduzir a emissão de GEE na ordem de 50 % a 85 % até 2050, possibilitando a estabilização da concentração atmosférica desses gases em níveis que possibilitem mitigar os efeitos das alterações climáticas em curso.

As questões ambientais têm alavancado o interesse por fontes renováveis de energia. Nesse contexto, os resíduos agroindustriais surgem como uma fonte importante para a produção de novos materiais, de produtos químicos e de energia (ROSA et al., 2011). Entretanto, a conversão de biomassa em vários produtos com valor agregado para aproveitamento dos resíduos agroindustriais e geração de menor impacto ambiental ainda depende do desenvolvimento e da implementação de processos sustentáveis, em níveis viáveis economicamente.

As biomassas se constituem na fonte mais importante de energia renovável no mundo. Quando utilizada para fins energéticos, a biomassa é classificada em três categorias:

- a. biomassa energética florestal, seus produtos e subprodutos ou resíduos;
- b. biomassa energética agrícola, as culturas agroenergéticas e os resíduos e subprodutos das atividades agrícolas, agroindustriais e da produção animal; e
- c. resíduos urbanos (poda e varrição).

O potencial energético de cada um desses grupos depende tanto da matéria-prima utilizada quanto da tecnologia utilizada no processamento para obtê-los (CARDOSO, 2012). De acordo com Goldemberg e Coelho (2004), é possível classificar a obtenção da energia da biomassa em duas categorias principais:

- a. tradicional, em que é obtida por meio de combustão direta de madeira, lenha, resíduos agrícolas, resíduos de animais e urbanos, para cocção, secagem e produção de carvão; ou
- b. moderna, em que é obtida por meio de tecnologias avançadas de conversão, como na geração de eletricidade ou na produção de biocombustíveis.

Em todos os casos pode-se dizer que a utilização da energia da biomassa é a fotossíntese inversa, pois se busca resgatar a energia solar armazenada pelo vegetal, consumindo oxigênio atmosférico e restituindo ao ar o dióxido de carbono (NOGUEIRA; LORA, 2003).

O IPT desenvolveu recentemente um projeto (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2016) que visou à viabilização do uso de biomassa como fonte energética por meio do estudo do pré-tratamento físico de três diferentes tipos de biomassa. O projeto compreendeu duas etapas:

- a. um levantamento de informações relativas ao cenário nacional de geração de resíduos agroindustriais e do mercado de biomassa adensada, e
- b. o estudo tecnológico do pré-tratamento físico de três fontes de biomassa. Esse trabalho apresenta os resultados obtidos na primeira etapa do referido projeto.

2 Biomassa como fonte de energia

Até 2050, estima-se que 90% da população mundial viverão nos países em desenvolvimento, elevando a demanda global por energia e incentivando a busca por fontes energéticas alternativas. Trata-se de um cenário propício para o Brasil, pois a produção brasileira de biomassa agrícola tem sido crescente nos últimos anos, de modo que o país tem potencial para prover uma fonte sustentável e viável economicamente de energia (biomassa, serragem, briquetes e peletes de madeira) para utilização própria, ao mesmo tempo em que pode ajudar outros países a atingir suas metas de redução de gases de efeito estufa.

O Brasil se destaca como um grande gerador de biomassa. Conforme apresentado na **Tabela 1**, a oferta mássica de biomassa em 2005 foi de 558 milhões de toneladas, com uma projeção de crescimento para 1402 milhões de toneladas em 2030.

Tabela 1 – Oferta mássica de biomassa por resíduo agrícola, agroindustrial e silvicultura (milhões de toneladas).

	2005	2010	2015	2020	2030
Total	558	731	898	1058	1402
Resíduos agrícolas	478	633	768	904	1196
Soja	185	251	302	359	482
Milho	176	251	304	361	485
Arroz (palha)	57	59	62	66	69
Cana-de-açúcar	60	73	100	119	160
Resíduos agroindustriais	80	98	130	154	207
Cana-de-açúcar (bagaço)	58	70	97	115	154
Arroz (casca)	2	2	3	3	3
Lixívia	13	17	21	25	34
Madeira	6	8	10	12	16
Florestas energéticas	13	30	31	43	46
Madeira excedente	13	30	31	43	46

Fonte: Ministério de Minas e Energia (2007).

Uma estratégia potencial para promover o uso de biomassas para fins energéticos é justamente a compactação ou adensamento, o que resulta em benefícios como:

- conveniência para a manipulação e armazenamento;
- maior controle sobre o processo de combustão, elevando sua eficiência e diminuindo os níveis de emissões dos particulados e gases poluentes como CO, os quais podem ser carreados ao ambiente; e
- aumento da densidade energética do material.

O processo de adensamento envolve o emprego das etapas de secagem, cominuição para adequação das dimensões das partículas, eventual tratamento térmico e pressão mecânica para reduzir o volume. As operações principais de compactação são denominadas peletização e briquetagem, dependendo das dimensões do material gerado.

A ciência de compactação de biomassa ainda é muito pouco compreendida, havendo diversos trabalhos de natureza empírica com validade muito limitada, específica para certos tipos de biomassas. As biomassas apresentam uma diversidade muito grande quanto ao teor de fibras, cinzas, umidade, densidade, dentre outros, o que exige tratamentos diferenciados para certos grupos de biomassas.

2.1 Resíduos de biomassa para aproveitamento energético

As principais fontes de energia renovável no Brasil são as biomassas, correspondendo a aproximadamente 24 % da oferta interna de energia do país, destacando-se os usos da cana-de-açúcar (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2015). Entretanto, os resíduos de biomassa gerados nas atividades agrícolas ainda são subutilizados, comumente deixados para a decomposição natural, sem aproveitamento da energia neles contida e gerando passivos ambientais significativos. Nesse contexto, define-se resíduo como a sobra de um processo de produção ou de exploração de transformação ou de utilização. É, também, toda substância, material e produto destinado por seu proprietário ao abandono (QUIRINO, 2003).

A biomassa energética produzida a partir de resíduo agroindustrial é composta por biocombustíveis gerados em unidades industriais que processam culturas agrícolas alimentares ou agroenergéticas. No Brasil, os principais resíduos agroindustriais que se mostram apropriados para pronto aproveitamento são aqueles gerados no setor sucroalcooleiro, como resultado do processamento da cana-de-açúcar para a produção de açúcar e etanol; e nas indústrias que utilizam madeiras como matérias-primas.

Os resíduos industriais de madeira são gerados desde o transporte da madeira em tora à indústria, até seu manuseio e processamento, finalizando no produto acabado. Desse processamento são gerados resíduos de diferentes formatos e características (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE BIOMASSA E ENERGIA RENOVÁVEL, 2015) que podem ser classificados como: serragem, cepilho e lenha ou cavaco.

Embora os resíduos possam ser aproveitados no próprio setor madeireiro na produção de produtos reconstituídos e na geração de energia (pela queima direta em caldeiras), a maioria das serrarias no Brasil não tem um programa de aproveitamento dos seus resíduos, que ficam acumulados em pilhas volumosas e acabam sendo dispostos incorretamente.

Em termos mundiais, os resíduos de madeira figuram entre as principais fontes de biomassa para produção de energia, principalmente quando na forma de peletes (*wood pellets*). O consumo mundial de peletes de biomassa agroflorestal cresceu rapidamente: durante as duas últimas décadas foram consumidos aproximadamente 16,8 milhões de toneladas de peletes de madeira por ano, e seu consumo vem crescendo ano a ano (GARCIA, 2014).

No Brasil, o consumo de peletes de madeira em 2012 foi de aproximadamente 39.800 toneladas, sendo seus principais consumidores: indústrias, pizzarias, padarias e hotéis (GARCIA, 2014). Entretanto, a produção brasileira de peletes ainda é pouco competitiva no mercado mundial, devido à falta de infraestrutura (de produção e logística), baixa produtividade, juros altos e elevada carga tributária.

A principal utilização do bagaço é como insumo para atender à demanda energética (vapor e eletricidade) nas usinas produtoras de açúcar e álcool que utiliza cerca de 90 % do bagaço disponível para esse fim. Mais recentemente, também tem sido observada a utilização do bagaço de cana como

matéria-prima na produção de etanol de segunda geração, entretanto as dificuldades desse processo ainda limitam a utilização do bagaço para esse fim.

Ainda que somente 10 % (ou menos) do bagaço de cana estejam disponíveis para outras utilizações, tal porcentagem equivale a mais de 18.700 milhões de toneladas de resíduo, um volume bastante expressivo e que supera largamente a soma de outros resíduos que também se mostram disponíveis para produção de briquetes no Brasil. Aliado ao volume gerado, os custos de sua obtenção podem ser mais baixos do que o necessário para coletar resíduos alternativos como cavaco de madeira e fibra de coco.

Além disso, a queima de bagaço em caldeiras das usinas ocorre sem nenhum tratamento prévio, a despeito do seu elevado teor de umidade e elevado volume, e a sua aglomeração, na própria usina, pode elevar a densidade energética do material, aumentando sua eficiência como combustível.

A biomassa adensada pode substituir com vantagens o carvão mineral empregado no aquecimento residencial e nas termoeletricas a carvão mineral, sem impactar no efeito estufa. Por esse motivo, a demanda mundial por peletes de biomassa vem aumentando rapidamente, tendo atingido em 2013, somente na Europa, cerca de 16 milhões de toneladas. A Associação Europeia de Biomassa estima que, até 2020, serão consumidos 80 milhões de toneladas de peletes na Europa. O preço médio dos peletes comercializados nesta região ficou em torno de 230 euros por tonelada de pelete, segundo dados do *International Energy Agency* (2011).

3 Oferta de energia

A oferta interna de energia no Brasil, em 2014, atingiu o montante de 624,3 TWh, 2,1 % superior ao de 2013 e equivalente a 2,2 % da energia mundial (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2015). Um dos motivos que impulsionou esse aumento em relação a 2013 foi a expansão de 5 % no consumo de energia no setor industrial.

Em relação à oferta interna de energia elétrica por fonte, no período de 2013 e 2014, observa-se que houve um aumento de 81,82 % na oferta de energia eólica, 12,4 % de gás natural e 23,07 % de carvão e derivados. Entretanto, a oferta de biomassa sofreu uma queda de 3,9 % em comparação ao ano anterior (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2015).

Embora o setor industrial e o de transportes sejam os principais consumidores de energia, responsáveis, respectivamente, por 32,9 % e 32,5 % do consumo em 2014 (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2015), houve uma ligeira retração no consumo de energia industrial, devido principalmente ao recuo de 1,3 % no consumo das indústrias intensivas em energia, como aço, ferro-ligas e não ferrosos (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2015).

A participação de fontes renováveis na matriz energética brasileira atual está entre as maiores do mundo: 39,4 % da energia produzida no país vêm de fontes renováveis de energia (biomassa, hidráulica, lenha, carvão vegetal e outros), três vezes superior à média mundial de aproximadamente 13 % (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2015).

O bom desempenho da geração de energia por biomassa é atribuído ao bagaço de cana, com crescimento de 8,1 % em 2014. De fato, o setor sucroalcooleiro gerou 32,3 TWh em 2014, sendo 13,2 TWh destinados ao consumo próprio e 19,1 TWh destinados ao mercado. Dessa forma, a geração por bagaço de cana representa 70 % da geração total por biomassa, enquanto que os 30 % restantes foram gerados, principalmente, pela indústria de papel e celulose, com a utilização de lixo, lenha e resíduos de árvores (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2015).

4 Mapeamento do setor

4.1 Fatores determinantes da dinâmica do setor

De acordo com informações do Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011 (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2006), levando-se em consideração o emprego da biomassa como fonte energética, de forma simplificada, três fatores podem ser considerados como determinantes da dinâmica do setor:

- a. escassez de energia e a matriz energética nacional;
- b. impactos ambientais e fontes renováveis de energia;
- c. oportunidade de novos negócios.

Neste cenário, a agroenergia surge como oportunidade para impulsionar a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico no país para o melhor aproveitamento da biomassa energética. Tal fato está atrelado à:

- crescente preocupação com as mudanças climáticas globais que, no futuro, convergirão para políticas globais de redução da poluição;
- reconhecimento da importância da energia de biomassa para efetuar a transição para uma nova matriz energética e para substituir o petróleo como matéria-prima, em seu uso como combustível ou insumo para a indústria química; e
- crescente demanda por energia e as altas taxas recentes de uso de biomassa energética.

Destaca-se, ainda, o crescente investimento público e privado no desenvolvimento de inovações que viabilizem as fontes renováveis e sustentáveis de energia, com ênfase para o aproveitamento da biomassa.

Segundo dados do Plano supracitado, outro aspecto relevante está associado ao fato que desenvolvimento tecnológico neste tema pressupõe uma equipe técnica interdisciplinar, de forma a atuar em toda cadeia produtiva, do *biotrade* ao suporte à formulação de políticas públicas, à sustentabilidade, à competitividade e à racionalidade energética.

Um bom exemplo é a demanda mundial por peletes de madeira que deverá aumentar de 25,6 milhões de toneladas em 2015 para cerca de 45 milhões de toneladas em 2020 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE BIOMASSA E ENERGIA RENOVÁVEL, 2015). A União Europeia (UE), maior consumidor desse material, deverá se manter nessa posição, enquanto que a Ásia Oriental vai apresentar um crescimento muito forte e pode se tornar o segundo mercado consumidor em 2020. A demanda da UE poderia variar entre 20 e 50 milhões de toneladas até 2020. A demanda asiática depende fortemente da evolução política no Japão e na Coreia. A demanda nos EUA continuará se limitando a utilização em pequena escala nas residências e no uso industrial. Assim, um fator crucial será o preço de gás natural e do óleo usado para o aquecimento. O mais provável dentro de uma década é que mais da metade de todos os peletes produzidos no mundo deverá ser comercializada internacionalmente como uma nova *commodity* de energia. Nesse caso, para fazer parte do grupo de países exportadores, torna-se imperativo adequar-se para o atendimento às exigências das normas europeias de padrão de qualidade, seja física ou química, dos produtos adensados.

4.2 Empresas produtoras de biomassa adensada

Um levantamento, baseado em informações da Associação Brasileira das Indústrias de Biomassa e Energia Renovável (ABIB) e complementado com informações da internet, identificou 73 empresas brasileiras que produzem biomassa adensada (tanto peletes quanto briquetes).

Das 73 empresas encontradas, foi possível localizar informações na internet sobre o tipo de biomassa utilizada no processo de somente 51 empresas. Essas empresas utilizam 3 tipos de biomassa: madeira (eucalipto e/ou pinus), bagaço de cana-de-açúcar e capim elefante. Avaliando os dados, observa-se grande predominância do uso de madeira para a produção de peletes e briquetes. Das 51 empresas avaliadas, 85 % utilizam madeira, 11 % bagaço e 4 % capim elefante (**Figura 1**).

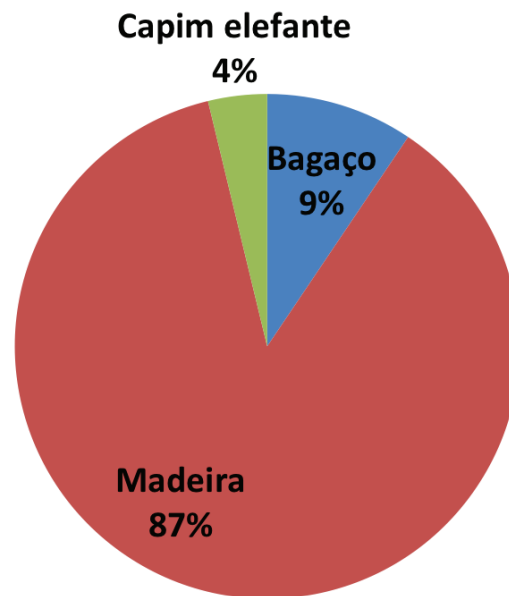


Figura 1 - Tipos de biomassa utilizados no adensamento.
Fonte: elaboração própria.

A **Figura 2** ilustra a distribuição dessas empresas de acordo com o tipo de processo de adensamento de biomassa adotado e quanto à finalidade do produto comercializado. Nota-se que ambos os processos de adensamento, peletização e briquetagem, são utilizados pelas indústrias em proporção equivalente. Quanto à utilização dos produtos, os peletes e os briquetes são totalmente utilizados como fonte de energia, seja em caldeiras, como fonte de combustível de fornos de restaurantes, padarias e pizzarias; ou como fonte de calor para o aquecimento em hotéis e residências.

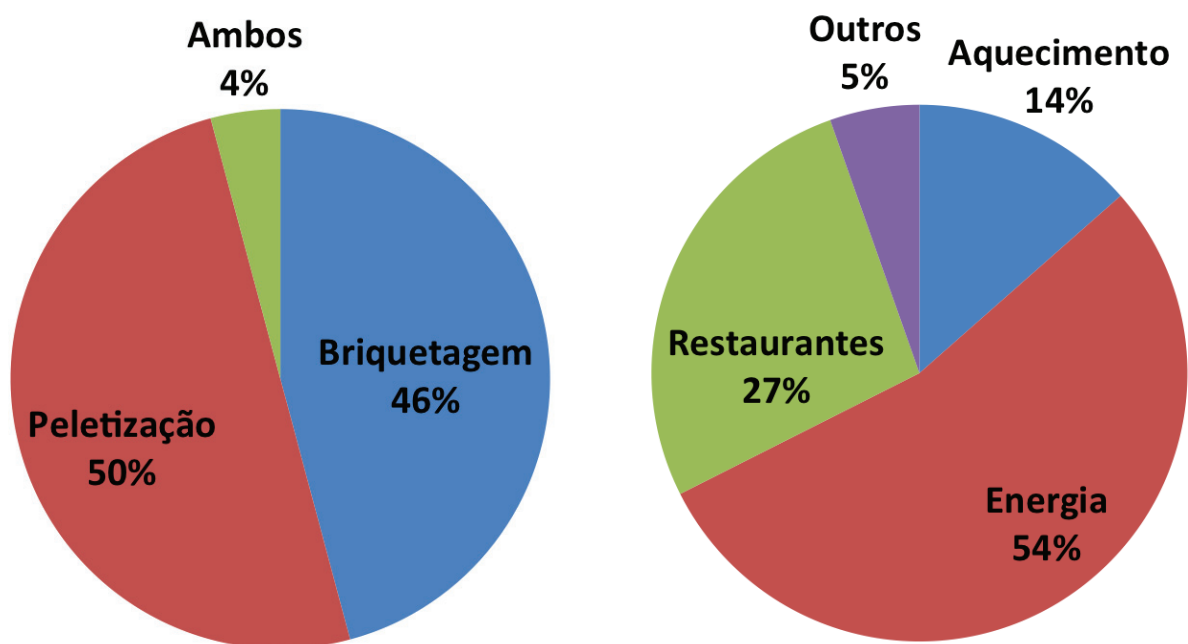


Figura 2 - Tipo de produto de biomassa adensada comercializado e forma de utilização.
Fonte: elaboração própria.

A localização das indústrias produtoras de pelete ou briquete se dá principalmente nas regiões sudeste e sul do país. Essas duas regiões são as mais desenvolvidas nesse setor e, juntas, alocam mais de 80 % das indústrias desse ramo de atividade, sendo 49 % alocadas na região sudeste e 36 % na região sul (**Figura 3a**). Dentre os estados, destaca-se São Paulo onde se concentram 34 % das indústrias do país, podendo ser considerado o mercado mais desenvolvido do país. Paraná (18 %), Santa Catarina (13 %) e Minas Gerais (12 %) também merecem destaque, pois concentram outra grande parcela das indústrias do ramo (**Figura 3b**). Cabe ressaltar que as indústrias estão distribuídas em 15 dos 27 estados brasileiros.

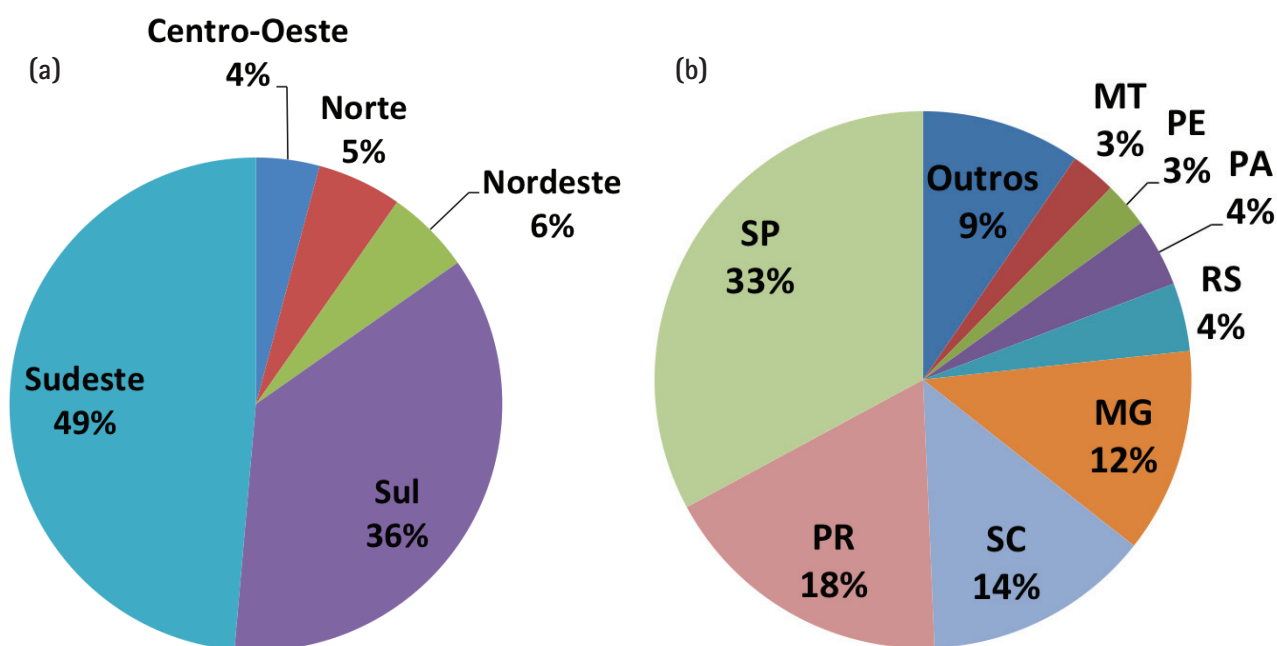


Figura 3 - Distribuição das indústrias produtoras de pelete ou briquete (a) por região e (b) por estado.

Fonte: elaboração própria.

Das empresas localizadas nesse levantamento, 41 empresas foram alvo de avaliação mais completa, que consistiu em:

- busca pela situação cadastral e razão social das empresas, via CNPJ;
- busca por dados financeiros, de número de funcionários e notícias sobre exportação na base de Factiva® (2015);
- busca por informações complementares no site de cada uma das empresas.

A partir dessas informações, foi possível estimar o faturamento de 22 das 41 empresas selecionadas. Dentre as 22 organizações selecionadas, a distribuição apresenta uma amostra composta predominantemente por microempresas (**Figura 4**), e somente uma única empresa, localizada em Goiás, tem faturamento superior a R\$ 3,6 milhões.

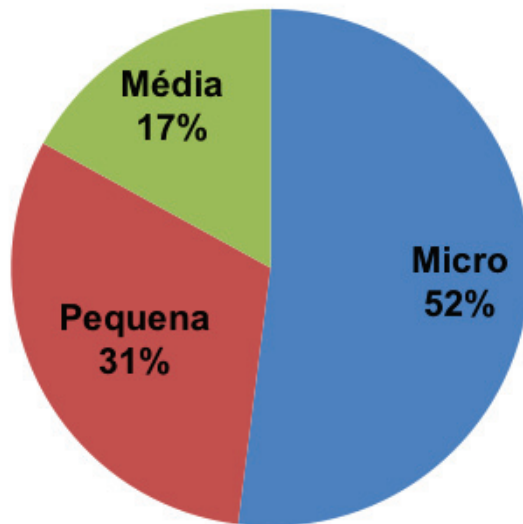


Figura 4 – Porte das empresas.
Fonte: elaboração própria.

Mais da metade das empresas da amostra têm menos de 10 anos de idade (**Figura 5**). A empresa com mais tempo de mercado possui 27 anos e é uma S.A., sediada no interior do estado de São Paulo, com produção de 24.000 toneladas por ano de briquetes e peletes de madeira para geração de energia térmica para diversas indústrias.

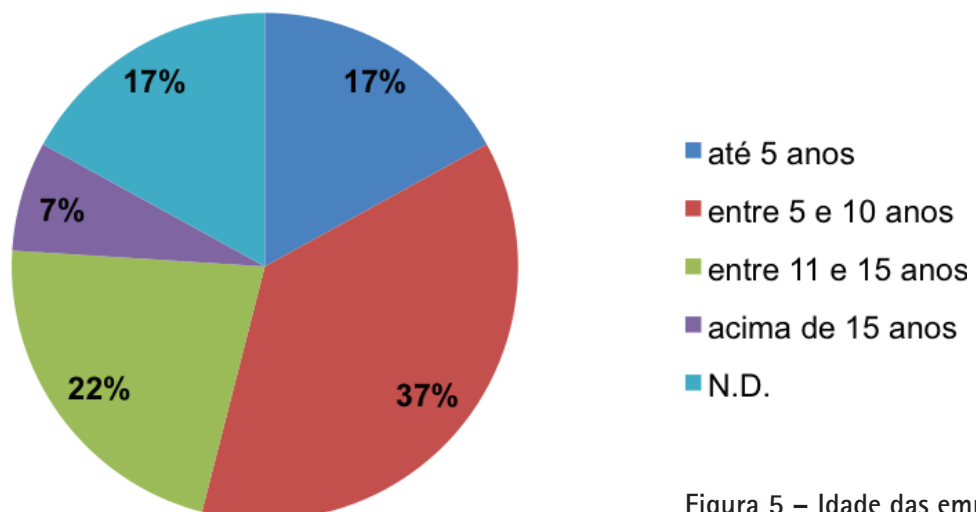


Figura 5 – Idade das empresas.
Fonte: elaboração própria.

Um dos dados que apresentou maior dificuldade de obtenção de uma quantidade significativa de resultados dentro da amostra selecionada foi aquele referente à exportação: 12 % das empresas exportam seus produtos, 5 % não são exportadoras e não foi possível levantar essa informação para 83 % das empresas. Alguns dos fatores que limitaram essa análise foram informações insuficientes nas fontes de dados secundários consultadas.

4.3 Outros atores da cadeia

Foi realizada uma busca por grupos de pesquisa no diretório de grupos de pesquisa da plataforma do CNPq, com o objetivo de identificar os grupos brasileiros que desenvolvem pesquisa no tema biomassa, usando palavras-chave relacionadas ao tema como critério de busca.

A busca resultou em 300 grupos de pesquisa, tanto emergentes como consolidados, distribuídos em 124 ICTs. Esses se concentram na região Sudeste (37 %), Sul (22 %) e Nordeste (21 %) do Brasil, conforme apresentado na **Figura 6**, em que a legenda "federal" corresponde aos grupos ligados à Embrapa, cujos cadastros no diretório não identificam a unidade da Embrapa responsável por eles, não sendo possível identificar a unidade da federação em que estão localizados.

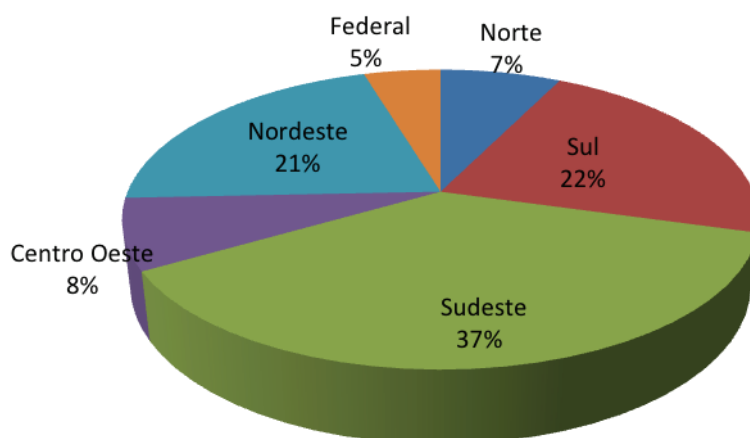


Figura 6 – Distribuição regional das ICTs que atuam com pesquisa em biomassa no Brasil.

Fonte: elaboração própria.

Em relação às ICTs, a EMBRAPA, a Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho e a Universidade Tecnológica Federal do Paraná apresentam o maior número de grupos de pesquisa relacionados ao tema biomassa (14 cada), enquanto que no estado de São Paulo, além da Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, as ICTs de maior relevância no tema são o Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (6), localizado em Campinas, a Universidade de São Paulo (3) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (3).

Quanto às associações vinculadas ao setor de biomassa e bioenergia, foram localizadas sete associações. Dentre elas, destacam-se a Associação Brasileira das Indústrias de Biomassa e Energia Renovável (ABIB), a Rede Nacional de Biomassa para Energia (RENABIO) e a Associação Brasileira das Indústrias de Peletes (ABIPEL).

Além disso, feiras nacionais e internacionais de relevância para o setor de biomassa e bioenergia, cujo objetivo principal é reunir empresas com exposições de tecnologias para a produção de energia renovável, podem dinamizar e consolidar o mercado neste segmento.

5 Inserção atual do IPT no tema biomassa

O IPT atua na área de biomassa há pelo menos 50 anos e essa capacitação encontra-se disseminada em diversos laboratórios no Instituto: Laboratório de Processos Metalúrgicos (LPM - Área de Tratamento de Minérios e Resíduos Industriais), Laboratório de Papel e Celulose (LPC), Laboratório de Engenharia Térmica (LET), Laboratório de Combustíveis e Lubrificantes (LCL), Laboratório de Biotecnologia Industrial (LBI) e Laboratório de Processos Químicos e Tecnologia de Partículas (LPP).

Esses grupos oferecem soluções de revalorização de diversos tipos de biomassa, considerando sua expertise de atuação, capacitando o IPT para atuar no tema biomassa com ênfase no desenvolvimento e na avaliação de soluções tecnológicas para o pré-tratamento físico de biomassa voltado para a sua aplicação como fonte energética. Tais rotas de avaliação contemplam as etapas de secagem, adequação granulométrica e tecnologias de adensamento por briquetagem, por peletização e por extrusão em escalas de bancada e piloto, além do desenvolvimento de processos químicos e biotecnológicos para biomassas. Além disto, o Instituto conta com suporte para a caracterização química das fontes de biomassa, bem como dos materiais adensados. Essas linhas de atuação do IPT em biomassa estão ilustradas na **Figura 7**.

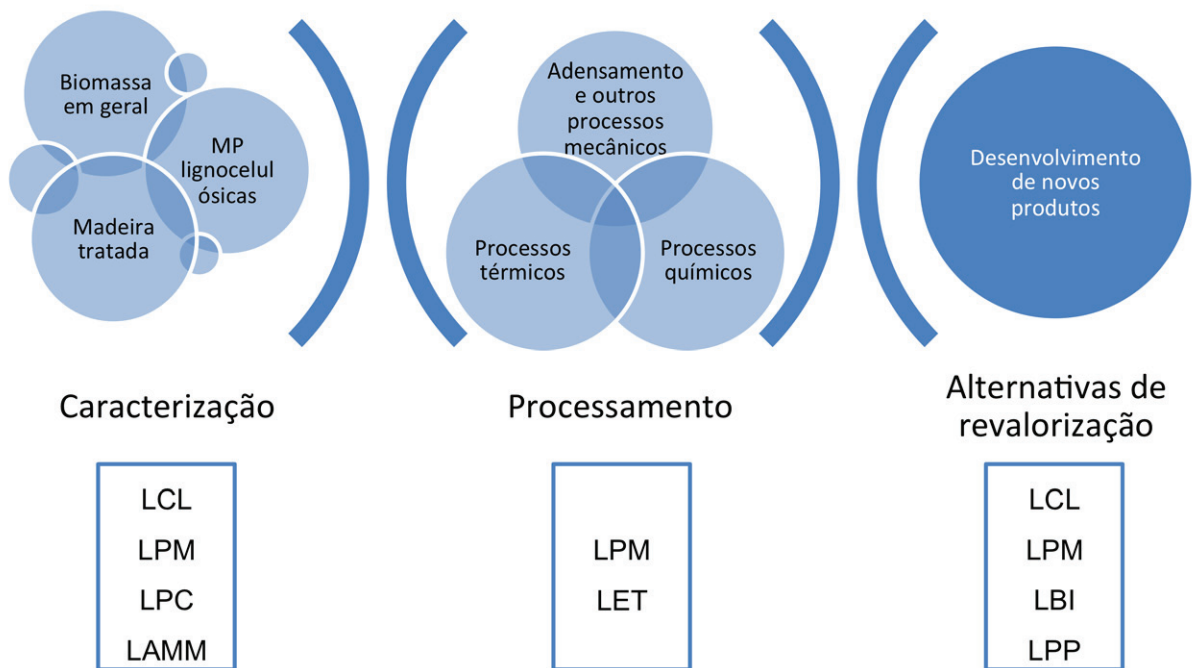


Figura 7 – Linhas de atuação do IPT em biomassa.
Fonte: elaboração própria.

6 Considerações finais

O levantamento realizado nesse trabalho identificou cerca de 70 empresas que atuam no mercado de peletes e briquetes de biomassa, principalmente de serragem de madeira e bagaço de cana, sendo que um terço delas se encontra no Estado de São Paulo. A maior parte das empresas identificadas é de pequeno porte, principalmente micro e pequenas empresas, e mais da metade delas estão no mercado há menos de 10 anos. Essas características limitaram o acesso a algumas informações durante o levantamento.

Os resíduos de madeira e da indústria sucroalcooleira representam as maiores fontes de biomassa para adensamento no Brasil. O uso de biomassa adensada para fins energéticos apresenta grande possibilidade de expansão, já que o Brasil é um grande gerador de biomassa energética e o mercado europeu, o maior consumidor de biomassa adensada, constitui-se em uma importante oportunidade de mercado para o país.

Porém, a produção brasileira de peletes ainda é pouco competitiva no mercado mundial, devido à falta de infraestrutura (de produção e de logística), baixa produtividade, juros altos e elevada carga tributária. Além disso, as biomassas apresentam uma diversidade muito grande quanto ao teor de fibras, cinzas, umidade, densidade, dentre outros, o que exige tratamentos diferenciados para cada tipo de biomassa.

O levantamento realizado identificou que os resíduos de biomassa surgem como uma oportunidade de atuação para o IPT por meio da oferta de desenvolvimento tecnológico para o setor, pois o Instituto detém expertise constituída para atuação no tema biomassa energética desde o seu pré-tratamento físico até o emprego de materiais em processos térmicos, químicos e biotecnológicos. Projetos de P&D têm a serem desenvolvidos nesse tema devem focar no atendimento das normas internacionais, para que o país se coloque como potencial exportador de produtos adensados de biomassa.

7 Agradecimentos

Os autores agradecem ao Governo do Estado de São Paulo e à Fundação de Apoio do IPT pelo financiamento do Projeto de Capacitação "Viabilização do uso de biomassa como fonte energética: estudo do pré-tratamento físico de biomassa", registrado sob número 8811.01 no IPT.

8 Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE BIOMASSA E ENERGIA RENOVÁVEL. **Consulta geral a homepage**. Disponível em: <<http://abibbrasil.wix.com/brasilbiomassa>>. Acesso em: 14 out. 2015.

CARDOSO, B. M. **Uso da biomassa como alternativa energética**. 2012. 112 f. Monografia (Conclusão de curso de Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

EDENHOFER, O. et al. (Ed.). **Renewable energy sources and climate change mitigation**: special report of the intergovernmental panel on climate change. New York: Cambridge University Press, 2012.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2015**. Rio de Janeiro: EPE, 2015. 62 p.

FACTIVA. **Pesquisa em base de dados**. Disponível em: <<https://snapshot.factiva.com/Pages/Index>>. Acesso em: 11 ago. 2015.

FARIAS, L. M.; SELLITO, M. A. Uso da energia ao longo da história: evolução e perspectivas futuras. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v. 12, n. 17, p. 01-106, jan./jun. 2011.

GARCIA, D. P. Peletes de madeira: uma questão de competitividade e preço. **Revista da Madeira**, n. 138, jan. 2014.

GOLDEMBERG, J. **Energia e desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Editora Bluncher, 2010. (Série Sustentabilidade v. 4).

GOLDEMBERG, J.; COELHO, S. T. Renewable energy – traditional biomass vs. modern biomass. **Energy Policy**, v. 32, p. 711-714, 2004.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Viabilização do uso de biomassa como fonte energética**: estudo do pré-tratamento físico de biomassa. São Paulo: IPT, 2016. 2 v. (Relatório do Projeto de Capacitação n° 8811.01.A).

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **IEA Bioenergy**. Disponível em: <<http://www.ieabioenergy.com>>. Acesso em: 15 out. 2015.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Secretaria de Produção e Agroenergia. **Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011**. 2. Ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 110 p.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Plano Nacional de Energia 2030**. Brasília: MME/EPE, 2007.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Resenha Energética Brasileira – Exercício de 2014**. Brasília: MME, 2015. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/1138787/1732840/Resenha+Ener%C3%A9tica+-+Brasil+2015.pdf/4e6b9a34-6b2e-48fa-9ef8-dc7008470bf2>>. Acesso em: 10 ago. 2015.

MOREIRA, J. M. M. Á. P. Potencial e participação das florestas na matriz energética. **PFE – Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 31, n. 68, p. 363-372, abr./jun. 2011.

NOGUEIRA, L. A.; LORA, H. **Dendroenergia**: fundamentos e aplicações. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2003.

NUNES, R. M. et al. Resíduos agroindustriais: potencial de produção do etanol de segunda geração no Brasil. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v. 14, n. 22, p. 113-238, jul./dez. 2013.

QUIRINO, W. F. **Utilização energética de resíduos vegetais**. Brasília: LPF/IBAMA, 2003.

ROSA, M. F. et al. Valorização de resíduos da agroindústria. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGROINDUSTRIAIS, 2., 2011, Foz do Iguaçu. **Palestras...** Concórdia, SC: Sbera, 2011.