

**PRODUTOS ENERGÉTICOS PROVENIENTES DO CAPIM-ELEFANTE**

(*Pennisetum purpureum* Schum)

**ENERGY PRODUCTS FROM ELEPHANT GRASS (*Pennisetum purpureum***

Schum)

**Aldeni Barbosa da Silva**

Doutor em Agronomia (Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Campus II).

Professor de Biologia do IFPB - Campus Esperança.

E-mail: [aldeni.silva@ifpb.edu.br](mailto:aldeni.silva@ifpb.edu.br)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9454-7450>

**Brenda Gonçalves Bezerra**

Técnica em Sistemas de Energia Renovável pelo IFPB – Campus Esperança.

E-mail: [brenda.goncalves@academico.ifpb.edu.br](mailto:brenda.goncalves@academico.ifpb.edu.br)

**Elaine Ferreira dos Santos**

Técnica em Sistemas de Energia Renovável pelo IFPB – Campus Esperança.

E-mail: [ferreira.elaine@academico.ifpb.edu.br](mailto:ferreira.elaine@academico.ifpb.edu.br)

**Cibele Maisa Gomes Joviniano**

Técnica em Sistemas de Energia Renovável pelo IFPB – Campus Esperança.

E-mail: [cibele.maisa@academico.ifpb.edu.br](mailto:cibele.maisa@academico.ifpb.edu.br)

**Edmilson Dantas da Silva Filho**

Doutor em Engenharia Agrícola (Universidade Federal de Campina Grande – UFCG - Campus I). Professor de Química do IFPB - Campus Campina Grande.

Email: [edmilson.silva@ifpb.edu.br](mailto:edmilson.silva@ifpb.edu.br)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1981-7558>

**Avaetê de Lunetta e Rodrigues Guerra**

Doutorando em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), Universidade Federal de São Carlos (UFScar). E-mail: [avaete.guerra@gmail.com](mailto:avaete.guerra@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7834-4362>

**Geraldo da Mota Dantas**

Mestre em Educação (Universidade Estadual da Paraíba – UEPB). Professor de Física do IFPB – Campus Campina Grande.

Email: [geraldo.dantas@ifpb.edu.br](mailto:geraldo.dantas@ifpb.edu.br)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5434-4159>

Recebido: 01/07/2025 – Aceito: 14/07/2025

## Resumo

Esse artigo teve o objetivo de descrever sobre os principais produtos energéticos provenientes do cultivo do capim-elefante. A coleta de dados ocorreu através do levantamento das produções científicas, cujas referências bibliográficas foram baseadas em Livros, Artigos, Scopus, Scielo, trabalhos de conclusão de curso, teses de mestrado e doutorado. Os trabalhos científicos foram pré-selecionados e os considerados mais relevantes foram armazenados para melhor leitura e compreensão. O capim-elefante tem se mostrado atraente para o mercado energético em diferentes contextos, como na produção de energia térmica, biocombustíveis sólidos (pellets e briquetes) e até etanol celulósico. O uso do capim-elefante para produção de biomassa energética renovável, visando sua transformação em carvão vegetal e matéria seca para uso em caldeiras pode promover um aumento significativo da área cultivada com esta espécie. O caldo remanescente da moagem do capim-elefante apresenta alta proporção de biomassa, tornando-se uma importante matéria-prima para a produção de biogás pelo processo de biodigestão anaeróbia. Por ser uma fonte de energia renovável, não competir com a produção agrícola voltada à alimentação, ser amplamente disponível e de baixo custo, o capim-elefante se apresenta como uma biomassa vegetal ideal para a produção de etanol 2G. Conclui-se que a produção de bioenergia utilizando-se o capim-elefante é uma das alternativas mais promissoras para substituição da energia proveniente dos combustíveis fósseis, trazendo benefícios para o meio ambiente com a redução da emissão de gases do efeito estufa.

**Palavras-chave:** Gramínea, Bioenergia, Combustíveis fósseis, Meio ambiente.

## Abstract

This article aimed to describe the main energy products from elephant grass cultivation. Data collection was carried out through a survey of scientific productions, whose bibliographic references were based on books, articles, Scopus, Scielo, course completion papers, master's and doctoral theses. The scientific papers were pre-selected and those considered most relevant were stored for better reading and understanding. Elephant grass has proven to be attractive to the energy market in different contexts, such as in the production of thermal energy, solid biofuels (pellets and briquettes) and even cellulosic ethanol. The use of elephant grass for the production of renewable energy biomass, aiming at its transformation into charcoal and dry matter for use in boilers, can significantly increase the area cultivated with this species. The juice remaining from the grinding of elephant grass has a high proportion of biomass, becoming an important raw material for the production of biogas through the anaerobic biodigestion process. Because it is a renewable energy source, does not compete with agricultural production for food, is widely available and has a low cost, elephant grass is an ideal plant biomass for the production of 2G ethanol. It is concluded that the production of bioenergy using elephant grass is one of the most promising alternatives for replacing energy from fossil fuels, bringing benefits to the environment by reducing greenhouse gas emissions.

**Keywords:** Grass, Bioenergy, Fossil fuels, Environment.

## 1. Introdução

A produção de energia a partir de fontes não renováveis é uma das principais fontes de emissão de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera. Considerando o contínuo aumento mundial da demanda de energia, a tendência é que as emissões de GEE continuem a se elevar, contribuindo assim para as mudanças climáticas globais. A conversão de biomassa lignocelulósica em energia é uma das alternativas aos combustíveis fósseis e seus derivados, o que contribui com os esforços da comunidade internacional para reduzir as emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (FERNANDES et al., 2020).

São inúmeras as vantagens do uso da biomassa para a produção de energia, entre as quais se encontram benefícios ambientais (redução das emissões de GEE), energéticos (redução da dependência dos recursos não renováveis), sociais (criação de emprego), prevenção de incêndios florestais, melhoria da produtividade florestal e desenvolvimento rural. Dipti e Priyanka (2013) e FNR (2009) afirmam que a biomassa não só está disponível em grandes quantidades, como tem a considerável vantagem de ser a única fonte de energia renovável que pode ser armazenada e utilizada na produção de biocombustível quando necessários.

Uma espécie de rápido crescimento que vem proporcionando alto potencial para utilização não apenas como fonte alternativa de energia, mas também para a obtenção de carvão vegetal usado na produção industrial de ferro gusa é o capim-elefante, que é amplamente utilizado na alimentação de animais como forragem, o que faz com que o estudo para sua viabilidade energética e seus aspectos econômicos seja praticamente inexistente (MORAIS, 2008). Originário da África tropical, o capim-elefante foi descoberto no ano de 1905 pelo coronel Napier e, posteriormente, foi difundido por todo o continente africano, sendo introduzido no Brasil em 1920, vindo de Cuba, e, posteriormente, foi difundido nas cinco regiões brasileiras (RODRIGUES et al., 2001; PATERLINE et al., 2013).

Por não estar presente na dieta humana e de ser totalmente utilizável, o capim-elefante acaba estando à frente de outras gramíneas utilizadas como fonte energética, principalmente em comparação à cana de açúcar. Além de ser utilizada para produção açucareira, a cana possui produtividade máxima de 40 t MS/ha/ano e gera o bagaço como resíduo, enquanto que o cultivo do capim-elefante é mais vantajoso, pois tem uma maior produtividade de biomassa (45 t MS/ha/ano), menor extensão de áreas para uma dada produção, menor ciclo produtivo (dois cortes por ano), melhor fluxo de caixa, possibilidade de mecanização total, energia renovável e maior assimilação de carbono (MAZZARELLA, 2007).

O capim-elefante tem sido apontado como alternativa sustentável para utilização como insumo energético, sobretudo, em função da alta produção de biomassa rica em fibras e lignina com características qualitativas, como elevada relação Carbono: Nitrogênio e alto poder calorífico. A gama de aplicações da biomassa do capim-elefante é extensa, podendo ser usada na geração de bioeletricidade (combustão direta, gaseificação e queima de gases), produção de combustíveis sólidos (pellets e briquetes) e produção de carvão vegetal, papel e celulose e/ou de etanol celulósico (2G) (MARAFON; SANTIAGO, 2015).

Diante disso, esse artigo teve o objetivo de descrever sobre os principais produtos energéticos provenientes do cultivo do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum).

## **2. METODOLOGIA**

Esse trabalho teve como método de pesquisa o de natureza exploratória, com revisão bibliográfica qualitativa, a partir de materiais já produzidos e que foram utilizados para compor a investigação. A pesquisa exploratória tem como objetivo principal desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores (GIL, 1999 APUD OLIVEIRA, 2011).

Com relação ao tipo de pesquisa dessa revisão de literatura, o trabalho se adequa como uma pesquisa bibliográfica, um dos métodos de pesquisa que serve como embasamento para todos os assuntos pesquisados, analisando variáveis que

um problema pode ter, comparando opiniões e teses de diferentes autores que falem sobre o mesmo assunto.

A coleta de dados ocorreu através do levantamento das produções científicas, cujas referências bibliográficas foram baseadas em Livros, Artigos, Scopus, Scielo, trabalhos de conclusão de curso, teses de mestrado e doutorado. Os trabalhos científicos foram pré-selecionados e os considerados mais relevantes foram armazenados para melhor leitura e compreensão. Seguiu-se as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) para organizar as referências e citações.

### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1. PRODUTOS ENERGÉTICOS PROVENIENTES DO CAPIM-ELEFANTE**

##### **3.1.1. GERAÇÃO DE BIOELETRICIDADE**

A diversidade no desenvolvimento de novos recursos tecnológicos busca substituir combustíveis fósseis por soluções energéticas mais eficientes e sustentáveis, utilizando a biomassa. Resíduos agrícolas apresentam grande potencial para armazenamento de energia, sendo uma alternativa viável nas agroindústrias, permitindo o aproveitamento direto como bioenergia. A preocupação com o uso de fontes energéticas finitas se dá pelas implicações ambientais dos combustíveis fósseis, que contribuem para o aumento do efeito estufa e ameaçam o equilíbrio climático da Terra, resultando em maior poluição e elevação das temperaturas globais. O Brasil possui alternativas energéticas que podem substituir os combustíveis fósseis, beneficiando o meio ambiente e promovendo o desenvolvimento econômico. A biomassa se destaca como uma solução viável a médio e longo prazo, dado o vasto potencial de terras cultiváveis disponíveis para essa produção. Entre as fontes utilizadas, o Capim-elefante, tem ganhado relevância e está sendo estudado para aplicações energéticas. Essa gramínea apresenta uma ampla variabilidade genética, com características distintas de

rendimento, fotoperíodo, perfilhamento, relação colmo/folha e qualidade como forragem (TANABE, 2017).

Os combustíveis fósseis correspondem a 80% da produção mundial de energia, enquanto fontes renováveis, como solar, eólica, geotérmica e pequenas hidrelétricas, representam 10%. A biomassa, por sua vez, contribui com os outros 10%, podendo chegar a 20% da energia total gerada até o final do século XXI (GOLDEMBERG, 2009).

Essa biomassa pode ser de origem vegetal ou animal, com as plantas produzindo-a através da fotossíntese, onde transformam CO<sub>2</sub> e água em carboidratos e liberam oxigênio. Ao queimar a biomassa, a energia dos carboidratos é liberada, gerando CO<sub>2</sub>. O capim-elefante é extremamente eficiente na absorção de CO<sub>2</sub>, podendo gerar mais de 60 Mg ha<sup>-1</sup> por ano. Seu crescimento rápido permite múltiplas colheitas ao longo do ano, e, após 40 dias do plantio, já apresenta características favoráveis para uso energético, como baixo teor de cinza e altos níveis de carbono e hidrogênio. Além disso, abriga bactérias diazotróficas que ajudam na fixação de até 70% do nitrogênio, reduzindo custos com fertilização. O Brasil tem 90 milhões de hectares que podem ser utilizados de forma sustentável para esse cultivo, com o intuito de produção energética (MENEZES et al., 2014).

O capim-elefante tem se mostrado atraente para o mercado energético em diferentes contextos, como na produção de energia térmica, biocombustíveis sólidos (pellets e briquetes) e até etanol celulósico. Diversos estudos têm analisado o desempenho do capim-elefante como uma cultura energética. Uma pesquisa realizada para avaliar a viabilidade energética de 18 variedades de capim-elefante concluiu que a gramínea apresenta grande potencial para ser utilizada na geração de energia térmica, graças às suas características qualitativas, especialmente o alto poder calorífico, que é comparável ao de outras biomassas comumente empregadas nesse tipo de produção. Outros estudos também confirmaram a viabilidade do capim-elefante como matéria-prima para a produção de energia por meio de sua combustão. O elevado teor de fibras e lignina, a alta relação C/N e o poder calorífico elevado favorecem a produção de carvão de boa qualidade, com baixo consumo de energia fóssil (CASTRO, 2021).

A usina Sykuê Bioenergia, localizada no município de São Desidério-(BA), foi a pioneira na geração de energia elétrica a partir de capim elefante ao produzir 30 megawatts, suficientes para iluminar durante um ano uma cidade de 200 mil habitantes (VARGAS, 2010). No Estado de Goiás, algumas indústrias de cerâmica vermelha fizeram experiências ao substituir a lenha utilizada nos fornos por esta gramínea (EMBRAPA, 2015).

Apesar do grande potencial energético do capim-elefante, seu uso como fonte de energia ainda enfrenta desafios científicos. Portanto, é necessário investir no desenvolvimento de estudos que promovam o aproveitamento do potencial energético dessa gramínea, especialmente no Brasil, onde as condições climáticas e a grande disponibilidade de terras agricultáveis favorecem o cultivo dessa planta (CASTRO, 2021).

### **3.1.2. PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL**

A habilidade de produzir acima de 40 toneladas de biomassa seca por hectare em ciclos curtos, o que corresponde ao dobro da biomassa produzida pela cultura do Eucalipto, faz com que o capim-elefante passe a ser visto como opção, e até mesmo solução, para os programas de agroenergia baseados no uso da biomassa vegetal. O setor da indústria precisa de fontes energéticas alternativas e renováveis, que possam substituir a lenha, o carvão mineral e o gás natural de origem fóssil usados intensivamente como fontes de energia em seus processos. Além disso, o uso de fontes não renováveis de energia contribui decisivamente para o processo de aquecimento global através da emissão de gases de efeito estufa. Por ser uma cultura rústica, o capim-elefante é capaz de crescer em áreas marginais às grandes culturas, e em solos de baixa fertilidade, embora responda bem à adubação química. Porém, uma grande vantagem é seu potencial em associar-se a microrganismos promotores de crescimento vegetal e obter uma parte de suas necessidades nutricionais através da fixação biológica de nitrogênio (MORAIS et al., 2009; ZANETTI et al., 2010).

Além do seu tradicional uso forrageiro para alimentação do gado leiteiro, o capim-elefante tem sido apontado como alternativa sustentável de biomassa para utilização como insumo energético (Vieira et al., 2017), sobretudo, em função da sua alta eficiência fotossintética e da elevada relação C:N (ANDERSON et al., 2008). Além disso, proporciona múltiplas colheitas anuais, pois apresenta ciclo curto (5-7 meses) e possui características qualitativas favoráveis como elevado percentual de fibras e lignina e alto poder calorífico (QUESADA et al., 2004).

A conversão de biomassa lignocelulósica em energia contribui com os esforços da comunidade internacional para reduzir as emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Por meio de rotas de conversão termoquímicas ou bioquímicas, a biomassa lignocelulósica pode ser convertida em bioenergia (FERNANDES et al., 2020).

O uso do capim-elefante para produção de biomassa energética renovável, visando sua transformação em carvão vegetal e matéria seca para uso em caldeiras pode promover um aumento significativo da área cultivada com esta espécie. Assim, o melhoramento genético do capim-elefante deverá considerar o uso de novos critérios de seleção diferentes daqueles empregados para a obtenção de cultivares forrageiras (PEREIRA; LEDO, 2008).

Esse carvão tem a finalidade de alimentar fornos industriais, como os da siderurgia. Diferente do eucalipto, que leva cerca de sete anos para ser cortado e beneficiado, o capim-elefante pode ser colhido anualmente, o que proporciona maior produtividade. O capim gera 40 toneladas de massa seca por hectare por ano, enquanto o eucalipto chega a no máximo 15 toneladas (OLIVEIRA, 2012).

O alto potencial de produção de biomassa dos genótipos de capim-elefante, associado aos seus elevados teores de fibras em detergente ácido e à possibilidade de execução de múltiplos cortes anuais, credenciam a cultura como uma excelente alternativa de cultivo dedicado à produção de biomassa lignocelulósica, da qual se pode obter matéria-prima com alta qualidade energética para a produção de energia térmica, etanol celulósico e/ou de biocombustíveis sólidos (pellets e briquetes) (MARAFON et al., 2014).

### **3.1.3. PRODUÇÃO DE BIOGÁS**

A crescente demanda por fontes renováveis de energia tem impulsionado pesquisas sobre a utilização de biomassa para a produção de biogás. O capim-elefante destaca-se como uma matéria-prima promissora devido ao seu rápido crescimento e alta produtividade. O uso de biomassa para a geração de biogás tem se tornado uma alternativa viável para a produção de energia sustentável, contribuindo para a diversificação da matriz energética e a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE). Entre as diversas matérias-primas disponíveis, o capim-elefante apresenta grande potencial devido à sua alta produtividade e ampla adaptabilidade a diferentes condições climáticas (ANDRADE et al., 2005).

O biogás é um biocombustível gasoso gerado pela decomposição da matéria orgânica por bactérias anaeróbicas fermentadoras, resultando na liberação de uma mistura de gases, predominantemente metano e dióxido de carbono, além de pequenas quantidades de hidrogênio, nitrogênio, amônia, ácido sulfídrico e outros compostos com potencial energético. A composição desses gases varia conforme as características dos resíduos utilizados e as condições operacionais do processo de digestão anaeróbica (MATA-ALVAREZ et al., 2014).

O caldo remanescente da moagem do capim-elefante apresenta alta proporção de biomassa, tornando-se uma importante matéria-prima para a produção de biogás pelo processo de biodigestão anaeróbia. O rendimento de biogás a partir do capim-elefante pode variar entre 200 e 400 Nm<sup>3</sup> por tonelada de matéria seca, com um teor de metano entre 50% e 60%. Esse potencial pode ser aumentado por meio de estratégias como o uso de pré-tratamentos físicos, químicos ou biológicos, que visam romper as barreiras lignocelulósicas e aumentar a disponibilidade de matéria orgânica para a ação dos microrganismos. Além disso, a co-digestão com outras biomassas, como esterco bovino, restos agroindustriais ou lodo de esgoto, pode melhorar a relação carbono/nitrogênio (C/N), favorecendo o processo fermentativo e aumentando a eficiência da conversão em biogás (HUANG et al., 2019).

No Brasil, o interesse por tecnologias voltadas à digestão anaeróbia tem aumentado, especialmente devido à possibilidade de tratar resíduos de forma eficaz, gerar renda adicional e reduzir a dependência de combustíveis fósseis

(PIÑAS et al., 2019). A digestão anaeróbia se destaca dentro da biorrefinaria por contribuir tanto para a preservação ambiental quanto para a geração de energia. Essa tecnologia é amplamente aplicada no tratamento biológico de resíduos orgânicos, incluindo resíduos agrícolas, restos de alimentos e dejetos animais (REN 21, 2018). Essa abordagem biotecnológica é considerada eficiente e apropriada, pois combina o tratamento de resíduos com a recuperação da matéria orgânica, transformando-a em produtos de alto valor agregado (KHANAL, 2008).

Além disso, a digestão anaeróbia surge como uma solução essencial para o futuro da produção de energia renovável. O avanço de tecnologias e processos baseados na biomassa do capim-elefante para a geração de bioenergia tem demonstrado ser uma alternativa promissora, integrada e altamente eficiente para a valorização energética. O biogás é uma fonte de energia renovável que pode substituir o gás natural ou o gás liquefeito de petróleo (SOUVANNASOUK et al., 2021). Diante da crescente escassez de combustíveis fósseis, o biogás obtido a partir de materiais de biomassa tem sido amplamente utilizado na produção de calor, eletricidade e combustíveis para transporte, consolidando-se como uma opção energética altamente eficiente e sustentável (WANNAPOKIN et al., 2017).

#### **3.1.4. ETANOL CELULÓSICO (2G)**

Atualmente, a utilização do petróleo como principal matéria-prima para produção de combustíveis é motivo de preocupação. Fatores como a possível escassez de reservas fósseis, preocupações com questões ambientais, o aumento da demanda por combustíveis e a valorização do petróleo têm impulsionado as pesquisas em busca de fontes renováveis, resultando no crescimento dos estudos utilizando biomassa para a produção de etanol (ROSA, 2014).

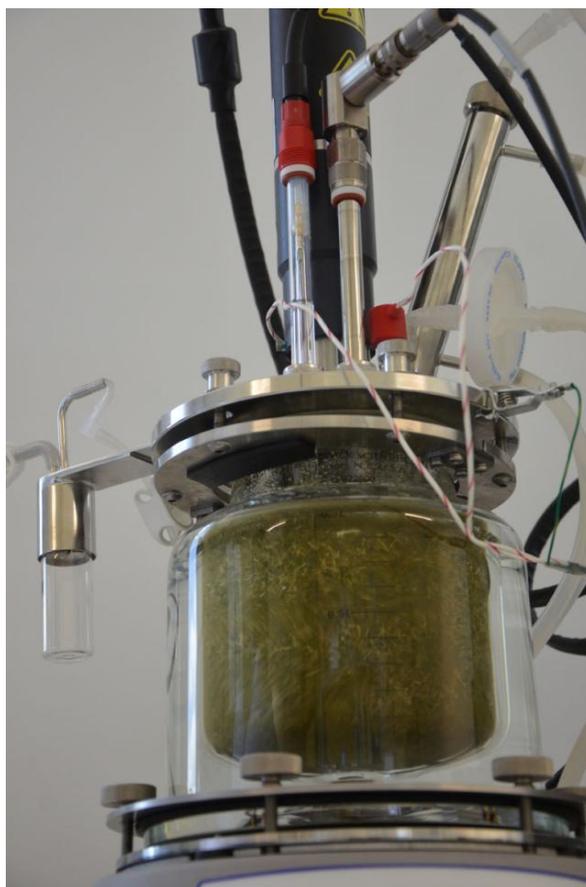
O etanol é o biocombustível de maior destaque, sendo que no ano de 2014 os Estados Unidos e o Brasil foram responsáveis por mais de 80% da sua produção. No entanto, a produção deste biocombustível, que ocorre substancialmente a partir de matérias-primas que são fontes de alimento, não tem apresentado aumento significativo nos últimos anos. Assim, há a necessidade de se utilizar outras matérias-primas abundantes e que não competem com a

agricultura alimentar para a produção de etanol, tais como as biomassas lignocelulósicas. O etanol produzido a partir dessas fontes é denominado etanol de segunda geração (2G) (CAMPOS, 2015).

Uma das alternativas para a produção de biocombustíveis são as chamadas biomassa residual, que consistem em resíduos gerados pela agroindústria, incluindo setores como grãos, madeira e papel, entre outros. O aproveitamento dessa biomassa residual pode aumentar significativamente a produção de bioetanol por hectare, sem a necessidade de expandir as áreas cultivadas (ROCHA et al., 2017).

Outra opção para a produção de etanol 2G é o uso de biomassas vegetais, que são definidas como toda matéria orgânica de origem vegetal que pode ser convertida em energia. A biomassa vegetal é composta principalmente por celulose, hemicelulose e lignina. Esses componentes fazem parte da parede celular de todas as plantas. A hemicelulose e a lignina fazem a proteção da celulose, sendo que a lignina, por ser altamente resistente, dificulta o processo de hidrólise enzimática. Assim, por ser uma fonte de energia renovável, não competir com a produção agrícola voltada à alimentação, ser amplamente disponível e de baixo custo, o capim-elefante se apresenta como uma biomassa vegetal ideal para a produção de etanol 2G (Figura 1) (PELLENZ, 2018).

O Brasil é pioneiro no uso de biocombustíveis e, atualmente, produz etanol de primeira geração a partir da cana-de-açúcar, além de etanol de segunda geração utilizando o bagaço e a palha da cana. O capim-elefante tem sido estudado como uma potencial fonte de biomassa para a produção de etanol, embora as pesquisas sobre o tema ainda sejam limitadas. Esses estudos indicam a necessidade de otimizar as condições operacionais, principalmente na etapa de pré-tratamento da biomassa, a fim de aumentar a eficiência da produção de etanol. Diversos métodos de pré-tratamento têm sido empregados com o objetivo de modificar ou remover a lignina, ampliar a área superficial e reduzir a cristalinidade e o grau de polimerização da celulose, facilitando assim a ação da digestão enzimática (MUNIZ et al., 2015).



**Figura 1.** Fermentação no laboratório utilizando o capim-elefante como matéria-prima para a produção de Etanol (2G). Fonte: CHIES (2015).

Uma biomassa ideal para a produção de etanol 2G de segunda geração deve possuir baixo custo de produção e alta produtividade. O capim-elefante é considerado uma fonte de energia alternativa para biocombustíveis, pois atende a esses critérios. Pode ser colhido de duas a quatro vezes por ano, tem grande capacidade de adaptação a climas e solos com poucos nutrientes, exige baixo uso de pesticidas e apresenta alta produtividade (cerca de 35 ton/ha, em comparação com 21 ton/ha da cana-de-açúcar). Muitas dessas características do capim-elefante se devem ao fato de ser uma planta da família das gramíneas (Poaceae), com metabolismo do tipo C4, o que significa que os primeiros compostos de carbono sintetizados a partir do CO<sub>2</sub> fixado nos cloroplastos são convertidos em compostos com 4 átomos de carbono. Plantas com esse tipo de metabolismo geralmente apresentam maior capacidade de crescimento. Além disso, o teor de celulose do

capim-elefante (cerca de 36 a 46%, considerando a biomassa seca) é semelhante ao encontrado no bagaço de cana-de-açúcar (entre 34% e 45%). O uso do capim-elefante também é vantajoso no contexto da diversificação de biomassas para produção de etanol, permitindo o aproveitamento de outros componentes da planta. Adicionalmente, possibilita a utilização contínua das refinarias de etanol de primeira geração, que geralmente ficam ociosas nos períodos sem colheita da cana-de-açúcar. Por ser uma gramínea de rápido crescimento, a utilização dessa biomassa não entra em competição com a alimentação animal e humana (SCOPEL, 2019).

#### **4. Considerações Finais**

O capim-elefante apresenta uma alta eficiência fotossintética, desenvolvendo 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.

Além de possuir um alto poder calorífico, o capim-elefante apresenta uma gama de aplicações da biomassa, podendo ser usada na geração de bioeletricidade (combustão direta, gaseificação e queima de gases), produção de combustíveis sólidos (pellets e briquetes), produção de biogás e de carvão vegetal, papel e celulose e/ou de etanol celulósico (2G).

Dessa forma, a produção de bioenergia utilizando-se o capim-elefante é uma das alternativas mais promissoras para substituição da energia proveniente dos combustíveis fósseis, trazendo benefícios para o meio ambiente com a redução da emissão de gases do efeito estufa.

#### **Referências**

ANDERSON, W.; CASLER, M.; BALDWIN, B. **Improvement of perennial forage species as feedstock for bioenergy**. In: VERMERRIS, W. (Ed.). Genetic improvement of bioenergy crops. Springer, 2008. p. 308- 345. Disponível em: <<http://digitalcommons.unl.edu/usdaarsfacpub/248> >. Acesso em: 24/01/2025.

ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; LOPES, R. S.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; CECON, P. R.; QUEIROZ, D. S.; PEREIRA, D. H.; REIS, S. T. ANÁLISE DE CRESCIMENTO DO CAPIM-ELEFANTE 'NAPIER' ADUBADO E IRRIGADO. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 29, n. 2, p.415-423, 2005.

CAMPOS, B. B. **PRODUÇÃO DE ETANOL EM BIOMASSA DE CAPIM-ELEFANTE POR *Kluyveromyces marxianus* CCT 7735**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, 34 p., 2015.

CASTRO, A. L. S. **USO DO CAPIM-ELEFANTE PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA: TENDÊNCIAS DE PESQUISAS MUNDIAIS E POTENCIAL PARA GERAÇÃO DE BIOGÁS NO ESTADO DE ALAGOAS**. 2021. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Recursos Hídricos e Saneamento, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, 2021.

CHIES, V. **Pesquisas avaliam produção de etanol 2G com capim-elefante**. Embrapa Agroenergia, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/5522876/pesquisas-avaliam-producao-de-etanol-2g-com-capim-elefante>. Acesso em: 23/06/25.

DIPTI; PRIYANKA. Bioenergy crops an alternative energy. **International Journal of Environmental Engineering and Management**, v. 4, n. 3, p. 265-272, 2013. Disponível em: [https://www.ripublication.com/ijeem\\_spl/ijeemv4n3\\_17.pdf](https://www.ripublication.com/ijeem_spl/ijeemv4n3_17.pdf). Acesso em: 21/06/25.

EMBRAPA. **Pesquisa investe em capim como fonte de energia**. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2422024/pesquisa-investe-em-capim-como-fonte-de-energia>. Acesso em: 19 nov. 2024.

FERNANDES, F. D.; CARVALHO, M. A.; RAMOS, A. K. B.; BRAGA, G. J.; FONSECA, C. E. L.; LEDO, F. J. S.; MACHADO, J. C. **Biomassa de Genótipos de Capim-Elefante para a Produção de Energia**. Embrapa Cerrados, 19 p., 2020.

FNR (2009). **Bioenergy: Plants, raw materials, products**. Acedido a 15 de Março de 2015 no web site da FNR: <http://international.fnr.de/renewable-resources/bioenergy/solidbiomass/>.

GOLDEMBERG, J. Biomassa e energia. **Química Nova**, v.32, n.3, p.582-587, 2009.

HUANG, C.; XIONG, L.; GUO, H. J.; LI, H. L.; WANG, C.; CHEN, X. F.; ZHAO, C.; CHEN, X. D. Anaerobic digestion of elephant grass hydrolysate: Biogas production, substrate metabolism and outlet effluent treatment. **Bioresour. Technol.**, v. 283, p. 191-197, 2019.

KHANAL, S. K. **Biotecnologia Anaeróbica para Produção de Bioenergia: Princípios e Aplicações**. 1ª Edição, 2008. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9780813804545>.

MARAFON, A. C.; SANTIAGO, A. D.; CAMÂRA, T. M. M.; RANGEL, J. H. A.; AMARAL, A. F. C. LEDO, F. J. S.; BIERHALS, A. N.; PAIVA, H. L. **Potencial produtivo e qualidade da biomassa de capim-elefante para fins energéticos**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2014. 6 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circular Técnica, 68).

MARAFON, A. C.; SANTIAGO, A. D. **CAPIM-ELEFANTE como biomassa para a produção de energia**. Folder, Embrapa Tabuleiros Costeiros, 1ª Edição on line, 2015. Disponível em: <file:///F:/NAO%20APAGAR%20-%20Sistema%20Operacional/Downloads/capimelefantebiomassaenergia.pdf>.

Acesso em: 23/06/25.

MATA-ALVAREZ, J.; DOSTA, J.; ROMERO-GÜIZA, M.S.; FONOLL, X.; PECES, M.; ASTALS, S. Uma revisão crítica sobre as conquistas da codigestão anaeróbica entre 2010 e 2013. **Revisões de Energia Renovável e Sustentável**, v. 36, p. 412-427, 2014.

MAZZARELLA, V. N. G. **Capim elefante como fonte de energia no Brasil: realidade atual e expectativas**. Workshop Madeira Energética. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: Acesso em: 22/06/25.

MENEZES, B. R. S.; DAHER, R. F.; GRAVINA, G. A.; AMARAL JÚNIOR, A. T. A.; OLIVEIRA, A. V.; SCHNEIDER, L. S. A.; SILVA, V. B. Correlações, e análise de trilha em capim-elefante para fins energéticos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.9, n.3, p.465-470, 2014.

MORAIS, R. F. **Potencial produtivo e eficiência da fixação biológica de nitrogênio em cinco genótipos de capim elefante (*Pennisetum purpureum***

**Schum), para uso como fonte alternativa de energia.** 73f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2008.

MORAIS, R. F.; SOUZA, B. J.; LEITE, J. M.; SOARES, L. H. B.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. Elephant grass genotypes for bioenergy production by direct biomass combustion. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 133-140, 2009.

MUNIZ, A. R. C.; BERDET, G.; SILVA, L. **Potencialidade do Capim Elefante para Produção de Etanol de Segunda Geração.** XI Congresso Brasileiro de Engenharia. COBEQ, 2015. Química em Iniciação Científica. Unicamp, Campinas-SP. 8 p., 2015.

OLIVEIRA, M. F. **Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em administração.** Universidade Federal de Goiás – UFG. Catalão - GO, 72 p., 2011.

OLIVEIRA, A. C. **PRODUÇÃO EXPERIMENTAL DESENVOLVE CARVÃO VEGETAL PARA USO EM FORNOS.** Dissertação. Universidade Federal de Viçosa, 64 p., 2012.

PATERLINI, E. M.; ARANTES, M. D. C.; GONÇALVES, F. G.; VIDAURRE, G. B.; BAUER, M. O.; MOULIN, J. C. Evaluation of elephant grass for energy use. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 4, n. 2, p. 119-125, 2013.

PELENZ, A. **PRODUÇÃO DE CELULOSES A PARTIR DE CAPIM ELEFANTE (*Pennisetum purpureum*) POR FERMENTAÇÃO EM ESTADO SÓLIDO.** 2018. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Bioenergia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Toledo – Pr - Brasil, 2018.

PEREIRA, A. V.; LÉDO, F. J. S. **Melhoramento genético de *Pennisetum purpureum*.** In: RESENDE, R.M.S.; DO VALLE, C. B.; JANK, L. Melhoramento de Forrageiras Tropicais. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2008. p. 89-116.

PIÑAS, J. A. V; VENTURINI, O. J.; LORA, E. E. S.; OLMO, O. A.; ROALCABAD, O. D. C. An economic holistic feasibility assessment of centralized and decentralized biogas plants with mono-digestion and co-digestion systems. **Renewable Energy**, v.139, p.40-51, 2019.

QUESADA, D. M.; BODDEY, R. M.; REIS, V. M.; URQUIAGA, S. **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).

REN 21. **RENEWABLES 2018 GLOBAL STATUS REPORT RENEWABLES 2018** · GLOBAL STATUS REPORT. 325 p., 2018. Disponível em: [https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2018\\_Full-Report\\_English.pdf](https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2018_Full-Report_English.pdf).

ROCHA, M. S. R. S.; ALMEIDA, R. M. R. G.; CRUZ, A. J. G. Avaliação do potencial energético de resíduos agroindustriais provenientes de diferentes regiões brasileiras. **Engevista**, v. 19, n. 1, p. 217-235, 2017.

RODRIGUES, L. R. A.; MONTEIRO, F. A.; RODRIGUES, T. J. D. **Capim elefante.** In: PEIXOTO, A. M.; PEDREIRA, C. G. S.; MOURA, J. V.; FARIA, V. P. Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 17., 2001, Piracicaba. 2 Ed. Anais. Piracicaba: FEALQ, p. 203-224, 2001.

ROSA, I. Z. **Isolamento e seleção de fungos filamentosos termofílicos produtores de celulases, xilanases e celobiose desidrogenase com potencial para sacarificação do bagaço de cana-de-açúcar.** São José do Rio Preto: Universidade Estadual Paulista. Dissertação (Mestrado). 76 p., 2014.

SCOPEL, E. **APROVEITAMENTO INTEGRAL DO CAPIM ELEFANTE NA PRODUÇÃO DE ETANOL CELULÓSICO.** 2019. 130 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2019.

SOUVANNASOUK, V.; SHEN, M. Y.; TREJO, M.; BHUYAR, P. Produção de biogás a partir de capim Napier e chorume de gado usando uma tecnologia de energia verde. **Revista Internacional de Pesquisa Inovadora e Estudos Científicos**, v. 4, n. 3, p. 228-237, 2021.

TANABE, A. M. **CAPIM ELEFANTE COMO UMA FONTE RENOVÁVEL PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA.** 2017. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Bioenergia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Toledo – Pr, 2017.

VARGAS, A. **A Força do capimtalismo.** Revista Veja, 11 de agosto, p. 112-114, 2010.

WANNAPOKIN, A.; RAMARAJ, R.; UNPAPROM, Y. An investigation of biogas production potential from fallen teak leaves (*Tectona grandis*). **Emergent Life Sciences Research**, v. 3, p. 1-10, 2017.

ZANETTI, J. B.; MORAIS, R. F.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S.; SOARES, L. H. B. **Balanco de energia na producao de capim-elefante em condicoes experimentais**. Embrapa Agrobiologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 71, 24 p., 2010.