
CAPIM-ELEFANTE: UM RECURSO BIOENERGÉTICO

ALVES, Francisco Gleyson da Silveira¹

SILVA, Shirllenne Ferreira¹

SANTOS, Francisco Naysson de Sousa²

CARNEIRO, Maria Socorro de Souza¹

Recebido em: 2016.07.15

Aprovado em: 2018.08.23

ISSUE DOI: 10.3738/21751463.3032

RESUMO As fontes de energia usadas pelo homem não são renováveis e se encontram em condições limites. Portanto, o uso sem controle e insustentável dessas procedências de energia fez com que o complexo energético mundial entrasse em estado de alerta, sendo necessária a busca por novos meios alternativos e renováveis de energia. A mudança de atitude no consumo de energia tende a diminuir o aproveitamento de recursos naturais, atenuando os impactos no meio ambiente. Para que essa mudança aconteça o uso de biomassa como fonte energética é uma opção. A energia oriunda da biomassa vegetal representa um desafio para a ciência, pois os combustíveis de origem fóssil e seus derivados são fontes finitas e ameaçam o meio ambiente. Dentre as plantas forrageiras que podem ser usadas para produção de bioenergia o capim-elefante ganha destaque por possuir características quantitativas e qualitativas que torna possível seu uso para fabricação de energia renovável, sendo necessários estudos e ajustes tecnológicos para que isso ocorra.

Palavras-chave: Biomassa. Energia renovável. *Pennisetum purpureum*

ELEPHANT GRASS: A BIOENERGETIC RESOURCE

SUMMARY: The sources of energy now used by man are not renewable and are in limit conditions. Therefore, the uncontrolled and unsustainable use of these sources of energy has caused the world energy complex to enter a state of alert, requiring the search for new alternative and renewable energy sources. The change of attitude in energy consumption tends to reduce the use of natural resources, reducing the impacts on the environment. For this change to happen the use of biomass as an energy source is an option. The energy from the plant biomass represents a great challenge for science, since fossil fuels and their derivatives are finite sources and threaten the environment. Among the forage plants that can be used for bioenergy production, elephant grass is highlighted because it has quantitative and qualitative characteristics that make possible its use to produce renewable energy, being necessary studies and technological adjustments for this to occur.

Keywords: Biomass. Renewable energy. *Pennisetum purpureum*.

INTRODUÇÃO

Por muito tempo a matriz energética do mundo foi proveniente de uma fonte fóssil, o petróleo. No entanto, com a crise petrolífera na década de 70 criou-se um novo padrão ideal de consumo e geração de energia, surgindo o uso de fontes renováveis para produção de energia. Essa nova fonte de energia estabelece um novo padrão de consumo e produção de energia, com

¹ Universidade Federal do Ceará - Departamento de Zootecnia

² Universidade Federal da Paraíba - Departamento de Zootecnia

novos conceitos de desenvolvimento sustentável, social e econômico. Além do mais, energias oriundas de fonte fóssil liberam uma enorme quantidade de óxidos de enxofre, promovendo chuvas ácidas e acidificação de rios e lagos e a queima da energia de fonte fóssil libera CO₂, o principal causador do aumento no efeito estufa (PATERLINI et al., 2013).

Devido essas questões, pesquisas vêm sendo elaboradas no intuito de buscar fontes alternativas de energia que sejam menos prejudiciais ao meio ambiente. Na procura de alternativas energéticas que sejam menos poluentes, o uso de biomassa vegetal surge como oportunidade, encaixando-se nos padrões de sustentabilidade e tornando-se um dos meios mais seguros já que todo CO₂ oriundo da queima da biomassa é removido da atmosfera por meio da fotossíntese, indicando que desde que produzido de forma eficiente pode ser uma alternativa segura (KALT; KRANZL, 2011).

Energia da biomassa pode ser definida como a energia solar acumulada a partir do metabolismo da planta por meio da fotossíntese (TAIZ; ZEIGER, 2012). Portanto, à medida que o crescimento vegetal for maior em um menor período de tempo, maior será a eficiência no aproveitamento da energia solar pela planta. Nesse sentido, as poáceas apresentam um crescimento mais rápido que outras espécies vegetais. Logo, o ganho primário da utilização de poáceas como meio alternativo de energia é a potencialidade no aumento e acúmulo de biomassa (DANALATOS et al., 2007).

A utilização da biomassa de poáceas C₄ com elevado potencial na produção de matéria seca vem se destacando na produção de bioenergia (HONG et al., 2011). Embora os estudos só se fortaleceram depois da década de 80 com a finalidade energética a partir da combustão de poáceas em fornos.

De acordo com o Balanço Energético Nacional, no Brasil a biomassa se tornou a principal fonte de energia renovável correspondendo, no ano de 2011, cerca de 26% da oferta interna de energia no país, com destaque para a cana-de-açúcar que representa aproximadamente 15,7% da oferta (BRASIL, 2012).

O capim-elefante vem sendo pesquisado para este propósito devido a sua alta produção e qualidade de biomassa (MORAIS et al., 2012). No Brasil, a geração de energia renovável a partir de biomassa irá ser uma das mais importantes formas de permutação de fontes fósseis. O capim-elefante por mostrar uma alta taxa de crescimento, conseqüentemente uma alta produção, possui um grande potencial para a finalidade energética (QUESADA et al., 2004).

Por esse motivo, essa revisão tem como objetivo mostrar o potencial do capim-elefante como meio alternativo de energia renovável, pois é uma espécie forrageira bastante cultivada em todo Brasil.

1 DESENVOLVIMENTO

1.1 Descrição morfológica e manejo do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*)

O capim-elefante é originário da África e foi descoberto em 1905 pelo Coronel Napier. Foi trazido para o Brasil na década de 20, por meio de estacas oriundas de Cuba e atualmente é encontrado em todas as regiões do país (SILVA et al., 2018). Sua rápida disseminação ocorreu devido ao seu elevado potencial na produção de matéria seca, adaptação à diversas condições edafoclimáticas, diversos sistemas e formas de exploração, rusticidade, facilidade de multiplicação, existência de várias cultivares, resistência a pragas, doenças e seca, além de apresentar bom valor nutritivo.

Apesar de sua classificação botânica ter sofrido modificações ao longo do ano, atualmente as espécies de *Pennisetum purpureum* pertencem à família *Poaceae*, subfamília *Panicoideae*, tribo *Paniceae*, gênero *Pennisetum* e espécie *Pennisetum purpureum*, Schum (LIMA, 2010).

O capim-elefante é uma gramínea perene, crescimento cespitoso, podendo atingir de 3 a 5 metros de altura, colmos eretos dispostos em touceiras, rizomas curtos, folhas com inserções alternas e podem alcançar 10 cm de largura e 110 cm de comprimento. As folhas apresentam nervura central larga, bainha lanosa, invaginante, fina e estriada, lígula curta e ciliada. A inflorescência é na forma de panícula primária e terminal, com racemos espiciformes em forma de espigas. A panícula mede cerca de 15 cm de comprimento, formada por espiguetas envolvidas por um conjunto de cerdas de tamanho desiguais e de coloração amarelada. Apresenta abundante perfilhamento aéreo e basilar, formando densas touceiras, mas não cobrem totalmente o solo (DERESZ, 1999).

Seu melhor desempenho acontece em temperaturas entre 25 e 40 °C, pois o capim-elefante é uma espécie tropical, sendo interessante realizar seu cultivo em condições adequadas para que sua produtividade e seu valor nutritivo sejam alcançados (LIMA et al., 2007).

O capim-elefante é uma planta forrageira estacional, portanto de 70 a 80% da produção acontece na época chuvosa, durante a época seca a sua produção decai devido a sua baixa tolerância à seca. Por possuir uma alta eficiência fotossintética se torna adaptado e de difícil saturação em ambientes com alta radiação de fótons (SOUZA SOBRINHO et al., 2005; VITOR, 2006).

Um manejo adequado da espécie forrageira é de fundamental importância para garantir que a produtividade alcançada permaneça em níveis esperados, sendo que o ganho de biomassa pode ser intensificado a partir do uso de técnicas que promovam maior produção.

Para a espécie atingir seu potencial produtivo é necessário ter atenção a outros fatores além dos efeitos climáticos. A fertilidade do solo merece destaque, pois a produção de biomassa

pode ser afetada pela qualidade e quantidade de nutrientes presentes no solo (ABREU et al., 2006). Apesar da sua adaptação a diversos tipos de solo, o capim-elefante não se adapta a solos que apresentem má drenagem ou a solos inundados, apresenta uma alta exigência em fertilidade do solo, pouca tolerância a solos de pH baixo e com alto teor de alumínio (DERESZ et al., 1994).

Como o capim-elefante não tolera solos encharcados, áreas que estão sujeitas a sofrer inundações ou que tenham possibilidade de elevação do lençol freático devem ser evitadas. Áreas que tenham declive maior de 25 a 30% não devem ser usadas para o plantio, uma vez que são de difícil mecanização e como o capim-elefante possui um crescimento cespitoso, no início do estabelecimento pode deixar solo descoberto facilitando a erosão (DERESZ et al. 1994).

De acordo com Evangelista e Lima (2002), o plantio deve ser realizado no início da estação chuvosa, fazendo uma distribuição de quatro toneladas de mudas por hectare, sendo que essa quantidade pode mudar dependendo do cultivo usado e do espaçamento entre mudas. Existem vários procedimentos usados para a propagação do capim-elefante. Estudos mostram que mudas oriundas de plantas que tenham 100 dias de idade apresentam uma maior porcentagem de brotação e um maior número de perfilhos quando comparado com mudas de plantas mais novas (ITALIANO, 2004).

O método de plantio irá determinar o preço da implantação, a população e a disposição das plantas no local. No caso de ser adotado o método por sulco, os colmos devem ser colocados a 10-15 cm de profundidade, em uma posição base do colmo com ponta do colmo. Na literatura há inúmeras de recomendações para garantir melhor brotação e maior número de perfilhos, variando de cortes nos colmos, no próprio sulco, em pedaços de 2 a 3 gemas a cortes em pedaços de 3 a 5 gemas (EVANGELISTA; LIMA, 2002).

Em trabalhos publicados por Gomide (1997) e Martins e Fonseca (1998), recomendaram espaçamentos variando de 0,5 a 1,0 metros entre linhas. Machado et al. (1996,) trabalhando com diferentes espaçamentos (0,25; 0,50; 0,75; 1,00 metros entre linhas e entre plantas), concluíram que o espaçamento 0,25 m x 0,25 m, no primeiro corte, apresentou melhores resultados em termos de produção, teor de proteína bruta, população de plantas e fechamento do dossel. O espaçamento utilizado junto com outros fatores como um bom preparo do solo, mudas de qualidade e adubação adequada podem proporcionar uma maior ou menor densidade de touceiras.

Quando o capim-elefante é cultivado para fins energéticos o manejo adotado deve ser diferente do manejo usado quando se destina a alimentação animal, já que o interesse não é uma planta com elevado teor de proteína e sim uma planta com maiores teores de fibras e lignina, com alta relação carbono:nitrogênio, alta produção de matéria seca e alto poder calorífico (QUESADA et al., 2004).

O aumento na idade de corte proporciona maior produção de biomassa seca e, conseqüentemente são encontrados teores elevados de carboidratos estruturais e lignina. Flores et al. (2013) concluíram que o corte efetuado aos 180 dias após o plantio resultou em maior produção, proporcionando acúmulo de biomassa superior, apresentando características favoráveis para seu uso na elaboração de energia renovável. Queiroz Filho et al. (2000) avaliando a produtividade do capim-elefante em distintos intervalos de corte (40, 60, 80, 100 dias), verificaram que a produção de matéria seca foi proporcional ao número de dias.

1.2 Biomassa vegetal para fins bioenergéticos

A partir do momento que se percebeu o esgotamento do modelo energético de combustíveis de origem não renovável, devido à diminuição na produção e aumento nos gastos com extração, a utilização da biomassa vegetal passou a assumir um desafio de fornecer recursos para resolver o dilema do fornecimento de energia a curto e longo prazo. Logo, o uso da biomassa vegetal como fonte energética tornou-se um tema de estudo importante na sociedade (RAVINDRANATH et al., 2006; DANALATOS et al., 2007).

De forma indireta é um aproveitamento da radiação solar que é convertida em energia química por meio da fotossíntese, podendo ser definida como a energia química gerada pelas plantas na forma de carboidratos, produtos da fotossíntese, sendo que seu uso como biocombustível pode ser na forma bruta ou de derivados (GOLDEMBERG, 2009).

O Brasil apresenta condições climáticas que favorecem a produção de biomassa, principalmente de plantas que apresentam metabolismo C₄, facilitando o crescimento de massa vegetal em um curto tempo. Portanto, as poáceas merecem destaque já que apresentam uma alta produção de massa quando comparada a outros vegetais, como as plantas que possuem metabolismo C₃ (DANALATOS et al., 2007).

Não somente a produção de matéria seca é necessária para a formação de energia por meio da biomassa, é importante também que a qualidade seja favorável a essa produção, identificada a partir dos valores de fibra, lignina, cinza e baixo nível de água (MCKENDRY, 2002; QUESADA, 2005). No uso de biomassa para formação de energia, as poáceas ganham destaque por suas características qualitativas, apresentando teores de fibra acima de 30%, tornando-o interessante para a produção de energia (KAUTER et al., 2003).

Uma das principais vantagens do uso da biomassa como fonte de energia alternativa é a sustentabilidade, pois permite o aproveitamento de resíduos e todo o CO₂ produzido é absorvido através da fotossíntese, o chamado ciclo de carbono. Nesse processo a decomposição ou a queima da matéria orgânica libera CO₂ e água, as plantas transformam esse CO₂ e água em produtos que

irão compor sua biomassa e libera oxigênio, através da fotossíntese (GOLDEMBERG, 2009). Assim, o uso da biomassa, desde que não seja conduzido de forma irracional, não modifica a composição média da atmosfera ao longo do tempo.

No ano de 2012 a biomassa representou 6,8% da energia elétrica disponível no país, já em 2014 a participação subiu para 7,4% (EPE, 2013).

O uso de biomassa já vem sendo adotado em diversos países. Nos Estados Unidos a energia gerada pela biomassa vem sendo usado na geração de eletricidade e no programa gasohol (ROBERTSON; SHAPOURI, 1993) e no Brasil no PROALCOOL (GOLDEMBERG et al., 1993). No Brasil os recursos de biomassa correspondem quase 30% da oferta interna total de energia, sendo superior a toda produção de combustível fóssil (26,8%), já em âmbito internacional, as fontes renováveis contribuem com 8% (BRASIL, 2006). O uso de biomassa para fim energético proporciona uma maior oferta de empregos, além de reduzir gastos na importação de petróleo.

É possível usar diversos resíduos orgânicos para a geração de energia por meio de tecnologias simples, a exemplo da briquetagem. A briquetagem consiste na aplicação de pressão por meio de uma prensa mecânica em uma massa transformando-a em um briquete, onde nesse processo moldes de tamanhos e formas diferentes são usados e pode ser produzido com ou sem aglutinantes (ZAGO et al., 2010).

O processo de briquetagem engloba quatro etapas: preparação, mistura, compactação e tratamento final (RENDEIRO, 2006). Na primeira etapa a trituração tem por objetivo reduzir a granulometria do material e assim torná-la adequada para os processos seguintes. A segunda etapa consiste na adição de aglomerantes. A terceira etapa pode ser realizada de duas formas diferentes. A primeira é feita a compactação da matéria natural, geralmente as etapas de tratamento e trituração são dispensadas, já que a alta temperatura e pressão aplicada aglomeram as partículas da biomassa. Na segunda forma, as etapas de preparação e trituração são importantes e geralmente é usado um aglomerante, pois a compactação ocorre em baixas pressões. Já a etapa final resulta na desmoldagem, secagem, resfriamento, cura e embalagem do produto.

Os briquetes são resultado de um processo de compactação de biomassa picada, onde a elasticidade das fibras é destruída por meio do uso de elevada pressão e temperatura (QUIRINO et al., 2012). Esses mesmos autores sustentam que com o uso dos briquetes há uma maior produção de energia por unidade de volume, diminuindo os gastos com transporte e facilita o armazenamento.

Os briquetes podem ser obtidos apenas por meio de material lignocelulósicos ou mistura deles, sendo bastante comum acrescentar aos produzidos com outros materiais ou carvão vegetal com o intuito de aumentar o poder calorífico. A qualidade dos briquetes é medida através de

alguns parâmetros de avaliação. Um bom briquete deve resistir à abrasão, penetração de água e aos ciclos de aumento e redução na temperatura, além de demonstrar elevado poder calorífico e de queima (DIAS, et al., 2012).

Os principais parâmetros avaliados são o teor de umidade, teor de cinzas, poder calorífico e densidade.

O teor de umidade é um parâmetro que deve ser controlado na geração de energia a partir da biomassa, pois quanto menor for a umidade maior será a produção de calor, considerando que uma parte da energia liberada na combustão é perdida na vaporização da água (DIAS, et al., 2012). De acordo com Gonçalves et al. (2009), o teor de umidade deve ser entre 15 e 20%, tendo em vista que valores superiores podem ocasionar a quebra dos briquetes ou a degradação biológica durante o transporte e armazenamento. Portanto, materiais que apresentem altos teores de umidade devem ser rejeitados para a produção de briquetes.

O teor de cinzas está relacionado à porcentagem em massa de cinzas após a queima completa do briquete. Para Dias et al. (2012), a grande parte de resíduos de origem vegetal apresentam baixos teores de cinzas. Mande (2009), relata que alta quantidade de cinzas pode causar corrosão no forno e desgastes nos equipamentos por abrasão, principalmente quando o valor de cinzas é superior a 4%. Para Gonçalves et al. (2009), o teor de cinzas pode ser considerado um parâmetro importante na avaliação de briquetes, haja visto que indica a porcentagem de material que não produziu calor durante a combustão.

O poder calorífico pode ser definido como a quantidade de energia liberada, na forma de calor, pela combustão de uma unidade de massa do material analisado (DIAS et al., 2012). Os briquetes podem possuir no mínimo cinco vezes mais energia que o material de origem, sendo seu poder calorífico superior ao da lenha. De acordo com Quirino (2002), o poder calorífico de espécies lenhosas pode variar de 4700 a 5000 kcal/kg. Tavares; Santos (2013), avaliando diferentes materiais para produção de briquetes encontraram valores de 4255,35 e 3678,01 kcal/kg para briquetes de palha de carnaúba e palmeira real, respectivamente.

Um parâmetro importante é a densidade, uma vez que quanto maior a densidade maior será a razão energia/volume. Além do mais, produtos com alta densidade são mais desejáveis em termos de manuseio, transporte e armazenamento. A densidade pode ser dividida em densidade individual ou densidade a granel, sendo que a primeira é relevante para o controle de qualidade do briquete e a segunda é mais interessante para o transporte, armazenamento e venda do produto (DIAS et al., 2012).

Ao trabalhar com diversos materiais para a produção de briquetes Yamaji et al. (2013), observaram que os briquetes formados com palha de coqueiro apresentaram maior densidade do que os formados com bagaço de cana, 0,99 e 0,66 g/cm³, respectivamente. Ainda segundo esses

autores, o fato dos briquetes apresentarem maior densidade proporcionou melhor acondicionamento considerando que foram materiais menos higroscópicos. Gonçalves et al. (2013), encontraram densidade variando de 0,968 a 1,007 g/cm³ para briquetes produzidos a partir de serragem de *Eucalyptus grandis*. Resultado semelhante ao encontrado por Paula et al. (2011), que trabalhando com a mesma espécie florestal encontraram valor de densidade de 0,903 g/cm³. Já Amorim et al. (2015), trabalhando com serragem de *Pinus* spp., Violeta e Ipê roxo encontraram valores médios de densidade de 1,2297, 1,2256 e 1,1399 g/cm³, respectivamente.

Os briquetes são substitutos da lenha e podem ser usadas em diversas aplicações como uso em residências, indústrias e em estabelecimentos comerciais (padarias, pizzarias, fábricas, indústria química dentre outros). No Brasil, os briquetes mostram grande importância no mercado de energia renovável, apresentando uma taxa de crescimento da demanda de briquetes em torno de 4,4% ao ano (GENTIL, 2009).

1.3 Capim-elefante na formação de bioenergia

Por ser uma espécie que possui uma alta eficiência fotossintética, o capim-elefante apresenta uma alta produção de matéria seca e mostra boas características qualitativas, tornando-o uma espécie que merece destaque no estudo para produção de bioenergia (QUESADA et al., 2004).

O capim-elefante ainda não possui uma ampla abrangência como fonte de energia quando comparado com outras culturas a exemplo da cana-de-açúcar. Entretanto, o capim-elefante apresenta maior potencial energético que o da cana-de-açúcar, já que a sua biomassa seca pode fornecer 25 unidades de energia para uma unidade de energia de origem fóssil, enquanto a cana-de-açúcar gera apenas nove unidades (OSAVA, 2007).

No Brasil os estudos iniciais com o objetivo de avaliar a potencialidade do capim-elefante para fins energéticos foram realizados por Quesada et al. (2000), Quesada (2001), Quesada et al. (2003).

O capim-elefante além de mostrar elevada produção, contém outras características que são consideradas desejáveis para a produção de energia através de biomassa, como os altos teores de fibras e ligninas presentes no colmo. Quesada et al. (2004) relatam que capim-elefante com teores de fibra em detergente ácido acima de 50% e lignina acima de 10% destaca-se na produção de bioenergia. Quesada (2005), encontrou alta produtividade de biomassa com teores de fibras em torno de 55 e 50% em colmos e folhas, respectivamente. Conforme o mesmo autor, apesar desses teores serem mais baixos que de outras plantas usadas para a mesma finalidade, como o Eucalipto, quando se considera a produtividade e o número de corte por ano, o capim-elefante

mostra vantagem, pois o corte do eucalipto demora cerca de sete anos para ser realizado e o capim-elefante pode ser cortado a cada 60 dias.

O uso do capim-elefante como biocombustível apresenta importante função socioeconômica, como geração de emprego e incremento na rotatividade de recursos ao município (DELFINO, 2009). Por exemplo, em 2010, no município São Desiderio - BA, a empresa Sykué Bioenergia Eletricidade implantou a primeira usina termelétrica do Brasil que produz eletricidade a partir da queima de capim-elefante, com capacidade de 30 Megawatts por hora, sendo essa quantidade suficiente para abastecer uma cidade de 30 mil habitantes (BISPO, 2010).

Existem diversos cultivares de capim-elefante que se enquadram para a produção de energia a partir de biomassa.

O cultivar Cameroon apresenta uma alta produção de biomassa, principalmente na época seca, e altos teores de fibra, tornando-o favorável para a geração de bioenergia (QUESADA et al., 2004; MORAIS et al., 2009). Quesada (2005) avaliou essa cultivar para fins energéticos em diferentes condições edafoclimáticas e mostrou que o cultivar apresentou bons resultados para geração de energia, como alta produção de matéria seca, alto teor de fibra e lignina.

O cultivar roxo é bastante estudado na alimentação animal por apresentar uma ótima relação folha/colmo e alta produção. Apesar de apresentar uma menor produção quando comparado a outros cultivares, mostra bons resultados qualitativos na biomassa que são favoráveis à bioenergia (QUESADA, 2005).

A alta capacidade de produzir perfilhos e elevada produção de biomassa do cultivar Gramafante são características consideradas importantes quando se estuda planta para serem usadas com finalidades energéticas (QUESADA, 2005). Para Oliveira (2001), essas características associadas à alta rusticidade, facilidade na multiplicação e sua resistência, fundamentam a indicação como planta forrageira de grande potencial.

As cultivares CNPGL F 06-3 e CNPGL F 79-2 apresentam rápido crescimento pós corte e alta capacidade de perfilhamento, rápida expansão da touceira e ótimo poder germinativo dos colmos. Estudos mostram o potencial qualitativo e quantitativo da biomassa das cultivares para fins energéticos (QUESADA, 2005).

Ao avaliar o capim-elefante cv. Carajás submetidos à combinação de diferentes idades de corte (60, 5 e 90 dias) e de fertilização nitrogenada (200 e 400 kg/ha), Lima et al. (2016), obtiveram uma densidade variando de 1,422 a 1,503 g/cm³ para combinação da menor idade com a menor dose e maior idade com maior dose de adubo nitrogenado, respectivamente. Enquanto, Yamaji et al. (2013), encontraram uma densidade para o capim-elefante de 0,87 g/cm³. Tavares; Santos (2013), relataram um poder calorífico para o capim-elefante e capim-vertiver de 4061,17 e

3765,99 kcal/kg, respectivamente, mostrando a superioridade energética do capim-elefante sobre outras poáceas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil a geração e produção de energia através de biomassa poderá ser umas das alternativas mais importantes para substituir a energia oriunda de origem fóssil, uma vez que o Brasil possui uma matriz energética mais limpa quando comparado com outros países, uma vez que a participação de fontes de energias renováveis é maior que as de fontes não renováveis.

O capim-elefante é bastante utilizado para alimentação animal devido a sua alta produção e seu bom valor nutritivo. No entanto, estudos vêm sendo desenvolvidos com a finalidade de mostrar a capacidade de uso dessa planta para geração e produção de bioenergia. Para isso, pesquisas vêm sendo direcionadas com a finalidade de obter uma planta mais rica em lignina e fibra, ao contrário do que se busca em uma planta para ser usada na alimentação animal.

Por ser uma planta que tem uma alta eficiência fotossintética, o capim-elefante apresenta grande acúmulo de biomassa seca e características qualitativas que torna possível seu estudo para geração de bioenergia. Além do mais, apresenta um potencial energético maior ou semelhante a outras culturas, podendo ser um substituto da cana-de-açúcar como fonte de energia renovável.

O uso da biomassa, em especial do capim-elefante, para produção de bioenergia ainda é um desafio para a ciência, principalmente devido à sua exigência em adubação e, conseqüentemente, aumento no custo pelo produtor. Portanto, é necessária a elaboração de pesquisas que se destinem a fomentar o potencial energético o capim-elefante, já que o Brasil apresenta condições favoráveis ao desempenho dessa poácea.

Dentre as cultivares de capim-elefante, a cultivar Camerom e Carajás destacam-se pela alta produção de biomassa e pelas características qualitativas favoráveis ao uso dessas plantas para geração de bioenergia.

REFERÊNCIAS

ABREU, J. G. et al. Glyphosate e nitrogênio no controle de *Brachiaria decumbens* stapf em capineiras estabelecidas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 5, p. 977-987, 2006.

AMORIM, F. S. et al. Production of briquettes from forest species. **Revista Verde**, v. 10, n. 4, p. 34-41, 2015.

BISPO, J. São Desiderio é sede da primeira termelétrica do Brasil movida à biomassa. **Jornal de São Desiderio**, São Desiderio-Bahia. Edição zero, p. 03. 2010.

- BRASIL. **Balço Energético Nacional**, Ministério das Minas e Energia. 2006.
- BRASIL. **Balço Energético Nacional 2013**: ano base 2012. Rio de Janeiro, EPE. 2013. p.288.
- BRASIL. **Empresa de Pesquisa Energética**. Balço Energético Nacional. 2012: ano base 2011. Rio de Janeiro: EPE. 2012.
- DANALATOS, N. G. et al. Potential growth and biomass productivity of *Miscanthus giganteus* as affected by plant density and N-fertilization in central Greece. **Biomass and Bioenergy**, v. 31, n. 2-3, p. 145-152, 2007.
- DELFINO, J. Capim-elefante nas olarias: Nova alternative para aquecer os fornos na Baixada Campista. **Jornal O Diário**, Campos dos Goytacazes, RJ p.6. 2009.
- DERESZ, F et al. Utilização do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* schum.) na produção de leite. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGEIRAS DE PASTAGEM, 4.,1994, Campinas. **Anais....** Campinas, 1994, p.183-199.
- DIAS, M. C. S. et al. **Produção de briquetes e péletes a partir de resíduos agrícolas, agroindustriais e florestais**. Brasília:Embrapa Agroenergia, 2012. 130p. (Embrapa Agroenergia. Documento 13).
- EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A. **Silagens**: do cultivo ao silo. 2ª ed. Lavras: Editora UFLA, 2002. 210p.
- FLORES, R. A. et al. Nitrogênio e idade de corte na qualidade da biomassa de capim-elefante para fins agroenergéticos cultivado em Latossolo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, p. 127-136, 2013.
- GENTIL, L. V. Um atraente biocombustível. **Agroanalysis**, v. 29, n. 09, p. 19, 2009.
- GOLDEMBERG, J. Biomass and energy. **Química nova**, v. 32, n. 3, p. 582-587, 2009.
- GOLDEMBERG, J. et al. **The Brazilian fuel-alcohol program in renewable energy-sources for fuels and electricity**. In: JOHANSSON TB et al. Washington, 1993 p. 256-267.
- GOMIDE, J. A. Formação e utilização de capineira de capim-elefante. In: CARVALHO, M. M. et al. **Capim-elefante**: produção e utilização. 2º ed. Embrapa–Gado de Leite, 1997. p.81–115.
- GONÇALVES, B. F. et al. Caraterização e comparação entre diferentes granulometrias de serragem de *Eucalyptus grandis* para confecção de briquetes. **Revista Instituto Floresta**, v. 25, n. 2, p. 205-213, 2013.
- GONÇALVES, J. E. et al Energia de briquetes produzidos com rejeitos de resíduos sólidos urbanos e madeira de *Eucalyptus grandis*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 5, p. 657-661, 2009.
- HONG, C. et al. Comparative growth, biomass production and fuel properties among different perennial plants, bamboo and *miscanthus*. **The Botanical Review**, v. 77, n. 3, p. 197, 2011.
- ITALIANO, E. C. **Recomendações para o Cultivo e Utilização do Capim-elefante**. Teresina, Embrapa Meio-Norte. 2004. 19p. (Embrapa Meio-Norte. Documento 98).

KALT, G.; KRANZL, L. Assessing the economic efficiency of bioenergy technologies in climate mitigation and fossil fuel replacement in Austria using a techno-economic approach. **Applied Energy**, v. 88, n. 11, p. 3665-3684, 2011.

KAUTER, D. et al. Quantity and quality of harvestable biomass from Populus short rotation coppice for solid fuel use. A review of the physiological basis and management influences. **Biomass and Bioenergy**, v. 24, n. 6, p. 411-427, 2003.

LIMA, E. S. et al. Produção de matéria seca, proteína bruta e relação folha/colmo de genótipos de capim-elefante aos 56 dias de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1518-1523, 2007.

LIMA, F. M. **Desempenho agrônômico e valor nutritivo do capim-elefante (*Pennisetum Purpureum*, Schum) submetido a diferentes doses de nitrogênio no solo**. Rio Largo, 2010. 23 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias, Rio Largo.

LIMA, J. S. et al. Production and evaluation of elephant grass briquettes (*Pennisetum purpureum* Shum.) grown with nitrogen rates. **Revista Verde**, v. 11, n. 2, p. 29-36, 2016.

MACHADO, A. N. et al. Efeito do espaçamento de plantio na produção e qualidade de forragem capim-elefante cv. Três Rios. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 2, n. 1, p. 57-62, 1996.

MANDE, S. P. Thermo chemical conversion of biomass. In: KISHORE, V. V. N. (Ed.). **Renewable energy engineering and technology**. New Delhi: The Energy and Resources Institute. p. 705-728, 2009.

MARTINS, C. E.; FONSECA, D. M. Manejo e fertilidade do solo em pastagens de capim-elefante. **Informe Agropecuário**, v. 19, n. 192, p. 44-54, 1998.

McKENDRY, P. Energy production from biomass (part1): overview of biomass. **Bioresource Technology**, v. 83, n. 1, p. 37-46, 2002.

MORAIS, R. F. et al. Contribution of biological nitrogen fixation to Elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) **Plant and Soil**, v. 356, n. 1-2, p. 23-34, 2012.

MORAIS, R. F. et al. Elephant grass genotypes for bioenergy production by direct biomass combustion. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 2, p. 133-140, 2009.

OLIVEIRA, M. C. **Gramafante: uma nova cultivar de capim-elefante para o Vale do São Francisco**. Embrapa Semiárido. 2001.14p. (Embrapa Semiárido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 57).

PATERLINI, E. M. et al. Evaluation of elephant grass for energy use. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 4, n.2, p. 119-125, 2013.

PAULA, L, E, R. et al. Produção e avaliação de briquetes de resíduos lignocelulósicos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 31, n. 66, p. 103-112, 2011.

OSAVA, M. **Capim elefante, novo campeão em biomassa no Brasil**. 2007. Disponível em: <<http://www.ipsnoticias.net/portuguese/2007/10/america-latina/energia-capim-elefante-novo-campeao-em-biomassa-no-brasil/>>. Acesso em: 23 jun.2017.

QUEIROZ FILHO, J. L. et al. Produção de matéria seca e qualidade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivar Roxo em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 69-74, 2000.

QUESADA, D. M. et al. Efeito da adubação verde e N-fertilizante no acúmulo de biomassa e fixação biológica de nitrogênio em genótipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). **Agronomia**, v. 37, n. 2, p. 54-59, 2003.

QUESADA, D. M. et al. Fixação biológica de nitrogênio como suporte para a produção de energia renovável. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 2000, Campinas... **Anais....** Campinas. 2000, p.3.

QUESADA, D. M. et al. **Parâmetros Qualitativos de Genótipos de Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) estudados para a produção de energia através da Biomassa**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. 2004. 4p. (Embrapa Agrobiologia. Circular Técnica 8).

QUESADA, D. M. **Parâmetros quantitativos e qualitativos da biomassa de diferentes genótipos capim-elefante para produção de agroenergéticos**. Seropédica, 2005, 65p. Tese de Doutorado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica.

QUESADA, D. M. **Seleção de genótipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) para a alta produção de biomassa e eficiência da fixação biológica de nitrogênio (FBN)**. Seropédica, 2001. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica.

QUIRINO, W. F. et al. Densitometria de raios x na análise da qualidade de briquetes de resíduos de madeira. **Scientia Forestalis**, v. 40, n. 96, p. 525-536, 2012.

QUIRINO, W. F. **Utilização energética de resíduos vegetais**. Brasília: IBAMA, LPF. 2002, 31p.

RAVINDRANATH, N. H. et al. Bioenergy technologies for carbon abatement. **Biomass and Bioenergy**, v. 30, n. 10, p. 826-837, 2006.

RENDEIRO, G. **Obtenção de briquetes de carvão vegetal a partir de finos de carvão**. RENABIO (Rede Nacional de Biomassa), 2006, 14 p. (Boletim Técnico n. 2)

ROBERTSON, T.; SHAPOURI, H. Biomass: an Overview in the United States of America. In: FIRST BIOMASS CONFERENCE OF THE AMERICAS, 1993. Vermont. **Anais...** Burlington, Vermont, USA. 1993, p.1-17.

SILVA, D. A. et al. Efeito da Granulometria na compactação da biomassa de capim elefante. **Revista Virtual de Química**, v. 10, n. 2, p. 323-333, 2018.

SOUZA SOBRINHO, F. et al. Avaliação agrônômica de híbridos interespecíficos entre capim-elefante e milheto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 9, p. 873-880, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2012, 848p.

TAVARES, S. R. L.; SANTOS, T. E. Uso de diferentes fontes de biomassa vegetal para produção de biocombustíveis sólidos. **Holos**, v. 5, n. 29, p. 19-27, 2013.

VITOR, C. M. T. **Adubação nitrogenada e lâmina de água no crescimento de capim-elefante.** Viçosa, 2006. 77f. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.

YAMAJI, F. M. et al. Análise do comportamento higroscópico de briquetes. **Energia na Agricultura**, v. 28, n. 1, p. 11-25, 2013.

ZAGO, E. S. et al. O processo de briquetagem como alternativa de sustentabilidade para as indústrias madeireiras do município de Aripuanã-MT. **Revista Technoeng**, v. 1, n. 2, p. 22-34, 2010