



XIX Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica - 13 a 17/08/2012 – São Carlos-SP
Artigo CREEM2012

CENÁRIO DA UTILIZAÇÃO DA BIOMASSA E DO BIOGÁS COMO COMBUSTÍVEIS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

Fabício Alexandre Alves Ceranto, Jhon Jairo Ramirez-Behainne e Thiago Antonini Alves

UTFPR, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa.

CEP 84016-210, Ponta Grossa, Paraná. Curso de Engenharia Mecânica.

E-mails para correspondência: *fabriocceranto@hotmail.com, jhon@utfpr.edu.br, thiagoaalves@utfpr.edu.br*

Introdução

Diante do crescente consumo energético mundial e dos problemas ambientais provenientes da conversão de energia dos combustíveis fósseis (combustíveis provenientes de degradação ocorrida ao longo de milhões de anos, como o petróleo e o gás natural), é de extrema importância promover uma matriz energética mais segura voltada à utilização das fontes renováveis. Segundo a Aneel (2008), a utilização de combustíveis fósseis, como o carvão e o petróleo, é responsável pela emissão de grande parte dos gases que provocam o efeito estufa, tornando-se cada vez menos atraente.

O uso de fontes renováveis já tem participação significativa no setor elétrico brasileiro, sendo a principal delas advinda de centrais hidrelétricas, e em segundo lugar, da biomassa. No setor de transportes, por outro lado, as fontes primárias fósseis de energia ainda são predominantes, principalmente aquelas originadas nos subprodutos do petróleo (como gasolina, óleo diesel e querosene). Entretanto, nos últimos anos, o etanol obtido do cultivo da cana de açúcar tem apresentado um crescimento exponencial, contribuindo para a redução das emissões de CO₂.

O texto Atlas de Energia do Brasil, divulgado pela Aneel (2008), mostra que, no Brasil, de um modo geral, algumas fontes renováveis que representam uma alternativa segura e mais limpa na matriz energética elétrica são a energia solar, a energia eólica e a energia da biomassa, devido à relativa abundância destes recursos no território nacional. A emissão de gases poluentes pelo aproveitamento da energia solar e eólica é nula, enquanto que no aproveitamento da energia da biomassa e do biogás, esta é significativamente menor do que a emitida pelos combustíveis fósseis. O estudo sugere a presença de algumas dificuldades para tornar viável a implementação em larga escala da utilização destas fontes renováveis, principalmente pela necessidade de desenvolvimentos tecnológicos relacionados com a geração e conversão da energia. Neste grupo enquadram-se as energias solar, eólica, do biogás, geotérmica e do mar/ondas.

O presente trabalho tem como objetivo descrever o cenário da utilização da biomassa e do biogás no Brasil, procurando identificar potencialidades e dificuldades encontradas para a ampliação do uso destas fontes renováveis.

Biomassa

A biomassa é definida como toda matéria orgânica existente em organismos animais e vegetais, podendo ser transformada em energia mecânica, térmica ou elétrica mediante processos termoquímicos ou biológicos. De acordo com a sua origem, a biomassa pode ser: florestal (principalmente madeira), agrícola (soja, arroz e cana-de-açúcar, entre outras) e rejeitos urbanos e industriais (sólidos ou líquidos que formam o lixo). Os derivados obtidos da biomassa dependem, tanto da matéria-prima utilizada (cujo potencial energético varia de tipo para tipo), quanto da tecnologia de processamento para obtenção dos energéticos (ANEEL, 2008).

Rotas tecnológicas para obtenção de energia elétrica e aquecimento de processos a partir da Biomassa

Existem várias rotas tecnológicas para a obtenção da energia elétrica a partir da biomassa. Todas prevêm a conversão da matéria-prima em um produto intermediário que será utilizado em uma máquina motriz. Essa máquina produzirá a energia mecânica que acionará um gerador de energia elétrica. De uma maneira geral, todas as rotas tecnológicas também são aplicadas em processos de co-geração, ou seja, na produção de calor e eletricidade a partir da utilização de uma fonte de energia, tradicionalmente utilizada no

setor industrial. Nos últimos anos, a co-geração transformou-se também em um dos principais estímulos aos investimentos na produção de energia a partir da cana-de-açúcar por parte das usinas de açúcar e álcool (ANEEL, 2008).

As principais rotas tecnológicas para obtenção da energia elétrica a partir da biomassa, analisadas no estudo sobre biomassa constante do Plano Nacional de Energia 2030, são (ANEEL, 2008):

- *Ciclo a vapor com turbinas de contrapressão:* É empregado de forma integrada a processos produtivos por meio da co-geração. Nele, a biomassa é queimada diretamente em caldeiras e a energia térmica resultante é utilizada na produção do vapor. Este vapor pode acionar as turbinas usadas no trabalho mecânico requerido nas unidades de produção e as turbinas para geração de energia elétrica. Além disso, o vapor que seria liberado na atmosfera após a realização desses processos pode ser encaminhado para o atendimento das necessidades térmicas do processo de produção. Este processo está maduro do ponto de vista comercial e é o mais disseminado atualmente. O Brasil conta, inclusive, com diversos produtores nacionais da maior parte dos equipamentos necessários, tais como turbina a vapor, caldeira, trocadores de calor e bombas hidráulicas (ANEEL, 2008).
- *Ciclo a vapor com turbinas de condensação e extração:* Consiste na condensação total ou parcial do vapor ao final da realização do trabalho na turbina para atendimento às atividades mecânicas ou térmicas do processo produtivo. A diferença fundamental desta rota em relação ao ciclo a vapor com turbinas de contra-pressão é a existência de um condensador na exaustão da turbina e de níveis determinados para aquecimento da água que alimentará a caldeira. A primeira característica proporciona maior flexibilidade da geração termelétrica (que deixa de ser condicionada ao consumo de vapor de processo). A segunda proporciona aumento na eficiência global da geração de energia. Este sistema, portanto, permite a obtenção de maior volume de energia elétrica. No entanto, sua instalação exige investimentos muito superiores aos necessários para implantação do sistema simples de condensação (ANEEL, 2008).
Os ciclos com turbinas de extração são denominados de ciclos de potência a vapor regenerativos, pois possuem aquecedores da água de alimentação que é alimentada na caldeira, aumentando a eficiência do ciclo (MORAN e SHAPIRO, 2009).
- *Ciclo combinado integrado à gaseificação da biomassa:* A gaseificação é a conversão de qualquer combustível líquido ou sólido, como a biomassa, em gás energético por meio da oxidação parcial em temperatura elevada (Sánchez, et. al, 2010). Esta conversão, realizada em gaseificadores, produz um gás combustível que pode ser utilizado em usinas térmicas movidas a gás para a produção de energia elétrica. Assim, a tecnologia de gaseificação aplicada em maior escala transforma a biomassa em importante fonte primária para centrais de geração termelétrica de elevada potência, inclusive aquelas de ciclo combinado, cuja produção é baseada na utilização do vapor e do gás, o que aumenta o rendimento das máquinas. A tecnologia de gaseificação de combustíveis é conhecida desde o século XIX e foi bastante utilizada até a década de 30 do século passado, quando os derivados de petróleo passaram a ser utilizados em grande escala e adquiridos por preços competitivos. Esta tecnologia ressurgiu nos anos 80, quando começou a ficar evidente a necessidade de contenção no consumo de petróleo, porém, no caso da biomassa, ainda não se tornou uma tecnologia competitiva do ponto de vista comercial. Segundo o Plano Nacional de Energia 2030, a maior dificuldade para a sua aplicação não é o processo básico de gaseificação, mas a obtenção de um equipamento capaz de produzir um gás de qualidade, com confiabilidade e segurança, adaptado às condições particulares do combustível e da operação (ANEEL, 2008).

Principais tipos de biomassa utilizadas como fonte primária de energia

Nas regiões menos desenvolvidas, a biomassa mais utilizada é a de origem florestal (madeira). A maioria dos processos para a obtenção de energia deste tipo de biomassa se caracteriza pela baixa eficiência, ou necessidade de grande volume de matéria-prima para a produção de pequenas quantidades. Uma exceção a essa regra é a utilização da biomassa florestal em processos de co-geração industrial. Do processamento da madeira no processo de extração da celulose é possível, por exemplo, extrair a lixívia negra (ou licor negro) usada como combustível em usinas de co-geração da própria indústria de celulose (ANEEL, 2008). Atualmente no Brasil, das 438 usinas termelétricas em operação, 14 operam com licor negro como combustível (BIG, 2012). Apesar da existência de um número expressivo de 438 usinas termelétricas em

operação, é importante considerar a extensão do território nacional, comparável com ao da união européia, e que a maior parte destas usinas corresponde a pequenos produtores de energia. Ao todo, estas usinas geram ao redor de 9364 MW de energia elétrica (BIG, 2012), quantidade menor que a gerada pela usina hidrelétrica de Itaipú.

Por outro lado, a produção em larga escala da energia elétrica e de biocombustíveis está relacionada à biomassa agrícola e à utilização de tecnologias eficientes. A pré-condição para a sua produção é a existência de uma agroindústria forte e com grandes plantações, sejam elas de soja, arroz, milho ou cana-de-açúcar (ANEEL, 2008). Para o Brasil, pode-se dizer que esta é uma condição satisfeita. A biomassa é obtida pelo processamento dos resíduos dessas culturas. Assim, do milho é possível utilizar, como matéria-prima para energéticos, o sabugo, o colmo, a folha e a palha. Da soja e do arroz, os resíduos que permanecem no campo, tratados como palha. Na cana-de-açúcar, o bagaço, a palha e o vinhoto (ANEEL, 2008).

A geração de energia a partir da biomassa animal se encontrava, em 2008, em fase quase experimental, e com poucas usinas de pequeno porte em operação no mundo. Por isso, em estatísticas e estudos, era tratada pela designação genérica de “Outras Fontes” (ANEEL, 2008). Neste grupo “chamado de outras fontes renováveis” também se enquadram as energias solar, eólica, do mar, geotérmica e do biogás.

Já para a biomassa de origem vegetal, o quadro era radicalmente diferente, em função da diversidade e da aceitação de seus derivados pelos consumidores, como exemplo, o etanol (ANEEL, 2008). Apenas nos automóveis do tipo *flexfuel* (que utilizam gasolina ou etanol), o consumo mundial de etanol mais que dobrou entre 2000 e 2007, superando os 60 milhões de litros em 2007. Além disso, a madeira tem sido, ao longo dos anos, uma tradicional e importante matéria prima para a produção de energia. No Brasil, o etanol respondeu por 12% do total da oferta interna de energia em 2007 (ANEEL, 2008).

Energia do Biogás

Das fontes para produção de energia, o biogás é uma das mais favoráveis ao meio ambiente. Sua aplicação permite a redução dos gases causadores do efeito estufa e contribui com o combate à poluição do solo e dos lençóis freáticos. Isto porque o biogás é obtido da biomassa contida em dejetos (urbanos, industriais e agropecuários) e em esgotos (ANEEL, 2008).

Essa biomassa passa do estado sólido para o gasoso por meio da ação de microorganismos que decompõem a matéria orgânica em um ambiente anaeróbico. Neste caso, o biogás também é lançado à atmosfera e passa a contribuir para o aquecimento global, uma vez que é composto por metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂), nitrogênio (N₂), hidrogênio (H₂), oxigênio (O₂) e gás sulfídrico (H₂S). A utilização do lixo para produção de energia permite o direcionamento e a utilização deste gás e a redução do volume dos dejetos em estado sólido (ANEEL, 2008).

Segundo o Key World Energy Statistics 2008 da IEA, a biomassa e o lixo (urbano e industrial) responderam por 10,1% da produção energética mundial em 2006. Na matriz da geração mundial de eletricidade, o biogás é incluído no grupo “Outras Fontes”, cuja participação foi de 2,3% da produção total em 2006, conforme mostrado na Tabela 1 (ANEEL, 2008).

Tabela 1 – Oferta primária de energia no mundo em 1973 e 2006

Fonte primária de energia	% em 1973	% em 2006
Petróleo	46,1	34,4
Carvão	24,5	26,0
Gás Natural	16,0	20,5
Nuclear	0,9	6,2
Biomassa	10,6	10,1
Hidráulica	1,8	2,2
Outras Fontes Renováveis	0,1	0,6

Fonte: IEA (2008) *apud* Aneel (2008)

Já o estudo Renewables 2007 Global Status Report, da REN21, informa que, apesar de pequena, a aplicação comercial de usinas a biogás nos últimos anos tem apresentado significativo crescimento nos países em desenvolvimento, particularmente na China e na Índia. Países desenvolvidos, como Estados Unidos, também têm utilizado o lixo urbano e industrial para a produção de energia (ANEEL, 2008).

De acordo com dados da IEA, em 2005 o lixo urbano deu origem a uma produção mundial de 870.578TJ, o lixo industrial a 428.645 TJ e o biogás a 520.918 TJ. Na produção de energia elétrica, a participação de cada um deles foi de 50,9 TWh, 13,3 TWh e 21,8 TWh, respectivamente. Estes volumes só

não foram inferiores ao da energia produzida por outras novas fontes renováveis, como a solar e dos oceanos (ANEEL, 2008).

No Brasil, em novembro de 2008 existiam três usinas termelétricas de pequeno porte movidas a biogás em operação, além de um projeto piloto segundo reportado pelo Banco de Informações de Geração (BIG) da Aneel. A primeira delas, inaugurada em 2003 com capacidade instalada de 20 MW, dentro do aterro sanitário Bandeirantes na cidade de São Paulo, foi anunciada na época como a maior usina a biogás do mundo. As demais são: São João, também em aterro sanitário da cidade de São Paulo, com potência instalada de 24,6 MW, e EnergBiog, com 30 kW de potência, localizada na cidade de Barueri, região da Grande São Paulo. Além dessas, havia mais sete empreendimentos outorgados, totalizando 109 MW de potência nos Estados de São Paulo, Bahia, Rio de Janeiro, Pernambuco e Santa Catarina (ANEEL, 2008).

Em 2008, a Aneel autorizou à Companhia Paranaense de Energia Elétrica (Copel) para implantar projeto-piloto para a compra da energia excedente produzida em pequenas propriedades rurais do Paraná a partir de dejetos de animais. Conhecido como “Programa de Geração Distribuída com Saneamento Ambiental”, este permitiria a utilização do material orgânico resultante da criação de suínos, evitando o seu lançamento em rios e em reservatórios como o da usina hidrelétrica de Itaipú. Os resíduos seriam transformados, por meio de biodigestores, em biogás para uso como combustível na produção de energia elétrica. Por decisão da Aneel, a potência instalada máxima dos empreendimentos incluídos no programa seria de 300 kVA, que equivale a 270 kW. Esta potência é suficiente para abastecer 60 unidades consumidoras residenciais com consumo mensal médio de 150 kW (ANEEL, 2008).

Rotas tecnológicas para obtenção de energia elétrica e aquecimento de processos a partir do biogás

Existem três rotas tecnológicas para a utilização do lixo como energético. Uma delas, a mais simples e disseminada é a combustão direta dos resíduos sólidos. Outra é a gaseificação, que transforma o combustível sólido em gás energético por meio de reações químicas. Finalmente, a terceira e mais utilizada para a produção do biogás é a reprodução artificial do processo natural, em que a ação de microorganismos em um ambiente anaeróbico produz a decomposição da matéria orgânica e, em consequência, a emissão do biogás (ANEEL, 2008).

Principais políticas de incentivo ao uso das energias renováveis no Brasil

A expansão do grupo “Outras Fontes”, identificado como recurso na matriz energética nacional é fruto, em grande parte, do apoio governamental por meio de programas oficiais que abrangem variáveis como aquisição compulsória por parte das empresas de energia elétrica locais, subsídios, tarifas especiais, desoneração fiscal ou aporte direto de recursos. Nos anos 90, países como Alemanha, Espanha e Dinamarca, por exemplo, definiram metas para a expansão da energia eólica, das quais constavam condições especiais para a venda da energia produzida para as companhias de eletricidade (ANEEL, 2008).

Em 2003, o Brasil implantou o Proinfa, maior programa nacional para estímulo à produção de energia elétrica por meio das fontes renováveis, com base na Lei no 10.438, de abril de 2002. O programa é gerenciado pela Eletrobrás, empresa constituída pelo Governo Federal em 1962 para investir na expansão do sistema elétrico nacional. Para a primeira fase do programa, previa-se a instalação de uma capacidade total de 3,3 mil MW. A energia produzida pelo Proinfa tem garantia de contratação por 20 anos pela Eletrobrás (ANEEL, 2008).

Do total de potência instalada, 1200 MW corresponderiam a 63 PCHs (pequenas centras hidrelétricas), 1400 MW a 54 usinas eólicas e 685 MW a 27 usinas de pequeno porte operando com biomassa. Para a segunda fase do programa, a ser iniciada logo após a conclusão da primeira e encerrada em 2022, a meta é que as três fontes eleitas tenham participação de 10% na matriz da energia elétrica nacional. Em outubro de 2008, no entanto, do total inicialmente previsto, estão em operação comercial 34 PCHs, 19 usinas a biomassa e 7 eólicas. O volume inferior ao inicialmente estimado fez com que o governo anunciasse, em 2008, revisão do programa, de forma a estimular o aumento dos investimentos (ANEEL, 2008).

Segundo o Banco de Informações de Geração (BIG), da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), em novembro de 2008 estavam em operação no país 17 usinas eólicas, 320 PCHs, um empreendimento fotovoltaico e três usinas termelétricas abastecidas por biogás, cuja matéria-prima é a biomassa obtida em aterros sanitários ou lixões (ANEEL, 2008).

Considerações Finais: principais dificuldades para a utilização de algumas fontes renováveis em larga escala no Brasil

Da revisão de literatura realizada destacam-se algumas dificuldades para a expansão da utilização em larga escala das fontes renováveis de energia, como Biomassa e Biogás, no Brasil. Estas dificuldades são:

- Deficiência de políticas mais específicas e de maior divulgação destas em âmbito nacional. Esta é uma dificuldade que não foi elucidada no relatório da Aneel, porém, que no próprio texto ficam evidentes exemplos internacionais de governos federais que deram certo na tarefa de renovar a matriz energética destes países. Dentre tais políticas estão: um maior financiamento de pesquisas específicas na área energética por parte do governo; melhores condições de tarifação para os empresários que produzirem energia elétrica a partir de fontes renováveis e garantia de compra de toda sua energia excedente, entre outras.
- Necessidade de um número maior de pesquisas na área de energia, investindo em capacitação de recursos humanos e desenvolvimento de novas tecnologias para a utilização mais ampla das energias renováveis com potencial de exploração no território brasileiro. Tais estudos também devem analisar os impactos ambientais de cada fonte energética (como a taxa na qual os gases poluidores da atmosfera são emitidos), as estimativas de custo para implementação e manutenção dos novos sistemas, bem como o custo da energia produzida (R\$/kWh).

Para o caso específico da biomassa, cabe destacar que a matriz energética da biomassa no Brasil é composta majoritariamente por pequenos produtores (média de 21,38 MW/termelétrica). Dessa forma, grandes empreendimentos termelétricos raramente utilizam a biomassa como combustível, de modo que o seu crescimento na matriz energética brasileira tem sido relativamente lento.

Referências Bibliográficas

- Aneel – Agência Nacional de Energia Elétrica. Atlas de Energia Elétrica do Brasil. 2. Ed. Brasília: Aneel, 2005. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/Atlas/download.htm>>. Acesso em 3 de julho de 2012.
- Aneel – Agência Nacional de Energia Elétrica. Atlas de Energia Elétrica do Brasil. 3. Ed. Brasília: Aneel, Novembro de 2008. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/visualizar_texto.cfm?idtxt=1689>. Acesso em 3 de julho de 2012.
- BIG – Banco de Informações de Geração. Matriz Energética do Brasil. Aneel. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoGeracaoTipo.asp?tipo=5&ger=Combustivel&principal=Biomassa>>. Acesso em 7 de julho de 2012.
- Moran, M. J., Shapiro, H. N. “Princípios de Termodinâmica para Engenharia”. 6. Ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2009.
- Sánchez, C. G., Barreda, E., Sanchez, E., Santos, F., Ramirez B, Jhon Jairo, Fernandes, M., Cruz, R., Bizzo, W. Tecnologia da Gaseificação de Biomassa. 1. Ed. Campinas: Átomo, 2010. v. 1. 430 p.