



## **ESTIMATIVA DO CONSUMO DE BIOMASSA DE *LANTANA FUCATA* PARA OPERAÇÃO DE FORNALHA EM SISTEMA DE SECAGEM DE GRÃOS**

**Manoela Lorentzen Harms**

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) e bolsista CAPES

**Luiza Guedes Gonçalves**

Graduanda de Engenharia Ambiental e Sanitária na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) e bolsista FAPERGS

**Marlei Veiga dos Santos**

Professora da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)

**Fabiano Cassol**

Professor da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)  
fabiano.cassol@uffs.edu.br

### **1. Introdução**

O uso de plantas na remoção de contaminantes no solo, processo chamado de fitorremediação, é uma tecnologia que tem sido amplamente estudada por sua eficácia e sustentabilidade. Em contaminações por metais, as estratégias vegetais variam, algumas espécies extraem o metal do solo, absorvendo-o pelas raízes e translocando-o para a parte aérea, em um processo denominado fitoextração. Já outras imobilizam a maior parte do metal nas raízes, translocando apenas pequenas quantidades para a parte aérea, processo conhecido como fitoestabilização (Oladoye; Olowe; Asemoloye, 2022).

A *Lantana fucata*, pertencente à família Verbenaceae, é uma espécie arbustiva amplamente distribuída no Brasil, sendo considerada uma planta nativa, com maior ocorrência na região sul do país (Silva, Schaefer e Silva; 2021). A espécie foi estudada em pesquisas de fitoestabilização de cobre (Cu) (Batista, 2020) e zinco (Zn) (Harms, *et al.* 2024). Contudo, a aplicação de plantas na fitorremediação gera uma biomassa contaminada, criando um desafio para seu descarte. Uma alternativa é o aproveitamento de sua energia através da queima, pois, além de aproveitar economicamente a biomassa, reduz-se drasticamente o volume do resíduo a ser gerenciado, uma vez que os metais tendem a se concentrar nas cinzas resultantes da queima.

Em paralelo a esta questão ambiental, o setor agroindustrial brasileiro busca soluções energéticas mais sustentáveis para suas atividades, entre as quais se destaca a secagem de grãos, etapa fundamental na conservação da qualidade e segurança



alimentar de diversos produtos agrícolas. Tradicionalmente, essa etapa é realizada com o uso de lenha de espécies florestais plantadas, o que pode representar elevados custos operacionais e impacto ambiental. Neste cenário, a valorização de biomassas alternativas, disponíveis regionalmente e com potencial energético adequado, apresenta-se como uma estratégia relevante tanto do ponto de vista técnico quanto ambiental.

A espécie possui uma elevada taxa de crescimento e produção de biomassa, se corretamente manejada, essa planta pode se tornar uma solução energética viável. Estudos prévios apontam que a biomassa da *Lantana fucata* apresenta características físico-químicas favoráveis ao uso energético, como elevado teor de matéria volátil, baixo teor de cinzas e um poder calorífico bruto médio de 17.260,67 kJ/kg (Gonçalves *et al.*; 2025).

Diante disso, a presente pesquisa tem por objetivo estimar a massa de biomassa de *Lantana fucata* necessária para alimentar uma fornalha acoplada a um trocador de calor destinado à secagem de grãos, com base em dados previamente obtidos de caracterização físico-química da espécie. O trabalho contribui para a viabilidade técnica da utilização da espécie como combustível alternativo em agroindústrias, propondo um modelo teórico baseado em cálculos de rendimento energético, considerando a umidade natural da biomassa e a eficiência térmica do sistema.

## 2. Metodologia

A metodologia adotada neste estudo é de natureza teórica e aplicada, com base nos dados obtidos em pesquisa experimental anterior que caracterizou a biomassa de *Lantana fucata*. As análises laboratoriais incluíram a determinação da umidade, teor de matéria volátil, teor de cinzas e teor de carbono fixo, além da medição do poder calorífico bruto (PCS), realizado por meio de calorimetria com bomba adiabática. O valor médio do PCS foi de 17.260,67 kJ/kg, com teor de umidade de 66,86%, ambos utilizados como base para os cálculos energéticos da presente investigação.

O sistema de referência para consumo energético é uma fornalha acoplada a um trocador de calor, cuja potência térmica máxima é de 465,35 kW, conforme modelo descrito por Silva *et al.* (2014) e Boligon *et al.*, 2020, totalizando uma demanda de



1.675.260 kJ por hora. Para estimar o rendimento energético da biomassa em seu estado natural, considerou-se o calor latente de vaporização da água (2.260 kJ/kg), permitindo o cálculo da energia efetiva disponível por quilograma de biomassa.

A energia perdida devido à evaporação da água (energia necessária para evaporação da água) foi determinada pela equação:

$$Q_{evap} = U \times L_v \quad (1)$$

onde  $U$  é a fração de umidade da biomassa (adimensional) e  $L_v$  é o calor latente de vaporização da água.

A energia útil disponível por quilograma de biomassa foi obtida por:

$$Q_{\text{útil}} = PCS - Q_{evap} \quad (2)$$

Com esse valor, foi possível estimar a massa de biomassa seca necessária por hora:

$$m = \frac{Q_{fornalha}}{Q_{\text{útil}}} \quad (3)$$

onde  $Q_{fornalha}$  é a potência térmica da fornalha, em KJ/h.

Considerando a umidade da biomassa, a massa úmida necessária foi estimada por:

$$m_{\text{úmida}} = \frac{m}{1-U} \quad (4)$$

O rendimento energético do processo é determinada na forma:

$$\eta = \frac{Q_{\text{útil}}}{PCS} \quad (5)$$

### 3. Resultados e discussão

Os resultados obtidos indicam que, para manter a operação contínua da fornalha acoplada ao trocador de calor com potência térmica de 465,35 kW, seriam necessários aproximadamente 106,3 kg de biomassa seca de *Lantana fucata* por hora. Quando considerada a biomassa em seu estado natural, com teor de umidade de 66,86%, o consumo estimado eleva-se para cerca de 320,8 kg por hora.

O cálculo do rendimento energético baseado na diferença entre o poder calorífico bruto (PCS) e a energia necessária para a evaporação da água sugere que a fração efetivamente disponível da energia contida na biomassa corresponde a aproximadamente 91,26% do PCS. Esse rendimento considera as perdas associadas à



umidade, fator importante a ser avaliado em qualquer aplicação energética.

A análise também evidencia que o baixo teor de cinzas da biomassa (0,51%) representa um potencial de menor geração de resíduos sólidos em comparação com outros materiais lignocelulósicos. Esse parâmetro tem relevância técnica na operação de sistemas de combustão, pois pode influenciar na durabilidade dos equipamentos e na frequência de manutenção.

A massa úmida de biomassa requerida por hora, estimada em mais de 320 kg, pode representar desafios logísticos, especialmente no transporte e armazenamento. No entanto, a alta umidade observada na biomassa sugere a possibilidade de ganhos energéticos por meio de pré-secagem, o que reduziria o consumo total necessário e aumentaria a eficiência do processo de conversão térmica.

Portanto, a análise permite quantificar a demanda energética e discutir implicações operacionais da utilização da biomassa de *Lantana fucata*, sem ainda emitir juízo conclusivo sobre sua viabilidade, mas estabelecendo os parâmetros necessários para futuras avaliações técnicas, econômicas e ambientais.

#### 4. Considerações finais

Este estudo apresentou uma estimativa da quantidade de biomassa de *Lantana fucata* necessária para operar uma fornalha utilizada em processos de secagem de grãos, com base em parâmetros físico-químicos previamente determinados. Os cálculos realizados demonstraram a influência da umidade no rendimento energético da biomassa e permitiram estabelecer a relação entre massa consumida e energia térmica gerada.

As informações obtidas contribuem para a construção de uma base técnica sobre o aproveitamento energético de espécies vegetais não convencionais provenientes de fitorremediação, com destaque para os desafios relacionados ao conteúdo hídrico, composição química e aspectos operacionais como logística de suprimento e desempenho da combustão.

Adicionalmente, o estudo reforça a importância de considerar múltiplas variáveis no planejamento do uso energético de biomassas, sugerindo a necessidade de investigações complementares que avaliem a eficiência em sistemas reais, os custos



envolvidos e os impactos ambientais associados. Esses elementos são essenciais para a tomada de decisão quanto à adoção ou não da biomassa de *Lantana fucata* em diferentes contextos produtivos.

## Referências

BATISTA, L. S. **Absorção de cobre e potencial fitorremediador de *Lantana Fucata* (*Verbenaceae*)**. 2020. Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2020.

BOLIGON, Suzana; FRIEDRICH, Thalía; SCHER, Ana Carolina; SLODKOWSKI, Letícia; CASSOL, Fabiano. Avaliação das condições de operação de um trocador de calor para secagem de grãos. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, Cerro Largo, v. 12, n. 1, p. 74–85, abr. 2020. ISSN 2176-7270.

GONÇALVES, Luiza Guedes; CASSOL, Fabiano; PELEGRIN, Carla Maria Garlet de; DARTORA, Nessana; SANTOS, Marlei Veiga dos. Determinação do potencial energético da *Lantana fucata* (*Verbenaceae*) para a produção de bioenergia. In: **Seminário Internacional em Políticas Públicas e Desenvolvimento em regiões de Fronteira (SIEF), 2025**, Horizontina, 2025.

HARMS, M. L., *et al.* Fitorremediação de zinco utilizando *Lantana fucata*. In: SEMINÁRIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 13., 2024, Cerro Largo. **Anais [...]**. Cerro Largo: UFFS, 2024.

OLADOYE, Peter Olusakin; OLOWE, Olumayowa Mary; ASEMOLOYE, Michael Dare. Phytoremediation technology and food security impacts of heavy metal contaminated soils: A review of literature. **Chemosphere**, v. 288, p. 132555, 2022.

SILVA, J. S.; LOPES, R. P.; VITOR, D. G.; DONZELES, S. M. L. **Fornalha a lenha para secagem de café e grãos**. Brasília: EMBRAPA, 2014. (Comunicado Técnico, n. 6)  
Silva, T. R. D. S.; Schaefer, J.; Silva, G. B. ***Lantana* in Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2021.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES e FAPERGS pelo suporte financeiro e à UFFS pela infraestrutura disponibilizada para a execução deste estudo.