DOI: 10.22411/rede2016.1002.02

REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA ISSN: 1982-5528

Journal Homepage: www.revistarede.ufc.br Fortaleza, BRA

ENERGIAS RENOVÁVEIS: UMA CONTEXTUALIZAÇÃO DA BIOMASSA COMO FONTE DE ENERGIA

Renewable energy: a contextualization of the biomass as power supply

Ane Caroline Pereira Borges[1]
Marcelo Santana Silva[2]
Carine Tondo Alves[3]
Ednildo Andrade Torres[4]

RESUMO:
Os problemas ambientais da atualidade, causados principalmente pelas emissões dos Gases do Efeito Estufa (GEE's), a partir da queima de combustíveis fósseis, utilizados especialmente para geração de energia e no setor de transporte, veem preocupando boa parte dos grupos de pesquisa e grandes laboratórios climáticos pelo mundo. A busca por fontes alternativas na matriz energética e por combustíveis mais limpos é cada vez maior, e uma dessas principais alternativas é o emprego da biomassa. O Brasil possui um grande potencial para esta revolução energética. O presente estudo consiste em uma pesquisa empírica e de caráter qualitativo, que utilizou como ferramental a revisão de literatura com investigação exploratória. Constatou-se que o Brasil realmente apresenta um grande potencial com relação às diversas fontes energéticas, em especial às fontes renováveis.
Palavras chave: Energias renováveis; Biomassa.

ABSTRACT:
The actual environmental problems, caused mainly by emissions of Greenhouse Gases (GHG's) from the burning of fossil fuels, especially used for power generation and transport sector, are worrying the whole world. The search for alternative sources in the energy matrix and cleaner fuels is increasing, and one of the main alternatives is biomass. Brazil has a great potential for this energy revolution. This study consists of an empirical and qualitative research approach, which used as a tool literature review through exploratory research. In this research, it was evident that Brazil really has a great potential in respect to different energy sources, especially renewable sources.
Keywords: Renewable energy; Biomass.

[1] Ms. Engenharia Industrial e doutoranda em Energia e Meio Ambiente – UFBA. anecborges@gmail.com
[2] Dr em Energia e Meio Ambiente. Prof. IFBA e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial – UFBA. rofmarceloifba@gmail.com
[3] Dra em Engenharia Industrial, profa. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) e Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial - UFBA. carinealves60@hotmail.com
[4] Dr. Engenharia Mecânica, Prof. Escola Politécnica e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial – UFBA. ednildo@ufba.br

INTRODUÇÃO

Diante da situação ambiental atual e todas as consequências que o planeta vem sofrendo devido, especialmente, ao uso dos combustíveis fósseis como principal fonte de energia, a busca por fontes alternativas na matriz energética e por combustíveis mais limpos vem ganhando espaço em nível mundial. O que se espera, de forma geral é que seja possível garantir o desenvolvimento econômico com inclusão social sem que ocorra uma agressão maior ao meio ambiente e à saúde humana. Uma alternativa para equilibrar este descompasso da utilização de fontes não renováveis, atrelada à questão ambiental é incentivar e fomentar a utilização da biomassa como fonte de energia primária e renovável.

Levando também em consideração que o consumo de energia esta atrelado diretamente com o tamanho da população, pois o acréscimo do número de habitantes, bem como o aumento da renda per capta, requer investimento em infraestrutura de diferentes formas, e, portanto, aumento na produção de energia. Segundo World Energy Council - WEC (2010a), em seu relatório "*Energy and Urban Innovation*" estima-se um aumento da população mundial em 43 %, dos atuais 6,7 bilhões de pessoas para 9,6 bilhões em 2050.

O WEC, em relatório intitulado "*Logistics Bottlenecks*", fez uma projeção do consumo e da demanda energética para 2020 e 2050 o qual corrobora que haverá um aumento em energia primária até 2020, e estima a duplicação da demanda de energia no planeta, até 2050 (WEC, 2010b). No entanto, o Conselho assegura que os combustíveis fósseis ainda serão o principal componente da matriz energética por mais uma geração. No entanto, a biomassa, energia eólica, a geotermia e o aproveitamento energético de resíduos são tecnologias economicamente viáveis na atualidade (WEC, 2010a).

Tendências sobre o mercado de energias renováveis refletem o forte crescimento e investimentos em todos os setores do mercado. Para comprovação de tal afirmação, pode-se dizer que, durante o período compreendido entre o final de 2005 até 2012, o setor cresceu a taxas médias variando de 15 % a 55 % ao ano (REN, 2013).

O Brasil possui um grande potencial para produção de biomassa. É um dos países que possui maior abundância de energia renovável do mundo, e diferente dos outros países, possui algumas vantagens para liderar a agricultura de energia. Umas das vantagens que se destaca é a capacidade de incorporar novas áreas à agricultura para geração de energia sem competir com a agricultura de alimento e com impactos ambientais limitados ao socialmente aceito.

Segundo Barnwal e Sharma (2005), os países em processo de desenvolvimento têm evidenciado uma disposição de disseminar sistemas de produção direcionados para os combustíveis renováveis. Sorda *et al.,* (2010) cita vários experimentos com o uso de biomassa moderna no mundo. No Brasil, pode-se citar dois grandes programas: o Programa do Álcool, pelo emprego do etanol de cana-de-açúcar em automóveis leves, sendo responsável pelo aumento do setor sucroalcooleiro, promovendo o incremento na área tecnológica, no melhoramento dos processos industriais e dos diversos aspectos da questão ligadas à agroindústria, sendo responsável por milhares de empregos diretos e indiretos (BARNWAL e SHARMA, 2005). O segundo, diz respeito ao Programa Nacional de Produção de Biodiesel (PNPB), que, por obrigatoriedade do acréscimo de biodiesel ao diesel, proporciona mais segurança energética, aliadas também às condições sociais e econômicas vigentes. Este último é considerado uma opção ambientalmente correta, aliados a geração de emprego, melhoria nas economias regionais, cujo propósito é estimar o homem do campo e aumentar a oferta de diferentes matérias-primas (PADULA *et al.,* 2012).

Através de um levantamento e discussão sobre as energias renováveis no Brasil e no Mundo, com uma análise da matriz energética brasileira e o uso sustentável de biomassa para fins energéticos será possível perceber a importância destas fontes sustentáveis para o

equilíbrio do tão sonhado "desenvolvimento sustentável". Diante desta contextualização, o objetivo deste trabalho foi realizar uma contextualização da biomassa como fonte de energia.

Sendo a pesquisa um procedimento formal, com método de pensamento reflexivo, que requer um tratamento científico e se constitui no caminho para se conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais (LAKATOS e MARCONI, 2008). A abordagem metodológica adotada para este estudo segue a proposta por Gil (2009), que leva em consideração a forma de abordagem do problema, os objetivos e os procedimentos técnicos adotados.

Os procedimentos técnicos adotados nas pesquisas classificadas como qualitativas e exploratórias são amplos e versáteis. É caracterizada como qualitativa por permitir compreender o contexto da situação estudada, possibilitar a captura e interpretação dos fenômenos e atribuir significados a estes (LAKATOS e MARCONI, 2008). E exploratória por permitir maior familiaridade com o problema levantado (explicitá-lo) e por ser mais flexível e informal, permitindo aos pesquisadores buscarem um maior conhecimento sobre o tema em perspectiva (GIL, 2009).

O presente estudo consiste em uma pesquisa empírica e de caráter qualitativo, que utilizou como ferramental a revisão de literatura com investigação exploratória. Quanto aos procedimentos, realizou-se uma ampla revisão bibliográfica e teórica para aprofundar conceitos como energias renováveis, matriz energética e biomassa, que também foram inseridos como resultados, aliados ao levantamento documental específico.

ENERGIAS RENOVÁVEIS

As fontes de energias renováveis são a opção mais indicada para substituição dos combustíveis fósseis objetivando a geração de energia, pelo fato de quando comparados a outras fontes energéticas, provocam um menor impacto ambiental e, reduzem o uso de produtos derivados do petróleo. Além disso, dependendo do local, como em algumas comunidades isoladas, as energias renováveis podem ser consideradas como alternativa para geração de energia, devido à falta de disponibilidade de combustíveis fósseis. No entanto, todas as fontes de energia devem ser utilizadas de maneira sustentável e econômica para que possam garantir sua utilização de forma contínua e segura (GUARDABASSI, 2006).

Em um dos seus ensinamentos, Goldemberg (2003) relata que uma das principais vantagens da utilização das energias renováveis é a geração de empregos, em especial a partir da biomassa. A geração de empregos diretos e indiretos promove uma melhora na qualidade de vida, na inclusão social, desenvolvimento regional.

As tecnologias renováveis estão se expandindo no mundo inteiro e em novos mercados. Segundo dados da Renewable Energy Policy Network (REN), entre 2010 e 2011, o mercado mundial de energias renováveis recuperou-se, após uma recessão global em 2009, com crescimento variando até 74 %, dados estes, bem acima da média histórica do setor. Observou-se que o destaque foi para mercado de energia solar, com 74 %, porém, houve crescimento também, na eólica e no biodiesel, com aumentos de 20 % e 16 %, respectivamente (REN, 2013).

Entretanto, em 2012, de acordo com a Figura 1, observa-se que a energia solar e eólica tiveram reduções, isso devido aos avanços tecnológicos, mas também, devido à crise econômica internacional e as tensões no comércio internacional, o que acaba gerando novos desafios para algumas indústrias de energias renováveis.

Com relação ao setor de transporte, durante o período de 2007 até 2012, a taxa de crescimento médio anual foi de quase 11 % para etanol e 17 % para o biodiesel (Figura 1). Mesmo com a expansão da produção do biodiesel em 2012, o ritmo de crescimento foi mais lento, diferente do que ocorre com o etanol, que teve seu maior pico em 2010 e desde então

vem decrescendo. Houve um decréscimo na produção mundial de etanol em 2012 na ordem de -1,3 %, devido às flutuações climáticas e de cenários econômicos (REN, 2013).

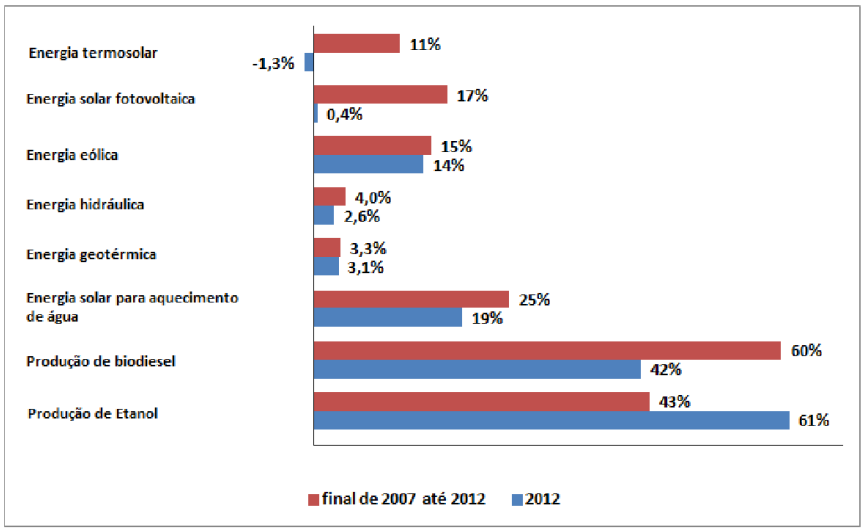

Figura 1: Taxas médias anuais de crescimento de energias renováveis e produção de biocombustíveis, 2007-2012.

A redução dos preços e o financiamento em inovação estão tornando as energias renováveis mais acessíveis para uma grande quantidade de consumidores em países desenvolvidos. Como resultado, os novos mercados na Ásia, América Latina, Oriente Médio e África estão ganhando impulso, com novos investimentos em tecnologias renováveis de todos os setores. A evolução do emprego nesse setor varia de acordo com o país e a tecnologia, contudo, de forma geral, o número de pessoas que trabalham em indústrias de energia renováveis tem aumentado (REN, 2013).

Apesar da crise econômica internacional, a demanda global por energia renovável continuou a aumentar durante o período de 2011 e 2012. As energias renováveis representaram 19 % do total de energia final a nível mundial em 2012, destes, 9,3 % representa a biomassa tradicional e os outros 9,7 % distribuídos pela eólica, solar, hídrica, geotérmicas e combustíveis, conforme Figura 2. A biomassa tradicional é aquela usada principalmente para aquecimento e alimentação, utilizados nas zonas rurais, principalmente nos países em desenvolvimento. A energia hidrelétrica representou 3,7 % e está crescendo moderadamente, e as outras fontes representaram cerca de 6,0 %, também com fortes crescimentos, especialmente em países desenvolvidos, bem como em alguns países em desenvolvimento (REN, 2013).

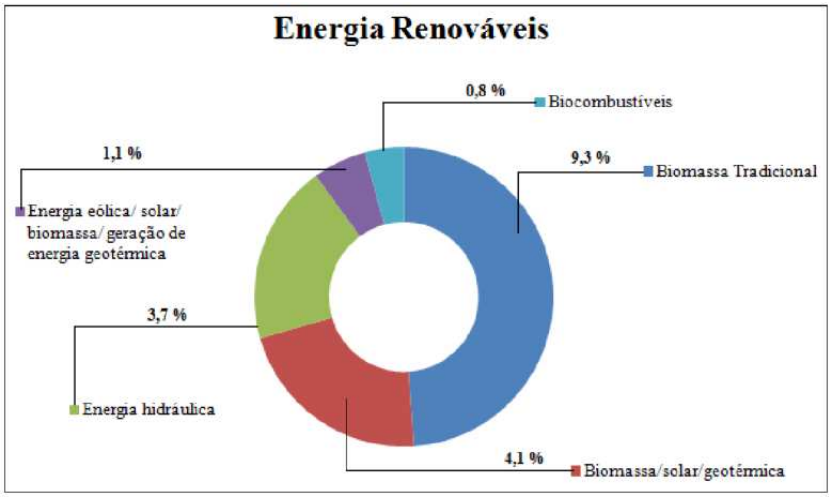

Figura 2: Consumo Global de Energias Renováveis em 2012.

Dados do instituto americano THE PEW CHARITABLE TRUSTS (2012), em seu relatório intitulado "*Who is* Winning the Clean Energy Race" (em português, *Quem Está Ganhando a Corrida da Energia Limpa*)", mostra os investimentos em 2011 com relação às energias limpas, conforme Tabela 1. Os Estados Unidos lidera com 48 bilhões de dólares, seguidos da China com 45,5 bilhões de dólares. O Brasil aparece em décimo lugar com 8 bilhões de dólares, isto equivalente a 16,7 % quando comparado ao montante de investimentos dos Estados Unidos, com um crescimento de 15 % em relação a 2010. O documento aponta que o Brasil registrou a terceira maior taxa de crescimento na produção de energia alternativa nos últimos cinco anos entre os países do G20.

Tabela 1: Países com maiores investimentos em energia limpa em 2011.

Ranking em 2011	Países	Investimento 2011 (Bilhões de US$)	Investimento 2011 (Bilhões de US$)
1	Estados Unidos	48,0	33,7
2	China	45,5	45,0
3	Alemanha	30,6	32,1
4	Itália	28,0	20,2
5	Resto da EU-27	11,1	15,2
6	Índia	10,2	6,6
7	Reino Unido	9,4	7,0
8	Japão	8,6	7,0
9	Espanha	8,6	6,9
10	Brasil	8,0	6,9

Segundo o mesmo estudo, em nível mundial, o investimento em energias limpas, sem levar em consideração a pesquisa e o desenvolvimento, cresceu 600 % desde 2004 e representou um investimento recorde de US$ 263 bilhões, um acréscimo de 6,5 %, em comparação com o investimento de 2010. As fontes de produção que mais cresceram foram a solar e a eólica produzida pelo grupo do G20 (THE PEW CHARITABLE TRUSTS, 2012).

Essa mudança reflete três tendências importantes: a redução de subsídios para a energia eólica e solar, o aumento de interesse dos investidores nos países emergentes e a queda dos custos de tecnologia eólica e energia solar fotovoltaica.

Segundo REN (2013), na América Latina, o Brasil continuou a ser o principal investidor apesar de um declínio de 38 % em 2012. Mas o investimento em energia renovável está

crescendo rapidamente também em outros países, como é o caso do México, que investiu cinco vezes mais, passando de USD 352 milhões em 2011 para USD 2 bilhões em 2012, e Chile e Peru que se tornaram novos mercados atrativos. O declínio dos investimentos após alguns anos de crescimento foi devido à incerteza das políticas de apoio na Europa e nos Estados Unidos, e isto, resultou em reduções dos custos de tecnologias. Em 2007, as economias desenvolvidas investiram duas vezes e meia a mais que os países em desenvolvimento, em energias renováveis.

Ainda, segundo dados REN (2013) a capacidade de energias renováveis existentes em todo Mundo chegou a um número estimado de 1.470 GW, em 2012, um aumento de quase 8,5 % da capacidade de 2011. Em 2012, as energias renováveis atingiram um total de 480 GW no mundo, um aumento de 21,5 % com relação a 2011, e o BRICs (Brasil, Rússia, Índia e China) representaram 26,6 % deste total, conforme Figura 3. Entre as que mais cresceram neste período, foram: China (90 GW), Estados Unidos (86 GW) e a Alemanha (71 GW). Os outros quatro países em destaque foram: Espanha, Itália, Índia (REN, 2013).

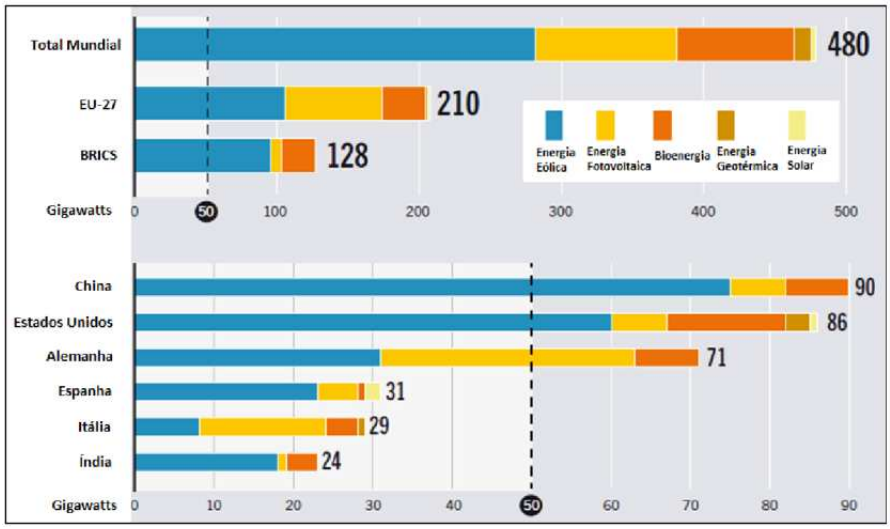

Figura 3: Capacidade de energias renováveis no mundo, EU BRICs e em outros países, 2012.

O sucesso para o desenvolvimento crescente de energias renováveis dependerá exclusivamente de políticas globais de produção e comercialização em mercados domésticos e internacionais, e de forte presença do Estado na implementação de medidas e de incentivos fiscais e, principalmente de subsídios para compensar a diferença de valores em comparação aos outros combustíveis fósseis, já que os custos de produção das energias renováveis ainda são bastante elevados. Outra questão de extrema importância será o estabelecimento de metas a nível global, para o uso de biocombustíveis, que poderia ser misturado com o combustível convencional. Atualmente, no mundo, há cerca de 10 países que obrigam as empresas petrolíferas a adicionar uma porcentagem de biocombustíveis ao combustível regular, temos como exemplo, países da União Europeia e o Brasil.

Diante do cenário exposto, é inegável a importância das energias renováveis nos debates nacionais e internacionais, principalmente quando se insere a urgente necessidade de redução das emissões de gases de efeito estufa, como forma de minimizar os impactos das mudanças climáticas, e por outro lado, a dependência dos combustíveis fósseis.

Algumas considerações sobre a matriz energética

A partir da matriz energética é possível se conhecer os diferentes tipos de energia que são utilizados em um país. No Brasil, a lenha tem sido uma fonte de energia de grande importância, presente, principalmente, nas residências para cocção e aquecimento. Durante o ciclo da cana de açúcar, a lenha era usada no aquecimento do caldo de cana e produção do açúcar, a invenção da máquina a vapor proporcionou um grande salto tecnológico. Com isso, os novos processos produtivos exigiam uma maior contribuição energética, necessitando de um combustível mais eficiente e abundante. Com o uso do carvão mineral no Brasil, a lenha que antes era utilizada nas locomotivas a vapor, foi substituída pelo carvão mineral. O carvão também foi destinado para iluminação pública, residenciais e na produção de gás (MOURA et al., 2010).

Entre as décadas de 20 e 30, com o aumento do uso de automóveis, o Brasil começou a importar petróleo e seus derivados, contudo, apenas no final da década de 60 se deu início às prospecções de petróleo no fundo do mar. A crise do petróleo nos anos 70 estimulou investimentos em novas tecnologias para o uso de recursos naturais renováveis, como também políticas públicas foram criadas, como no caso do Proálcool em 1975. A implantação do Proálcool proporcionou mudanças significativas na matriz energética brasileira. A produção de biodiesel, a importação e descoberta de maiores jazidas de gás natural também foram fatores que provocaram alterações na Matriz Energética Brasileira (MEB) (RODRIGUES, 2009).

Além dos programas nacionais já citados, Programa Proálcool e PNBP, para o incentivo do uso de fontes renováveis, outras políticas públicas, mais atuais, também visam à diversidade da matriz energética brasileira, como é o caso do projeto de lei 3.529/2012, que visa à diversificação da matriz energética do Brasil, a partir da política nacional de geração de energia elétrica a partir da biomassa. Com a sanção desta lei, é inevitável a geração de energia elétrica a partir da biomassa e a maior participação de fontes renováveis na matriz energética brasileira (ABRAF, 2013).

Dentre os incentivos federais que promoveram a participação de biocombustíveis na matriz energética, destaca-se o PROINFA (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica). Este programa tem como objetivo aumentar a participação de fontes renováveis para geração de energia elétrica no Sistema Elétrico Interligado Nacional (SIN) (EPE, 2015). Só a partir de 2000 que o crescimento da bioeletricidade se acelera, devido à expansão do aproveitamento do bagaço de cana-de-açúcar e maiores incentivos federais.

Segundo Oliveira (2009) há algumas décadas a matriz energética mundial vem se mantendo estável, desde a revolução energética na busca da substituição dos combustíveis fósseis por fontes de energia renováveis e sustentáveis. O que mudou consideravelmente foi a quantidade de energia ofertada.

O Brasil apresenta uma posição extraordinária com relação às diversas fontes energéticas, em especial em fontes renováveis. Além disto, o país apresenta uma certa estabilidade macroeconômica e diversas vantagens comparativas, sobretudo a vantagem natural evidenciada na sua matriz energética. A MEB demonstra que a Oferta Interna de Energia (OIE), em 2012, aumentou 11,3 Mtep, com uma taxa de crescimento de 4,1 % atingindo 283,6 Mtep, correspondente a 2,1 % da energia mundial (Figura 4) (EPE, 2013). Observou-se, que desde 2000 até 2011, houve acréscimo na OIE, isto atrelado sempre ao forte crescimento da demanda interna durante este período, com exceção ao ano de 2008 devido à crise mundial estabelecida no segundo semestre de 2008.

Com relação à Oferta Interna de Energia no Brasil (OIE) observa-se que desde 2000 a oferta total de energias renováveis vem aumentando, com exceções da lenha e do carvão vegetal. Importante destacar que desde 2007, a participação da energia "hidráulica e

eletricidade" vêm sendo superada, em ternos percentuais, pelos "derivados da cana-de-açúcar". Atualmente, os derivados da cana correspondem a 15,4 % da OIE, e além dos produtos da cana, a parcela da biomassa é composta por 9,1 % de lenha e de 4,1 % de outras matérias renováveis (Figura 4). Neste último grupo observou-se um aumento da produção de biodiesel e da geração eólica (EPE, 2013).

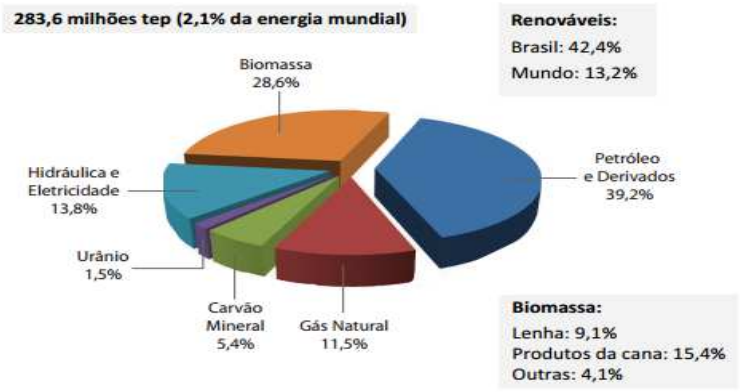

Figura 4: Oferta Interna de Energia no Brasil.

Em 2013, a MEB manteve o seu alto índice de energias renováveis e está entre as mais elevadas do mundo, porém teve uma redução de 1,6 % com relação ao ano de 2012, em decorrência da redução da oferta interna de etanol e energia hidráulica no país. A produção de derivados não acompanhou o ritmo da demanda, consequentemente, houve uma maior importação de gasolina e diesel. Conforme Figura 5, os 42,4 % representa a participação de renováveis na matriz energética, proveniente de fontes como recursos hídricos, biomassa e etanol, além da energia eólica e solar (EPE, 2013).

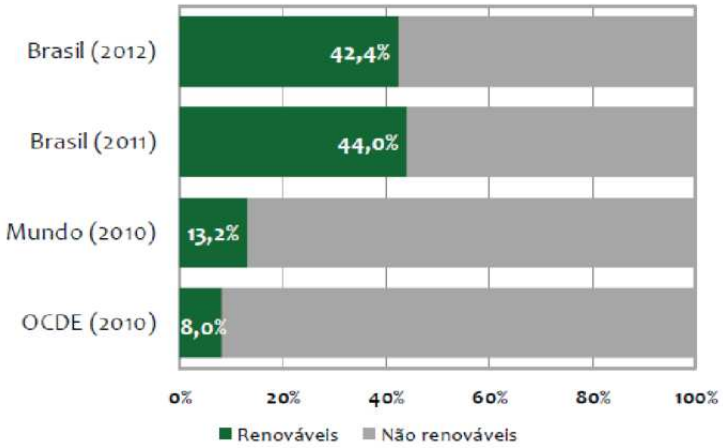

Figura 5: Participação de renováveis na Matriz Energética Brasileira e Mundial.

Mesmo com esse pequeno decréscimo, a energia renovável representa um valor significativo na MEB, bastante diferente das matrizes energética mundial e dos países ricos (reunidos na OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico), dados de 2009, pois apenas 13,3 % e 8 %, respectivamente, são renováveis (EPE, 2012).

BIOMASSA COMO FONTE DE ENERGIA

No contexto da matriz energética, a biomassa, se insere nas energias renováveis e vem se destacando com a incorporação de novas possibilidades de exploração e utilização. As biomassas podem ser rotuladas em "biomassas modernas" e "biomassas tradicionais". As biomassas modernas compreendem os biocombustíveis (etanol e biodiesel), derivados do bagaço de cana-de-açúcar, da madeira de reflorestamento e de outras fontes, desde que aproveitadas de modo sustentáveis e com métodos tecnológicos eficientes e avançados. As chamadas biomassas tradicionais são aquelas empregadas de maneira rústica, geralmente utilizada para suprir a classe residencial (aquecimento de ambientes e alimentação) em comunidades isoladas. Podem-se enfatizar os resíduos florestais, a madeira de desflorestamento e os dejetos de animais (VICHI e MANSOR, 2009; DHILLON e WUEHLISCH, 2013).

O uso de biomassa tem como vantagens as suas técnicas de utilização. Existem vários tipos de fontes possíveis de se obter biomassa para energia. Toda a energia contida na biomassa é classificada como Bioenergia. Portanto, é uma energia de baixa entropia oriunda dos mais embrionários processos de fotossíntese e quimiossíntese, dilatada e acumulada ao longo das cadeias ecológicas (SCHUCHARDT e RIBEIRO, 2001; LAL, 2005; SCARLAT et al., 2013).

A biomassa é usada desde os tempos antigos como fonte de energia (lenha) das sociedades sem, no entanto, apoiar-se em produção sustentável. Por este motivo, durante muito tempo o termo biomassa foi associado à ideia de desmatamento. Somente no século XX teve início o uso da biomassa moderna, com programa do álcool no Brasil e a prática do reflorestamento para produção de madeira. Observa-se assim que a biomassa é uma importante fonte de energia para estes países e que o modo como esse combustível é utilizado pode ser aperfeiçoado, por meio de tecnologias mais eficientes promovendo melhorias socioambientais, tais como a redução dos níveis de poluição, aumento da qualidade de vida, geração de emprego e renda (GUARDABASSI, 2006).

A valorização da biomassa como insumo energético moderno surgiu na década de 70 com as crises do petróleo (1973 e 1979), passando a ser considerada uma alternativa viável para atendimento das demandas por energia térmica e de centrais elétricas. Entretanto, a partir de 1985, os preços do petróleo voltaram a despencar, diminuindo novamente o interesse em energias alternativas. Mas já na década de 90, a biomassa voltou a ganhar destaque no cenário energético mundial devido ao desenvolvimento de tecnologias mais avançadas de transformação, pela ameaça de esgotamento das reservas de combustíveis fósseis, pela incorporação definitiva da temática ambiental nas discussões sobre desenvolvimento sustentável e pela assinatura do Protocolo de Kyoto em 1997 (NOGUEIRA et al., 2000).

Saidur et al., (2011) abordam que as pesquisas na área de biomassa estão crescendo rapidamente nos últimos tempos, em razão, sobretudo, das mudanças climáticas. A partir da primeira crise do petróleo na década de 70, a utilização da biomassa como opção de minimizar os efeitos ambientais e a insegurança no suprimento futuro de combustíveis fósseis, com a utilização de óleos vegetais e outros tipos de biomassa, fez com que, vários países investissem intensamente em energia solar, eólica e biomassa, cuja finalidade de minimizar as externalidades e diversificar a matriz energética mundial.

O Brasil é considerado um dos maiores produtores agrícolas, e o maior produtor e consumidor mundial de bioenergia. Fatores como a rica biodiversidade, disponibilidade de área para cultivo e condições climáticas adequadas, têm contribuído para alcançar altos níveis de utilização de biomassa (VAN DER SELT, 2011).

O aproveitamento de biomassa para produção de energia vem despertando cada vez mais interesse no Brasil, pois além de ser considerada uma fonte sustentável de baixo custo e

abundante, existe a grande possibilidade de novas tecnologias para aumento do seu potencial energético. Dentre as fontes alternativas, a biomassa apresenta um grande potencial de crescimento nos próximos anos (MME, 2014). Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a porcentagem da biomassa tente a aumentar nos últimos anos na matriz elétrica nacional. Em 2012 a biomassa representou 6,8 %, já em 2014 representou 7,4 %.

Em 2013, de acordo com o Ministério de Minas e Energia – MME (2014), a geração de energia elétrica no Brasil a partir da biomassa representou 8 %. Dessa porcentagem, as principais biomassas utilizadas são os resíduos florestais, cana-de-açúcar e licor negro. Segundo os dados do relatório REN21 (2015), a potência instalada de geração elétrica a biomassa em 2014 correspondia a 14 % da capacidade de fonte renovável total, sem contar com fonte hidráulica. Entre 2000 e 2012 a geração elétrica a partir da biomassa teve um crescimento mundial de 140 %, correspondente a 439 TWh.

A participação da bioeletricidade na geração elétrica total vem crescendo. No Brasil, esta bioeletricidade é obtida principalmente através da cogeração em unidades dos segmentos industriais sucroenergético e em menor escala de papel e celulose. Além dessas fontes, o uso da lenha de florestas energéticas para geração de energia elétrica vem aumentando e contribuindo para essa diversificação (EPE, 2015).

Segundo a ABRAF (2013) a biomassa florestal representa cerca de 15,8 % da geração de energia elétrica no Brasil. Sendo gerados anualmente 41 milhões de toneladas de resíduos madeireiros, biomassa capaz de gerar energia elétrica equivalente a 1,7 GW/ano. Essa ampliação se deu mediante melhores rotas de conversão e aproveitamento energético contido nas biorrefinarias.

Como fonte de energia verde, a biomassa é uma das fontes de energia renovável mais ambundante, que além de gerar menos SO2 e NOx possui ciclo fechado de carbono, o que reduz as emissões de CO2 ao ambiente. Seu uso proporciona um equilíbrio no balanço entre a captura e a emissão de gás carbônico no ciclo de geração de energia. Entretanto, a biomassa apresenta algumas dificuldades, tais como o alto teor de umidade, natureza higroscópica, baixa densidade energética, difícil armazenagem, consequentemente o custo com transporte e armazenamento fica elevado. Esses fatores tornam a utilização da biomassa para produção de bioenergia em larga escala ineficiente e economicamente desfavorável. Contudo, muitas pesquisas têm sido realizadas visando à conversão da biomassa de baixo grau, para uma energia de alta qualidade (KARKANIA et al., 2012).

Dentre as diversas fontes de biomassa disponíveis, os óleos vegetais são exaustivamente pesquisados como fontes de energia renovável, pois possibilita uma geração descentralizada de energia e um forte apoio à agricultura familiar, quando se utilizam oleaginosas específicas para o seu uso final. Nesta conjuntura aparece o biodiesel, um biocombustível originado a partir de uma reação de transesterificação de óleo com álcool na presença de um catalisador.

Contudo, existem algumas críticas aos biocombustíveis sobre a exata eficiência nas emissões evitadas de Gases de Efeitos Estufa (GEE). Primeiro, LI et al. (2007) questiona sobre a queimada de resíduos agrícolas, tais como palha de arroz, bagaço de cana de açúcar, restos agrícolas e outros, para co-geração de energia elétrica ou aquecimento, tais fontes consideradas como primárias e atende cerca de 2 bilhões de pessoas no mundo, o que causa, segundo os pesquisadores, o dobro de compostos orgânicos carcinogênicos e mutagênicos do que produzidos pelos combustíveis fósseis.

Segundo Demirbas (2007), a queima da lignina inserida nas matérias vegetais libera, em comparação com o carvão, quatro vezes mais metais pesados como Cádmio, Cromo, Arsênio, Cobre e Mercúrio.

As demais críticas das externalidades ambientais negativas dos biocombustíveis vão muito mais além. Estudo recente de Bryngelsson e Lindgren (2013) descreve que é inviável a

produção de bioenergia em terras marginais, em decorrência de elevação de preços em alimentos, do desmatamento e do aumento das pastagens.

Além disso, pode-se incluir de modo resumido que alguns pesquisadores mencionam sobre a elevada demanda de água aos plantios de oleaginosas e da cana-de-açúcar (FRAITURE et al., 2008), sobre o aumento no uso de pesticidas agrícolas (ENGELHAUPT, 2007), sobre a criação de novas plantas invasoras e de ervas daninhas (BARNEY e DITOMASO, 2008) e, sobretudo, a ameaça à biodiversidade (SCHARLEMANN e LAURANCE, 2008).

Contudo, apesar das críticas sobre a implantação da biomassa como fonte de energia, convêm verificar todas as externalidades positivas e negativas que envolvem os aspectos econômicos, ambientais e sociais. Para isto acontecer, são indispensáveis volumes significativos de investimentos planejados e acima de tudo, contínuos, cujo objetivo principal é a garantia da oferta de energia renováveis. Por isso, convêm enfatizar a obrigatoriedade de estudos e pesquisas na estruturação de programas de energias limpas principalmente biomassas modernas por acreditar que este é um vetor indutor do desenvolvimento sustentável para diferentes regiões do planeta.

CONCLUSÃO

O presente trabalho relatou de forma geral sobre as energias renováveis e a sua contextualização mundial e brasileira. Realizou-se uma análise da matriz energética mundial e brasileira e uma contextualização da utilização de biomassa como fonte de energia. O uso de biomassa de forma sustentável apresenta grande potencial de contribuição econômica, ambiental e impactos sociais.

Foi demonstrado que tanto os países desenvolvidos como os subdesenvolvidos, estão buscando investir em tecnologias renováveis e em novos mercados. Acredita-se que com o aumento e a utilização das energias renováveis a matriz energética se tornará mais diversificada, reduzindo as emissões atmosféricas e seus consequentes efeitos ao meio ambiente e à saúde humana, além de reduzir a dependência dos combustíveis fósseis e a gerar empregos diretos e indiretos.

De acordo com as pesquisas realizadas foi possível observar que em algumas regiões ainda existe uma forte dependência da biomassa tradicional (não sustentável), usada principalmente para cocção e aquecimento. Isso demonstra que ainda são necessários o suporte governamental e a criação de políticas que incentivem o uso de energias renováveis de forma sustentável.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **ABRAF**. Anuário estatístico ABRAF 2013. Ano base 2012, ed. São Paulo. Brasília: 2012. 42-43 p.

BARNEY, J.N; DITOMASO, J.M. Nonnative species and bioenergy: are we cultivating the next invader?. **BioScience**, v. 58, n. 1, p. 64-70, 2008.

BARNWAL, B. K.; SHARMA, M. P. Prospects of biodiesel production from vegetable oils in India. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 9, p. 363-378, 2005.

BRASIL. **Ministério de Minas e Energia (MME).** Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa). Brasília, 2004. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/programas/proinfa/>. Acesso em: 22/06/2016.

BRASIL. **Ministério de Minas e Energia (MME).** Núcleo de Estudos Estratégicos de Energia, Boletim: Capacidade Instalada de Geração Elétrica Brasil e Mundo (2014), Edição 05/03/2015, Brasília, 2015.

BRYNGELSSON, D. K.; LINDGREN, K. Why large-scale bioenergy production on marginal land is unfeasible: A conceptual partial equilibrium analysis. **Energy Policy**, v. 55, p. 454-466, 2013.

BORGES, A.C.P. **Torrefação de biomassa de eucalipto**. 2011. 85p. Monografia (Conclusão de Curso) – Universidade Salvador – UNIFACS, Salvador/BA, 2011.

DEMIRBAS, A.M. Combustion of Biomass. Energy Sources Part A: Recovery. **Utilization, and Environmental Effects**, v. 29, n.5, p. 549-561, 2007.

DHILLON, R. S.; WUEHLISCH, G. V. Mitigation of global warming through renewable biomass. **Biomass and Bioenergy**, v. 48, p. 75-89, 2013.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Balanço Energético Nacional** – BEN. Oferta Interna de Energia: ano base 2011. Rio de Janeiro, EPE, 2012.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Balanço Energético Nacional 2013**: ano base 2012. Rio de Janeiro, EPE, 2013.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Balanço Energético Nacional 2015**: ano base 2014. Rio de Janeiro, EPE, 2015.

ENGELHAUPT, E. Biofueling waters problems. **Environmental Science & Technology**, v. 41, n. 22, p.7593-7595, 2007.

FRAITURE, C., GIORDANO, M. & LIAO, Y. Biofuel and implications of agricultural mater use: blue impacts of green energy. **Water Policy**, v. 10, n. S1, p.67-81, 2008.

GUARDABASSI, P. M. **Sustentabilidade da biomassa como fonte de energia perspectivas para países em desenvolvimento**. 2006. 123p. Tese (Mestrado) – Energia. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas, 2009. 200p.

GOLDEMBERG, José; VILLANUEVA, Luz Dondero. **Energia, meio Ambiente & desenvolvimento**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2003.

KARKANIA, V.; FANARA, E.; ZABANIOTOU, A. Review of sustainable biomass pellets production: A study for agricultural residues pellets' market in Greece. **Renewable and Sustainable Energy**, Greece, n.16, p.1426-1436, 2012.

LAL, R. World crop residues production and implications of its use as a biofuel. **Environment International**, v. 31, n. 4, p. 575-584, 2005.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LI, X.; WANG, S.; DUAN, J.; GUO, X.; YI, W.; HU, J.; LI, C.; HAO, J. Emissions characteristics of particulate matter from rural household biofuel combustion in China. **Energy & Fuels**, v. 21, p.845-85, 2007.

MOURA, D.G.; GOMES, A. E.; PANZERA, A. C.. Energia no Brasil. In: Módulo Didático – Educação Ambiental. Secretaria de Estado de Educação, Minas Gerais, 2010.

OLIVEIRA, R.M. **Utilização de técnicas de caracterização de superfícies em madeiras tratadas termicamente.** 2009. 123 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Física de São Carlos na Universidade de São Paulo, São Carlos/SP, 2009.

PADULA, A. D.; SANTOS, M. S.; FERREIRA, L.; BORENSTEIN, D. The emergence of the biodiesel industry in Brazil: Current figures and future prospects. **Energy Policy**, v. 44, p. 395 -405, 2012.

REN 21 (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century). Renewables 2013: Global Status Report. 2013. Disponível em <www.ren21.net>. Acesso em 10 fev. 2014.

REN 21 (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century). Renewables 2015: Global Status Report. 2015. Disponível em <www.ren21.net/wp-content/uploads/2015/07/REN12-GSR2015_Onlinebook_low1.pdf>. Acesso em 08 jul. 2016.

RODRIGUES, T.O., **Efeitos da Torrefação no Condicionamento de Biomassa para Fins Energéticos.** 2009. 82f. Dissertação (Mestrado) - Engenharia Florestal. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

SAIDUR, R.; ABDELAZIZ, E. A.; DEMIRBAS, A.; HOSSAIN, M.S.; MEKHILEF, S. A review on biomass as a fuel for boilers. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, n. 5, p. 2262-2289, 2011.

SCARLAT, N.; DALLEMAND, J. F.; MOTOLA, V.; MONFORTI-FERRARIO, F. Bioenergy production and use in Italy: Recent developments, perspectives and potential. **Renewable Energy**, v. 57, p. 448-461, 2013.

SCHARLEMANN, J.P.W; LAURANCE, W.F. How green are biofuels? **Science**, v. 319, n. 5859, p. 43-44, 2008.

SCHUCHARDT, U.; RIBEIRO, M.L. A indústria petroquímica no próximo século: como substituir o petróleo como matéria-prima? **Química Nova**, v. 24, n. 2, p. 247-251, 2001.

SILVA, A.G. **Condicionamento de resíduos de *Eucalyptus grandis* para produção de biocombustível sólido.** 2013. 130f. Tese (Doutorado em Química) – Departamento de Química – Universidade Federal da Bahia – UFBA, Salvador/BA, 2013.

SORDA, G., BANSE, M.,KEMFERT, C. An overview of biofuel policies across the world. **Energy Policy**, v. 38, n. 11, p. 6977-6988, 2010.

THE PEW CHARITABLE TRUSTS. **Who is Winning the Clean Energy Race**. 2012. Disponível em: <http://www.pewenvironment.org/>. Acesso em: 28 fev. 2014.

VAN DER SELT, M. J. C. et al. Biomass upgradings by torrefaction for the production of biofuels: A review. **Biomass and Bioenergy,** The Netherlands, n.35, p. 3748-3762, 2011.

VICHI, F. M.; MANSOR, M. T. C. Energia, meio ambiente e economia: o Brasil no contexto mundial. Química Nova, v. 32, n. 3, p. 757-767, 2009.

WORLD ENERGY COUNCIL – WEC. Energy and Urban Innovation. United Kingdom, 2010a. Disponível em: <http://www.worldenergy.org/ >. Acesso em: 5 jun. 2014.

_____. Logistics Bottlenecks. **WORLD ENERGY COUNCIL – WEC.** United Kingdom, 2010b. Disponível em: <http://www.worldenergy.org/publications/default.asp>. Acesso em: 5 jun. 2014.